

**Mobilité routière automatisée et connectée**  
**Stratégie nationale**

**Référentiels de démonstration de sécurité**



***Démonstration de sécurité des transports routiers automatisés***

***Rapport d'étude sur l'accidentalité routière***



<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/transport-routier-automatise-connecte>

# Validation de sécurité des systèmes de transport routier automatisés : éclairage par l'analyse des données d'accidentalité

## Rapport d'étude

### Préambule

La validation de sécurité des véhicules et systèmes de transport automatisés s'appuie sur un certain nombre de briques méthodologiques (ou « référentiels » au sens de la stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée (Ministère de la Transition Ecologique, Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer, 2020)). Parmi ces briques, l'établissement d'un niveau ou de plusieurs niveaux de sécurité de référence apparaît central. Pour ce faire, l'analyse de l'accidentalité sur les véhicules conventionnels constitue un éclairage utile, voire incontournable, en l'absence de retours d'expériences sur les systèmes automatisés.

Le présent rapport restitue le travail réalisé courant 2021 sur les données d'accidentalité afin d'alimenter les travaux relatifs à la validation de sécurité des systèmes de transports routiers automatisés (STRA). Ce travail a été partagé et débattu avec l'écosystème français. Il a également, à titre préliminaire, alimenté les travaux européens dans le cadre des travaux préparatoires au règlement d'application relatif à la réception par type des véhicules totalement automatisés (dit règlement « shuttle »).

### Table des matières

Points clefs du rapport – hypothèses et principaux résultats .....	3
Introduction.....	4
Présentation et traitement des données .....	5
1. Généralités sur les données ONISR .....	5
2. Exploitation des données et principales limites.....	9
3. Construction de la base de données de travail .....	10
4. Traitement des données d'accidentalité.....	12
Niveaux d'accidentalité pour l'éclairage des références de sécurité.....	13
5. Niveau de sécurité de référence basée sur l'accidentalité .....	13
6. Méthodologie d'analyses par macro cas d'usage .....	16
Présentation des résultats.....	21
7. Présentation par cas d'usage des taux de mortalité et de blessés .....	21
8. Présentation par cas d'usage des taux d'accidents et d'accidents mortels.....	22
9. Focus sur le transport public par agglomération .....	23
10. Limites .....	27
Bibliographie.....	29
Table des tableaux.....	29
Table des figures.....	29
Annexe 1 : Construction d'une nouvelle base de données .....	30
Annexe 2 : Analyse à partir des données de l'ASFA .....	32

## Points clefs du rapport – hypothèses et principaux résultats

### Hypothèses de travail :

- L'accidentalité de référence des véhicules conventionnels est transposable aux véhicules équipés d'un système de conduite automatisé.
- Territoire de l'étude : France métropolitaine.
- 2 cas d'usage :
  - conduite sur autoroutes pour la mobilité particulière (et routes nationales) ;
  - transport collectif urbain.
- Période de l'étude : 7 ou 8 ans selon les cas d'usage.
- Les résultats obtenus sont indissociables de la méthodologie, des données et de leur précision.
- Les taux d'accidentalité présentés sont des taux représentatifs de l'accidentalité au kilomètre parcouru sur le réseau considéré et par le type de véhicules considérés.

### Principaux résultats

Tableau 1 : Présentation des résultats par cas d'usage des taux d'accidentalité calculés.

Taux d'accidentalité moyennés par macro cas d'usage	Taux de mortalité	Taux de blessés	Taux d'accidents mortels	Taux d'accidents non mortels
Autoroutes et voies à caractéristiques autoroutières 2012-2018 <i>Tous types de véhicules</i>	<b>1,15.10<sup>-9</sup></b>	2,64.10 <sup>-8</sup>	<b>1,03.10<sup>-9</sup></b>	1,90.10 <sup>-8</sup>
Routes nationales 2012-2018 <i>Tous types de véhicules</i>	<b>5,71.10<sup>-9</sup></b>	6,79.10 <sup>-8</sup>	<b>5,07.10<sup>-9</sup></b>	4,66.10 <sup>-8</sup>
Transports en commun urbains (TCU) hors Ile-de-France 2012-2019 <i>Transport en communs (autobus, autocars)</i>	<b>3,96.10<sup>-8</sup></b>	1,49.10 <sup>-6</sup>	<b>3,64.10<sup>-8</sup></b>	8,31.10 <sup>-7</sup>

Tableau 2 : Présentation des résultats des taux de mortalité et d'accidents mortels moyennés sur les 27+3 EPCI considérés sur la période 2012-2019 pour le cas d'usage du transport collectif urbain.

<i>Transport collectif urbain (autobus, autocars)</i> <i>Période 2012-2019</i> <i>21 métropoles</i> <i>6 communautés d'agglomération</i> <i>Ile-de-France</i>	<b>Mortalité</b>	<b>Accidents mortels</b>
Taux moyens	<b>2,92.10<sup>-8</sup></b>	<b>2,81.10<sup>-8</sup></b>

## Introduction

Ce rapport présente la méthodologie utilisée pour le traitement des données d'accidentalité de la base de l'Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière (ONISR). Il fournit les résultats obtenus au 31 janvier 2022, dans le cadre des travaux réalisés sur la validation de sécurité des systèmes de transports routiers automatisés (STRA). Il a pour objectif de s'insérer et d'alimenter les référentiels de validation de la sécurité en objectivant les niveaux de sécurité de référence en termes d'accidentalité.

Plus généralement, ce travail présente une contribution française à la méthodologie pour l'établissement des niveaux de sécurité de référence pour la validation des systèmes automatisés dans le cadre des travaux européens (règlement dit « ADS »). Il a vocation à donner de premières valeurs d'accidentalité de référence pour les systèmes, que ce soit dans le cadre de la réception par type des véhicules au niveau européen, mais aussi dans le cadre de la mise en service des systèmes de transport routier automatisés au niveau national.

La première partie décrit les données utilisées et présente la méthodologie générale des analyses de l'accidentalité. Cette partie a vocation à présenter les données à partir desquelles les niveaux de référence ont été établis à ce stade et à familiariser un potentiel lecteur sur leur utilisation et/ou leur exploitation.

La deuxième partie présente le contexte de démonstration de la sécurité des systèmes de transport routiers automatisés, dans lequel s'inscrit la détermination de valeurs de référence d'accidentalité.

Les résultats quantitatifs des analyses sont présentés ensuite.

Enfin, il est important de préciser que l'analyse dont il est question ici est basée sur la prise en compte du trafic et des accidents des véhicules routiers conventionnels. La détermination de la cause de l'accident est impossible avec les données relevées. Contrairement à d'autres méthodes d'analyse des niveaux de sécurité de référence, la donnée qui ressort de cette analyse comptabilise aussi bien les accidents dont l'origine peut être directement imputée à un dysfonctionnement du système technique (dans le cas des véhicules conventionnels, on parle plus de véhicule), que les accidents provoqués par des interactions des usagers de la route, nommés aléas de circulation dans l'approche par scénarios de conduite<sup>1</sup> détaillée dans un autre document. Ces notions sont reprécisées dans le corps du document.

*NB : ce rapport s'appuie entre autres sur les travaux préliminaires menés dans le cadre du groupe de travail GAME (globalement au moins équivalent) piloté par le STRMTG (Pierre JOUVE, Florent SOVIGNET) et du groupe de travail « cas d'usage de connectivité pour le véhicule automatisé » piloté par la DGITM (Jérémy DIEZ), qu'il complète et détaille.*

<sup>1</sup> Rapport méthodologique - Démonstration de sécurité des systèmes de transport routier automatisés : Apports attendus des scénarios de conduite, DGITM, février 2022

## Présentation et traitement des données

Les analyses de l'accidentalité présentées dans ce document et réalisées dans le cadre de la validation de sécurité pour le véhicule automatisé (VA) ont été réalisées à partir des données du Bulletin d'analyse des accidents corporels de la circulation (BAAC) sur un échantillon d'années sur le périmètre géographique de la France métropolitaine. L'échantillon est variable en fonction à la fois des exigences et des attentes du groupe de travail pour lequel les analyses ont été réalisées et à la fois des données disponibles dans les bases de données parallèlement utilisées pour réaliser l'étude.

Les données, pour ce qui est de l'OpenData, sont disponibles et téléchargeables sur le site [data.gouv.fr](https://www.data.gouv.fr) en libre accès.

Données disponibles à l'adresse suivante : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/bases-de-donnees-annuelles-des-accidents-corporels-de-la-circulation-routiere-annees-de-2005-a-2019/>,

Téléchargées le 23/11/2020.

*NB 1 : Ce livrable peut être accompagné de plusieurs fichiers .ipnyb contenant l'ensemble du code relatif à l'analyse dont il est question et du traitement des données, pour ce qui est de l'OpenData.*

*NB 2 : Dans le cas où certaines données ont été analysées par le biais d'accès réservés obtenus en partenariat avec certains organismes, les fichiers .ipnyb peuvent être également partagés s'il y a lieu (ce qui ne donne en aucun cas accès aux données brutes traitées par la DGITM).*

*NB 3 : Dans le cadre des travaux déjà réalisés, des .csv ont été créés et permettent d'avoir un accès plus rapide à certaines catégories des données, ne pourront être partagés uniquement ceux qui émanent de données en OpenAccess.*

*NB 4 : Les résultats peuvent aussi être fournis sous la forme de .csv pour plus de lisibilité et pour faciliter la diffusion.*

### 1. Généralités sur les données ONISR

Les données de l'ONISR sont décrites par le Guide BAAC (Ministère de l'Intérieur, Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière, 2017) d'une part et par le document descriptif des variables utilisées dans l'OpenData (Ministère de l'Intérieur, Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière, 2020). La terminologie du BAAC a évolué en 2006, c'est pourquoi, dans toutes les analyses proposées, uniquement les années postérieures à 2006 seront potentiellement étudiées.

De plus, les analyses reposant sur des variables ayant évolué ou ayant été insérées dans le BAAC en 2012, nous n'étudions dans ce rapport que les années postérieures à 2012. De la même manière, en raison de la crise sanitaire du Covid-19 et des conséquences significatives sur la sécurité routière, l'année 2020 n'a pas été prise en compte.

Il est aussi utile de préciser que le BAAC a été mis à jour en 2017, ce qui se traduit par une modification de certaines variables à partir de 2019 dont par exemple l'apparition de la vitesse maximale autorisée. Ainsi, pour des analyses plus précises, une étude sur des années agrégées postérieures à 2019 ne sera pas possible (notamment 2021).

#### **a. La notion d'accident<sup>2</sup>**

La notion d'accident corporel de la circulation routière<sup>3</sup> est précisée par l'arrêté du 27 mars 2017 relatif aux conditions d'élaboration des statistiques relatives aux accidents corporels de la circulation. Un accident corporel de la circulation routière est défini comme un accident qui :

- provoque au moins une victime, c'est-à-dire un usager ayant nécessité des soins médicaux ;
- survient sur une voie ouverte à la circulation publique ;
- implique au moins un véhicule.

Les voies ouvertes à la circulation publiques sont soit des voies qui appartiennent au domaine public et ouvertes à la circulation publique, soit les voies privées ouvertes à la circulation publique.

<sup>2</sup> Les définitions suivantes sont issues du guide BAAC et sont reprises de la formulation explicitée dans le guide.

<sup>3</sup> Un accident matériel de la circulation ne peut faire l'objet d'une fiche BAAC que s'il implique au moins un blessé.

La notion de véhicule est liée à la notion de mouvement permise soit par un moteur, soit par un animal, un pédalier ou une propulsion humaine. De ce fait, les engins de déplacement personnel (EDP) sont assimilés à des véhicules au même titre qu'un vélo.

Parmi les usagers impliqués, on distingue :

- les indemnes : usagers impliqués dans l'accident non décédés et ne nécessitant aucun soin médical ;
- les victimes : usagers impliqués non indemnes.

Parmi les victimes, on distingue :

- les tués : toute personne qui décède soit sur le coup de l'accident soit dans les trente jours suivants l'accident ;
- les blessés : toute personne non tuée qui a reçu des soins médicaux pour une blessure, même mineure.

Parmi les blessés<sup>4</sup>, on distingue :

- les blessés hospitalisés (auparavant dénommés blessés graves) : toute victime admise comme patient dans un hôpital plus de 24 heures ;
- les blessés légers : toute victime ayant fait l'objet de soins médicaux mais n'ayant pas été admise comme patient à l'hôpital plus de 24 heures.

Le remplissage des fiches BAAC est réalisé pour chaque accident connu des forces de l'ordre par le service de police ou de gendarmerie territorialement compétent. Ces fiches sont ensuite transmises à l'ONISR et vérifiées.

Il convient par ailleurs de préciser que la procédure de remplissage et d'alimentation du BAAC repose sur l'appréciation de la scène de l'accident par les forces de l'ordre et en particulier par l'agent qui remplit la fiche. Il est donc important de tenir compte de cette particularité lors des analyses. Le BAAC contient des champs obligatoires<sup>5</sup> et des champs facultatifs en fonction de la situation d'accident comme par exemple la présence ou non d'un véhicule spécial<sup>6</sup> impliqué dans l'accident. La plupart des champs ne sont remplis que si une particularité est à signaler, cette particularité étant elle-même dépendante de l'appréciation de l'agent sur place. Cette notion est détaillée dans la partie suivante.

### ***b. Organisation de la remontée des accidents***

La remontée des accidents est un processus en plusieurs étapes qu'il n'est pas utile de décrire dans ce rapport. Toute information complémentaire est disponible dans le guide BAAC de l'ONISR. La remontée d'informations doit suivre la typologie du BAAC.

L'accidentalité de chacune des années répertoriées dans le BAAC est constituée de quatre fichiers différents. Chacun de ces fichiers permet d'avoir accès à des caractéristiques particulières des accidents (Ministère de l'Intérieur, Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière, 2017). Les dénominations sont les suivantes :

- caractéristiques : qui décrit les circonstances générales de l'accident ;

Ce fichier contient toutes les caractéristiques spatio-temporelles de l'accident dont la date, le jour, les conditions atmosphériques, l'environnement (urbain ou rural), le type de collision, les caractéristiques générales de l'infrastructures (intersection ou non).

