



HAL
open science

Évaluation des effets des politiques de mobilité et de sécurité routière sur l'accidentalité routière des villes-centres en milieu urbain. Livrable 2 du projet PUSER (Politiques Urbaines de Sécurité Routière)

Catherine Fourrel, Laurent Carnis, Vincent Ledoux, Florian Vanco, Benoit Hiron, Guillaume Saint Pierre

► To cite this version:

Catherine Fourrel, Laurent Carnis, Vincent Ledoux, Florian Vanco, Benoit Hiron, et al.. Évaluation des effets des politiques de mobilité et de sécurité routière sur l'accidentalité routière des villes-centres en milieu urbain. Livrable 2 du projet PUSER (Politiques Urbaines de Sécurité Routière). Cerema - Centre d'Etudes et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement. 2021. hal-04431054

HAL Id: hal-04431054

<https://hal.science/hal-04431054>

Submitted on 1 Feb 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Évaluation des politiques urbaines de sécurité routière (PUSER)

Évaluation des effets des politiques de mobilité et de sécurité routière sur l'accidentalité routière des villes-centres en milieu urbain

Livrable 2

Livrable n°	L.2
Version	V2
Auteur responsable du livrable	<i>Catherine Fourrel de Frettes</i>
Auteurs, affiliations	<i>Laurent Carnis, Université Gustave Eiffel Vincent Ledoux, Cerema Territoires et Ville Florian Vanco, Cerema Territoires et Ville Benoit Hiron, Cerema Territoires et Ville Guillaume Saint Pierre, Cerema Occitanie</i>
Relecteurs, affiliations	<i>Laurent Carnis, Université Gustave Eiffel Vincent Ledoux, Cerema Territoires et Ville Florian Vanco, Cerema Territoires et Ville Benoit Hiron, Cerema Territoires et Ville Guillaume Saint Pierre, Cerema Occitanie</i>
Statut du livrable	<i>Rapport technique</i>

Historique des versions

Version	Date	Auteur	Type des changements
Version 4	14/11/2021	Collectif	Relectures comité de pilotage
Version 3	24/09/2021	Catherine Fourrel de Frettes	Validation des corrections traitées en réunion du 20/09/2021
Version 2	20/09/2021	Catherine Fourrel de Frettes	Reprise des corrections de l'ensemble des correcteurs
Version 1	08/09/2021	Catherine Fourrel de Frettes	Reprise des corrections de Vincent Ledoux et Laurent Carnis
Version 0	09/08/2021	Catherine Fourrel de Frettes	Version initiale

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Antoine Pestour (stagiaire 2018) pour son travail exploratoire sur la construction d'une grille de lecture des plans de mobilité, ainsi que Thomas De Sousa et Hector de Pellegars (stagiaires 2020) pour leur participation à la lecture de ces plans.

Sommaire

INTRODUCTION	5
LE MODELE STRUCTUREL.....	6
1.1 LE MODELE THEORIQUE	6
1.2 LES VARIABLES DU MODELE THEORIQUE.....	9
LA CONSTRUCTION DES VARIABLES	12
1.3 LA CONSTRUCTION DES VARIABLES DES POLITIQUES DE MOBILITE ET DE SECURITE ROUTIERE	12
1.4 LA CONSTRUCTION DES VARIABLES DES AUTRES PARAMETRES.....	23
1.5 FORMULATION DU MODELE OPERATIONNEL	25
1.6 L'ANALYSE DESCRIPTIVE	26
1.7 LA SELECTION.....	29
LES RESULTATS	37
1.8 LE CHOIX DU TYPE DE MODELE.....	37
1.9 LES EFFETS DES VARIABLES SELECTIONNEES	37
1.10 LES LIMITES	51
LES CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....	54

INTRODUCTION

Les orientations des politiques urbaines de mobilité et de sécurité routière sont précisées dans les plans de mobilité (PDM), documents de planification portés par les autorités organisatrices de mobilité (métropoles, communautés d'agglomération, syndicats mixtes, etc.). Ces documents sont produits depuis près de 40 ans (loi dite « LOTI », 1982). Depuis la loi Solidarité et Renouvellement Urbain (SRU) de 2000, la sécurité des déplacements prend une place plus importante et devient une exigence explicite dans les PDM. Cette loi impose de mettre en place un observatoire des accidents qui impliquent au moins un piéton ou un cycliste.

Les politiques de mobilité portées par les PDM font souvent l'objet d'évaluation a posteriori grâce à des outils de mesure tels que les Enquêtes Mobilité Certifiées Cerema (EMC²). En revanche, les évaluations des politiques locales de sécurité routière en milieu urbain sont rarement menées. Lorsqu'elles le sont, elles concernent une mesure spécifique, comme la modération de la vitesse par exemple. Pourtant, l'enjeu de réduction de l'accidentalité routière en milieu urbain en France métropolitaine est crucial : deux accidents corporels sur trois et une personne tuée sur trois concernent les voiries en agglomération au sens du Code de la route¹ d'après les derniers bilans de la sécurité routière en France publié par l'ONISR. En outre, ces bilans soulignent que les usagers vulnérables (piétons, usagers de deux-roues motorisés et cyclistes) représentent deux-tiers de la mortalité routière dans ces territoires agglomérés. L'enjeu est de taille d'autant plus que la problématique de la sécurité routière en milieu urbain sera sans doute amenée à devenir plus complexe, exigeant des réponses fortes dans les années à venir, d'une part, du fait d'interactions avec d'autres changements à l'œuvre, notamment l'extension des zones urbanisées et la croissance des modes de déplacement actifs, et d'autre part, du fait d'évolutions sociétales comme le vieillissement de la population.

Une évaluation globale des politiques urbaines de sécurité routière et une comparaison des politiques locales se révèlent donc indispensables pour documenter les évolutions, mesurer les changements, apprécier les effets des politiques publiques menées dans ce domaine et des mesures mises en œuvre. Aussi, le projet PUSER (Politiques Urbaines de Sécurité Routière), associant le Cerema Territoires et ville et l'Université Gustave Eiffel, subventionné par la Délégation de la Sécurité Routière, a pour objectif de mettre en regard les politiques urbaines de mobilité et de sécurité routière et l'évolution de l'accidentalité sur les 30 dernières années. Le but est d'identifier dans la mesure du possible les politiques les plus efficaces en matière de réduction de l'accidentalité routière en milieu urbain.

Pour répondre à cet objectif, une étude comparative entre les villes a été conduite dans un premier temps (voir *Livrable 1*). Elle a permis d'une part, d'élaborer des classements de villes-centres à partir de critères de performance liés à l'accidentalité urbaine, et d'autre part, de délimiter les contours de cette évaluation. Ce livrable essaie d'identifier les déterminants de l'évolution de l'accidentalité routière des villes-centres en milieu urbain. Il se focalise sur l'évaluation des effets des mesures de mobilité et de sécurité routière prises dans les plans de mobilité couvrant des villes-centres, tout en prenant en considération des variables relatives aux caractéristiques de ces villes.

Il s'articule d'abord autour de l'élaboration d'un modèle structurel pour répondre à notre question de recherche (voir **le modèle structurel**). Puis, il présente les variables mobilisées pour alimenter ce modèle, avant de restituer leurs effets estimés sur l'accidentalité routière urbaine des villes-centres (voir **les résultats**) et de conclure sur les apports de cette recherche au regard des objectifs de notre étude (voir **Les conclusions et perspectives**).

¹ « Agglomération » au sens de l'article R110-2 du Code de la route : « espace sur lequel sont groupés des immeubles bâtis rapprochés et dont l'entrée et la sortie sont signalées par des panneaux placés à cet effet le long de la route qui le traverse ou qui le borde ».

LE MODELE STRUCTUREL

La construction d'un modèle structurel a pour objectif d'articuler différentes dimensions composées de variables jugées pertinentes pour répondre à la question de recherche : quels sont les déterminants de l'évolution de l'accidentalité routière en milieu urbain dans les villes-centres du panel PUSER entre 1987 et 2017, et plus précisément quels sont les effets des politiques locales de mobilité et de sécurité routière sur l'accidentalité urbaine de ces villes ?

La construction de ce modèle s'est effectuée en plusieurs étapes : d'abord, un modèle théorique est bâti afin d'identifier les variables susceptibles d'influencer l'accidentalité routière des villes-centres (*voir 1.1*) ; puis, un modèle opérationnel est défini en tenant compte de la disponibilité des données alimentant ces différentes variables (*voir 1.2*) ; enfin, ce modèle est affiné à partir d'une analyse des variables (*voir 1.7*) permettant d'aboutir au modèle estimé.

1.1 Le modèle théorique

La **Figure 1** illustre l'articulation des six dimensions qui ont été identifiées comme ayant potentiellement des effets sur l'évolution de l'accidentalité routière des villes-centres :

- **1. Les politiques locales de mobilité et de sécurité routière** : effet de structuration des actions en matière de mobilité et de sécurité routière. L'hypothèse retenue est celle d'un effet favorable sur l'accidentalité : une meilleure organisation de la mobilité et les mesures de sécurité routière devraient réduire l'accidentalité.
- **2. L'organisation fonctionnelle** : effet d'organisation pour le pilotage et la planification des politiques de mobilité et de sécurité routière. L'hypothèse retenue est celle d'un effet favorable sur l'accidentalité : une meilleure administration des efforts de l'autorité réduirait l'accidentalité.
- **3. La morphologie urbaine** : effet de contrainte spatiale, d'intensification des interactions entre les véhicules, les usagers et leur environnement. L'effet ne peut pas être spécifié a priori : un accroissement des interactions peut conduire à multiplier l'exposition au risque routier, tandis que des effets de saturation peuvent conduire à une forme d'auto-régulation de la prise de risque.
- **4. La socio-démographie** : effet du vieillissement de la population. L'effet attendu ne peut être spécifié a priori : une population plus âgée peut conduire à un niveau d'accidentalité plus élevé, tandis que des mesures d'autorégulation des risques par lesdites personnes ne peuvent être exclues.
- **5. La socio-économie** : effet du dynamisme économique. L'effet attendu ne peut être spécifié : le dynamisme économique d'une ville signifie à la fois un surcroît de mobilité et d'exposition au risque, tandis que l'enrichissement de la ville peut permettre des investissements en matière d'infrastructures routières assurant une plus grande sécurité des habitants.
- **6. La mobilité** : effets des comportements de mobilité et d'occupation de l'espace public. L'effet attendu devrait être défavorable : l'accroissement global de la mobilité implique probablement une augmentation de l'exposition au risque et donc de l'accidentalité.

Ces dimensions peuvent interagir entre elles, comme la socio-économie et la mobilité par exemple. Cependant, ces effets d'interaction ne seront pas étudiés ici et ne font pas l'objet du présent rapport de recherche.

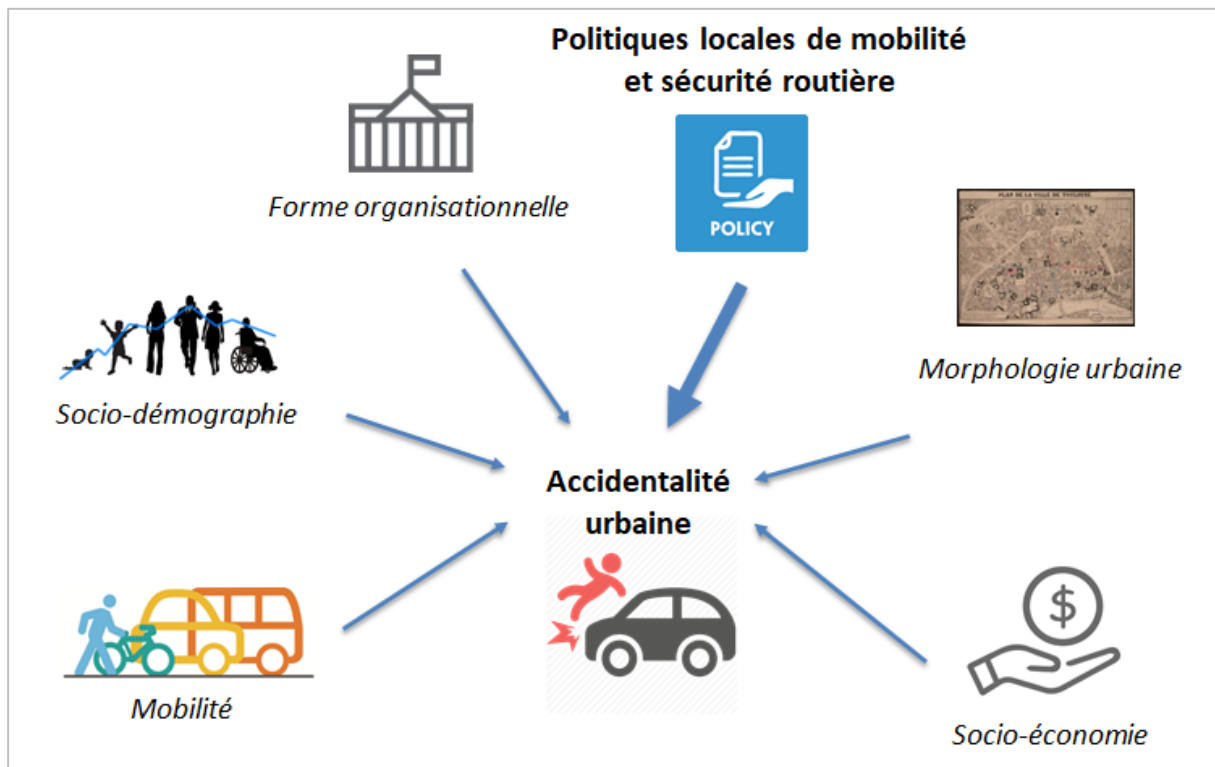


Figure 1 : Schématisation du modèle structurel théorique

Pour chaque dimension, des séries de données spécifiques ont été identifiées pour alimenter le modèle structurel théorique (voir **Annexe n° 1**). La disponibilité des données pour construire ces variables est toutefois une contrainte qui pèse sur ce modèle et ce, d'autant plus que notre période d'investigation couvre 31 années de 1987 à 2017. Aussi, certaines variables ont été écartées faute de disponibilité suffisamment exhaustive des données sur cette période : cela aurait conduit à ne pas pouvoir estimer le modèle théorique :