Toutes les colonnes liées aux caractéristiques de l'accident sont les mêmes pour chacun des véhicules et des usagers impliqués dans un même accident.

<sup>4</sup> L'harmonisation de la statistique au niveau européen a modifié la définition de la gravité des blessures au 01/01/2005. On parle désormais de « blessé hospitalisé » et non plus de « blessé grave » et de « tué à 30 jours » et plus seulement de « tué ».

<sup>5</sup> Ces champs non obligatoires sont précisés dans l'annexe II du guide BAAC.

<sup>6</sup> Le BAAC décrit le véhicule spécial comme un engin à moteur ayant un usage particulier (engin de service hivernal, engin d'élévation, véhicule de lutte contre l'incendie, véhicule de transport exceptionnel, benne à ordures ménagères). Parmi les véhicules spéciaux, on trouve les taxis, les ambulances, les pompiers par exemple.

- lieux : qui décrit les différents lieux sur lesquels les véhicules impliqués sont associés ; dans le cas d'intersection les lieux peuvent être différents ;

Ce fichier contient toutes les informations liées au lieu de l'accident dont la catégorie administrative comme la typologie de la route mais aussi sa géométrie, le régime de circulation (non disponible dans l'OpenData), le nombre de voies où circulaient les usagers impliqués dans l'accident ou encore l'aménagement de l'environnement.

- véhicules : qui décrit tous les véhicules impliqués ;

Ce fichier contient toutes les informations relatives aux véhicules impliqués dont la catégorie du véhicule, le sens de circulation, la manœuvre effectuée et le nombre d'occupants du véhicule (dans le cas des transports en commun (TC)).

Toutes les colonnes liées au véhicule sont les mêmes pour tous les usagers d'un même véhicule.

- usagers : qui décrit les usagers impliqués.

Ce fichier contient les informations spécifiques aux usagers comme le type d'usager (piéton, conducteur, passager), l'action du piéton et sa localisation (dans le cas de piétons), la gravité des victimes ou encore le trajet effectué par les usagers impliqués.

Ce dernier fichier permet de distinguer tous les usagers impliqués dans des accidents de la route chaque année. Chaque usager identifié doit impérativement être rattaché à un véhicule. Pour le cas des piétons, ils sont rattachés au véhicule qui les a renversés.

Les fichiers étant différents, deux variables permettent de relier chacun des quatre fichiers. Ce sont des clefs essentielles pour l'analyse des données et la refonte de bases de données adaptées.

L'ensemble de ces champs permet de reconstituer chacun des accidents. Toute identification des usagers et des caractéristiques précises de l'accident est rendue impossible car les données susceptibles de transmettre ce genre d'informations sont occultées de la base nationale afin de ne pas porter préjudices aux personnes impliquées dans ces accidents<sup>7</sup>.

### **c. Terminologie statistique**

L'étude statistique des données d'accidentalité ou accidentologie repose sur un certain nombre d'indicateurs statistiques à définir et à choisir en fonction de la portée de l'étude. Dans le cadre de ce travail préliminaire sur l'accidentalité en France des véhicules conventionnels, il est question d'établir de premières données quantitatives sur le niveau de risque associé à la circulation des véhicules sur voies à caractéristiques autoroutières (voies à chaussées séparées) et sur route nationale (en environnement rural), des autobus et autocars dans le cadre du transport en commun urbain.

De ce fait, l'indicateur choisi dans ce rapport est le taux d'accident. Il s'agit du risque d'avoir un accident par kilomètre parcouru. Le taux d'accident se définit comme suit :

$$\text{Taux} = \frac{\text{Nb accidents}}{\text{L} \times \text{nb années} \times \text{TMJA} \times 365} \times 10^8$$

Où nb accidents : total du nombre d'accidents considérés pendant la période observée

L : longueur du tronçon observé (ou de la portion du réseau)

Nb années : nombre d'années considérées

TMJA : trafic moyen journalier annuel (en veh/j)

Dans le cadre de ce travail, le trafic sur le réseau concerné a été considéré en veh.km soit en considérant le nombre de kilomètres parcourus par les véhicules de la catégorie considérée (au regard des accidents considérés) circulant par an.

La vertu de l'indicateur du taux d'accident, par rapport à un indicateur de densité par exemple, est qu'il permet de comparer le risque d'accident des sections qui n'ont pas le même trafic.

<sup>7</sup> <https://www.onisr.securite-routiere.gouv.fr/outils-statistiques/open-data>

Etablir un niveau de sécurité pour les systèmes de transport routier automatisés repose sur l'allocation d'un niveau de référence aux composants du système. Cet objectif de sécurité reposera sur un taux horaire d'accident, dépendant du niveau de risque établi à partir des données d'accidentalité. L'établissement d'un objectif de sécurité par heure de fonctionnement et par véhicule n'est pas l'objet de ce document. Le passage à des taux horaires a été jugé trop sensible à ce stade et fera l'objet de travaux complémentaires. En effet, le passage à un taux horaire d'accidents oblige à faire de fortes hypothèses sur les vitesses de circulation des véhicules, qui nécessitent de plus amples approfondissements.

Le taux d'accident est utilisé de deux manières dans ce livrable :

- Les taux d'accidents mortels et non mortels<sup>8</sup> qui sont calculés en fonction du nombre d'accidents respectivement mortels et non mortels ;
- Les taux de tués et de blessés, qui sont calculés en fonction respectivement du nombre de tués et de blessés (graves ou légers).

Dans la suite de ce rapport, les termes « taux d'accident » se rapportent toujours à une valeur par kilomètre parcouru.

<sup>8</sup> Cette notion liée à l'événement accident est reprise en partie 6.c.



## 2. Exploitation des données et principales limites

La connaissance des données du BAAC est une première étape dans l'appropriation de la base de données. Comme indiqué précédemment, l'évolution progressive du guide BAAC implique que tous les fichiers ne sont, d'une part, pas homogènes entre eux, et que d'autre part, des disparités entre les années existent. Cette particularité nécessite ainsi un formatage de la base en fonction de l'utilisation souhaitée et de la finalité.

Le traitement des fichiers sur toutes les années a ainsi nécessité de choisir des colonnes prioritaires à traiter et à conserver, ce qui constitue un frein à l'automatisation des analyses de ces données. De plus, dans la mesure où l'encodage n'est pas le même, un traitement particulier pour certaines années est parfois nécessaire. La principale limite de cette approche est qu'une modification de la base initiale, même substantielle, nécessite de tout reprendre. Ainsi, la manipulation des données dans les analyses nécessite de connaître un minimum la structure de la base de données (BdD), ce qui fait de ce formatage une étape essentielle au travail analytique.

Une autre particularité de cette base de données déjà mentionnée précédemment mais qui la rend riche, est qu'elle est la résultante d'un processus long et multiple de recueil des accidents de la route. Les données du BAAC reposent sur le remplissage des procès-verbaux (PV) par les forces de l'ordre (gendarmerie nationale et police nationale) au moment et lieu de l'accident. Ces PV sont donc directement dépendants de l'agent présent au moment des faits, ce qui donne une variabilité assez importante du remplissage des champs du BAAC (Ministère de l'Intérieur, Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière, 2020).

Bien que les PV soient harmonisés et contrôlés avant conception de la base annuelle à plusieurs reprises, des incohérences ou des interrogations peuvent persister sur la manière dont certains champs sont remplis.

De plus, la grande diversité des champs à remplir par l'agent peut créer des biais pour certaines variables qui peuvent être remplies optionnellement. Par exemple, la différence entre la donnée manquante, la donnée non référencée, la donnée sans objet ou la catégorie autre(s) peut donner lieu à interprétation lors du renseignement par l'agent. Il peut en être de même pour un accident impliquant un transport ferré ou guidé. Un accident impliquant un tramway ou un train dans le cas d'une collision entre le tramway ou le train avec un autre usager de la route, aura une spécification apportée dans la fiche BAAC pour la variable infrastructure (code « voie ferrée »). En revanche, un accident survenu à proximité de voies ferrées sera spécifié par la variable intersection (code « passage à niveau ») mais ne présage pas d'une éventuelle collision ou de l'implication d'un transport ferré ou guidé dans l'accident. Ainsi, l'existence de deux variables différentes pour coder deux situations proches, peut générer des différences lors du remplissage. Le remplissage du code « passage à niveau » est susceptible de refléter un lien de cause à effet dans l'accident ou une simple coïncidence sur la localisation de l'accident.

De même, le remplissage des conditions météorologiques qui peuvent affecter la visibilité du conducteur ou encore les facteurs liés au lieu de l'accident (cf. l'exemple précédent) peuvent donner lieu à des différences d'appréciation lors du remplissage.

**Tous ces exemples représentent donc des biais potentiels dans l'analyse des données et donc dans les résultats obtenus. Ces résultats sont donc à considérer avec prudence. De plus, les données d'accidentalité dont il est question ici reposent sur des véhicules conventionnels, il convient donc de rester prudent sur l'utilisation de ces résultats et sur les interprétations potentielles.**

De manière générale, l'établissement d'un niveau de sécurité de référence pour les STRA en France repose sur l'étude de données empiriques. La dépendance des résultats aux données utilisées et aux hypothèses formulées par la suite est irréfutable et doit être prise en compte lors d'une réutilisation de ces résultats. La donnée chiffrée ne saurait être dissociée de ses hypothèses et de la méthode construite.

### 3. Construction de la base de données de travail

L'ONISR met à disposition dans ses bilans annuels de la sécurité routière, des analyses statistiques prétraitées. Dans la mesure où nos analyses sont spécifiques à un usage particulier, elles nécessitent un traitement propre et donc de formater la base sur laquelle s'appuyer. La construction d'une nouvelle base de données (BdD) afin de travailler plus aisément sur les données est une première étape du travail et elle constitue une part importante de l'analyse car c'est à ce niveau que la sélection des variables se fait comme explicité précédemment.

Cette partie décrit la méthode de construction de la base de données de travail, pour ce qui concerne les éléments de méthode indépendants des cas d'usage utilisés. Cette méthode se décompose en les étapes suivantes :

1. *Construction de la base de données*
2. *Traitement des données*

Ce paragraphe décrit précisément les processus et les étapes de construction de la base<sup>9</sup>.

*NB : La description du script du fichier .ipynb pourra être trouvée en Annexe 1.*

La conception de la BdD suit un processus logique de décomposition des données et de recombinaison des seules données qui seront utiles pour l'analyse. La suite de cette partie est rédigée autant que possible sous forme d'énumération de façon à bien identifier toutes les étapes :

- Les données en OpenData étant conçues par année, il est nécessaire de sélectionner une période sur laquelle l'analyse sera effectuée – dans nos exemples, cela a pu être du 1<sup>er</sup> janvier 2012 au 31 décembre 2019, ce qui représente 8 années d'étude.
- Il convient ensuite de sélectionner les variables identifiées préalablement et utiles dans le cadre des travaux réalisés. Dans la mesure où l'ensemble des données n'est pas nécessaire et dans le même format, cette étape est un passage obligatoire.

C'est aussi, comme indiqué précédemment, le frein principal à l'automatisation de la construction de la nouvelle base car il requiert une connaissance assez fine de la base et de son contenu d'une part, mais également de l'encodage utilisé.

- Puis, une fois ces variables identifiées dans les bons fichiers, il convient de reconstruire progressivement une base unique contenant l'ensemble des informations souhaitées par année ou bien sur l'ensemble de la période en fonction de l'usage souhaité.

Les étapes de ce point sont détaillées dans le code fourni en Annexe 1, mais ne sont pas spécialement nécessaires à la compréhension puisque ces étapes sont très largement dépendantes du format de la base ONISR.

- A ce stade le fichier contient l'ensemble des données filtrées (quel que soit leur fichier d'origine parmi les quatre décrits en première partie) sur l'ensemble des années sélectionnées – si une base globale est créée – pour les accidents répertoriés sur l'ensemble du territoire métropolitain<sup>10</sup> français.

La conservation des accidents survenus uniquement sur le territoire métropolitain peut faire l'objet d'un choix par souci d'adéquation avec d'autres sources de données<sup>11</sup>.

- Cette nouvelle BdD est utilisée pour conduire l'analyse.

Avant de traiter les données, il convient de concevoir les macro cas d'usage pour lesquels des données d'accidentalité sont mobilisées. Bien que la conception de la base nécessite d'avoir déjà réfléchi

<sup>9</sup> La base a été produite à l'aide du logiciel Python. Une connaissance de l'outil est nécessaire pour reproduire le schéma mais non essentielle pour comprendre le raisonnement suivi.

<sup>10</sup> La notion de France métropolitaine est facilement sélectionnable et fait partie de la sélection sur les variables. Dans la suite de ce document, il a été choisi de ne travailler que sur le territoire métropolitain.

<sup>11</sup> Dans la suite des analyses, les données de flux de trafic ont été recensées sur le territoire métropolitain, ce qui nécessite d'avoir des données d'accidentalité cohérentes et compatibles.

grossièrement aux types de cas d'usage, c'est à ce stade que le choix de la prise en compte des victimes et de la manière de les comptabiliser intervient.

En effet, les accidents de la circulation routière décrivent différents types de victimes dont les tués, les blessés corporels<sup>12</sup> et les indemnes. Dans le cadre de ces analyses, le choix du recensement des victimes a été différent en fonction de la finalité. Il est cependant utile de rappeler que ce choix doit être cohérent avec la période sélectionnée, notamment en raison de l'évolution des champs du BAAC et des considérations sur le recensement des victimes.

Un autre critère important à prendre en compte avant d'effectuer l'analyse est le format du recensement des victimes des accidents, qui doit correspondre au format des données de trafic associées afin d'obtenir par la suite des taux kilométriques et/ou taux horaires<sup>13</sup>. En effet, la détermination de l'accidentalité est réalisée dans le but d'obtenir des taux d'accidents – mortels ou non – relatifs à certains cas d'usage.

En ce qui concerne le passage à un taux d'accidentalité, un arbitrage doit être fait entre un taux représentant un nombre d'accidents par kilomètre parcouru, un nombre de véhicules accidentés par kilomètre parcouru ou bien un nombre de victimes par kilomètre parcouru. Chacune de ces unités est ensuite déclinable selon que l'on vise à établir un taux de mortalité ou bien un taux de blessés.