- Les variables concernant le niveau d'intégration de la ville-centre pour l'organisation de la mobilité sur son territoire et l'ancienneté de son intégration dans une AOM (Autorité organisatrice de la mobilité) intercommunale auraient pu donner une indication sur l'organisation fonctionnelle de la ville-centre pour la planification de la mobilité. Elles sont construites à partir de la date de première entrée d'une ville-centre dans une AOM. Mais cette information recensée dans une base Cerema sur la composition du ressort territorial des AOM n'a pu être complètement fiabilisée. Par conséquent, la dimension « forme organisationnelle » a été retirée du modèle.
- Les variables relatives aux parts de voies routières, selon leur niveau de hiérarchisation (local, structurant), dans le réseau viaire de la ville-centre et plus précisément dans le périmètre en agglomération au sens du Code de la route, présentent une difficulté pour leur construction. En effet, nous n'avons pas pu avoir accès à un historique des différentes versions des bases de données BD TOPO® et BD CARTO® de l'IGN (Institut national de l'information géographique et forestière). En outre, les limites géographiques des voiries en agglomération ne sont pas connues.
- Les parts de déplacements commençant et/ou finissant dans la ville-centre réalisés à pied, à vélo, en deux-roues motorisés, en transports collectifs et en voiture sont des variables qui n'ont pas pu être prises en compte. En effet, ces variables sont disponibles dans la base unifiée du Cerema des enquêtes ménages déplacement à partir de 2009 seulement. Ainsi, l'information collectée ne s'est

pas révélée exploitable pour notre étude s'étendant sur 31 années, avec 42 villes-centres renseignées sur les 70 étudiées et pour une seule année à partir de 2009.

- La longueur de desserte des transports collectifs en site propre du réseau dont dépend la ville-centre est une variable, qui est disponible à partir des données issues des enquêtes TCU à partir de 2011 uniquement. Elle n'a pas été intégrée au modèle.
- Le nombre de kilomètres offerts en transports collectifs par habitant du ressort territorial de l'AOM dont dépend la ville-centre est une donnée disponible à partir de 1995 dans les enquêtes TCU. Elle a été écartée car elle nécessitait d'être retravaillée (estimation de données manquantes) alors qu'elle n'offrait pas la garantie d'être au final une information pertinente, car elle couvre un champ très large des transports collectifs (lignes régulières, scolaires, services occasionnels, TAD et TPMR).

Concernant les mesures dans les plans de mobilité, le choix d'en écarter certaines s'est effectué au regard de la pertinence de l'information qu'elles apportaient par rapport à l'ensemble des variables construites à partir des plans de mobilité (*voir 1.3 pour plus de détails*).

1.2 Les variables du modèle théorique

La détermination du modèle opérationnel est conditionnée par un choix judicieux de variables qualitatives et quantitatives décrivant de manière pertinente les dimensions influençant la sécurité routière telles que décrites dans la figure 1. Pour chaque variable des cinq dimensions retenues, des hypothèses sont posées concernant leurs potentiels effets sur l'évolution de l'accidentalité routière des villes-centres. Pour chaque variable, l'hypothèse de l'effet anticipé a été précisé, tout en précisant l'existence d'effets ambivalents qui peuvent être pressentis. L'objectif est de confronter ces hypothèses avec les résultats issus des modèles (voir 1.9 (O&D)).

1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière

Variable	Effet	Hypothèse d'impact sur l'accidentalité urbaine
Existence d'un plan de mobilité couvrant la vc	Structuration de la politique de mobilité et de sécurité routière	↘
Ancienneté de l'existence d'un plan de mobilité couvrant la vc	Ancienneté et apprentissage de la politique de mobilité et de sécurité routière	↘
Niveau de programmation des actions du plan de mobilité (financement et indicateurs de suivi)	Structuration de la politique de mobilité et de sécurité routière	↘
Existence d'un observatoire des accidents couvrant la vc	Meilleure information pour piloter la politique de la politique de mobilité et de sécurité routière	↘
Ancienneté de l'existence d'un observatoire des accidents couvrant la vc	Ancienneté et apprentissage de la politique de mobilité et de sécurité routière	↘
Mesures dans le plan pour pérenniser/renforcer l'observatoire des accidents existant	Expertise pour piloter la politique de mobilité et de sécurité routière	↘
Mesures dans le plan pour une meilleure connaissance des enjeux de sécurité routière sur le territoire	Renforcement de l'expertise pour piloter la politique de mobilité et de sécurité routière	↘
Mesures dans le plan pour renforcer ou améliorer le contrôle exercé par les forces de l'ordre	Mise en œuvre d'une politique de sécurité routière	↘
Mesures dans le plan pour sécurisation zones dangereuses et points noirs	Mise en œuvre d'une politique de sécurité routière	↘
Mesures dans le plan pour la sécurité des piétons	Mise en œuvre d'une politique de mobilité et de sécurité routière	↘
Mesures dans le plan pour la sécurité des 2RM	Mise en œuvre d'une politique de mobilité et de sécurité routière	↘
Mesures dans le plan pour la sécurité des jeunes	Mise en œuvre d'une politique de mobilité et de sécurité routière	↘

Note : vc : ville-centre ; 2RM : deux-roues motorisés.

Tableau 1 : Hypothèses concernant les effets des variables des politiques de mobilité et de sécurité routière

La conduite d'une politique locale de mobilité et de sécurité routière, s'appuyant par l'existence d'un plan de mobilité, et plus précisément par l'inscription de mesures en matière de mobilité et de sécurité routière dans ces plans, réduirait l'accidentalité routière en milieu urbain. L'existence d'un observatoire des accidents aurait également cet effet.

L'ancienneté des plans et des observatoires est supposée être un indicateur d'efficacité accrue pour lutter contre l'insécurité routière urbaine, en raison d'un effet d'apprentissage.

Pour plus de détails sur la construction des variables, se référer à la partie **1.3**.

2. La morphologie urbaine

Variable	Effet	Hypothèse d'impact sur l'accidentalité urbaine
↗ Densité de la vc	Intensification des interactions véhicules/usagers/environnement	?
↗ Intensité urbaine de la vc	Intensification des interactions véhicules/usagers/environnement	?

Note : vc : ville-centre

Tableau 2 : Hypothèses concernant les effets des variables de la morphologie urbaine

La densité et l'intensité urbaine augmenteraient l'accidentalité urbaine, en supposant qu'un accroissement des interactions entre les véhicules, les usagers et leur environnement multiplierait les risques d'accidents. Cependant, en cas d'atteinte d'un effet de saturation de congestion, un effet négatif ne pourrait être exclu.

Pour plus de détails sur la construction des variables, se référer à la partie **1.4**.

3. La socio-démographie

Variable	Effet	Hypothèse d'impact sur l'accidentalité urbaine
↘ Indice de jeunesse de la vc	Vieillessement de la population	?
↗ Part de jeunes 0-19 ans dans la population de la vc	Rajeunissement de la population	↗
↗ Part de seniors 65 ans et plus dans la population de la vc	Vieillessement de la population	?

Note : vc : ville-centre

Tableau 3 : Hypothèses concernant les effets des variables de la socio-démographie

La socio-démographie, et plus précisément l'âge de la population des villes-centres, est un paramètre à prendre en compte pour cibler deux publics potentiellement vulnérables :

- Les seniors de 65 ans et plus représentent un quart des tués (tous milieux confondus) alors que leur population est en forte augmentation du fait du vieillissement de la génération du « baby-boom », d'après le bilan national de la sécurité routière en 2017 (dernière année de notre étude) ;

- Les plus jeunes présentent également un enjeu de sécurité routière, faisant partie des usagers vulnérables (piétons, cyclistes et usagers des deux-roues motorisées) qui représentent deux-tiers de la mortalité routière en agglomération, d'après les derniers bilans de l'accidentalité de l'ONISR.

Une baisse de l'indice de jeunesse (indiquant le nombre de jeunes de 0 à 19 ans pour 100 seniors de 65 ans et plus) ou une hausse de la part des seniors dans la population traduiraient l'effet du vieillissement de la population. A l'inverse, une hausse de la part de jeunes traduit un rajeunissement de la population.

On suppose que l'effet du vieillissement de la population serait associé à un risque accru, lié à des déficiences physiques et cognitives. La mauvaise appréciation des dangers induirait un risque accru d'accidents. Toutefois, des effets d'auto-régulation dans l'exposition au risque ne peuvent être exclus et conduire à un effet favorable sur l'accidentalité : les personnes concernées limiteraient leur exposition au risque en modifiant les conditions de leur mobilité.

Enfin, le rajeunissement de la population est supposé être associé à un effet défavorable sur l'accidentalité. Les jeunes usagers de la route sont associés à des prises de risque, mais également à une moindre conscience et appréhension des dangers de la route.

Pour plus de détails sur la construction des variables, se référer à la partie **1.4**.

4. La socio-économie

Variable	Effet	Hypothèse d'impact sur l'accidentalité urbaine
↗ Taux de couverture de l'emploi	Dynamisme économique	?
↗ Taux de chômage	Dynamisme économique	?
↗ Part d'actifs dans la population	Dynamisme économique	?
↗ Capacité de l'AOM à laquelle appartient la vc à investir dans les TC, rapportée la population de son RT	Investissement dans les transports collectifs	↘
↗ Richesse économique du RT de l'AOM à laquelle appartient la vc	Dynamisme économique	?

Note : vc : ville-centre ; AOM : autorité organisatrice de la mobilité ; RT : ressort territorial

Tableau 4 : Hypothèses concernant les effets des variables de la socio-économie

Le dynamisme économique de la ville-centre (lié à l'offre d'emplois) pourrait contribuer à augmenter le nombre de déplacements et donc l'accidentalité, mais il peut aussi constituer un indicateur de la richesse de la ville et donc, de sa capacité à investir dans une meilleure sécurité pour ses habitants. L'effet ne peut donc être spécifié.

Concernant, une augmentation de la capacité à investir dans les transports collectifs (grâce aux recettes du versement transport payé par les entreprises), elle pourrait réduire la place de la voiture et contenir l'accidentalité.

Pour plus de détails sur la construction des variables, se référer à la partie **1.4**.

5. La mobilité

Variable	Effet	Hypothèse d'impact sur l'accidentalité urbaine
↗ Part des ménages motorisés (1 voiture ou plus)	Effets des comportements de mobilité et d'occupation de l'espace public	↗
↗ Part des ménages avec 2 voitures ou plus	Effets des comportements de mobilité et d'occupation de l'espace public	↗

Tableau 5 : Hypothèses concernant les effets des variables de la mobilité

Avec une présence plus importante de la voiture en milieu urbain, ce type de déplacement augmenteraient le risque d'accident, produisant donc un effet défavorable sur la sécurité routière.

Pour plus de détails sur la construction des variables, se référer à la partie 1.4.

LA CONSTRUCTION DES VARIABLES

1.3 La construction des variables des politiques de mobilité et de sécurité routière

1.3.1 La collecte des données

La construction des variables des politiques de mobilité et de sécurité routière a nécessité un important travail de recherche et de collecte d'informations, réalisé en fonction de la disponibilité des documents source et des contraintes de temps pour les exploiter.

Tout d'abord, le recensement des mesures dans les plans de mobilité s'est effectué à partir de l'exploitation de 91 plans de mobilité couvrant les villes-centres sur la période de 1987 à 2017 : 77 plans disponibles en version numérisée et 14 plans en format papier archivés au Cerema qui n'ont pu être exploités que partiellement, à cause de contraintes de temps et d'accès aux archives en période de pandémie Covid19. A ces 91 plans, s'ajoutent 19 plans couvrant également des villes-centres mais qui n'ont pas pu être exploités (plans non collectés par le Cerema Territoires et ville).

L'exploitation de ces plans est réalisée à partir d'une grille de lecture. Elle répertorie différentes informations sur leur contenu, jugées pertinentes pour notre étude, et en particulier les mesures de mobilité et de sécurité routière. Cette grille a été remplie en deux temps :

- 1^{ère} lecture : recensement des informations relatives aux plans (date de début/fin, nature du document, etc.) et des mesures identifiées sur la mobilité et la sécurité routière ;
- 2^{ème} lecture : élimination des mesures se chevauchant en termes de réponse et/ou très répandues dans les plans (voir **Tableau 6**) pour cibler 7 mesures à consolider à partir de modalités de réponse catégorisées.

En plus de ces 7 variables correspondant aux mesures dans les plans de mobilité, 3 variables caractérisant l'existence des plans de mobilité ont été construites (voir pages suivantes).

Enfin, le recensement des observatoires des accidents a nécessité le croisement de multiples sources d'informations : bases des licences Concerto, informations dans les plans de mobilité, échanges avec

des collectivités et connaissances métier. La difficulté a résidé principalement dans la fiabilisation de cette base, en tentant d'identifier uniquement les observatoires « actifs » et dans la mesure du possible, leurs dates de début et de fin d'activité.

Ce travail exploratoire a permis la construction de 2 variables relatives à l'existence d'observatoires des accidents couvrant les villes-centres (*voir pages suivantes*).

Au total, ce sont donc 12 variables relatives aux politiques de mobilité et de sécurité routière qui sont construites.