En revanche, la manipulation des véhicules accidentés peut apporter un biais supplémentaire en comptabilisant un même véhicule plusieurs fois – s'il est par exemple associé à la fois à des tués et des blessés corporels. Il est donc important de bien raisonner de manière stricte dans ce cas.

#### **Introduction à TRAXY**

*Le logiciel TRAXy est un système d'information (SI) relatif à l'accidentalité en France. Il est propriété de l'ONISR et se présente comme une base de données accessible sous accès réservé. Dans la suite du rapport, l'utilisation de TRAXy est décrite et a été nécessaire, en plus de l'OpenData décrite brièvement dans cette partie.*

*L'accès à des données complémentaires à l'OpenData était nécessaire dans le cadre des cas d'usage étudiés. Certaines caractéristiques n'étaient pas accessibles via l'OpenData et en particulier la sélection des territoires d'études sous la forme d'établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) n'était pas possible.*

*L'utilisation de TRAXy dans le cadre de cette étude a été permis par la création d'un accès spécifique à la DGITM par l'ONISR. La complétude des analyses et le travail ciblé sur certaines variables spécifiques a rendu le travail plus exhaustif. La création d'un accès pour la DGITM a été réalisé afin de pouvoir traiter certains cas d'usage non référencés dans l'OpenData en raison des champs trop spécifiques et non représentatifs de l'accidentalité globale.*

*De manière plus générale, l'utilisation de TRAXy pour l'accidentalité permet de faciliter considérablement le travail de recensement des accidents puisqu'il est possible d'extraire des spécificités de la base de données par des requêtes. C'est pourquoi, dans certains cas précis, l'utilisation de TRAXy a été privilégié à celle d'une base de données conçue sur Python à partir de l'OpenData.*

*Néanmoins et quand TRAXy a été nécessaire, son utilisation a été complétée par un travail aval sur Python. En particulier, le traitement et l'exploitation des Bdd extraites de TRAXy ont été automatisés sur Python et notamment le comptage des victimes et la mise en regard des données d'accidentalité par rapport aux données trafic.*

*Aussi, le recours à l'utilisation de TRAXy a été privilégié pour les macro cas d'usage associés au transport public (en commun ou scolaire) tandis que l'utilisation de la base constituée sur Python a été privilégiée pour les macro cas d'usage associés au véhicule particulier. Les méthodologies globales associées à chacun des cas d'usage définis plus haut sont explicitées plus bas. Il est utile de préciser que les méthodologies décrites dans la partie suivante sont intrinsèquement liées aux données utilisées. Par ailleurs, dans la mesure où Python et TRAXy sont deux SI décrivant la même Bdd, la cohérence d'ensemble de la méthode est assurée. Finalement, la distinction entre les deux cas d'usage VP et STPA a été marquée sur la construction des extractions tandis que leur analyse et leur exploitation ont été analogues*

<sup>12</sup> Selon la terminologie ONISR, un blessé corporel désigne soit un blessé léger soit un blessé hospitalisé. La distinction est faite selon la durée d'hospitalisation de la victime, celle-ci ne devant pas excéder 24h pour un blessé léger. Un blessé hospitalisé ou blessé grave est une victime hospitalisée plus de 24h.

<sup>13</sup> Ce document ne propose pas de taux horaire. La difficulté d'avoir accès à des vitesses moyennes fiables nous forcerait à introduire d'autres hypothèses fortes sur chacun des cas d'usage considérés.

#### 4. Traitement des données d'accidentalité

Quelle que soit l'analyse choisie, le processus de traitement des données sera toujours le même<sup>14</sup>. L'étude de l'accidentalité implique de travailler avec des données mixtes, chaque accident étant la résultante d'une collision entre au moins deux entités. La collision peut être entre deux ou plusieurs véhicules, entre un ou plusieurs véhicules et un piéton, entre un ou plusieurs véhicules et/ou un obstacle sur ou aux abords de la chaussée<sup>15</sup>.

Comme explicité précédemment, l'étude de l'accidentalité et son analyse repose sur la considération de plusieurs macro cas d'usage, pour lesquels des caractéristiques sur le lieu de l'accident, l'infrastructure, la catégorie de véhicule et d'usager sont requises.

Dans la plupart des analyses, il est question d'avoir non seulement accès au nombre d'accidents mais aussi à la gravité des victimes c'est-à-dire au nombre de blessés corporels, que ce soit des blessés hospitalisés ou légers<sup>16</sup>, et au nombre de tués.

Il est aussi courant de faire une sélection sur le type de véhicules, dans la mesure où nous cherchons à objectiver le niveau de sécurité pour les STRA à partir de l'accidentalité des véhicules conventionnels.

L'analyse se fait ensuite en deux temps, quelle que soit la finalité en raison du format des données :

- a. Sélection des identifiants de tous les accidents dans lesquels au moins un des véhicules ou des usagers impliqués répond au(x) critère(s) choisi(s)<sup>17</sup>.
- b. Comptage de toutes les victimes et/ou de tous les véhicules accidentés pour la gravité choisie – victimes tuées ou blessées – dont le numéro d'accident est contenu dans la première sélection. Pour cette étape, la requête utilisée en *Python* est *.isin()*<sup>18</sup>.

La méthode décrite dans cette partie est très générique, elle a été automatisée afin de rendre le processus adaptable à toute nouvelle analyse à partir de ces données d'accidentalité. Une actualisation des nouvelles bases disponibles chaque année est nécessaire. Le prérequis à l'utilisation de cette méthode étape par étape est de travailler avec une BdD formatée et préconstruite.

Le code qui figure en Annexe 1 est commenté, il s'agit du code générique. Les champs modifiables selon l'analyse souhaitée sont clairement identifiables et les points de vigilance sont aussi repérables, notamment concernant les chemins utilisés et les précautions d'exécution.

La suite du livrable décrit plus précisément le travail établi dans le cadre des différents groupes de travail pour lesquels les données ont été traitées. Les résultats ont été établis sur l'ensemble de la France métropolitaine, pour l'échantillon temporel choisi.

<sup>14</sup> Modulo le fait que l'on choisisse de recenser le nombre de victimes ou de véhicules impliqués, ce qui change le travail le comptage des données, le reste du script fonctionne de manière analogue.

<sup>15</sup> Selon la définition d'un accident corporel de la circulation routière précisée plus haut.

<sup>16</sup> Les experts de l'ONISR recommandent de travailler en considérant les blessés corporels en tant qu'une unique catégorie et de ne pas dissocier les blessés hospitalisés des blessés légers dans la mesure où le comptage des blessés peut être biaisé.

<sup>17</sup> Il est aussi utile de s'assurer que les filtres choisis sont cohérents entre eux et ne donnent pas accès à des données aberrantes dont la signification et la significativité pourraient être remis en cause. La multiplication des filtres aboutit généralement à détruire la précision souhaitée sur les données et le macro cas d'usage. Ainsi dans certaines situations, il n'est pas possible avec l'OpenData uniquement, de remonter au cas d'usage souhaité.

<sup>18</sup> Il est aussi possible de raisonner avec la requête inverse de sorte à supprimer du résultat final tous les usagers ne répondant pas à un critère.

## Niveaux d'accidentalité pour l'éclairage des références de sécurité

Cette partie s'intéresse plus précisément à la méthodologie développée à partir des données d'accidentalité de l'ONISR présentées plus haut.

L'objectif de ce travail est de fournir des éclairages utiles pour définir ultérieurement des niveaux de sécurité de référence, à partir de l'analyse des taux d'accidentalité de véhicules conventionnels sur des cas d'usage pertinents.

Les résultats obtenus ne sont pas indépendants de la méthode utilisée, c'est pourquoi il convient de coordonner les résultats à la méthode utilisée et à ses caractéristiques. De plus, la diversité des circulations et des accidents de la route dans les pays européens pourrait nécessiter, à l'échelle européenne, d'harmoniser les données quantitatives obtenues, bien que la méthode de démonstration du niveau de référence puisse être libre.

### 5. Niveau de sécurité de référence basée sur l'accidentalité

L'étude qui suit a été réalisée en France à l'échelle nationale afin d'établir des références fondées sur l'accidentalité des véhicules conventionnels, références pouvant être utilisées pour éclairer le niveau de sécurité des systèmes de transport routier automatisés.

La méthode repose sur l'étude de différents macro cas d'usage suffisamment précis et génériques, considérés comme des cas d'usage particulièrement sûrs. Ces macro cas d'usage ne sont pas figés et peuvent faire l'objet de modifications en fonction des besoins identifiés.

#### **a. Macro cas d'usage de référence pour l'accidentalité**

Ces macro cas d'usage particulièrement sûrs, dits de référence pour les STRA, désignent des macro cas d'usage peu accidentogènes ramenés au nombre de kilomètres parcourus sur les routes en France. Parmi ces macro scénarios de référence figurent :

- Le transport en commun urbain pour le cas d'usage STPA – qui désigne ici un cas d'usage urbain dont la qualification par rapport aux données du BAAC est « en agglomération »<sup>19</sup>.
- La conduite sur autoroute pour le cas d'usage VP – qui est caractéristique d'une conduite sûre<sup>20</sup>.

Par ailleurs, certains macro cas d'usage peuvent être intéressants à analyser d'un point de vue de l'accidentalité parce qu'ils représentent un réseau de référence à l'inverse particulièrement accidentogène. Parmi ces macro cas d'usage figure :

- La conduite sur routes nationales pour le cas d'usage VP – qui désigne cette fois-ci un cas d'usage plutôt interurbain à rural désigné par l'appellation « hors agglomération » dans la terminologie du BAAC.

Le transport en commun urbain désigne l'ensemble des véhicules dont la première vocation est destinée au transport collectif. De ce fait, tous les véhicules répertoriés comme « transport en commun » sont considérés, quelle que soit leur plateforme ou leur typologie. Dans TRAxY, la terminologie fait référence aux autocars et autobus sans distinction. La restriction à de la zone urbaine est permise par une sélection des accidents survenus « en agglomération » uniquement en considérant que les comportements des autocar circulant en zone urbaine sont similaires à ceux des autobus.

D'autres cas d'usage pourront être conçus et travaillés par la suite, en fonction des besoins et compte tenu des données disponibles que ce soit sur l'accidentalité ou sur le trafic. Des besoins de spécifications des cas d'usage apparaîtront en conséquence des premières analyses.

<sup>19</sup> Des précisions sur la nomenclature utilisée sont données dans la partie suivante.

<sup>20</sup> Cette analyse a été complétée d'une analyse à partir de données de l'ASFA aux deux fins suivantes :

- s'assurer de la significativité des indicateurs présentés dans ce rapport ;
- présenter des indicateurs en fonction de la typologie des véhicules circulant sur l'infrastructure et en particulier la distinction entre véhicule de tourisme et poids lourd.

Cette partie est présentée en Annexe 2.

## **b. Premières hypothèses**

En réalisant ces analyses sur l'accidentalité en France plusieurs hypothèses ont été formulées :

- i. L'accidentalité de référence pour les véhicules conventionnels est transposable aux véhicules équipés d'un système de conduite automatisé<sup>21</sup>. Les données utilisées et les résultats obtenus sont issus et applicables aux véhicules conventionnels, pour lesquels les exigences seront certainement moins fortes que pour les véhicules automatisés. Faisant partie de la technologie innovante, les niveaux de risque acceptables seront certainement plus élevés.

Il convient donc de prendre ces résultats avec recul en considérant qu'ils ne sont pas absolus.

- ii. Le territoire observé est la France métropolitaine. Les résultats ne tiennent donc pas compte des départements et territoires d'outre-mer, sur lesquels l'accidentalité est plus importante et différente de celle observée sur le territoire métropolitain. En outre, les territoires observés ne représentent pas l'intégralité du territoire métropolitain français dans la mesure où des macro cas d'usage ont été choisis.

De ce fait, pour le cas du VP, les cas d'usage étudiés sont ceux liés à des environnements plutôt autoroutiers ou interurbains ; la composante urbaine de l'accidentalité est donc totalement absente de ces résultats dans un premier temps.

Pour le cas du STPA, le cas d'usage étudié est lié au transport en commun urbain. Une distinction a été apportée pour spécifier le transport en commun urbain sur les agglomérations françaises les plus denses.

Enfin, le raisonnement à l'échelle nationale française ne saurait être utilisé sans adaptation à une échelle européenne ou internationale. Des travaux analogues devraient être réalisés à une échelle nationale par les Etats membres afin que des guides puissent être établis par la Commission européenne.

- iii. Pour le cas d'usage de la mobilité particulière, tous les types de véhicules circulant sur l'infrastructure ont été considérés et aucune distinction n'a été faite entre la circulation des véhicules légers et des poids lourds.

L'annexe 2 présente une analyse justificative de cette hypothèse à partir des données de l'ASFA.

- iv. Les résultats présentés dans la suite sont issus de moyennes effectuées sur plusieurs années, ce qui a l'avantage de lisser les données et réduire l'impact de la variabilité<sup>22</sup>, mais a aussi l'inconvénient de lisser la tendance décroissante de l'accidentalité en France ces dernières années<sup>23</sup>.

La littérature recommande d'effectuer des analyses sur un minimum de 5 ans ; c'est pourquoi il a été choisi de travailler sur un minimum de 5 ans (7 ans pour le cas d'usage VP et 8 ans sur le cas d'usage du transport collectif urbain).

Pour le cas d'usage de la mobilité particulière sur autoroutes, 7 ans ont été jugées suffisantes (compte tenu des données disponibles). Des comparaisons avec des analyses réalisées sur 3 ans ont été réalisées ; à première vue et sans analyse supplémentaire, les résultats des taux d'accidentalité sont comparables.

Pour le cas du transport collectif urbain, le choix a été fait de prendre un nombre d'années important de 8 ans (à partir de 2012, année de transition du BAAC) afin de pallier les biais d'accidents remarquables impliquant un véhicule de transport en commun survenus certaines années. Le lissage de ces accidents remarquables a été jugé nécessaire dans le cadre de ce travail.