Mesure écartée	Descriptif mesure	Raisons
Création observatoire des accidents	Cela peut être aussi un observatoire des déplacements intégrant des indicateurs de SR	Variable non fiable écartée au profit de celle sur l'existence d'un observatoire (oda) plus fiable
Formation, communication ou sensibilisation	<ul style="list-style-type: none"> - Mesures de communication autour des modes actifs et des nouvelles mobilités (création d'une maison de la mobilité) - Mesures de communication et de sensibilisation directement centrées sur la sécurité routière, à destination du grand public (journées de sensibilisation, messages d'information, formations) ou des techniciens de l'agglomération (formations). 	Variable écartée au profit de la consolidation de la mesure pour la sécurité des jeunes incluant des mesures de sensibilisation/communication à la sécurité routière
Hiérarchisation et/ou maillage du réseau routier	<p>Hiérarchisation des voiries/mise en place d'un schéma directeur voirie/mise à jour du plan de circulation et/ou maillage du réseau routier par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la création d'itinéraires de contournement, de rocades, de liaisons - la requalification ou réaménagement de voies en fonction du contexte urbain. 	<p>Variable écartée, fortement répandue.</p> <p>Elle peut faire doublon avec les mesures sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les points noirs : mise en œuvre de voies de contournement, requalification de voirie pour éliminer ou prévenir les pts accidentogènes. - la maîtrise/apaisement des vitesses : la hiérarchisation des voiries implique la redéfinition d'une vitesse adaptée pour chaque type de voie, et donc à une meilleure maîtrise des vitesses.
Maîtrise et apaisement des vitesses	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction des vitesses en adéquation avec la hiérarchie du réseau viaire/Création d'un Plan de modération de la vitesse - Création de zones de circulation apaisée/généralisation de zones 30/quartiers tranquilles ou apaisés - Mesures de gestion/sensibilisation/contrôle de la vitesse (gestion dynamique de la vitesse, radars pédagogiques, contrôle de la vitesse) 	<p>Variable écartée, fortement répandue</p> <p>Elle peut faire doublon avec les mesures sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la hiérarchisation de la voirie : la hiérarchisation des voiries implique la redéfinition d'une vitesse adaptée pour chaque type de voie, et donc à une meilleure maîtrise des vitesses. - la sécurité des piétons et des cyclistes : le développement des zones apaisées contribuent à la sécurité des piétons et des cyclistes
Promotion des modes actifs	<p>Variable écartée.</p> <p>Mesure qui fait doublon avec la sécurité des piétons et des cyclistes.</p>	<p>Variable écartée.</p> <p>Mesure qui fait doublon avec la sécurité des piétons et des cyclistes.</p>
Sécurité des cyclistes	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboration de documents-cadre/guides d'aménagement techniques : Plan vélo, Schéma directeur cyclable, charte vélo, guide amgt modes dx, etc. - Mesures d'aménagements principalement incluses dans les docs ci-dessus : zones apaisées, double sens cyclable, sas vélos, feu vélo, etc. 	<p>Mesure répandue dans tous les PDU lus malgré la tentative de dissocier :</p> <p>Oui_0 : mesures pour sécuriser la pratique du vélo sans élaboration de document-cadre/guide technique</p> <p>Oui_1 : mesures pour sécuriser la pratique du vélo avec poursuite, mise en œuvre, lancement ou projet d'un document-cadre/guide technique</p> <p>Résultat : Oui_1 quasi exclusifs.</p>
Sécurité des seniors	<ul style="list-style-type: none"> - Amélioration de l'accessibilité PMR - Autres mesures spécifiques à destination des seniors 	Variable écartée car inclut les PMR qui sont traités dans la sécurité des piétons
Approche globale urbanisme/transport	<ul style="list-style-type: none"> - Création d'une ville des « courtes distances » - Densification, mixité des fonctions urbaines - Contractualisation entre les projets de déplacements et les projets urbains - Mesures pour garantir les perméabilités cyclable et piétonne dans les projets urbains 	<p>Variable écartée.</p> <p>Mesure très répandue.</p>

Tableau 6 : Les mesures des plans écartées

1.3.2 La construction des variables portant sur l'existant

1. Existence d'un plan de mobilité

Variable	Source	Complétude	Construction	Modalités
Existence d'un plan de mobilité couvrant la vc	Base PDM Cerema	1987-2017	Existence d'un plan de mobilité (PDU, PLUiD ou PGD) approuvé ou finalisé, y compris si annulé par la suite	Non : la vc n'est pas couverte par un plan ou ne l'est pas encore Oui : la vc est couverte par un plan
Ancienneté de l'existence d'un plan de mobilité couvrant la vc	Base PDM Cerema	1987-2017	Nombre d'années depuis l'existence du 1er plan de mobilité couvrant la vc	/
Niveau de programmation des actions du plan de mobilité (financement et indicateurs de suivi)	Grille de lecture PDM	1987-2017	Evaluation globale sur l'ensemble des actions du plan à partir de 2 critères : - programmation du financement des actions (1 point) - mention des indicateurs de suivi des actions et pas seulement l'existence d'un observatoire de suivi (1 point) Retrait -0,5 point si : - Observatoire avec indicateurs de suivi peu détaillés (thèmes, familles) - programme de financement très partiel (bp actions non chiffrées) ou grossier (enveloppes par axe)	Pas de plan Oui niv0,0 : aucun critère rempli Oui niv0,5 : 1 critère rempli -0,5 Oui niv1,0 : 1 critère rempli Oui niv1,5 : 2 critères remplis -0,5 Oui niv2,0 : 2 critères remplis NR : non renseigné

Note : vc : ville-centre ; PDM : plan de mobilité ; PDU : Plan de déplacements urbains ; PLUiD : Plan local d'urbanisme intercommunal tenant lieu de PDU ; PGD : Plan global de déplacements.

Tableau 7 : Construction des variables portant sur l'existence d'un plan de mobilité

Pour construire la variable « Existence d'un plan de mobilité », le bornage des plans dans le temps a été réalisé de la façon suivante :

- La date de début correspond à l'année de son approbation ou de finalisation, même si dans les faits il est possible que la mise en œuvre d'un plan soit un peu antérieure ;
- La date de fin correspond, soit à l'année précédant l'approbation d'un nouveau plan, soit à l'année de fin notre étude (2017) s'il s'agit du dernier plan.

De plus, il est à noter que la modalité « Non » est renseignée, non seulement pour les 4 villes-centres qui ne sont pas couvertes par un plan de mobilité finalisé entre 1987 et 2017 (Quimper, Cherbourg-en-Cotentin, Narbonne et Montauban), mais aussi pour les années où les villes ne disposent pas encore de plan de mobilité.

Concernant la variable « Niveau de programmation des actions du plan de mobilité » telle que définie dans le **Tableau 7**, se reporter à l'**Annexe n° 2** pour connaître la répartition des modalités de cette variable dans les plans de mobilité couvrant les villes-centres.

2. Existence d'un observatoire des accidents

Variable	Source	Complétude	Construction	Modalités
Existence d'un observatoire des accidents couvrant la vc	Bases des licences Concerto complétée par des indications dans les PDM, des échanges avec les collectivités et des connaissances métier	1987-2017	La date de création d'une licence Concerto est utilisée pour définir la date de début d'activité d'un observatoire accidents. On part du principe que si la vc n'a pas Concerto, il y a de très forte chance qu'elle n'ait pas d'observatoire des accidents.	Non : pas d'observatoire des accidents créé ou observatoire non actif Oui : existence d'un observatoire des accidents en activité
Ancienneté de l'existence d'un observatoire des accidents couvrant la vc	Bases des licences Concerto complétée par des indications dans les PDM, des échanges avec les collectivités et des connaissances métier	1987-2017	Nombre d'années depuis l'existence d'un observatoire accidents en activité	/

Note : vc = ville-centre ; PDM = plan de mobilité

Tableau 8 : Construction des variables portant sur l'existence d'un observatoire des accidents

Les bases de données des licences Concerto sont la principale source d'information utilisée pour définir l'existence ou non d'un observatoire des accidents couvrant une ville-centre. Ces bases nous ont permis d'approximer les dates de début et de fin des observatoires. Ainsi, sur les 70 villes-centres, 32 villes auraient eu un observatoire actif entre 1987 et 2017.

Toutefois, malgré les recherches d'informations complémentaires (indications dans les plans de mobilité, échanges avec les collectivités et connaissances métier), il est possible que certaines villes aient un observatoire des accidents actif alors qu'elles ne disposent pas de licence Concerto, et inversement des villes recensées avec une licence Concerto pourraient en réalité ne pas avoir d'observatoire actif.

1.3.3 La construction des variables correspondant aux mesures dans les plans de mobilité

1. Mesures pour pérenniser ou renforcer l'observatoire des accidents existant

Variable	Source	Complétude	Construction	Modalités
Mesures dans le plan pour pérenniser/renforcer l'observatoire des accidents existant	Grille de lecture PDM et variable "Existence d'un observatoire des accidents couvrant la vc"	1987-2017	Si la ville a un observatoire des accidents préexistant au plan (recensé dans la variable "Existence d'un observatoire des accidents couvrant la vc") : - Mesures pour pérenniser l'observatoire - Mesures pour développer les missions de l'observatoire (cartographie, club sécurité routière, analyses plus larges que les accidents modes doux) - Création de nouveaux partenariats pour alimenter l'observatoire (assureurs, pompiers, gendarmerie) - Changement d'échelle de l'observatoire, passage à une échelle agglomération (même si pas toujours explicite dans le plan, on la suppose compte tenu de l'existence d'une licence à l'échelle de la ville) - Intégration des indicateurs SR dans un observatoire plus large et transversal (obs des dépl, du PDU) : mise en valeur des indicateurs de SR (même si pas toujours explicite que ces indicateurs proviennent d'un obs existant, on la suppose compte tenu de l'existence d'une licence)	Pas de plan Non : pas de mesure Oui : mesure NR : non renseigné

Tableau 9 : Construction de la mesure 1

Cette variable « mesures pour pérenniser ou renforcer l'observatoire des accidents existant » est conditionnée par la variable relative à l'existence d'un observatoire des accidents, construite essentiellement à partir du recensement de l'existence d'une licence Concerto.

Par conséquent, c'est la modalité « Non : pas de mesure » qui est choisie par défaut lorsqu'il n'y a pas d'observatoire recensé dans la première variable et préexistant au plan de mobilité. Cette règle est appliquée par souci de cohérence entre les deux variables, même s'il réside des incertitudes sur la fiabilité de la première variable (*voir plus haut*).

Ainsi, la mise en cohérence de ces deux variables nous a conduit à faire les choix suivants :

- Si des villes mentionnent dans leur plan un observatoire des accidents dont on n'a pas confirmé l'existence dans la variable sur l'existence d'un observatoire des accidents et indiquent vouloir le pérenniser en intégrant des indicateurs de sécurité dans leur observatoire des déplacements ou du PDU, alors c'est la modalité « Non : pas de mesure » qui est choisie.
- Si des villes mentionnent un observatoire des accidents qu'elles valorisent par l'intégration d'indicateurs de sécurité routière dans un observatoire des déplacements, dans un plan antérieur à l'année de création de l'observatoire des accidents recensé, alors c'est la modalité « Non : pas de mesure » qui est choisie.

Dans ces deux cas, on suppose que l'observatoire mentionné, intégrant des indicateurs de sécurité routière, est en réalité alimenté par des données externes (départementales ou/et régionales) et ne fait pas l'objet d'un réel observatoire local utilisant en interne une licence pour exploiter les données d'accidentalité.

Si des villes disposent d'une licence Concerto mais indiquent dans leur plan de mobilité, postérieur à cette licence, qu'elles veulent créer un observatoire des accidents, alors il y a deux possibilités. Dans certains cas, on peut supposer qu'il s'agit en réalité de créer un observatoire à l'échelle de l'agglomération qui pérennise en quelque sorte l'observatoire de la ville ou relance celui de l'agglomération mis en "sommeil" quelques années. Dans d'autres cas, on ne peut pas déduire à une pérennisation de l'observatoire car il est fait mention de l'utilisation de données externes.

Se reporter à **Annexe n° 2** pour connaître la répartition des modalités de la variable dans les plans de mobilité couvrant les villes-centres.

2. Mesures pour une meilleure connaissance des enjeux de sécurité routière sur le territoire

Variable	Source	Complétude	Construction	Modalités
Mesures dans le plan pour une meilleure connaissance des enjeux de sécurité routière sur le territoire	Grille de lecture PDM	1987-2017	<p>Oui_0 : mesures plus de suivi que d'analyse de la SR</p> <ul style="list-style-type: none"> - Création d'un observatoire des accidents ou d'un observatoire des déplacements/suivi PDU intégrant des indicateurs de SR pour suivre l'accidentalité, sans analyses ou thèmes d'études spécifiques - Diagnostics SR pour identifier les points accidentogènes sans plus de précision <p>Oui_1 : mesures d'analyse de la SR</p> <ul style="list-style-type: none"> - Création d'un observatoire des accidents ou d'un observatoire des déplacements/suivi PDU intégrant des indicateurs de SR + ambitieux : avec des bilans, analyses ou thèmes d'études spécifiques - Publications SR, bilans d'accidentologie annuels - Diagnostics SR pour identifier les points accidentogènes + approfondis (localisation, identification par axe, etc) - Diagnostics/études SR sur des thèmes spécifiques (établissements scolaires, 2RM, piétons/cyclistes, traversées SNCF) - Création ou reconduction d'une commission SR (instance d'échanges sur les enjeux de SR du territoire)/ création club SR - Evaluation des aménagements de SR 	<p>Pas de plan</p> <p>Non : pas de mesure</p> <p>Oui_0 : mesure faible</p> <p>Oui_1 : mesure forte</p> <p>NR : non renseigné</p>

Tableau 10 : Construction de la mesure 2

L'existence de la mesure est déclinée en deux sous-modalités : « Oui_0 » et « Oui_1 ».

Se reporter à **Annexe n° 2** pour connaître leur répartition dans les plans de mobilité couvrant les villes-centres.

3. Mesures pour renforcer ou améliorer le contrôle exercé par les forces de l'ordre

Variable	Source	Complétude	Construction	Modalités
Mesures dans le plan pour renforcer ou améliorer le contrôle exercé par les forces de l'ordre	Grille de lecture PDM	1987-2017	<ul style="list-style-type: none"> - Accentuation du contrôle du stationnement (stationnement illicite/sauvage des particuliers, non respect des aires de livraison par ex) avec parfois renforcement des moyens de répression (renforcement effectifs police municipale par ex) ; - Renforcement du contrôle de la vitesse (placement de dispositifs de contrôle de la vitesse (radars), contrôle vitesse 2RM) - Contrôle/répression conduite de manière globale, circulation PL <p>Non prise en compte de la prévention routière (radars pédagogiques par ex).</p>	<p>Pas de plan</p> <p>Non : pas de mesure</p> <p>Oui_0 : mesure globale de répression/contrôle conduite ou autre mesure (contrôle circulation PL)</p> <p>Oui_1 : mesure de contrôle stationnement/aire de livraison</p> <p>Oui_2 : mesure de contrôle vitesse</p> <p>Oui_3 : combinaison de plusieurs types de mesures (stat + vitesse principalement, mais aussi stat + mesure globale conduite, stat + autre circulation PL)</p> <p>NR : non renseigné</p>

Note : 2RM : deux-roues motorisés ; PL : poids lourd ; stat : stationnement.

Tableau 11 : Construction de la mesure 3

L'existence de la mesure est déclinée en quatre sous-modalités : « Oui_0 », « Oui_1 », « Oui_2 » et « Oui_3 ».

Se reporter à **Annexe n° 2** pour connaître leur répartition dans les plans de mobilité couvrant les villes-centres.

4. Mesures pour la sécurisation des zones dangereuses et des points noirs accidentogènes

Variable	Source	Complétude	Construction	Modalités
Mesures dans le plan pour sécurisation zones dangereuses et points noirs accidentogènes	Grille de lecture PDM	1987-2017	Mesures pour identifier/éliminer/prévenir les zones d'accumulation d'accidents/points noirs/accidentogènes par : des aménagements de sécurité, réaménagement de voirie (carrefours, traversées, entrées de ville par ex), adaptation de la vitesse, création de voies de contournement, renforcement des contrôles.	<p>Pas de plan</p> <p>Non : pas de mesure</p> <p>Oui_0 : mesure pour améliorer la sécurité (réaménagement, réduction de vitesse) d'un axe ou d'un ensemble de zones (entrée de ville, passage à niv) non clairement identifié comme accidentogène (mesure plutôt préventive)</p> <p>Oui_1 : mesure d'identification et de traitement des zones/axes identifiés comme pts noirs/accidentogènes</p> <p>NR : non renseigné</p>

Tableau 12 : Construction de la mesure 4

L'existence de la mesure est déclinée en deux sous-modalités : « Oui_0 » et « Oui_1 ».

Se reporter à **Annexe n° 2** pour connaître leur répartition dans les plans de mobilité couvrant les villes-centres.

5. Mesures pour la sécurité des piétons

Variable	Source	Complétude	Construction	Modalités
Mesures dans le plan pour la sécurité des piétons	Grille de lecture PDM	1987-2017	<p>- Elaboration de documents-cadre/guides d'aménagement techniques : plan piéton, schéma directeur des circulations douces, PAVE (plan de mise en accessibilité de la voirie et des aménagements des espaces publics), charte des aménagements piétonniers, charte de l'espace public, guide des aménagements de voirie, etc.</p> <p>- Mesures d'aménagement prises seules ou incluses dans les docs ci-dessus : aménagements de franchissements/traversées/tinéaires sécurisés, requalification des trottoirs, zones apaisées, sécurisation des accès aux pôles générateurs de trafic, etc.</p> <p>Non prise en compte des plans de jalonnement piéton : mesure plus de communication que de sécurité routière</p>	<p>Pas de plan</p> <p>Oui_0 : mesures pour sécuriser la pratique de la marche sans élaboration de document-cadre/guide technique</p> <p>Oui_1 : mesures avec poursuite, mise en œuvre, lancement ou projet d'un document-cadre/guide technique</p> <p>NR : non renseigné</p>

Tableau 13 : Construction de la mesure 5

L'existence de la mesure est déclinée en deux sous-modalités : « Oui_0 » et « Oui_1 ».

Se reporter à **Annexe n° 2** pour connaître leur répartition dans les plans de mobilité couvrant les villes-centres.

À noter que la modalité « Non : pas de mesure » n'a pas été recensée pour cette variable. Autrement dit, tous les plans pour lesquels on a pu recenser l'information ont pris des mesures en faveur de la sécurité des piétons.

6. Mesures pour la sécurité des deux-roues motorisés

Variable	Source	Complétude	Construction	Modalités
Mesures dans le plan pour la sécurité des 2RM	Grille de lecture PDM	1987-2017	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation à la sécurité routière notamment à destination des jeunes, dans les collèges et lycées - Études pour une meilleure connaissance des 2RM, guide sur les amgt de sécurité avec pbtq 2RM - Mesures de réduction de la vitesse par des aménagements de voirie et répression - Mesures pour limiter les obstacles Non prise en compte des mesures de réglementation du stationnement 2RM pour éviter les conflits avec les piétons Prise en compte des mesures où mention explicite à destination des 2RM	Pas de plan Non : pas de mesure Oui : mesure NR : non renseigné

Note : 2RM : deux-roues motorisés.

Tableau 14 : Construction de la mesure 6

Se reporter à **Annexe n° 2** pour connaître leur répartition dans les plans de mobilité couvrant les villes-centres.

7. Mesures pour la sécurité des jeunes

Variable	Source	Complétude	Construction	Modalités
Mesures dans le plan pour la sécurité des jeunes	Grille de lecture PDM	1987-2017	<ul style="list-style-type: none"> - Campagnes de sensibilisation/communisation SR à destination des jeunes, incluant les pdes, vélobus et pedibus - Sécurisation de la voirie aux abords des écoles (création d'aménagements de sécurité/zones apaisées, de cheminements piétons pour accéder aux écoles, diagnostics sécurité autour des écoles, lutte contre le stationnement sauvage aux abords des écoles) - Sécurisation pratiques dépl jeunes (roller) Prise en compte des mesure de sécurisation de la voirie où mention explicite des abords des établissements scolaires	Pas de plan Non : pas de mesure Oui_1 : sensibilisation des jeunes à la SR (pedibus, velobus, campagnes de communication/sensibilisation) Oui_2 : sécurisation accès école par des aménagements (aménagement de sécurité, cheminements piétons, diag SR accès école) Oui_3 : sensibilisation + sécurisation accès école NR : non renseigné

Note : SR : sécurité routière.

Tableau 15 : Construction de la mesure 7

L'existence de la mesure est déclinée en trois sous-modalités : « Oui_1 », « Oui_2 » et « Oui_3 ».

Se reporter à **Annexe n° 2** pour connaître leur répartition dans les plans de mobilité couvrant les villes-centres.

1.3.4 Transformation des variables pour une meilleure lisibilité des résultats

Parmi les 12 variables relatives aux politiques de mobilité et de sécurité routière, 8 sont des variables qualitatives dont les modalités subissent des transformations. L'objectif est d'améliorer la lisibilité des résultats de ces variables lors des tests dans les modèles mais aussi d'identifier les villes qui s'impliquent fortement dans les mesures considérées.

Tout d'abord, la modalité « Pas de plan » est fusionnée avec la modalité « Non : pas de mesure » lorsque celle-ci existe (modalité inexistante pour la variable « piet ») pour créer une modalité de

référence « 0_non ». Par conséquent, il n'y a pas plus de distinction entre l'absence de plan et l'absence de mesures. Le parti pris est que si la mesure n'est pas prise dans un plan, alors elle n'est pas prise par ailleurs. Autrement dit, l'absence de plan conditionnerait l'absence de mesures prises en matière de mobilité et de sécurité routière dans la ville-centre.

Puis, pour 5 variables, d'autres modalités sont agrégées avec la modalité de référence « 0_non » et modifient sa signification (*voir Tableau 16*) :

- **prog_action** (existence d'un plan de mobilité selon le niveau de programmation des actions) : agrégation des modalités « Oui niv0,0 », « Oui niv0,5 », « Oui niv1,0 » et « Oui niv1,5 » avec la modalité « 0_non » pour distinguer la modalité la plus extrême « Oui niv2,0 » concernant 40,7 % des plans pour lesquels on a pu renseigner cette variable (*voir Annexe n° 2*). La modalité de référence « 0_non » correspond donc à l'absence de plan ou à l'existence d'un plan avec un niveau de programmation des actions qui n'est pas optimal selon les critères choisis (*voir plus haut la construction de la variable*).
- **etudeSR** (mesures dans le plan pour une meilleure connaissances des enjeux de sécurité routière sur les territoire) : agrégation de la modalité « Oui_0 » avec la modalité « 0_non » pour distinguer la modalité « Oui_1 » correspondant à la présence de mesures plus fortes en matière d'analyse de la sécurité routière et concernant 58,3 % des plans pour lesquels on a pu renseigner cette variable (*voir Annexe n° 2*).
- **ptnoir** (mesures dans le plan pour sécurisation des zones dangereuses et points noirs) : agrégation de la modalité « Oui_0 » avec la modalité « 0_non » pour distinguer la modalité « Oui_1 » qui correspond plus spécifiquement à l'identification et au traitement des zones/axes identifiés comme points noirs accidentogènes. Cette modalité concerne 69,8 % des plans pour lesquels on a pu renseigner cette variable (*voir Annexe n° 2*).
- **piet** (mesures dans le plan pour la sécurité des piétons) : agrégation de la modalité « Oui_0 » avec la modalité « 0_non » pour distinguer la modalité « Oui_1 » qui correspond spécifiquement à la poursuite, mise en œuvre, lancement ou projet d'un document-cadre/guide technique. Cette modalité concerne 86,9 % des plans pour lesquels on a pu renseigner cette variable (*voir Annexe n° 2*).
- **jeun** (mesures dans le plan pour la sécurité des jeunes) : agrégation des modalités « Oui_1 » et « Oui_2 » avec la modalité « 0_non » pour distinguer la modalité « Oui_3 » qui correspond à combinaison de mesures de sensibilisation et de sécurisation des accès aux établissements scolaires. Cette modalité concerne 52,9 % des plans pour lesquels on a pu renseigner cette variable (*voir Annexe n° 2*).

Enfin, concernant la variable **contrôle** (mesures dans le plan pour renforcer ou améliorer le contrôle exercé par les forces de l'ordre), la modalité « 1_oui » agrège toutes les sous-modalités « Oui_0 », « Oui_1 », « Oui_2 » et « Oui_3 » pour représenter 80 % des plans pour lesquels on a pu renseigner cette variable (*voir Annexe n° 2*). La modalité de référence « 0_non » est restée inchangée parce que l'agrégation de sous-modalités avec « 0_non » est délicat : il est difficile de hiérarchiser les sous-modalités entre elles et de distinguer exclusivement la modalité « Oui_3 » correspondant à la mesure la plus forte et représentant seulement 28,7 % des plans pour lesquels on a pu renseigner cette variable (*voir Annexe n° 2*).

Variable	Titre	Modalités	Modalités agrégées
prog_action	Existence d'un plan de mobilité selon le niveau de programmation des actions (financement et indicateurs de suivi)	Pas de plan Oui niv0,0 : aucun critère rempli Oui niv0,5 : 1 critère rempli -0,5 Oui niv1,0 : 1 critère rempli Oui niv1,5 : 2 critères remplis -0,5 Oui niv2,0 : 2 critères remplis NR : non renseigné	0_non : pas de plan + 'Oui niv0,0' + 'Oui niv0,5' + 'Oui niv1,0' + 'Oui niv1,5' 1_oui_fort : 'Oui niv2,0' NA : non renseigné
renf_oda	Mesures dans le plan pour pérenniser/renforcer l'observatoire des accidents existant	Pas de plan Non : pas de mesure Oui : mesure NR : non renseigné	0_non : pas de plan + pas de mesure 1_oui : mesure NA : non renseigné
etudeSR	Mesures dans le plan pour une meilleure connaissance des enjeux de sécurité routière sur le territoire	Pas de plan Non : pas de mesure Oui_0 : Mesures plus de suivi que d'analyse de la SR Oui_1 : Mesures d'analyse de la SR NR : non renseigné	0_non : pas de plan + pas de mesure + Oui_0 1_oui_fort : Oui_1 NA : non renseigné
controle	Mesures dans le plan pour renforcer ou améliorer le contrôle exercé par les forces de l'ordre	Pas de plan Non : pas de mesure Oui_0 : mesure globale de répression/contrôle conduite ou autre mesure (contrôle circulation PL) Oui_1 : mesure de contrôle stationnement/aire de livraison Oui_2 : mesure de contrôle vitesse Oui_3 : combinaison de plusieurs types de mesures (stat + vitesse principalement, mais aussi stat + mesure globale conduite, stat + autre circulation PL) NR : non renseigné	0_non : pas de plan + pas de mesure 1_oui : Oui_0 + Oui_1 + Oui_2 + Oui_3 NA : non renseigné
ptnoir	Mesures dans le plan pour sécurisation zones dangereuses et points noirs	Pas de plan Non : pas de mesure Oui_0 : mesure pour améliorer la sécurité (réaménagement, réduction de vitesse) d'un axe ou d'un ensemble de zones (entrée de ville, passage à niv) non clairement identifié clairement comme accidentogène (mesure plutôt préventive) Oui_1 : mesure d'identification et de traitement des zones/axes identifiés comme pts noirs/accidentogènes NR : non renseigné	0_non : pas de plan + pas de mesure + Oui_0 1_oui_fort : Oui_1 NA : non renseigné
piet	Mesures dans le plan pour la sécurité des piétons	Pas de plan Oui_0 : mesures pour sécuriser la pratique de la marche sans élaboration de document-cadre/guide technique Oui_1 : mesures avec poursuite, mise en œuvre, lancement ou projet d'un document-cadre/guide technique NR : non renseigné	0_non : pas de plan + Oui_0 1_oui_fort : Oui_1 NA : non renseigné
deuxrm	Mesures dans le plan pour la sécurité des 2RM	Pas de plan Non : pas de mesure Oui : mesure NR : non renseigné	0_non : pas de plan + pas de mesure 1_oui : mesure NA : non renseigné
jeun	Mesures dans le plan pour la sécurité des jeunes	Pas de plan Non : pas de mesure Oui_1 : sensibilisation des jeunes à la SR (pedibus, velobus, campagnes de communication/sensibilisation) Oui_2 : sécurisation accès école par des aménagements (aménagement de sécurité, cheminements piétons, diag SR accès école) Oui_3 : sensibilisation + sécurisation accès école NR : non renseigné	0_non : pas de plan + pas de mesure + Oui_1 + Oui_2 1_oui_fort : Oui_3 NA : non renseigné