<sup>21</sup> Bien que la littérature s'accorde à supposer que l'arrivée des véhicules automatisés dans la circulation aura un impact significatif sur l'accidentalité en réduisant drastiquement les accidents – une étude de la NHTSA réalisée en 2016 conclut que plus de 90 % des accidents aux Etats-Unis seraient causés par des erreurs humaines (National Highway Traffic Safety Administration's Center for Statistics and Analysis, 2017), il convient de préciser qu'il est difficile de présager actuellement de l'accidentalité qui pourrait être directement imputée aux défaillances techniques du système.

<sup>22</sup> L'année 2020 a été rejetée en raison de la crise sanitaire et de l'impact significatif qu'elle a eu sur la sécurité routière, comme annoncé dans la première partie.

<sup>23</sup> L'impact de la période de l'étude sur les taux d'accidentalité n'a pas été quantifié proprement et pourra faire l'objet de compléments pour affiner les résultats.

- v. Ce travail étant basé sur des données empiriques, les incertitudes sont nombreuses et cumulées sur les résultats finaux bien que la méthodologie globale soit vérifiée et validée. De plus, les sources de données sont multiples, ce qui implique d'être prudent sur l'exploitation et l'uniformisation des objectifs et niveau de risques qui en ressortent.

Comme évoqué en Annexe 2, l'analyse complémentaire à partir des données de l'ASFA ne repose pas sur des données d'accidents comparables aux données du BAAC. Les sociétés concessionnaires d'autoroutes n'utilisent pas le même processus de remontée des accidents que l'ONISR : les proportions sont comparables, les valeurs exactes des nombres d'accidents ou de victimes le sont moins.

- vi. Enfin, les hypothèses générales et le traitement des données explicités ci-après a été un parti pris assumé de la part des experts français. Il convient encore une fois de ne pas dissocier les résultats quantitatifs obtenus des hypothèses et de la méthode utilisée.

## 6. Méthodologie d'analyses par macro cas d'usage

Les méthodologies d'analyses ont été appliquées aux cas d'usage considérés. Celle-ci ne sont pas indépendantes des données disponibles pour les différents cas d'usage et notamment de leur format. On distingue ainsi deux méthodologies associées aux deux macro cas d'usage étudiés :

- la mobilité particulière, dont les données d'accidents des deux macro cas d'usage associés ont été construites puis exploitées sur Python.

Les données de trafic associées aux cas d'usage VP ont été récupérées en OpenAccess sur le site internet du Service de la donnée et des études statistiques (SDES).

- la mobilité collective, dont les données d'accidents du cas d'usage associé ont été récupérées via TRAx puis exploitées sur Python.

Les données de trafic associées aux cas d'usage STPA ont été récupérées via un accès réservé DGITM à partir des résultats des enquêtes transport en commun urbain (TCU) annuelles.

### **a. Méthodologie pour la mobilité particulière**

Pour la mobilité particulière, deux macro cas d'usage ont été considérés, représentant des scénarios de référence pour l'accidentalité. Les résultats obtenus pour ces deux cas d'usage sont basés sur de l'OpenData, il est donc tout à fait possible de les retrouver rigoureusement en suivant la méthode ci-dessous.

Un travail préliminaire à la récupération des accidents a été de s'assurer de la cohérence des différentes sources de données pour établir un niveau de référence. Comme explicité précédemment, les données d'accidentalité émanent des bases de données nationales tenues et renseignées par l'ONISR tandis que les données trafic sont issues des bases annuelles du SDES<sup>24</sup>.

Les bilans annuels du SDES sont publiés en tant que statistiques nationales et ne sont pas ajustables selon le besoin. Dans ce cas, il est nécessaire de faire correspondre les données ONISR aux données partagées par le SDES<sup>25</sup>.

### **Accidentalité sur les voies à caractéristiques autoroutières**

Le cas d'usage relatif à l'accidentalité recensée sur le réseau autoroutier doit spécifier la portée des données qui sont comprises dans les analyses. Plus particulièrement le SDES publie les données relatives aux kilomètres parcourus (véhicules.kilomètres) sur l'ensemble du réseau autoroutier défini de la manière suivante : est compris dans la catégorie autoroutière l'ensemble des autoroutes concédées et des autoroutes non concédées et sont considérées dans les autoroutes non concédées les voies rapides urbaines et les routes nationales interurbaines à caractéristiques autoroutières.

Dans le cadre de cette étude, les données d'accidentalité correspondant à la catégorie « voies à caractéristiques autoroutières » définie par le SDES ont été extraites dans la base de l'ONISR. Il a été nécessaire de construire une base de données nouvelle, issue de l'OpenData dans la mesure où l'ONISR utilise les catégories administratives des routes. Ainsi, la typologie « autoroutes » ne désigne dans le BAAC que les autoroutes concédées et non concédées au sens de la typologie des routes. L'extension à l'ensemble des voies à caractéristiques autoroutières a été réalisée grâce au logiciel Marvell<sup>26</sup>.

<sup>24</sup> Les données trafic ont été tirées des Comptes transports et des bilans de la circulation de l'année 2019, disponibles en OpenAccess sur le site internet du SDES.

<sup>25</sup> Cette notion de correspondance entre les bases de données est explicitée dans la partie suivante, relative à l'accidentalité sur les voies à caractéristiques autoroutières.

<sup>26</sup> Marvell est un outil de simulation statique, qui, à partir d'une estimation des trafics routiers mis à jours tous les ans, permet de prédire la demande de trafic sur le réseau national. La précision de Marvell sur les axes principaux a été jugée suffisante pour utiliser les trafics issus pour les deux cas d'usage étudiés. Marvell a été utilisé afin de faire correspondre la géolocalisation des accidents de la base ONISR à la catégorie administrative de la route sur laquelle circulait le véhicule avant l'accident. Cette manipulation a été nécessaire dans la mesure où les catégories de routes définies par l'ONISR et par le SDES ne sont pas les mêmes.



Les données issues de Marvell ont permis d'obtenir des fichiers contenant tous les numéros d'accidents ainsi que les catégories administratives des routes sur lesquelles les accidents se sont produits. A partir de ces fichiers, la sélection des accidents survenus sur des voies à caractéristiques autoroutières est permise et intègre des données analogues et cohérentes à celles qui ont fait l'objet des bilans de la circulation, publié par le SDES.

### **Accidentalité sur les routes nationales**

Le cas d'usage relatif aux routes nationales désigne la catégorie administrative des routes nationales. Pour cette catégorie de route, aucune précision n'est nécessaire à la compréhension des données. Les données publiées par l'ONISR et les données trafic publiées par le SDES font références aux mêmes circulations.

### **Analyse**

Les résultats présentés dans la dernière partie de ce rapport sont moyennés sur l'ensemble des années 2012 à 2018 sur l'ensemble du territoire métropolitain en France. Il a été de plus choisi de concevoir un indicateur basé sur le nombre de victimes pour chacun des cas d'usage pour chacune des deux catégories suivantes :

- le nombre de tués au sens de la terminologie ONISR ;
- le nombre de blessés corporels, sans distinction entre blessé léger ou blessé hospitalisé.

Par ailleurs, la démarche a permis de recenser également le nombre d'accidents mortels.

Les trafics associés à chacun des cas d'usage pour chacune des années considérées ont été récupérés directement via les comptes transports et les bilans de la circulation du SDES actualisés en 2020.

Le taux d'accidentalité a donc été calculé avec quatre indicateurs différents :

- le taux de mortalité qui se présente comme le nombre de tués par rapport à l'ensemble des kilomètres parcourus par les véhicules de la catégorie considérée dans la circulation ;
- le taux de blessés qui se présente comme le nombre de blessés corporels par rapport à l'ensemble des kilomètres parcourus par les véhicules de la catégorie considérée dans la circulation.
- le taux d'accidents mortels qui se présente comme le nombre d'accidents mortels par rapport à l'ensemble des kilomètres parcourus par les véhicules de la catégorie considérée dans la circulation.
- le taux d'accidents non mortels qui se présente comme le nombre d'accidents non mortels (ayant eu au maximum des blessés graves) par rapport à l'ensemble des kilomètres parcourus par les véhicules de la catégorie considérée dans la circulation.

En l'absence de données de circulation par réseau et par type de véhicules, les indicateurs présentés représentent des taux d'accidentalité globaux, toutes catégories de véhicules considérées<sup>27</sup>.

Toutes les victimes associées aux accidents étant survenus sur des voies à caractéristiques autoroutières ou des routes nationales ont été comptabilisées, y compris les piétons.

### ***b. Méthodologie pour la mobilité collective***

Pour la mobilité collective, un macro cas d'usage a été étudié, représentant un cas d'usage de référence pour l'accidentalité. Pour ce cas d'usage, il n'est pas possible de pouvoir remonter précisément aux résultats étant donné que les données utilisées ne sont pas accessibles en OpenAccess.

Toutes les victimes sont considérées, que ce soit des usagers à l'intérieur du transport en commun urbain, ou des usagers extérieurs et impactés par l'accident (piétons, autres véhicules). La mobilité collective implique donc dans cette étude que tous les types de plateformes et toutes les catégories de véhicules dont la fonction principale est attribuée au transport en commun étudié soient pris en considération. Ainsi, les résultats ne distinguent pas les accidents et les victimes selon le type de véhicule et en particulier selon la présence ou non d'une ceinture de sécurité ou selon qu'ils soient debout ou assis.

<sup>27</sup> L'Annexe 2 présente une analyse à partir des données de l'ASFA en dissociant le type de véhicules sur le réseau.

## Le transport collectif urbain

Pour ce cas d'usage, l'étude a intégré uniquement les zones urbaines selon la nomenclature du BAAC « en agglomération » sur les régions métropolitaines<sup>28</sup> sur le logiciel TRAxY. Le choix des territoires régionaux permet de ne pas prendre en considération la région parisienne, qui d'une part n'a pas une accidentalité comparable au reste du territoire métropolitain, et d'autre part en raison de la correspondance souhaitée entre les données d'accidentalité et les données trafic des enquêtes TCU. En effet, les enquêtes TCU sont caractéristiques du transport en commun urbain de la France métropolitaine hors Île-de-France, dont l'Observatoire de la mobilité en Île-de-France (OMNIL) effectue des bilans.

La définition ONISR précise qu' « un accident est déclaré en agglomération s'il se produit entre les panneaux EB10 (entrée d'agglomération) et EB20 (fin d'agglomération) ». Il est également précisé que les zones non urbanisées à l'intérieur des panneaux d'agglomération doivent être codées « en agglomération ».

Les premiers résultats ont fait émerger un niveau de référence global à l'échelle du territoire mais il apparaît intéressant de réfléchir à une échelle plus fine au niveau local. De plus, l'accidentalité à l'échelle du territoire métropolitain place de front des zones dites urbaines dans des métropoles ou grosses agglomérations et des zones moins urbanisées voire à dominante rurale bien qu'en agglomération au sens de la classification administrative. En effet, le BAAC précise uniquement que « les lieux-dits et hameaux non signalés par des panneaux EB10 et EB20 ne sont pas considérés comme des agglomérations et doivent être codés hors agglomération ». Ainsi les villages à l'intérieur des panneaux de signalisation EB10 et EB20 sont considérés « en agglomération ».

Le raisonnement plus local (focus TCU dans la suite du rapport) a été effectué à l'échelle des EPCI autour des plus grandes villes de France. Le critère de choix pour la ville centre a été d'avoir au minimum 50000 habitants. Le choix des communes et des EPCI associés a été très dépendant des données disponibles dans les bases étudiées et notamment induit par les données kilométriques. Au total, 27 EPCI ont été pris en compte hors Paris et Île-de-France, tous les territoires étudiés étant des agglomérations au moins et des métropoles au mieux. Ce travail a été réalisé grâce à la sélection possible dans TRAxY par EPCI, ce qui allège considérablement le travail à réaliser au niveau des limites administratives des EPCI.

L'hypothèse d'une correspondance entre EPCI et exploitant de réseau de transport en commun urbain a été faite dans la plupart des EPCI concernés (c'est le cas pour 26 d'entre eux). L'exception de Marseille, dont la métropole Aix-Marseille-Provence est gérée par plusieurs exploitants, a été surmontée en vérifiant la localisation des accidents et en supprimant de la base ceux ne faisant pas partie du territoire géré par la Régie des Transports de Marseille<sup>29</sup>. Le cas de la région Île-de-France a également été traité à part, selon les territoires répertoriés dans les données trafic du SDES : Paris, Petite couronne et gGrande couronne. La petite couronne comprend les départements d'Île-de-France suivants : les Hauts-de-Seine, la Seine-Saint-Denis et le Val de Marne ; tandis que la Grande couronne se compose des départements suivants : l'Essonne, les Yvelines, le Val d'Oise et la Seine-et-Marne. Pour le cas de la région parisienne, il n'a pas été nécessaire de dissocier les exploitants de réseaux et les territoires étant donné que les données de trafic sont déjà agrégées selon les trois territoires susmentionnés.

Les données d'accidentalité par EPCI, au total 30 territoires, concernent l'ensemble des victimes des 8 années considérées de 2012 à 2019 pour respectivement chacune des deux catégories de victimes considérées.

Pour ce cas d'usage, il a été possible de travailler avec les tués et les blessés, étant donné que la quantité de victimes de chacune des deux catégories est non nulle dans la plupart des cas : 6 EPCI soit 20 % n'ont enregistré aucun accident mortel au cours des 8 années considérées.

<sup>28</sup> Les 12 régions considérées sont les suivantes : Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Bretagne, Centre-Val de Loire, Corse, Grand Est, Hauts-de-France, Normandie, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Pays de la Loire, Provence-Alpes-Côte d'Azur ; afin de faire correspondre le plus possible les données d'accidentalité aux données trafic issues des enquêtes TCU.

<sup>29</sup> A l'échelle du transport en commun et de l'accidentalité de la zone de compétence de RTM, cette action de tri représente 1 tué et 109 blessés soit respectivement 10 % et 20 % des accidents du territoire métropolitain Aix-Marseille-Provence.

## Les données trafic issues des enquêtes TCU annuelles

Concernant les données de trafic, ce sont les enquêtes transport en commun urbain (TCU) qui ont été utilisées, à partir d'un accès réservé<sup>30</sup> à la base de données partagée entre les organismes qui génèrent cette base, dont la DGITM fait partie. Plus généralement, ces enquêtes sont renseignées tous les ans par les exploitants des réseaux de transport urbains en France<sup>31</sup>. Ces enquêtes sont distribuées à tous les exploitants de services de transport en commun en France.