Tableau 16 : Synthèse des transformations des 8 variables relatives aux politiques de mobilité et de sécurité routière

1.4 La construction des variables des autres paramètres

1.4.1 La morphologie urbaine

Variable	Variable	Source	Complétude	Unité	Construction
densite	Densité de la vc	Population de la vc : - Fichiers INSEE exploitation principale : 1982 ; 1990 ; 1999 ; 2006-2017 - Estimation par interpolation linéaire : 1987-89 ; 1991-98 ; 2000-05 Superficie de la vc : - Fichier INSEE Géographie communale au 01/01/2019	1987-2017	nb habitants/ha ²	Population / superficie
intensite_urb	Intensité urbaine de la vc	Population de la vc : - Fichiers INSEE exploitation principale : 1982 ; 1990 ; 1999 ; 2006-2017 - Estimation par interpolation linéaire : 1987-89 ; 1991-98 ; 2000-05 Nb actifs occupés de 25-54 ans au lieu de travail (la vc) : - Fichiers INSEE exploitation complémentaire : 1982 ; 1990 ; 1999 ; 2006-2017 - Estimation par interpolation linéaire : 1987-89 ; 1991-98 ; 2000-05 Superficie de la vc : - Fichier INSEE Géographie communale au 01/01/2019	1987-2017	(nb emplois + habitants)/ha ²	(population + emplois) / superficie Nombre d'emplois = nb actifs occupés de 25-54 ans au lieu de travail (la vc)

Note : vc : ville-centre

Tableau 17 : Construction des variables de la morphologie urbaine

Pour déterminer le nombre d'emplois de la ville-centre, la variable utilisée est le nombre d'actifs occupés de 25-54 ans au lieu de travail car elle est construite à partir de séries de recensement INSEE homogènes pour cette tranche d'âge.

1.4.2 La socio-démographie

Variable	Source	Complétude	Unité	Construction
Indice de jeunesse de la vc	Nb de jeunes de 0-19 ans et de seniors de 65 ans et plus de la vc : - Fichiers INSEE exploitation complémentaire : 1982 ; 1990 ; 1999 - Fichiers INSEE exploitation principale : 2006-17 - Estimation par interpolation linéaire : 1987-89 ; 1991-98 ; 2000-05	1987-2017	nb jeunes pour 100 seniors	Nombre de jeunes 0-19 ans / nombre de seniors de 65 ans et plus * 100
Part de jeunes 0-19 ans dans la population de la vc	Nb de jeunes de 0-19 ans de la vc : - Fichiers INSEE exploitation complémentaire : 1982 ; 1990 ; 1999 - Fichiers INSEE exploitation principale : 2006-17 - Estimation par interpolation linéaire : 1987-89 ; 1991-98 ; 2000-05 Population de la vc : - Fichiers INSEE exploitation principale : 1982 ; 1990 ; 1999 ; 2006-2017 - Estimation par interpolation linéaire : 1987-89 ; 1991-98 ; 2000-05	1987-2017	Pourcentage	Nombre de jeunes 0-19 ans / population * 100
Part de seniors 65 ans et plus dans la population de la vc	Nb de seniors de 65 ans et plus de la vc : - Fichiers INSEE exploitation complémentaire : 1982 ; 1990 ; 1999 - Fichiers INSEE exploitation principale : 2006-17 - Estimation par interpolation linéaire : 1987-89 ; 1991-98 ; 2000-05 Population de la vc : - Fichiers INSEE exploitation principale : 1982 ; 1990 ; 1999 ; 2006-2017 - Estimation par interpolation linéaire : 1987-89 ; 1991-98 ; 2000-05	1987-2017	Pourcentage	Nombre de seniors de 65 ans et plus / population * 100

Note : vc : ville-centre

Tableau 18 : Construction des variables de la socio-démographie

La variable indice de jeunesse est transformée en la multipliant par 100 pour obtenir des valeurs supérieures à 1 et comparables à celles des autres variables dans les modèles. Elle doit donc s'interpréter comme le nombre de jeunes pour 100 seniors de la ville-centre.

1.4.3 La socio-économie

Variable	Source	Complétude	Unité	Construction
Taux de couverture de l'emploi	<p>Nb actifs occupés de 25-54 ans au lieu de travail (la vc) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fichiers INSEE exploitation complémentaire : 1982 ; 1990 ; 1999 ; 2006-2017 - Estimation par interpolation linéaire : 1987-89 ; 1991-98 ; 2000-05 <p>Nb actifs occupés de 25-54 ans résidents de la vc :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fichiers INSEE exploitation complémentaire : 1982 ; 1990 ; 1999 ; 2011-12 ; 2016-17 - Fichiers INSEE exploitation principale : 2008-10 ; 2013-15 - Estimation par interpolation linéaire : 1987-89 ; 1991-98 ; 2000-05 	1987-2017	Nb emplois pour 100 actifs occupés	<p>Nb emplois de la vc / nb actifs occupés de 25-54 ans résidents de la vc *100</p> <p>Nombre d'emplois = nb actifs occupés de 25-54 ans au lieu de travail (la vc)</p>
Taux de chômage	<p>Nb de chômeurs et d'actifs de 25-54 ans de la vc :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fichiers INSEE exploitation complémentaire : 1982 ; 1990 ; 1999 ; 2011-12 ; 2016-17 - Fichiers INSEE exploitation principale : 2008-10 ; 2013-15 - Estimation par interpolation linéaire : 1987-89 ; 1991-98 ; 2000-05 	1987-2017	Pourcentage	Nb de chômeurs de 25-54 ans / nb d'actifs de 25-54 ans * 100
Part d'actifs dans la population	<p>Nb d'actifs de 25-54 ans de la vc :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fichiers INSEE exploitation complémentaire : 1982 ; 1990 ; 1999 ; 2011-12 ; 2016-17 - Fichiers INSEE exploitation principale : 2008-10 ; 2013-15 - Estimation par interpolation linéaire : 1987-89 ; 1991-98 ; 2000-05 <p>Population de la vc :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fichiers INSEE exploitation principale : 1982 ; 1990 ; 1999 ; 2006-2017 - Estimation par interpolation linéaire : 1987-89 ; 1991-98 ; 2000-05 	1987-2017	Pourcentage	Nb d'actifs de 25-54 ans / population * 100
Capacité de l'AOM à laquelle appartient la vc à investir dans les TC, rapportée la population de son RT	<p>VT net et population du RT de l'AOM à laquelle appartient la ville-centre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cerema, Enquêtes TCU - Estimation par interpolation linéaire pour les années manquantes entre 1995 et 2017 <p>Conversion en euros constants par rapport à 2015 :</p> <p>Fichier INSEE Indice des prix à la consommation</p>	1995-2017	Euros constants par habitant	VT net / population du RT
Richesse économique du RT de l'AOM à laquelle appartient la vc	<p>VT net et taux du VT appliqué par l'AOM à laquelle appartient la ville-centre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cerema, Enquêtes TCU - Estimation par interpolation linéaire pour les années manquantes entre 1995 et 2017 <p>Conversion en euros constants par rapport à 2015 :</p> <p>Fichier INSEE Indice des prix à la consommation</p>	1995-2017	Millions d'euros constants pour un taux de VT de 1%	VT net / taux VT appliqué par l'AOM

Note : vc : ville-centre ; RT : ressort territorial ; AOM : autorité organisatrice de mobilité

Tableau 19 : Construction des variables de la socio-économie

La variable taux de couverture de l'emploi est transformée en la multipliant par 100 pour obtenir des valeurs supérieures à 1 et comparables à celles des autres variables dans les modèles. Elle doit donc être interprétée comme le nombre d'emplois pour 100 actifs occupés de la ville-centre.

1.4.4 La mobilité

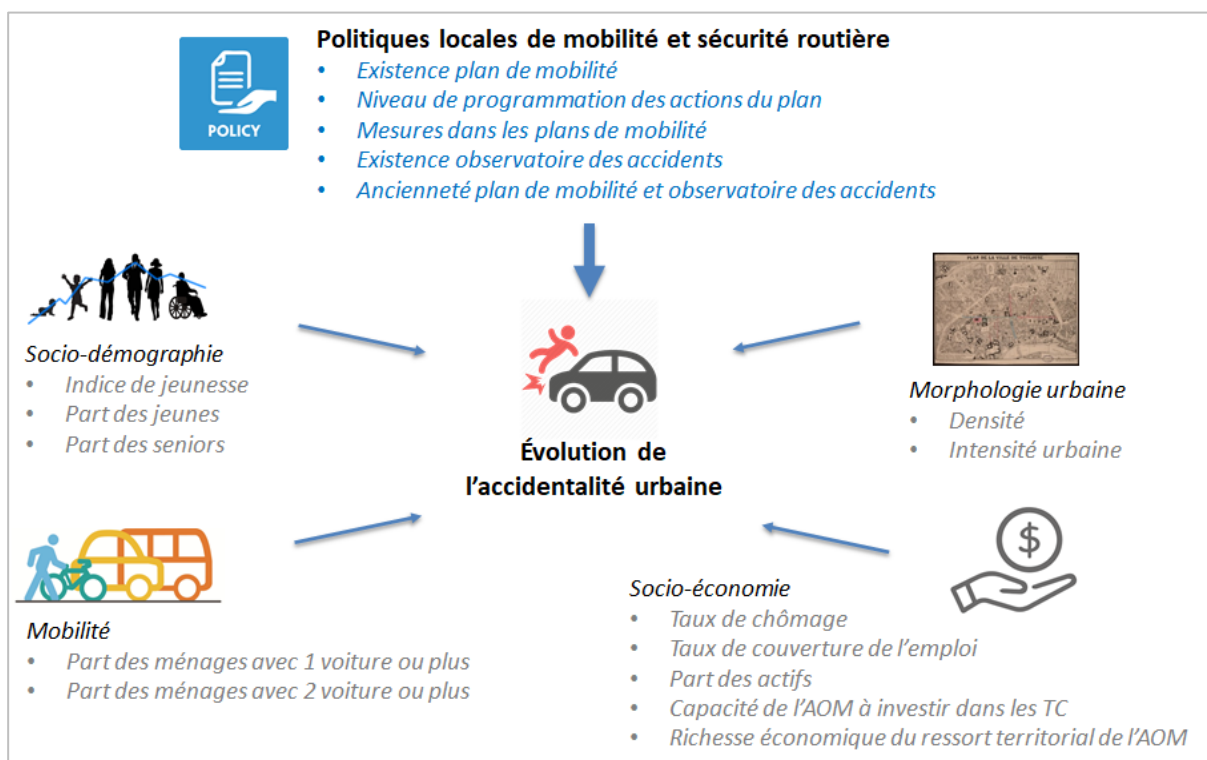
Variable	Source	Complétude	Unité	Construction
Part des ménages motorisés (1 voiture ou plus)	Nombre de ménages avec 1 voiture et plus et nombre de ménages total : - Fichiers INSEE exploitation complémentaire : 1982* - Fichiers INSEE exploitation principale : 1990* ; 1999 ; 2006-2017 - Estimation par interpolation linéaire : 1987-1989 ; 1991-98 ; 2000-05	1987-2017	Pourcentage	Nombre de ménages avec 1 voiture ou plus / nombre de ménages
Part des ménages avec 2 voitures ou plus	Nombre de ménages avec 2 voitures et plus et nombre de ménages total : - Fichiers INSEE exploitation complémentaire : 1982* - Fichiers INSEE exploitation principale : 1990* ; 1999 ; 2006-2017 - Estimation par interpolation linéaire : 1987-1989 ; 1991-98 ; 2000-05	1987-2017	Pourcentage	Nombre de ménages avec 2 voitures ou plus / nombre de ménages

* Données 1982 et 1990 extraites des bases obtenues via Adisp-Progedo : Recensement de la population 1982 : tableaux standards, INSEE (producteur), ADISP (diffuseur) ; Recensement de la population 1999 : tableaux références, INSEE (producteur), ADISP (diffuseur).

Tableau 20 : Construction des variables de la mobilité

1.5 Formulation du modèle opérationnel

Après avoir envisager les variables les plus pertinentes pouvant alimenter notre modèle théorique, et compte tenu des contraintes liées à la disponibilité des données et à la construction des variables, on peut formuler le modèle opérationnel suivant (figure 2) :



Notes de lecture : En bleu, les variables relatives aux politiques de mobilité et de sécurité routière dont on souhaite mesurer les effets sur l'accidentalité urbaine des villes-centres entre 1987 et 2017. En gris, les variables quantitatives caractérisant les villes-centres et participant à l'« écosystème » de l'accidentalité urbaine. AOM : autorité organisatrice de la mobilité ; TC : transports collectifs.