Les exploitants n'ont aucune obligation de remplir cette enquête, ni aucune obligation de la remplir dans son intégralité dans le cas positif. De ce fait, il a été nécessaire de travailler les données de cette base en amont de l'extraction<sup>32</sup> notamment afin de supprimer des éventuels réseaux qui n'auraient pas rempli toutes les enquêtes sur les cinq premières années considérées (2012-2016)<sup>33</sup>. En réalisant ce travail et en faisant l'hypothèse que les données ne sont valides et prises en compte que si l'enquête a été réalisée consécutivement par les exploitants, à peine 2 % des données kilométriques parcourues par les bus ont été supprimés (exactement 1.7 %).

Cette hypothèse a été réalisée dans la mesure où nous envisageons un travail plus complet à l'échelle de la France entière et non seulement sur quelques EPCI ciblés.

La base de données obtenue contient toutes les données relatives aux enquêtes TCU de 2012 à 2019 inclus, une sélection a été faite sur les kilomètres parcourus en bus<sup>34</sup>.

### Analyses

Les résultats présentés dans la dernière partie de ce rapport sont moyennés sur l'ensemble des années 2012 à 2019 sur l'ensemble du territoire métropolitain en France. Il a été de plus choisi de recenser le nombre de victimes pour chacun des cas d'usage pour chacune des deux catégories suivantes :

- le nombre de tués au sens de la terminologie ONISR ;
- le nombre de blessés corporels, sans distinction entre blessé léger ou blessé hospitalisé.

Par ailleurs, la démarche a permis de recenser également le nombre d'accidents mortels et non mortels.

Contrairement aux données pour la mobilité particulière, l'accès aux victimes via TRAxY implique d'avoir travaillé via des tableaux par modes de déplacement des victimes considérées. Cette distinction implique donc que les codes associés au cas d'usage de la mobilité collective ont dû être adaptés. Les trafics associés au cas d'usage pour les années considérées ont été récupérés grâce aux analyses précédemment décrites.

Le taux d'accidentalité<sup>35</sup> a donc été calculé avec quatre indicateurs différents :

<sup>30</sup> L'accès à des données plus fines et plus complètes que les données téléchargeables via l'OpenData du SDES a été nécessaire en raison notamment d'un besoin d'avoir accès aux données par EPCI.

<sup>31</sup> C'est d'ailleurs la raison pour laquelle l'hypothèse d'une correspondance parfaite ou quasi parfaite entre les territoires EPCI et les territoires d'exploitation par les organismes de transport en commun a été faite.

<sup>32</sup> Encore une fois, les analyses préliminaires ont été faites via Python.

<sup>33</sup> La vérification n'a pas été réalisée sur l'ensemble des 8 années en raison de la nature des bases disponibles. En effet, pour les années antérieures à 2016, un fichier directement traitable sur Python a été récolté, ce qui n'était plus le cas pour les années postérieures à 2017, où la nomenclature de certains champs et le format des données a évolué. De ce fait, une hypothèse forte a été prise et a consisté à considérer que si les exploitants de réseaux avaient rempli l'enquêtes pendant 5 années consécutives, alors nous pouvions les prendre en compte dans les analyses.

<sup>34</sup> Les enquêtes TCU ne contiennent pas que des données kilométriques parcourues en environnement urbain mais aussi des données hors agglomération lorsque des opérateurs exploitent des lignes de bus déployées entre deux agglomérations par exemple. Dans le cadre de cette étude, uniquement les données relatives à l'exploitation des réseaux de transport urbains des agglomérations centrales ont été sélectionnées pour la spécification des agglomérations les plus denses.

<sup>35</sup> Rappel : dans ce rapport, les termes « taux d'accidents » sont utilisés spécifiquement pour désigner le rapport du nombre de victimes considérées par un nombre de kilomètres parcourus, ce qui correspond à une fréquence d'accidents. L'objectif ici est encore une fois de présenter des premiers travaux et non pas de donner une étude définitive d'accidentalité.

- le taux de mortalité qui se présente comme le nombre de tués par rapport à l'ensemble des kilomètres parcourus par les véhicules de la catégorie considérée dans la circulation ;
- le taux de blessés qui se présente comme le nombre de blessés corporels par rapport à l'ensemble des kilomètres parcourus par les véhicules de la catégorie considérée dans la circulation.
- le taux d'accidents mortels qui se présente comme le nombre d'accidents mortels par rapport à l'ensemble des kilomètres parcourus par les véhicules de la catégorie considérée dans la circulation.
- le taux d'accidents non mortels qui se présente comme le nombre d'accidents non mortels (ayant eu au maximum des blessés graves) par rapport à l'ensemble des kilomètres parcourus par les véhicules de la catégorie considérée dans la circulation.

Tous les usagers et en particulier les victimes associées aux accidents concernant le transport urbain ont été comptabilisées. Toutes les analyses ont été réalisées sous Python et peuvent être partageables.

### ***c. Méthode générique de prise en compte des accidents***

Dans les paragraphes précédents, la méthode consiste à considérer le nombre de victimes des accidents associés au cas d'usage étudié. L'association de l'accidentalité au nombre de victimes par typologie est souvent perçue comme plus explicite et intuitive. Cependant, il peut être utile d'avoir une accidentalité basée sur la notion d'événement et non sur la notion de victimes à proprement parler.

En effet, il est possible de choisir de considérer les événements accidents et non le nombre de victimes provoquées par un accident. En considérant l'événement accident, on observe alors une donnée relative à une situation précise qui aboutit à une conséquence précise : on parle d'unicité de l'événement. En termes de traitement des données, il est ainsi inutile de remonter et d'avoir accès aux véhicules impliqués et aux victimes précises impliquées. En revanche, la notion d'accident seule n'est pas assez précise car ne tient en aucun cas de la gravité de celui-ci. Dans les analyses de la démonstration de la sécurité, la notion de référence est permise par l'accès à la notion la plus contraignante qui se traduit par l'indicateur lié au « nombre d'accidents ayant conduit à des morts ».

Dans la suite de l'étude, tous les calculs ont été effectués une seconde fois en tenant compte de l'événement « accident ». Pour chacun des cas d'usage, le nombre d'accidents a été récupéré afin d'avoir un indicateur générique sur l'accidentalité d'une part et d'autre part, le nombre d'accidents mortels a été récupéré.

Ces deux indicateurs sont comparables en ordres de grandeurs aux indicateurs suivants respectivement :

- L'ordre de grandeur du nombre d'accidents est comparable à l'ordre de grandeur du nombre de blessés dans la mesure où un accident corporel est référencé si et seulement s'il contient au moins une victime (un usager non indemne sous-entendu un blessé) ;
- L'ordre de grandeur du nombre d'accidents mortels est comparable à l'ordre de grandeur du nombre d'usagers décédés au moment de l'accident et donc au nombre de morts.

Dans les deux cas, les résultats sont inférieurs lorsque l'hypothèse est prise sur l'événement accident : un accident corporel compte au moins une victime et un accident mortel compte au moins un mort. Dans la suite du rapport, les deux analyses ont été menées et les résultats présentent les mêmes ordres de grandeur, que l'on comptabilise les événements accidents ou bien le nombre de victimes effectives.

## Présentation des résultats

Les résultats présentés ci-dessous sont donc issus des processus de traitement présentés ci-dessus. Il est utile de préciser que les cas d'usage de la mobilité particulière ont été moyennés sur la période 2012-2018 tandis que celui relatif à la mobilité collective l'a été sur la période 2012-2019.

Pour le reste, les données sont totalement comparables car issues des mêmes bases de données : celle de l'ONISR pour les données d'accidentalité et celle du SDES pour les données trafic. Bien que le mode de récupération de ces données varie selon que les données soient en OpenAcces ou en accès réservé, les taux obtenus sont comparables les uns aux autres pour un même cas d'usage ainsi qu'entre les cas d'usage étudiés.

Il est utile de rappeler et de préciser que cette partie présente différents résultats. Tout d'abord, ce sont les résultats par cas d'usage des taux de mortalité et de blessés qui sont présentés c'est-à-dire en comptabilisant les victimes. Puis, une deuxième partie présente les taux d'accidents et d'accidents mortels par cas d'usage, c'est-à-dire en comptabilisant le nombre d'accidents survenus uniquement. Enfin, un focus est réalisé sur le cas d'usage du transport collectif urbain.

### 7. Présentation par cas d'usage des taux de mortalité et de blessés

La présentation des résultats des taux de mortalité et de blessés par cas d'usage a été une première entrée pour l'appropriation des résultats.

Les résultats ci-dessous présentent les taux de mortalité et taux de blessés pour chacun des cas d'usage considérés (pour la mobilité particulière sur les autoroutes et routes nationales et pour le transport collectif urbain).

Les résultats obtenus sont disponibles dans le Tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3: Tableau présentant les taux de mortalité et les taux de blessés par km parcourus<sup>36</sup> pour chacun des cas d'usage concernés, moyennés sur chacune des périodes d'étude

Taux d'accidentalité moyennés par macro cas d'usage	Taux de mortalité	Taux de blessés
Autoroutes et voies à caractéristiques autoroutières	<b>1,15.10<sup>-9</sup></b>	2,64.10 <sup>-8</sup>
Routes nationales	<b>5,71.10<sup>-9</sup></b>	6,79.10 <sup>-8</sup>
Transports en commun urbains (TCU)	<b>3,96.10<sup>-8</sup></b>	1,49.10 <sup>-6</sup>

Dans ce tableau, les taux de mortalité pour les STRA sont importants dans la mesure où ils caractérisent un niveau de référence contraignant pour chacun des cas d'usage observés.

Néanmoins et comme évoqué précédemment dans la partie méthodologique, en travaillant sur un nombre important d'années, la tendance décroissante de l'accidentalité est lissée. Cette hypothèse a certes un avantage pour le cas des transports en commun urbain afin de lisser de graves accidents survenus de manière ponctuelle sur certains territoires, mais empêche d'observer plus particulièrement la tendance décroissante de l'accidentalité, qui contribuerait à élaborer un niveau de sécurité de référence le plus contraignant possible pour les systèmes de transports routiers automatisés, dont on sait que l'acceptabilité du niveau de risque sera plus faible que pour des transports en commun conventionnels.

Le tableau ci-dessous montre les taux observés pour chacun des trois cas d'usage sur les trois dernières années considérées. Il est assez aisé de remarquer dans ce tableau la tendance plutôt croissante des taux d'accidentalité (que ce soit au niveau de la mortalité ou du nombre de blessés) pour la mobilité particulière tandis que le cas d'usage de la mobilité collective a tendance à observer une légère baisse de l'accidentalité, comme exprimé ci-dessus.

<sup>36</sup> Tous les résultats présentés dans le corps du document sont des taux exprimés par rapport aux kilomètres parcourus.

De manière générale, les taux obtenus pour les transports en commun urbain sur une étude uniquement sur les trois dernières années ie. de 2017 à 2019, sont plus faibles que les taux globaux de 2012 à 2019.

Dans le cas des transports en commun urbain, une augmentation assez nette de 2017 à 2019 du nombre de kilomètres parcourus est constatée ; multipliée par plus de 2,5 pour les TCU. Le nombre d'accidents reste lui globalement stable annuellement, ce qui suggère une tendance plutôt décroissante des accidents au kilomètre parcouru<sup>37</sup>.

*Tableau 4: Tableau présentant les taux de mortalité et les taux de blessés pour chacun des cas d'usage concernés, moyennés sur les trois dernières années des périodes étudiées (soit 2016-2018 pour la mobilité particulière, soit 2017-2019 pour la mobilité partagée).*

Taux d'accidentalité moyennés par macro cas d'usage	Taux de mortalité	Taux de blessés
Autoroutes et voies à caractéristiques autoroutières	<b>1,44.10<sup>-9</sup></b>	3,95.10 <sup>-8</sup>
Routes nationales	<b>7,07.10<sup>-9</sup></b>	9,54.10 <sup>-8</sup>
Transports en commun urbains (TCU)	<b>2,59.10<sup>-8</sup></b>	9,19.10 <sup>-7</sup>

Dans le cas de la mobilité particulière, les résultats obtenus semblent indiquer une légère augmentation des taux d'accidentalité. Les bilans des circulations du SDES, accessibles en OpenAccess, montrent néanmoins une nette augmentation des véhicules kilomètres-parcourus. Grossièrement et sans entrer plus dans les détails, ces résultats tendent à mettre en avant une légère augmentation du nombre de tués et de blessés dans les accidents survenus sur voies à caractéristiques autoroutières et routes nationales<sup>38</sup>.

Aucune analyse statistique n'a été réalisée sur la significativité de ces résultats par rapport aux précédents. Ce travail pourra être approfondi dans une prochaine étude.

## 8. Présentation par cas d'usage des taux d'accidents et d'accidents mortels

La partie suivante s'intéresse aux accidents et plus particulièrement aux accidents mortels, ce qui implique d'autres niveaux de référence, néanmoins du même ordre de grandeur que les résultats comptabilisant le nombre de victimes.

Les résultats présentés dans le tableau suivant témoignent des ordres de grandeur similaires entre les taux obtenus respectivement pour la mortalité et les accidents ayant conduit à au moins un mort et respectivement le nombre de blessés engendrés et le nombre d'accidents.

*Tableau 5 : Tableau présentant les taux d'accidents non mortels (taux de blessés) et d'accidents mortels pour chacun des cas d'usage concernés, moyennés sur chacune des périodes d'étude*

Taux d'accidentalité moyennés par macro cas d'usage	Taux d'accidents mortels	Taux d'accidents non mortels
Autoroutes et voies à caractéristiques autoroutières	<b>1,03.10<sup>-9</sup></b>	1,90.10 <sup>-8</sup>
Routes nationales	<b>5,07.10<sup>-9</sup></b>	4,66.10 <sup>-8</sup>
Transports en commun urbains (TCU)	<b>3,64.10<sup>-8</sup></b>	8,31.10 <sup>-7</sup>

<sup>37</sup> Il est utile de préciser ici qu'il ne faut pas perdre de vue que la correspondance en nombre d'accidents est inexacte puisque nous travaillons avec les victimes recensées des accidents. Dans le cas des transports en communs, le nombre de victimes est toujours plus conséquent étant donné le fort taux d'occupation, contrairement à une étude sur les transports particuliers.