Figure 2 : Schématisation du modèle structurel opérationnel

Ce modèle servira de base pour faire tourner nos modèles économétriques. Avant de réaliser cette modélisation, il nous faut éliminer les éventuelles corrélations existantes entre les variables sélectionnées. C'est l'objet de la partie suivante.

1.6 L'analyse descriptive

Cette analyse est effectuée sur les 10 variables qualitatives et les 14 variables quantitatives, identifiées dans le modèle structurel opérationnel (voir 1.2). Elle est réalisée à partir du jeu de données portant sur l'ensemble des 70 villes-centres et sur les 31 années de 1987 à 2017 de notre étude (soit 2 170 lignes de données).

1.6.1 Les variables qualitatives

Le **Tableau 21** dresse la répartition de chacune des modalités des 10 variables qualitatives.

La colonne « Freqs » indique le nombre et la répartition de chaque modalité sur un total de 2 170 données hors valeurs manquantes.

La colonne « Missing » indique le nombre de valeurs manquantes et leur part sur un total de 2 170 données.

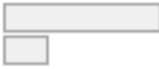

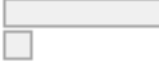
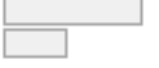
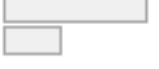
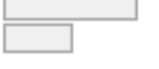
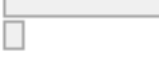
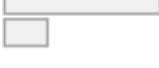
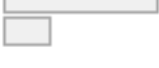

No	Variable	Stats / Values	Freqs (% of Valid)	Graph	Missing
1	oda [factor]	1. 0_non 2. 1_oui	1683 (77.6%) 487 (22.4%)		0 (0.0%)
2	plan [factor]	1. 0_non 2. 1_oui	1130 (52.1%) 1040 (47.9%)		0 (0.0%)
3	prog_action [factor]	1. 0_non 2. 1_oui_fort	1611 (86.6%) 249 (13.4%)		310 (14.3%)
4	controle [factor]	1. 0_non 2. 1_oui	1262 (68.3%) 585 (31.7%)		323 (14.9%)
5	ptnoir [factor]	1. 0_non 2. 1_oui_fort	1372 (71.7%) 542 (28.3%)		256 (11.8%)
6	piet [factor]	1. 0_non 2. 1_oui_fort	1245 (65.7%) 651 (34.3%)		274 (12.6%)
7	deuxrm [factor]	1. 0_non 2. 1_oui	1742 (90.7%) 179 (9.3%)		249 (11.5%)
8	jeun [factor]	1. 0_non 2. 1_oui_fort	1482 (78.0%) 417 (22.0%)		271 (12.5%)
9	etudeSR [factor]	1. 0_non 2. 1_oui_fort	1464 (76.9%) 440 (23.1%)		266 (12.3%)
10	renf_oda [factor]	1. 0_non 2. 1_oui	1951 (90.7%) 201 (9.3%)		18 (0.8%)

Tableau 21 : Répartition des modalités des variables qualitatives

Les différentes combinaisons de ces variables qualitatives définissent des types de plan distincts, par le biais des mesures politiques qui le constituent. Ainsi, deux villes ayant pris les mêmes mesures ont en pratique des PDU identiques.

Il est intéressant d'étudier les combinaisons de mesures les plus fréquentes, afin de voir celles qui sont le plus souvent associées, ainsi que celles qui sont peu discriminantes car prises dans une grande majorité de PDU. Si l'on distingue les différentes évolutions des PDU d'une même agglomération (notés « Nom_de_la_ville_numéro du PDU »), il y a 110 PDU différents, dont seuls 82 sont entièrement documentés dans nos données.

On effectue une analyse des correspondances multiples pour observer graphiquement les rapports entre variables qualitatives.

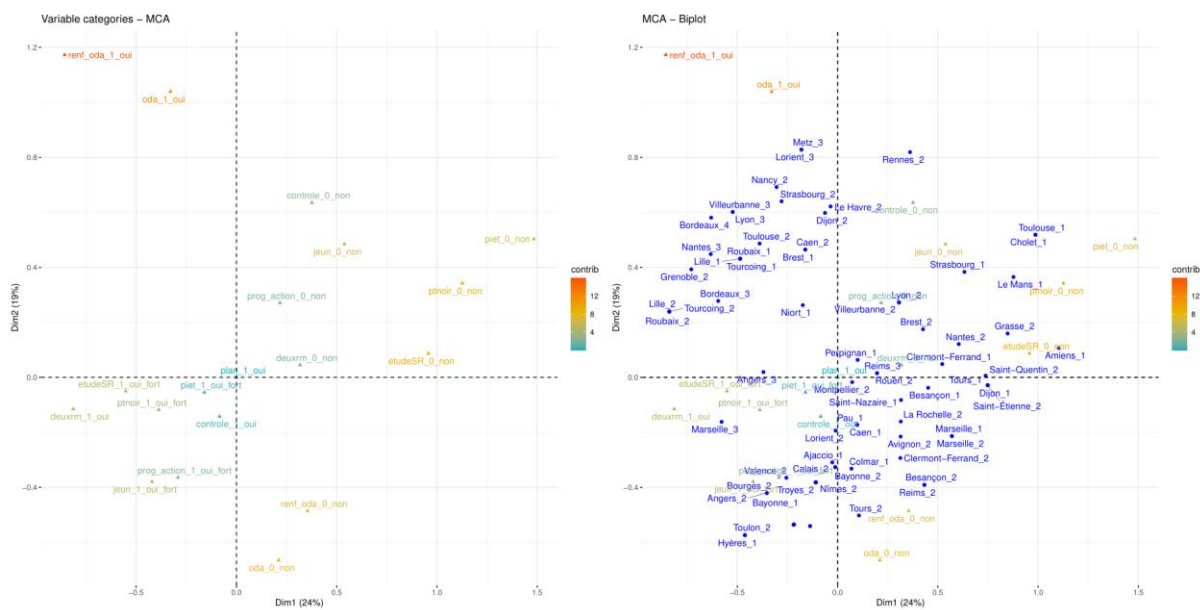


Figure 3 : Visualisation des liens entre les variables qualitatives constituant les PDU. Les modalités fréquemment associées apparaîtront proches sur le graphique de gauche. Les modalités discriminantes apparaissent aux marges, tandis que les modalités peu discriminantes apparaissent au centre. Des villes ayant des PDU constitués de mesures presque identiques apparaîtront proches sur le graphique de droite (identique au graphique de gauche mais avec l'ajout des PDU et de leur numéro, par exemple Toulouse_2 est le second PDU pris par la ville de Toulouse).

On notera la discrimination importante apportée par les variables oda et renf_oda (mise en place et renforcement d'un observatoire) qui permettent à elles seules de discriminer un groupe de PDU comprenant la mesure (groupe en haut à gauche sur le second graphique). L'axe horizontal discrimine les PDU incorporant des mesures de sécurité routière (études SR, mesures pour les 2RM, les jeunes, les points noirs) situés sur la moitié gauche, des PDU sans mesures de ce type qui sont situés sur la moitié droite. On peut ainsi noter que les évolutions successives des PDU tendent à les positionner vers le quadrant supérieur gauche, c'est-à-dire comme des PDU ayant pris de nombreuses mesures incluant la mise en place d'un observatoire.

On notera enfin que les mesures de contrôle, ou celles en faveur des piétons, sont peu discriminantes car situées au centre du graphique. En effet il s'agit des mesures les plus fréquemment prises dans les PDU (cf. tableau section 2 annexe 2), soit respectivement dans 80% et 86.9% des PDU.

1.6.2 Les variables quantitatives

Les graphiques de la **Figure 4** représentent l'évolution entre 1987 et 2017 des 14 variables quantitatives identifiées dans le modèle structurel opérationnel (voir 1.2), à partir du jeu de données portant sur l'ensemble des 70 villes-centres.

Les deux premiers graphiques représentent l'évolution des deux variables à expliquer :

- Le nombre de personnes tuées en agglomération, sur l'ensemble des 70 villes-centres ;
- Le nombre d'accidents corporels en agglomération sur 64 villes-centres (Beauvais, Chambéry, Dunkerque, Fréjus, La Roche-sur-Yon et Vannes ayant été retirées de l'échantillon pour des raisons de fiabilité, voir Livrable 1).

Le **Tableau 22** donne des indications sur la distribution de ces 10 variables.

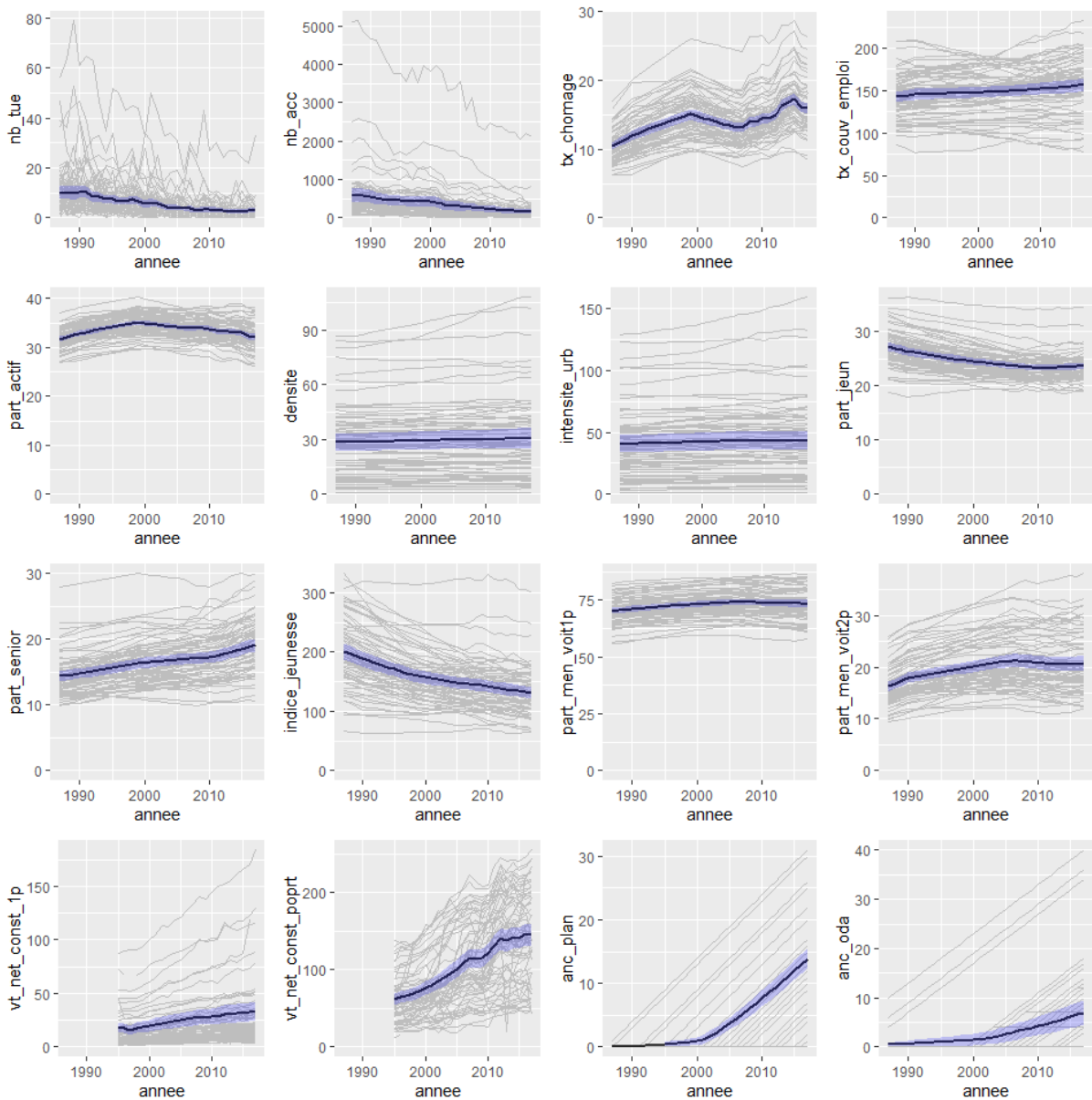


Figure 4 : Évolution et courbe moyenne des variables continues entre 1987 et 2017

nb_tue	nb_acc	tx_chomage	tx_couv_emploi
Min. : 0.000	Min. : 3.0	Min. : 6.23	Min. : 77.25
1st Qu.: 2.000	1st Qu.: 110.0	1st Qu.:11.56	1st Qu.:132.23
Median : 4.000	Median : 229.0	Median :13.63	Median :151.47
Mean : 5.753	Mean : 358.4	Mean :13.98	Mean :149.19
3rd Qu.: 7.000	3rd Qu.: 419.0	3rd Qu.:15.92	3rd Qu.:167.24
Max. :79.000	Max. :5129.0	Max. :28.62	Max. :232.19
part_actif	densite	intensite_urb	part_jeun
Min. :26.14	Min. : 0.6656	Min. : 0.8691	Min. :17.91
1st Qu.:32.12	1st Qu.: 13.6844	1st Qu.: 19.9678	1st Qu.:22.57
Median :33.66	Median : 26.9129	Median : 37.7024	Median :24.23
Mean :33.65	Mean : 29.4496	Mean : 42.1831	Mean :24.57
3rd Qu.:35.25	3rd Qu.: 39.2420	3rd Qu.: 55.4026	3rd Qu.:25.94
Max. :40.21	Max. :107.8112	Max. :158.6637	Max. :36.31
part_senior	indice_jeunesse	part_men_voit1p	part_men_voit2p
Min. : 9.95	Min. : 62.05	Min. :55.82	Min. : 9.36
1st Qu.:13.83	1st Qu.:124.29	1st Qu.:69.30	1st Qu.:16.21
Median :15.92	Median :151.99	Median :72.69	Median :18.69
Mean :16.52	Mean :158.47	Mean :72.92	Mean :19.82
3rd Qu.:18.66	3rd Qu.:181.20	3rd Qu.:76.49	3rd Qu.:22.77
Max. :29.97	Max. :332.34	Max. :86.72	Max. :38.08
vt_net_const_1p	vt_net_const_poprt	anc_plan	anc_oda
Min. : 1.137	Min. : 12.48	Min. : 0.000	Min. : 0.000
1st Qu.: 8.483	1st Qu.: 59.68	1st Qu.: 0.000	1st Qu.: 0.000
Median : 15.209	Median : 90.85	Median : 0.000	Median : 0.000
Mean : 25.258	Mean :105.15	Mean : 4.038	Mean : 2.637
3rd Qu.: 27.306	3rd Qu.:147.19	3rd Qu.: 7.000	3rd Qu.: 0.000
Max. :183.807	Max. :254.70	Max. :31.000	Max. :40.000
NA :607	NA :592		

Tableau 22 : Description des variables quantitatives

1.7 La sélection

La sélection des variables est une étape préalable aux tests dans les modèles pour évaluer l'impact des mesures de mobilité et de sécurité routière sur l'évolution de l'accidentalité des villes-centres.