<sup>38</sup> Attention, il convient de bien distinguer les autoroutes des voies à caractéristiques autoroutières. Si on se base sur les chiffres avancés par l'Association des Sociétés françaises des autoroutes (ASFA), les tendances ne sont pas tout à fait les mêmes. En effet, l'ASFA ne fait des bilans que sur les autoroutes concédées du réseau autoroutier national et ne prend pas en considération les autoroutes non concédées et plus généralement les voies à caractéristiques autoroutières.

A l'issue de ces résultats, le tableau suivant présente les chiffres obtenus pour la référence liée à la mortalité respectivement pour le taux de mortalité et le taux d'accidents mortels.

Tableau 6 : Tableau présentant les taux de mortalité et les taux d'accidents mortels pour chacun des cas d'usage, moyennés sur la période considérée

Taux d'accidentalité moyennés par macro cas d'usage	Taux de mortalité	Taux d'accidents mortels
Autoroutes et voies à caractéristiques autoroutières	<b>1,15.10<sup>-9</sup></b>	<b>1,03.10<sup>-9</sup></b>
Routes nationales	<b>5,71.10<sup>-9</sup></b>	<b>5,07.10<sup>-9</sup></b>
Transports en commun urbains (TCU)	<b>3,96.10<sup>-8</sup></b>	<b>3,64.10<sup>-8</sup></b>

Cette comparaison au niveau de deux indicateurs de taux différents à partir des données de mortalité de l'accidentalité montrent que les considérations du nombre de victimes décédées et du nombre d'accidents ayant conduit à des tués aboutissent à des niveaux de référence comparables pour un raisonnement par cas d'usage. En revanche, aucune étude statistique sur la significativité des comparaisons n'a été réalisée pour ce travail.

## 9. Focus sur le transport public par agglomération

Pour le cas d'usage du transport urbain, un focus a été réalisé sur 30 territoires denses et particulièrement représentatifs des plus denses agglomérations en France. Parmi les 30 territoires observés<sup>39</sup>, on décompte 21 métropoles, 6 communautés urbaines ou communautés d'agglomérations et l'Île de France (découpée entre Paris, la Petite couronne et la Grande couronne).

La présentation des résultats est réalisée dans le rapport sous deux formats :

- Tableaux présentant les valeurs numériques regroupées en quartiles à partir des valeurs de taux obtenus. Ces quartiles permettent de catégoriser chacune des agglomérations ou métropoles selon qu'elle est peu accidentogène (ce qui induirait un niveau de référence contraignant) ou qu'elle est plutôt accidentogène (ce qui induirait un niveau de référence moins contraignant).
- Graphiques présentant la répartition des taux obtenus en fonction de la densité de population de chacun des territoires de l'étude. De cette manière, l'hétérogénéité des taux représentatifs de l'accidentalité est transcrite par rapport à la densité de population locale<sup>40</sup>, de façon anonyme.

Dans la suite de ce paragraphe, il est fait référence aux métropoles ou agglomérations par le terme EPCI qui désigne les établissements publics de coopération intercommunale.

### a. Taux de mortalité et taux de blessés

Le premier indicateur présenté est celui associé aux victimes recensées : on distingue ainsi le taux de mortalité et le taux de blessés, respectivement en comptabilisant le nombre de tués et le nombre de blessés (sans distinction entre blessés légers ou blessés graves).

La classification établie repose ainsi sur un raisonnement à partir des quartiles géométriques des valeurs de la série des taux de mortalité et taux de blessés. La catégorisation des résultats en 4 niveaux a été choisie afin de faire apparaître l'hétérogénéité de l'accidentalité des transports en commun urbains en France, pour la représentation. Le tableau suivant présente les niveaux obtenus.

<sup>39</sup> Métropoles : Angers, Brest, Caen, Dijon, Grenoble, Le Havre, Lille, Limoges, Lyon, Marseille, Montpellier, Nancy, Nantes, Perpignan, Rennes, Rouen, Saint-Etienne, Strasbourg, Toulon, Tours, Troyes ;  
Communautés urbaines ou d'agglomérations : Dunkerque, Lorient, Poitiers, Pau, La Rochelle, Saint-Nazaire.

<sup>40</sup> La densité a été prise pour l'année 2019, dernière année de la période d'étude.

Tableau 7 : Classification obtenue à partir de la répartition des taux de mortalité et de blessés des réseaux étudié – représentation à partir des quartiles géométriques des valeurs des taux

Quartiles	1 <sup>er</sup> quartile	2 <sup>ème</sup> quartile	3 <sup>ème</sup> quartile	4 <sup>ème</sup> quartile
Taux de mortalité	]0 ; 7,30.10 <sup>-9</sup> ]	]7,30.10 <sup>-9</sup> ; 2,59.10 <sup>-8</sup> ]	]2,59.10 <sup>-8</sup> ; 4,41.10 <sup>-8</sup> ]	]4,41.10 <sup>-8</sup> ; 1,06.10 <sup>-7</sup> ]
Taux de blessés	]0 ; 4,71.10 <sup>-7</sup> ]	]4,71.10 <sup>-7</sup> ; 7,38.10 <sup>-7</sup> ]	]7,38.10 <sup>-7</sup> ; 1,20.10 <sup>-6</sup> ]	]1,20.10 <sup>-6</sup> ; 4,03.10 <sup>-6</sup> ]

Le graphique suivant présente les résultats des taux de blessés par EPCI autour des communes centrales de plus de 50000<sup>41</sup> habitants pour la période considérée de 2012 à 2019. Un code couleur a été choisi afin de faire clairement apparaître l'appartenance de chacun des EPCI à une des 4 catégories (respectivement du moins accidentogène au plus accidentogène, vert foncé, vert pâle, bleu et orange).

Dès lors, il apparaît que l'accidentalité est d'une part très hétérogène en France selon les EPCI considérés. La représentation selon la densité de population locale montre également qu'il ne semble pas y avoir de corrélation évidente entre le taux de blessés et la densité de population.

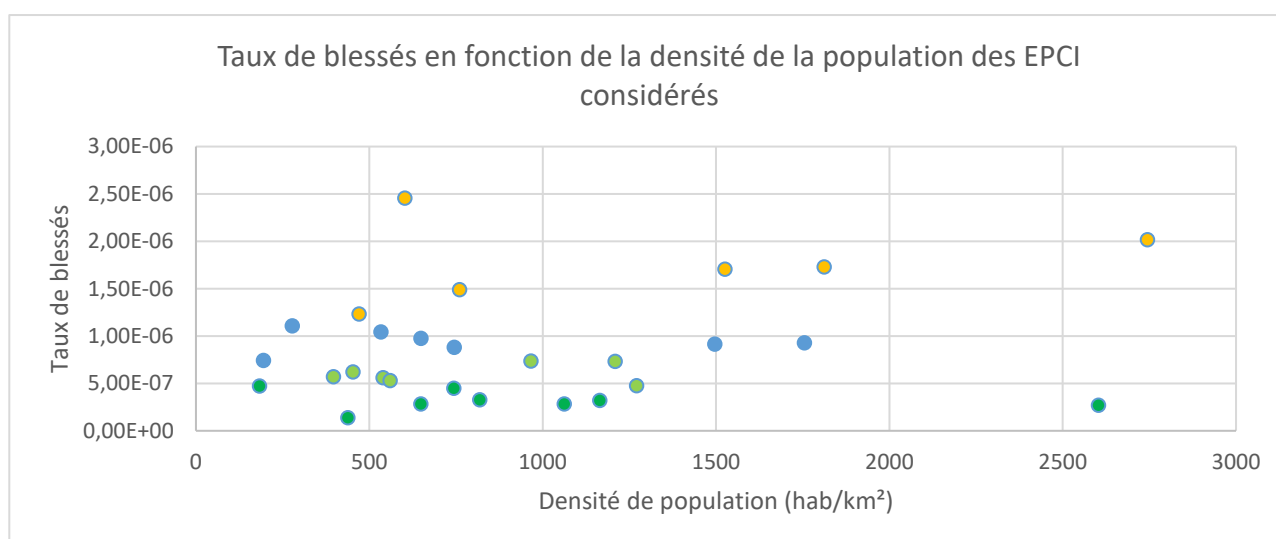


Figure 1 : Graphique présentant les taux de blessés par EPCI moyennés sur la période 2012-2019 en fonction de la densité de population de chaque EPCI – moyenne des valeurs à 1,00.10-6

Les taux de blessés relatifs à chacun des EPCI au cours de la période 2012-2019 sont un premier indicateur d'accidentalité mais ne suffisent pas pour établir un niveau de référence pour les systèmes de transport public automatisés. La littérature fait la plupart du temps appel à un taux de mortalité afin d'exprimer le nombre d'accidents mortels ou même le nombre de morts provoqués par les accidents de la circulation impliquant des transports publics (ici nous travaillons avec les autobus et autocars de manière non différenciée). C'est pourquoi il paraît important de définir un niveau global pour la sécurité, basé sur une référence contraignante émanant des accidents mortels de la circulation.

<sup>41</sup> Il est utile de préciser que tous les EPCI dont la commune centre a une population supérieure à 50000 habitants ne sont pas étudiés, dont notamment Bordeaux et Toulouse. Cependant et comme introduit précédemment, le choix des EPCI a été conditionné à la présence ou non de données disponibles sur les kilomètres parcourus par les TC, remontées dans les enquêtes TCU. La disponibilité des données est conditionnée d'une part au remplissage de l'enquête par le ou les exploitants du réseau en question et d'autre part au remplissage spécifique des données kilométriques relatives des bus à haut niveau de service (BHNS) et des bus.



Le graphique suivant présente les résultats pour les 27 + 3 EPCI considérés dans cette étude pour la période considérée de 2012 à 2019 en fonction de la densité de population de chaque territoire. La représentation des résultats est réalisée à partir des quartiles géométriques de la série.

Encore une fois, la représentation graphique traduit une grande hétérogénéité des taux de mortalités, qui ne semble encore pas être corrélées à la densité de population locale.

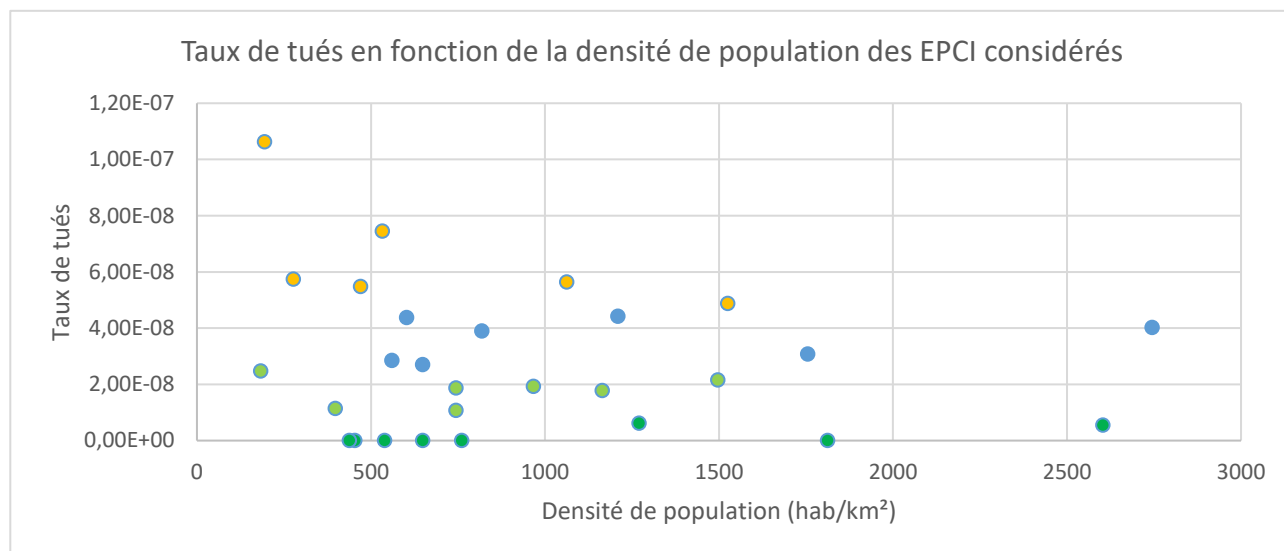


Figure 2 : Graphique présentant les taux de mortalité par EPCI en fonction de la densité de population de chacun sur la période 2012 – 2019 – moyenne des valeurs à  $2,91.10^{-8}$

Ce graphique prend en compte l'ensemble des résultats obtenus pour les 27 + 3 EPCI considérés, dont les valeurs potentiellement nulles. Dans les faits ces valeurs correspondent à des EPCI dans lesquels aucun accident mortel et donc aucun décès n'a été recensé entre 2012 et 2019. C'est le cas pour 6 EPCI soit 20 %, ce qui fausse en partie la classification obtenue. Plus généralement, la présence de 20 % de valeurs nulles peut impacter l'établissement d'un objectif global de sécurité. En outre, il a été jugé pertinent de ne pas omettre ces EPCI et de bien les prendre en compte dans une analyse globale (détaillée ci-après) dans la mesure où ces EPCI sont représentatifs de la France et de ses agglomérations.

A l'inverse, certains accidents graves survenus au cours de la période étudiée participent à un nivellement vers le haut du taux moyen de mortalité. Dans certains cas, le taux obtenu est élevé et supérieur à la moyenne en raison du faible nombre de kilomètres parcourus par les TC.

Dans le cadre des travaux sur la démonstration de la sécurité des STRA et en particulier des STPA, il est nécessaire d'avoir une valeur de référence qui soit commune à l'ensemble du cas d'usage du transport en commun. Pour l'instant et sans étude complémentaire, il a été choisi de travailler avec une moyenne des taux de mortalité (éventuellement avec une valeur liée au taux de blessé en complément) sur l'ensemble des valeurs obtenues sur chacun des EPCI sur la période d'étude.