Elle consiste à rechercher les liens potentiels de corrélation entre les variables pour ne retenir finalement que les variables les plus porteuses en termes d'information.

Cette démarche est réalisée pour les variables quantitatives uniquement. Pour les variables qualitatives, on ne procède pas à une sélection, considérant que l'ensemble des variables

correspondant aux mesures dans les plans de mobilité ainsi que la variable sur l'existence d'un observatoire des accidents méritent d'être testées pour en évaluer leurs effets.

Dans un premier temps, l'analyse en composantes principales (ACP) réalisée avec le package FactoMineR dans R² permet d'obtenir une visualisation en deux dimensions (plan en deux composantes principales³) de l'impact des variables quantitatives sur la distribution des villes-centres dans notre échantillon.

Cette ACP est réalisée sur l'ensemble des années et pour les 2 jeux de données :

- Le jeu de données portant sur l'ensemble des 70 villes-centres, construit pour expliquer la variable : le nombre de personnes tuées en agglomération ;
- Le jeu de données portant sur les 64 villes-centres, construit pour expliquer la variable : le nombre d'accidents corporels en agglomération.

Sur ces plans (voir **Figure 5** et **Figure 6**), il est possible de visualiser les variables étirant l'échantillon dans le même sens, comme `part_jeun` (part des jeunes dans la population) et `indice_jeunesse` (indice de jeunesse) par exemple, et qui seraient donc corrélées positivement entre elles. À l'inverse, les variables qui s'opposent entre elles selon l'axe horizontal (dimension 1) ou vertical (dimension 2) seraient corrélées négativement. C'est le cas par exemple des variables `part_men_voit1p` (part de ménages avec une voiture ou plus) et `part_men_voit2p` (part des ménages avec 2 voitures ou plus) qui s'opposent aux variables `densite` (densité de population) et `intensite_urb` (intensité urbaine) selon la dimension 2.

Pour identifier plus précisément les liens de corrélation entre ces variables, on a recours dans un deuxième temps à une classification hiérarchique ascendante réalisée avec le package `ClustOfVar`. Il s'agit d'une méthode de classification par arbres de décision, que l'on applique à la matrice de corrélation des variables (en lieu et place d'une matrice de distances, la corrélation étant ici interprétée comme une distance entre variables). Elle permet d'obtenir une autre forme de visualisation, un dendrogramme, à partir duquel il est possible d'identifier des groupes de variables proches entre elles (au sens de la corrélation) pour les deux jeux de données.

À partir de ces deux dendrogrammes (voir **Figure 7** et **Figure 9**), 5 groupes peuvent être identifiés pour le jeu de données des 70 villes-centres et 6 pour celui de 64 villes-centres.

Ces groupes sont décrits selon deux critères (voir **Figure 8** et **Figure 10**) :

- « Correlation » : c'est la corrélation entre la variable et la première composante principale de l'ACP. Cela renseigne sur la qualité de la représentation de cette variable sur le premier plan de l'ACP (plus c'est proche de 1, plus le vecteur de la variable est proche du plan, elle est donc bien représentée par le plan). Le signe de la corrélation indique le sens de la relation.
- « Squared loading » : le carré de cette corrélation.

Il ressort que 4 groupes sont en commun et on retiendra pour ces derniers les 4 variables suivantes : `indice_jeunesse` (indice de jeunesse plus proche de 1), `tx_couv_emploi` (taux de couverture de l'emploi), `tx_chomage` (taux de chômage) et `intensite_urb` (intensité urbaine plus proche de 1).

² R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

³ Les deux composantes principales sont les deux premières dimensions pour lesquelles une variabilité maximale est observée pour le jeu de données. Chaque composante étant une combinaison linéaire des variables initiales. Les composantes principales sont indépendantes par construction et définissent un plan 2D pour lequel la variabilité des données est maximale, et qui est par conséquent adapté à une visualisation des données.

Les 4 variables restantes, *anc_plan* (ancienneté de l'existence d'un plan), *anc_oda* (ancienneté de l'existence d'un observatoire des accidents), *vt_net_const_poprt* (capacité de l'AOM à laquelle appartient la ville-centre à investir dans les TC rapportée à la population de son RT) et *vt_net_const_1p* (richesse économique du RT de l'AOM à laquelle appartient la ville-centre) sont toutes impactées par l'effet du temps (l'ancienneté). Elles sont corrélées entre elles mais avec des liens de corrélation différents selon la taille du jeu de données. Pour simplifier la démarche, on fera la même sélection de variables pour les 2 jeux de données. On fait le choix de retenir non pas une seule mais 2 variables, tout en gardant à l'esprit pour l'interprétation des modèles qu'elles sont potentiellement proches. On retient *anc_oda* (ancienneté de l'existence d'un observatoire des accidents) et *vt_net_const_poprt* (capacité de l'AOM à laquelle appartient la ville-centre à investir dans les TC rapportée à la population de son RT) car elles sont un peu mieux représentées dans la construction du premier plan de l'ACP (corrélations plus proches de 1, voir **Figure 8** et **Figure 10**).

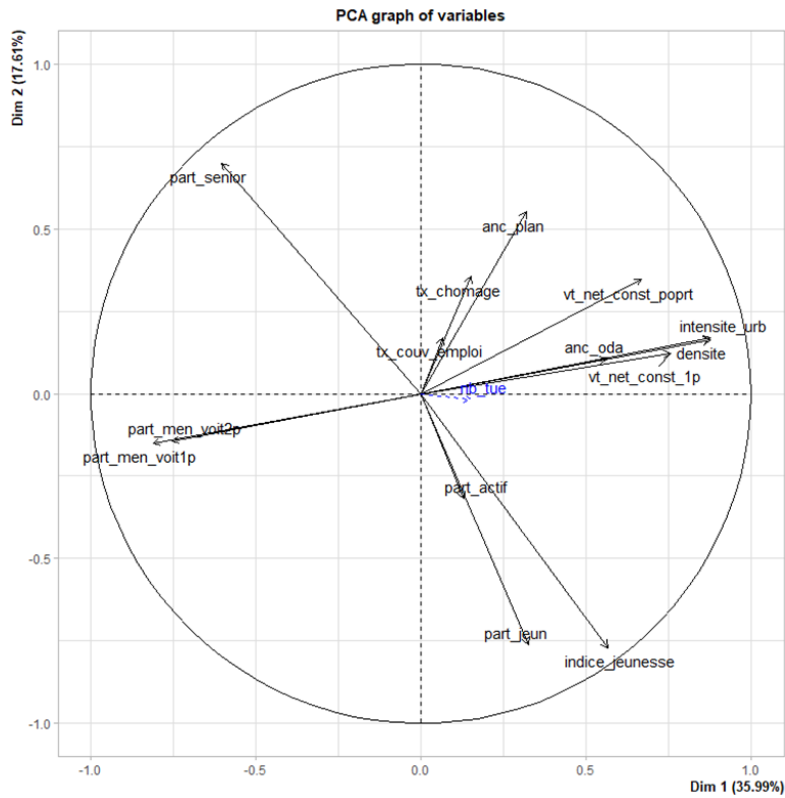


Figure 5 : Représentation des variables quantitatives et du nombre de personnes tuées (variable de référence en bleu) par une ACP

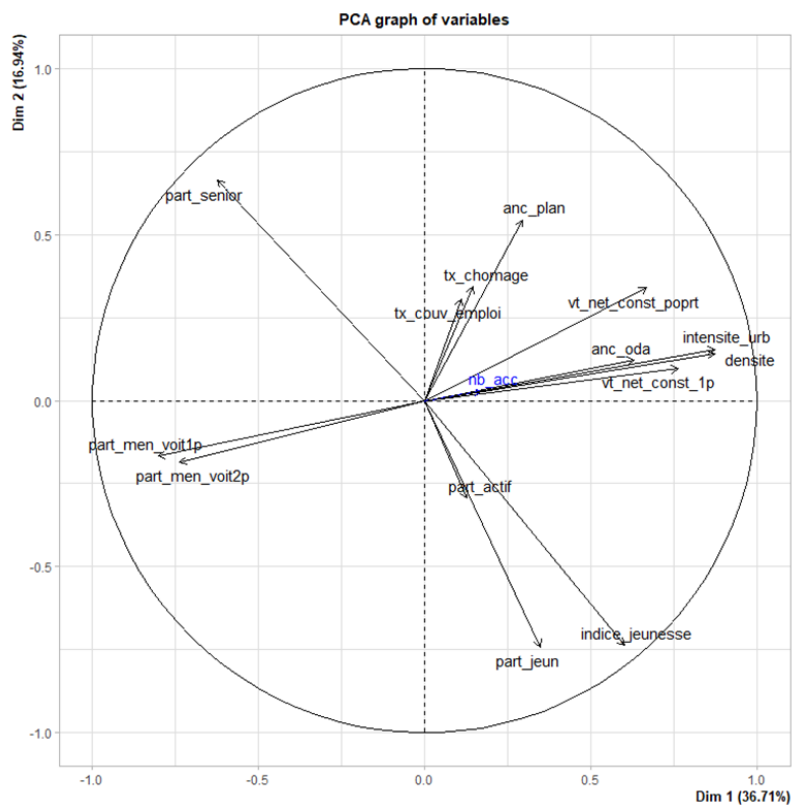


Figure 6 : Représentation des variables quantitatives et du nombre d'accidents (variable de référence en bleu) par une ACP

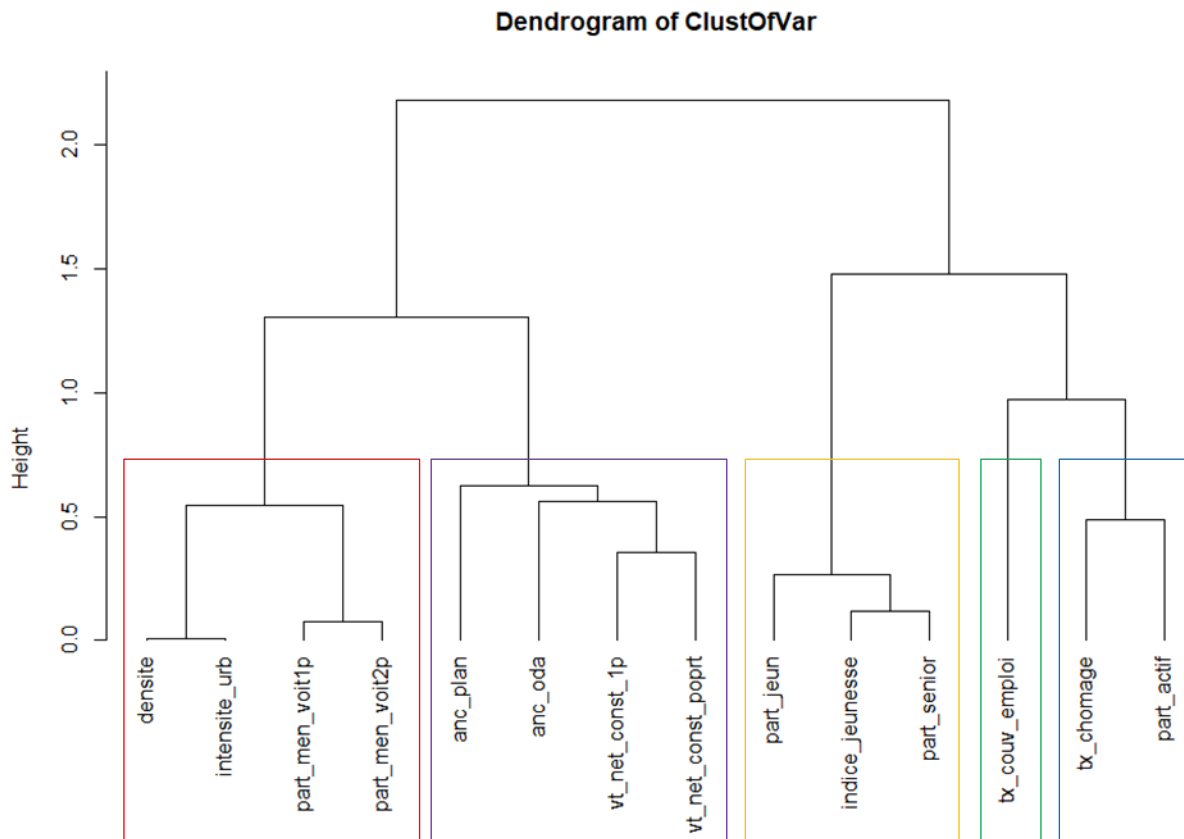


Figure 7 : Dendrogramme n°1 pour le jeu de données des 70 villes-centres

Description du groupe de variable 1

	treecutvarcluster1
squared loading	1
correlation	1

Description du groupe de variable 4

	squared loading	correlation
indice_jeunesse	0.9755945	-0.9877219
part_senior	0.8209186	0.9060456
part_jeun	0.8181078	-0.9044931