Tableau 8: Taux de mortalité moyens sur les 27 + 3 EPCI pour la période d'étude 2012-2019

Victimes considérées	Mortalité	Blessés
Taux moyens	<b><math>2,92.10^{-8}</math></b>	$1,00.10^{-6}$

Cette valeur de référence issue de l'analyse présentée dans ce rapport peut faire l'objet d'une métrique de référence nationale en France. Il est utile de préciser que cette valeur est provisoire et émane d'une étude dans laquelle des hypothèses fortes ont dues être prises. Plus généralement, l'étude de l'accidentalité n'est pas figée et a vocation à être évolutive en fonction des nouvelles données disponibles mais aussi compte tenu des retours d'expérience. La méthode peut aussi être amenée à évoluer en fonction des nouvelles données d'entrée ainsi que des finalités attendues.

### b. Taux d'accidents et d'accidents mortels

Ce deuxième paragraphe présente les résultats par EPCI en conservant l'indicateur du taux d'accidents selon qu'il ait abouti à des tués, indépendamment du nombre de tués provoqués dans l'accident. L'indicateur lié au nombre d'événements accidents, et non au nombre de victimes, a l'avantage de ne pas tenir compte de l'occupation des véhicules. Pour les transports en commun, le taux d'occupation est en moyenne plus élevé que pour la mobilité particulière.

La classification établie repose, de même que précédemment, sur un raisonnement à partir des quartiles géométriques des valeurs de la série des taux d'accidents et d'accidents mortels. Le tableau suivant présente les niveaux obtenus.

Tableau 9 : Classification obtenue à partir de la répartition des taux d'accidents et des taux d'accidents mortels des réseaux étudié

Quartiles	1 <sup>er</sup> quartile	2 <sup>ème</sup> quartile	3 <sup>ème</sup> quartile	4 <sup>ème</sup> quartile
Taux d'accidents mortels	]0 ; 7,30.10 <sup>-9</sup> ]	]7,30.10 <sup>-9</sup> ; 2,53.10 <sup>-8</sup> ]	]2,53.10 <sup>-8</sup> ; 4,29.10 <sup>-8</sup> ]	]4,29.10 <sup>-8</sup> ; 1,06.10 <sup>-7</sup> ]
Taux d'accidents	]0 ; 3,65.10 <sup>-7</sup> ]	]3,65.10 <sup>-7</sup> ; 5,56.10 <sup>-7</sup> ]	]5,56.10 <sup>-7</sup> ; 9,82.10 <sup>-7</sup> ]	]9,82.10 <sup>-7</sup> ; 3,13.10 <sup>-6</sup> ]

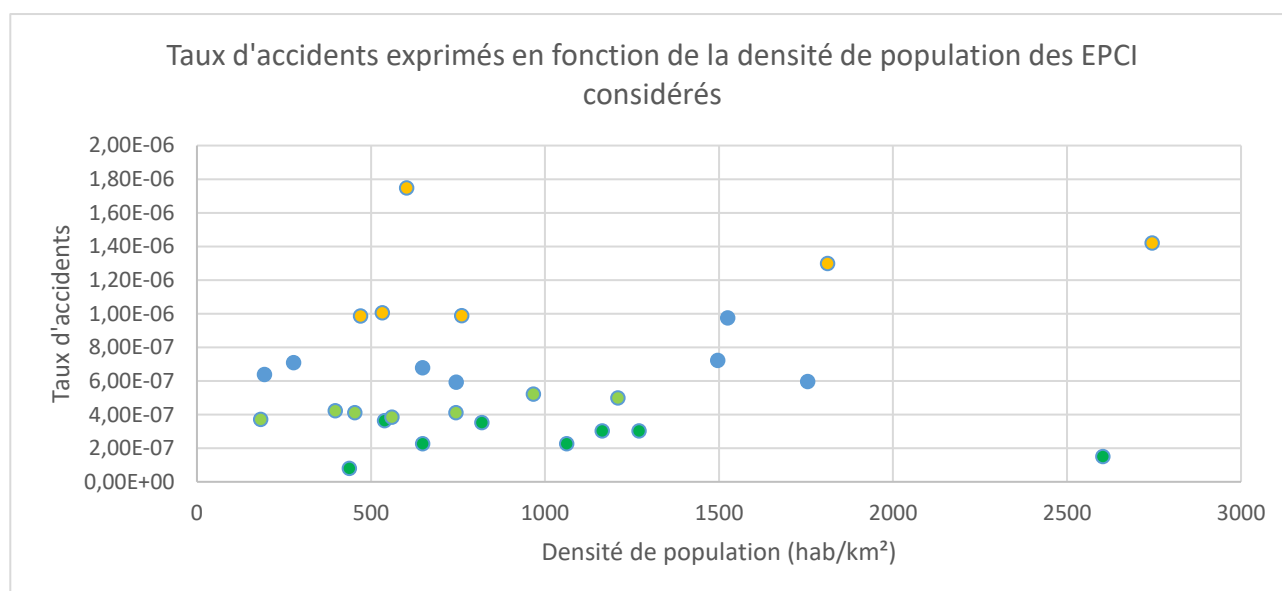
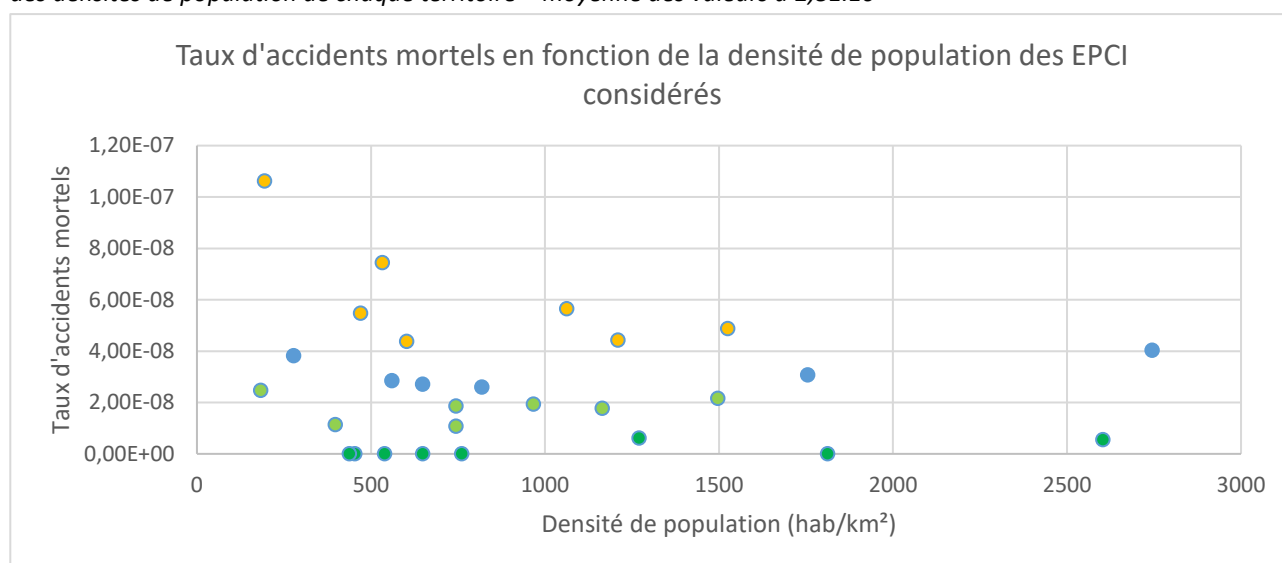


Figure 3 : Graphique présentant les taux d'accidents par EPCI, moyennés sur la période 2012-2019 en fonction des densités de population de chaque territoire – moyenne des valeurs à 7,31.10<sup>-7</sup>

Le graphique ci-dessus présente les résultats des taux d'accidents par EPCI autour des communes centrales de plus de 50000 habitants pour la période considérée de 2012 à 2019, en fonction de la densité de population locale. La représentation des résultats est réalisée à partir des quartiles géométriques de la série. En comparant ce graphique avec celui obtenu pour les taux de blessés, la classification obtenue est globalement similaire à celle obtenue pour les blessés. De ce fait, on peut émettre l'hypothèse que le nombre d'accidents ayant conduit à des blessés suit la même tendance que le nombre de blessés répertoriés à l'échelle des EPCI français, pour les années 2012 à 2019.

Le travail sur le nombre d'accidents et non sur le nombre de victimes indique de manière moins biaisée l'accidentalité globale d'une agglomération en donnant le taux d'accidents mortels et non mortels. En revanche, sur la question de la gravité, l'indicateur lié au nombre de victimes recensées est plus explicite.

Figure 4 : Graphique présentant les taux d'accidents mortels par EPCI, moyennés sur la période 2012-2019 en fonction des densités de population de chaque territoire – moyenne des valeurs à  $2,81.10^{-8}$



Le graphique ci-dessus présente les taux d'accidents mortels moyennés sur 2012-2019 par EPCI, en fonction de la densité de population locale. De même que pour l'assimilation de l'indicateur basé sur les accidents à l'indicateur des blessés, il est assez aisé d'assimiler l'indicateur lié aux accidents mortels à l'indicateur du nombre de tués. Dans ce cas, la notion de taux d'accident mortels plutôt que la gravité pure des accidents associée au nombre de tués est beaucoup plus poignante. Ainsi, certaines agglomérations ont un taux d'accidents mortels peu élevé mais une gravité plus forte due à certains facteurs externes non représentés dans l'analyse de l'accidentalité par le BAAC.

Tableau 10 : Taux de mortalité et taux d'accidents mortels moyens sur les 27 + 3 EPCI pour la période d'étude 2012-2019

	<b>Mortalité</b>	<b>Accidents mortels</b>
Taux moyens	<b><math>2,92.10^{-8}</math></b>	<b><math>2,81.10^{-8}</math></b>

Le tableau précédent présente les résultats obtenus pour les indicateurs les plus représentatifs de l'accidentalité afin d'établir un niveau d'accidentalité de référence. La notion de mortalité est prédominante dans ces analyses. Que l'on choisisse de travailler par rapport à la fréquence d'apparition des accidents mortels ou bien par rapport à la gravité directement imputée à l'accident en comptabilisant le nombre de tués, l'indicateur obtenu reste significativement le même.

## 10. Limites

Cette dernière partie s'intéresse à placer ce travail dans un cadre plus général sur la démonstration de la sécurité et à émettre encore une fois quelques réserves sur l'utilisation de ces données. Ce paragraphe a vocation à bien recentrer l'accidentologie réalisée dans le cadre de cette étude dans un contexte précis français basé sur l'accidentalité nationale des véhicules conventionnels en 2022.

### a. Une analyse nationale

Comme indiqué précédemment, le cadre français de cette analyse pose certaines limites dans l'optique d'un élargissement des résultats obtenus, notamment dans le cadre d'une utilisation par la Commission européenne. Il est induit que ces résultats soient pris comme référence nationale et fassent donc l'objet de support pour les réflexions européennes sur un niveau de sécurité de référence ; cependant, il n'est pas admis que ces résultats soient utilisés et décorrélés de toutes les hypothèses présentées dans ce rapport et de toute prise de recul.

Dans ce cadre, il est nécessaire et utile que d'autres études similaires voient le jour au sein des Etats-membres afin d'alimenter l'état de l'art et d'établir des guides internationaux sur les niveaux de sécurité de référence.

### ***b. Le retour d'expérience comme base d'évolution***

Comme indiqué précédemment, les analyses reposent sur l'étude de l'accidentalité relative aux véhicules conventionnels en France et ne représentent pas l'accidentalité prévisible pour les futurs systèmes de transport routier automatisés et en particulier pour les systèmes de transport public automatisés.

La méthode française déployée ici ne dissocie pas les accidents selon les causes présumées, que ce soit un dysfonctionnement d'un dispositif du véhicule, l'inattention d'un conducteur ou un événement extérieur tel que les conditions environnementales, le moment de la journée par exemple. Ce genre d'analyses a été réfléchi dans le cadre de travaux préliminaires établis dans d'autres groupes de travail mais il a été rapidement décidé que ces analyses ne seraient pas représentatives d'un niveau de sécurité de référence. En effet, il est difficile et non aisé de remonter aux causes précises d'un accident, même sur le principe d'un BAAC qui intégrerait des éléments déclaratifs des personnes impliquées. De même, le nombre assez faible de certaines catégories d'accidents par causes possibles serait possiblement un frein à une amélioration substantielle des résultats.

De manière plus générale, les analyses seront améliorées et actualisées. De plus, d'autres analyses plus affinées pourront venir accompagner ce rapport et ses premières données.

## Bibliographie

- Commissariat Général au Développement durable (CGDD). (s.d.). <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-11/km-parcourus-en-bus-car-2016.xls>.
- Legifrance. (2007). *Arrêté du 27 mars 2007 relatif aux conditions d'élaboration des statistiques relatives aux accidents corporels de la circulation*. NOR : EQU50700567A.
- Ministère de la Transition Ecologie, Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer. (2020). *Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée 2020-2022*.
- Ministère de l'Intérieur, Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière. (2020). *Description des bases de données annuelles des accidents corporels de la circulation routière - Années 2005 à 2019*.
- Ministère de l'Intérieur, Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière. (2020). *La sécurité routière en France, Bilan de l'accidentalité de l'année 2019*.
- Ministère de l'Intérieur, Observatoire Nationale Interministériel de la Sécurité Routière. (2017). *Guide de rédaction du Bulletin d'Analyse des Accidents Corporels de la circulation*.
- National Highway Traffic Safety Administration's Center for Statistics and Analysis. (2017). *2016 Fatal Motor Vehicle Crashes: Overview*. Traffic Safety Facts - Research Note.

## Table des tableaux

<i>Tableau 1 : Présentation des résultats par cas d'usage des taux d'accidentalité calculés.</i>	3
<i>Tableau 2 : Présentation des résultats des taux de mortalité et d'accidents mortels moyennés sur les 27+3 EPCI considérés sur la période 2012-2019 pour le cas d'usage du transport collectif urbain.</i>	3
<i>Tableau 3: Tableau présentant les taux de mortalité et les taux de blessés par km parcourus pour chacun des cas d'usage concernés, moyennés sur chacune des périodes d'étude</i>	21
<i>Tableau 4: Tableau présentant les taux de mortalité et les taux de blessés pour chacun des cas d'usage concernés, moyennés sur les trois dernières années des périodes étudiées (soit 2016-2018 pour la mobilité particulière, soit 2017-2019 pour la mobilité partagée).</i>	22
<i>Tableau 5 : Tableau présentant les taux d'accidents non mortels (taux de blessés) et d'accidents mortels pour chacun des cas d'usage concernés, moyennés sur chacune des périodes d'étude</i>	22
<i>Tableau 6 : Tableau présentant les taux de mortalité et les taux d'accidents mortels pour chacun des cas d'usage, moyennés sur la période considérée</i>	23
<i>Tableau 7 : Classification obtenue à partir de la répartition des taux de mortalité et de blessés des réseaux étudié – représentation à partir des quartiles géométriques des valeurs des taux</i>	24
<i>Tableau 8: Taux de mortalité moyens sur les 27 + 3 EPCI pour la période d'étude 2012-2019</i>	25
<i>Tableau 9 : Classification obtenue à partir de la répartition des taux d'accidents et des taux d'accidents mortels des réseaux étudié</i>	26
<i>Tableau 10 : Taux de mortalité et taux d'accidents mortels moyens sur les 27 + 3 EPCI pour la période d'étude 2012-2019</i>	27

## Table des figures

<i>Figure 1 : Graphique présentant les taux de blessés par EPCI moyennés sur la période 2012-2019 en fonction de la densité de population de chaque EPCI – moyenne des valeurs à <math>1,00.10^{-6}</math></i>	24
<i>Figure 2 : Graphique présentant les taux de mortalité par EPCI en fonction de la densité de population de chacun sur la période 2012 – 2019 – moyenne des valeurs à <math>2,91.10^{-8}</math></i>	25
<i>Figure 3 : Graphique présentant les taux d'accidents par EPCI, moyennés sur la période 2012-2019 en fonction des densités de population de chaque territoire – moyenne des valeurs à <math>7,31.10^{-7}</math></i>	26
<i>Figure 4 : Graphique présentant les taux d'accidents mortels par EPCI, moyennés sur la période 2012-2019 en fonction des densités de population de chaque territoire – moyenne des valeurs à <math>2,81.10^{-8}</math></i>	27

## Annexe 1 : Construction d'une nouvelle base de données

La partie ci-dessous précise la partie intitulée 3. Construction d'une nouvelle base de données de la partie Familiarisation et exploitation des données du rapport. Il est question ici de présenter brièvement le raisonnement qui a été déployé pour le traitement brut des données ONISR à partir de l'OpenData.

### Objectif :

Récupérer tous les accidents survenus sur le territoire métropolitain mettant en scène des transports en commun en distinguant l'environnement urbain et rural. Il est évident que la sélection présentée ici n'a aucune vocation à rester fermée, il est facilement envisageable d'adapter le code aux données souhaitées (ici TC) ou encore d'autres catégories de véhicules ou d'utilisateurs.

---

### Importation des bibliothèques de travail

Uniquement *pandas* et *numpy* sont indispensables. Ces bibliothèques sont déjà disponibles avec *Anaconda*, ce qui ne requiert normalement aucun téléchargement supplémentaire.

---

### Formatage des données

**Cette étape n'est à réaliser qu'une seule fois ; lorsque le fichier de travail est créé, l'appel direct à la base de données suffit (dans ce cas, passer directement au paragraphe Importation).**

**Pour cette étape, tous les fichiers .csv doivent figurer dans un dossier unique.**

**Les fichiers peuvent être enregistrés dans un dossier qui n'est pas celui du fichier .ipynb si elles sont utilisées dans le cadre de plusieurs GT ou de plusieurs analyses différentes (ce qui est mon cas). En revanche, le fichier Python doit être enregistré à l'emplacement où le travail et tous les fichiers .csv créés doivent être enregistrés.**

#### *i. Lecture des données*

Il faut faire attention aux types de fichiers notamment aux séparateurs utilisés : ils ne sont pas les mêmes entre tous les fichiers ni entre chaque année. Dans le code, cela est marqué par l'utilisation de plusieurs structures différentes. Pour les fichiers *caracteristiques.csv* il faut aussi vérifier l'encodage et donc laisser une commande spécifique à l'encodage particulier. Pour le reste, le codage est fait à l'américaine, les décimales sont marquées avec des points.

#### *ii. Formatage de la base*

Comme soulevé initialement, le problème de ne pas avoir une clef unique par accident est problématique pour faire les jointures entre les fichiers. C'est pourquoi, il a été choisi de créer une nouvelle colonne à l'aide des deux colonnes suivantes : *Num\_Acc* et *num\_veh*. Ainsi, pour chaque véhicule impliqué dans un accident, une clef unique permet de faire les jointures correctement. La concaténation peut ensuite être réalisée sur les fichiers par jointure sur les deux colonnes suivantes.

**Avant de commencer la concaténation de tous les fichiers pour créer une base unique et homogène, on doit retravailler chacune des colonnes car il n'y a pas homogénéité entre les années (des variables apparaissent ou disparaissent, des variables changent de nom) : on ne peut donc pas aisément reprendre les bases simplement sans modifier les colonnes. Il a été choisi dans ce cas de sélectionner les colonnes utiles pour le travail ; une première sélection assez grossière permet d'avoir une nouvelle base de données assez exportable et exploitable pour une variété d'analyses.**

#### *iii. Jointures*

Afin de suivre l'évolution de la base formée, la formation des bases a été faite en trois étapes :

- Concaténation des fichiers liés à la situation géographique, aux caractéristiques générales et au lieu de l'accident (*caracteristiques.csv* et *lieux.csv*). Dans ce cas, le travail est simple car chaque ligne correspond à un accident différent, on a unicité de la clef *Num\_Acc*.
- Concaténation des fichiers liés aux types de véhicules impliqués et aux usagers (*vehicules.csv* et *usagers.csv*). Dans ce cas, on se sert de la colonne précédemment créée (*Id\_unique*). On a bien unicité de l'accident considéré bien que chacune des lignes ne soit pas distinguable par cette colonne (plusieurs usagers par véhicule par exemple). L'objectif est bien de pouvoir finalement concaténer ces deux DataFrame (df) sans dupliquer certaines lignes ou sans écraser des données.
- Concaténation des deux df précédents selon *Num\_Acc*.

LA concaténation de tous les nouveaux df obtenus par année permet ensuite d'obtenir une base unique qui contient tous les fichiers de toutes les années sélectionnées : ici de 2012 à 2019.

#### *iv. Suppression des DOM TOM*

On souhaite travailler uniquement avec les accidents de la France métropolitaine. L'utilisation de la colonne *M* comme indiqué n'est pas possible car pour l'année 2019, cette colonne est inexistante (comme bien d'autres d'ailleurs, ce qui empêche de traiter facilement ces données en raison de l'incohérence des fichiers 2019 par rapport aux autres). Traiter 2019 séparément des autres années aurait été laborieux et aurait conduit à faire des manipulations successives sur les données, ce qui d'une part complexifie le travail mais multiplie statistiquement aussi les erreurs potentielles sur la base finale. J'ai donc choisi de travailler avec la colonne *dep* qui donne le département dans lequel a eu lieu l'accident (encore une fois, le codage est fait à gauche donc le 1 se retrouve 10 et le 10 se retrouve 100 ce qui n'est pas facile pour ne prendre que les départements inférieurs à 100 par exemple). J'ai donc dû créer une liste dans laquelle figurent tous les DOM TOM (bien que tous ne soient pas forcément présents dans les bases) afin de ne pas omettre de supprimer d'accident. La commande utilisée est ensuite une requête inverse car on ne souhaite garder que ceux qui ne sont pas des DOM TOM.

---

#### **UTILISATION DE LA REQUETE .ISIN()**

Cette requête est une des plus importantes dans ce script car elle est utilisée très souvent avec ce genre de données. Elle permet de travailler très rapidement en évitant de passer par des boucles *for* et augmenterait fortement le temps de calcul et ferait généralement planter la machine pour des df à plus de 10000 lignes (comme c'est le cas pour l'accidentalité métropolitaine sur une période aussi grande).

Pour travailler sur les données d'accidentalité, le raisonnement se fait en deux étapes : il est d'abord question de trouver tous les accidents qui ont eu lieu avec le critère recherché (par exemple en fonction du type de véhicule ou du type d'usager) puis il est question de récupérer toutes les lignes qui correspondent à des victimes de ces accidents. Les requêtes se font ainsi en deux temps :

- Trouver tous les accidents qui possèdent le critère choisi. Je propose pour plus de simplicité de créer une variable contenant toutes les lignes en question.

Remarque : cette étape est suffisante lorsqu'il s'agit de trouver tous les accidents et donc les victimes avec un critère sur l'infrastructure comme le type de voie ou le lieu car toutes les victimes d'un même accident ont ce même critère. Elle ne suffit plus lorsqu'il s'agit d'avoir des précisions sur les types de véhicules impliqués par exemple où toutes les victimes d'un accident ne sont pas nécessairement dans un véhicule ou bien des conducteurs. Dans ce cas la deuxième étape est inévitable.

- Récupérer dans la base initiale toutes les lignes (donc toutes les victimes humaines) pour lesquelles le *Num\_Acc* se trouve dans la variable décrite à l'étape précédente.

Lorsque la requête inverse à *.isin()* est souhaitée, il suffit juste de rajouter un signe – ou un ~ devant la requête de sorte à signifier qu'il s'agit en réalité de NON *.isin()*.

---

#### *v. Enregistrement du .csv*

L'étape suivante est l'enregistrement du nouveau df obtenu afin de ne pas avoir à retravailler à chaque fois sur les fichiers de base. De plus, travailler directement sur un fichier enregistré et conservé évite de modifier par mégarde les fichiers de base et d'utiliser un espace de RAM inutilement.

---

#### **Importation du .csv de travail**

Si le fichier *.csv* est déjà créé, l'importation initiale suffit.

## Annexe 2 : Analyse à partir des données de l'ASFA

Cette annexe présente une analyse des données partagées annuellement par l'ASFA dans ses « Chiffres clefs ». La particularité de cette analyse est qu'elle repose sur les rapports publiés par l'ASFA tous les ans, les données d'accidentalité ainsi que les kilomètres parcourus émanent de ces données et non plus des bilans ONISR. La conséquence est que les résultats obtenus avec les données de l'ASFA sont comparables à ceux de l'ONISR mais ne sont pas issus des mêmes processus de remontées d'accidents :

- l'ASFA enregistre les accidents renseignés par les agents qui se déplacent lors d'un accident ;
- l'ONISR utilise le BAAC, à partir des PV remplis par les forces de l'ordre qui se déplacent sur les lieux de l'accidents.

Pour les accidents mortels, les données sont normalement cohérentes, ce qui est moins le cas pour les accidents corporels. La comparaison entre les résultats obtenus est donc à manipuler avec prudence : les ordres de grandeur sont comparables tandis que les valeurs réelles le sont moins.

L'utilisation des données de l'ASFA a également permis d'obtenir les taux d'accidentalité par typologie de véhicules circulant sur l'infrastructure (répartis entre véhicules légers dont deux roues motorisées et poids lourds).

Le tableau suivant présente pour la période de 2012 à 2018, les nombres d'accidents relevés sur le réseau concédé autoroutier ainsi que la part d'accidents corporels selon le type de véhicules impliqués.

Année	Nombre d'accidents corporels	Nombre d'accidents mortels	Part d'accidents corporels selon le type de véhicules	
			VL (dont 2RM)	PL
2012	1486	127	0,84	0,16
2013	1516	138	0,81	0,19
2014	1523	123	0,93	0,07
2015	1699	148	0,84	0,16
2016	1834	147	0,86	0,14
2017	2073	150	0,86	0,14
2018	1957	140	0,87	0,13

Le tableau suivant présente les trafics (kilomètres parcourus) sur l'ensemble du réseau pour la période de 2012 à 2018 ainsi que la part de trafic selon le type de véhicules.

Année	Trafic total (en milliards de km parcourus)	Trafic parcourus par les VL (dont 2RM) (en milliards de km parcourus)	Trafic parcourus par les PL (en milliards de km parcourus)
2012	83.7	71.9	11.8
2013	85.2	73.2	12.0
2014	87.2	74.9	12.3
2015	89.7	77.0	12.7
2016	92.6	79.4	13.2
2017	94.4	80.6	13.8
2018	95.0	80.7	14.3



Le tableau suivant présente les taux calculés dans le cadre de cette analyse (ils peuvent être légèrement différents de ceux présentés dans les bilans ASFA).

Année	Taux accidents mortels	Taux accidents corporels	Taux accidents mortels VL	Taux accidents mortels PL	Taux accidents corporels VL	Taux accidents corporels PL
	<i>Les taux présentés représentent un nombre de morts par milliards de km parcourus.</i>					
2012	1,517	17,754	1,484	1,722	17,361	20,149
2013	1,620	17,793	1,527	2,185	16,775	24,003
2014	1,411	17,466	1,527	0,700	18,910	8,667
2015	1,650	18,941	1,615	1,865	18,535	21,405
2016	1,587	19,806	1,592	1,559	19,864	19,452
2017	1,589	21,960	1,600	1,522	22,119	21,030
2018	1,474	20,600	1,509	1,273	21,098	17,791

Enfin, le tableau ci-dessous compare les indicateurs du taux d'accidents mortels obtenus dans ce rapport et par l'analyse ASFA. Les taux sont moyennés sur l'ensemble des années étudiées.

Taux d'accidentalité moyennés par macro cas d'usage	Taux d'accidents mortels	
Autoroutes et voies à caractéristiques autoroutières (ONISR)	<b>1,03.10<sup>-9</sup></b>	
Autoroutes concédées (ASFA)	<b>1,55.10<sup>-9</sup></b>	
	<i>VL (dont 2RM)</i>	<i>PL</i>
	<b>1,550.10<sup>-9</sup></b>	<b>1,546.10<sup>-9</sup></b>

En conclusion, cette analyse à partir des données de l'ASFA permet de consolider et valider les résultats présentés dans ce rapport, du moins de valider les ordres de grandeurs des taux d'accidentalité déterminés par la méthodologie explicitée dans ce rapport. De plus, cette analyse, en apportant un complément sur l'accidentalité des types de véhicules sur les autoroutes concédées, permet de poser une hypothèse supplémentaire pour la suite des travaux : l'accidentalité n'est pas dépendante de la typologie du véhicule utilisé, entre VL et PL pour le cas d'usage de la mobilité particulière sur autoroutes.