Description du groupe de variable 2

	squared loading	correlation
part_actif	0.7568795	0.8699882
tx_chomage	0.7568795	-0.8699882

Description du groupe de variable 5

	squared loading	correlation
vt_net_const_poprt	0.7313078	0.8702234
vt_net_const_1p	0.6679529	0.8328950
anc_oda	0.5525499	0.7433370
anc_plan	0.5082257	0.7128995

Description du groupe de variable 3

	squared loading	correlation
intensite_urb	0.8705671	0.9330418
densite	0.8592050	0.9269331
part_men_voit1p	0.8527410	-0.9234398
part_men_voit2p	0.7949264	-0.8915864

Figure 8 : Description des 5 groupes du dendrogramme n°1

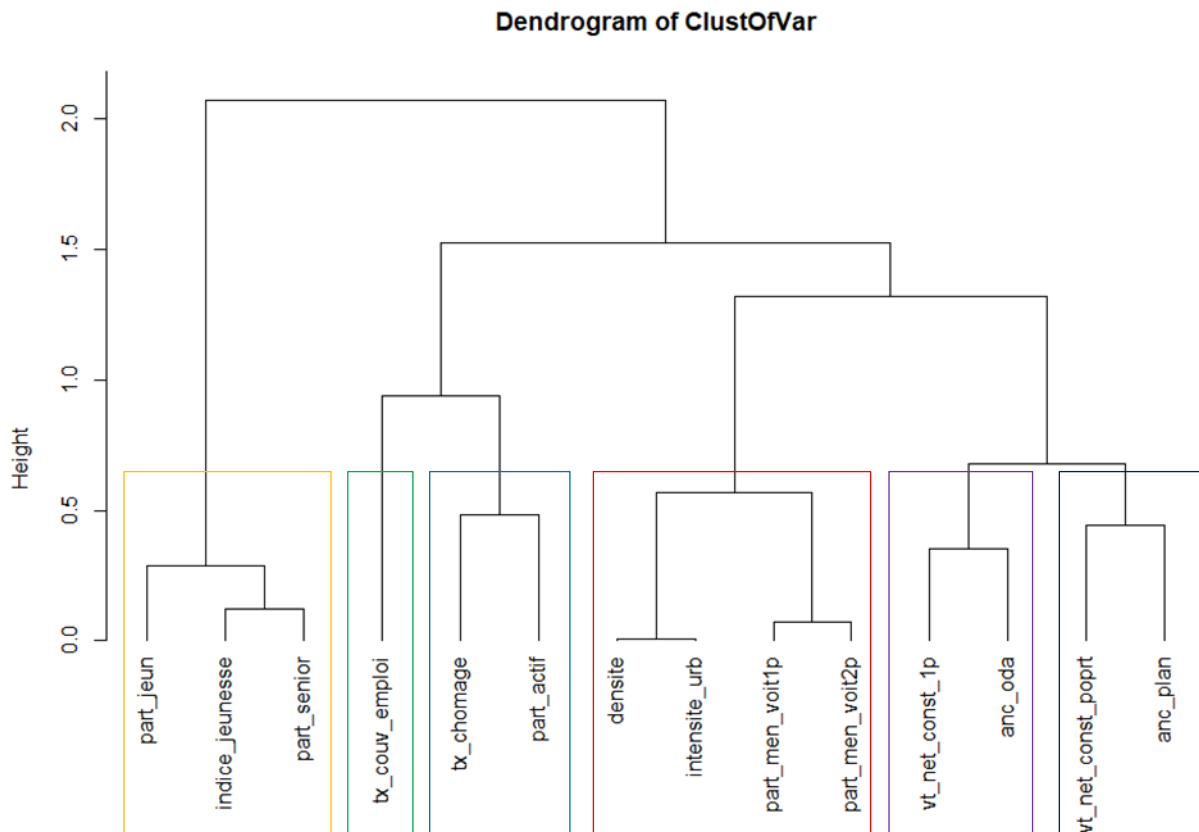


Figure 9 : Dendrogramme n°2 pour le jeu de données des 64 villes-centres

Description du groupe de variable 1

	treecutvarcluster1
squared loading	1
correlation	1

Description du groupe de variable 2

	squared loading	correlation
part_actif	0.7587876	-0.8710841
tx_chomage	0.7587876	0.8710841

Description du groupe de variable 3

	squared loading	correlation
intensite_urb	0.8658762	0.9305247
densite	0.8526689	0.9234007
part_men_voit1p	0.8458362	-0.9196935
part_men_voit2p	0.7894358	-0.8885020

Description du groupe de variable 4

	squared loading	correlation
indice_jeunesse	0.9757934	-0.9878225
part_senior	0.8119972	0.9011089
part_jeun	0.8048115	-0.8971129

Description du groupe de variable 5

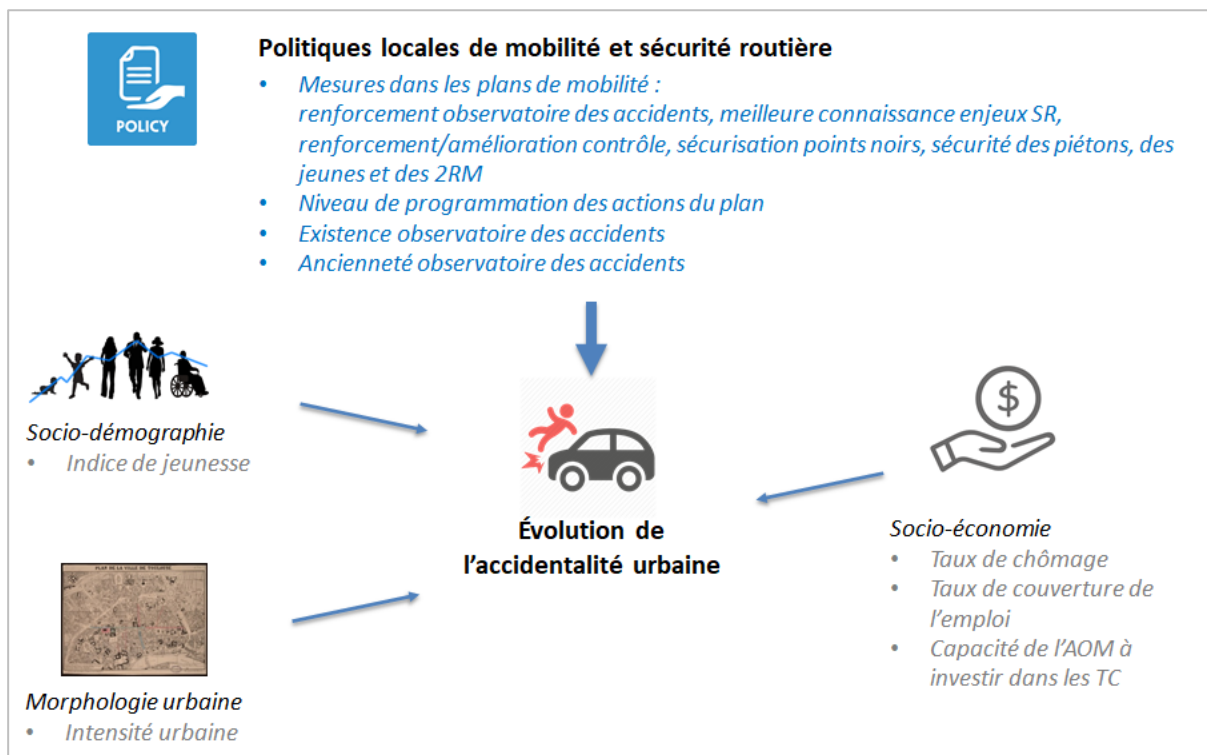
	squared loading	correlation
anc_oda	0.8226901	-0.9070227
vt_net_const_1p	0.8226901	-0.9183051

Description du groupe de variable 6

	squared loading	correlation
vt_net_const_poprt	0.7786638	-0.9087521
anc_plan	0.7786638	-0.8824193

Figure 10 : Description des 6 groupes du dendrogramme n°2

À l'issue de cette étape de sélection des variables quantitatives, on peut désormais préciser les variables retenues pour le modèle estimé (voir Figure 11).



Note de lecture : En **bleu**, les variables relatives aux politiques de mobilité et de sécurité routière dont on souhaite mesurer les effets sur l'accidentalité urbaine des villes-centres entre 1987 et 2017. En **gris**, les variables quantitatives caractérisant les villes-centres et participant à l'« écosystème » de l'accidentalité urbaine.

SR : sécurité routière ; 2RM : deux-roues motorisés ; AOM : autorité organisatrice de la mobilité ; TC : transports collectifs.

Figure 11 : Schématisation du modèle structurel estimé

La variable « Existence d'un plan de mobilité » représentant la notion globale d'existence d'un plan de mobilité est retirée pour ne garder dans les modèles statistiques que les variables qui lui sont associées (les mesures). On conserve également la variable « Niveau de programmation des actions du plan de mobilité (financement et indicateurs de suivi) » qui permet de caractériser chaque plan.

Ce sont donc au total 15 variables, 9 qualitatives et 6 quantitatives (voir

Tableau 23) qui sont incluses dans des modèles pour évaluer leurs effets sur l'évolution du nombre d'accidents et de personnes tuées en agglomération dans les villes-centres entre 1987 et 2017 (voir **Les résultats**).

Variable	Titre	Unité/modalités	Type
indice_jeunesse	Indice de jeunesse de la vc	Nb jeunes pour 100 séniors	1_quanti
tx_couv_emploi	Taux de couverture de l'emploi	Nb emplois pour 100 actifs occupés	1_quanti
tx_chomage	Taux de chômage	Pourcentage	1_quanti
vt_net_const_popprt	Capacité de l'AOM à laquelle appartient la vc à investir dans les TC, rapportée la population de son RT	Euros constants par habitant	1_quanti
intensite_urb	Intensité urbaine de la vc	Nb emplois + habitants/ha2	1_quanti
anc_oda	Ancienneté de l'existence d'un observatoire des accidents couvrant la vc	Années	1_quanti
oda	Existence d'un observatoire des accidents couvrant la vc	0_non : pas d'observatoire 1_oui : observatoire	2_quali
prog_action	Niveau de programmation des actions du plan de mobilité (financement et indicateurs de suivi)	0_non : pas de plan + 'Oui niv0,0' + 'Oui niv0,5' + 'Oui niv1,0' + 'Oui niv1,5' 1_oui_fort : 'Oui niv2,0' NA : non renseigné	2_quali
renf_oda	Mesures dans le plan pour pérenniser/renforcer l'observatoire des accidents existant	0_non : pas de plan + pas de mesure 1_oui : mesure NA : non renseigné	2_quali
etudeSR	Mesures dans le plan pour une meilleure connaissance des enjeux de sécurité routière sur le territoire	0_non : pas de plan + pas de mesure + Oui_0 1_oui_fort : Oui_1 NA : non renseigné	2_quali
controle	Mesures dans le plan pour renforcer ou améliorer le contrôle exercé par les forces de l'ordre	0_non : pas de plan + pas de mesure 1_oui : Oui_0 + Oui_1 + Oui_2 + Oui_3 NA : non renseigné	2_quali
ptnoir	Mesures dans le plan pour sécurisation zones dangereuses et points noirs	0_non : pas de plan + pas de mesure + Oui_0 1_oui_fort : Oui_1 NA : non renseigné	2_quali
piet	Mesures dans le plan pour la sécurité des piétons	0_non : pas de plan + Oui_0 1_oui_fort : Oui_1 NA : non renseigné	2_quali
deuxrm	Mesures dans le plan pour la sécurité des 2RM	0_non : pas de plan + pas de mesure 1_oui : mesure NA : non renseigné	2_quali
jeun	Mesures dans le plan pour la sécurité des jeunes	0_non : pas de plan + pas de mesure + Oui_1 + Oui_2 1_oui_fort : Oui_3 NA : non renseigné	2_quali

Note : vc : ville-centre ; RT : ressort territorial ; AOM : autorité organisatrice de mobilité ; 2RM : deux-roues motorisés

Tableau 23 : Les 15 variables sélectionnées pour les tests dans les modèles

LES RESULTATS

1.8 Le choix du type de modèle

On teste la régression de Poisson, un modèle linéaire généralisé (GLM), adapté pour l'estimation des deux variables de type « comptage » que sont le nombre d'accidents et celui de personnes tuées en agglomération dans les villes-centres.

Ce type de régression est testé avec les deux jeux de données (64 villes-centres⁴ pour estimer le nombre d'accidents et 70 villes-centres pour estimer le nombre de personnes tuées) à partir des 15 variables sélectionnées, 6 variables quantitatives et 9 variables qualitatives (voir *Tableau 23*).

A l'issue des tests de régression de Poisson (voir **Annexe n° 2**), il ressort que cette régression n'est pas appropriée pour estimer le nombre d'accidents, en raison d'une forte dispersion (52,27) très supérieure à 1. Cela préside alors à utiliser un modèle quasi-Poisson pour la corriger.

Concernant l'estimation du nombre de personnes tuées, la régression de Poisson semble davantage appropriée : la dispersion est légèrement supérieure à 1 (1,4). On choisit alors de tester les deux types de régression, Poisson et quasi-Poisson, et de comparer leurs résultats.

1.9 Les effets des variables sélectionnées

1.9.1 Impacts sur l'évolution du nombre d'accidents en agglomération dans les 64 villes-centres

La régression de quasi-Poisson est menée avec les 15 variables sélectionnées (voir *tableau 24*) afin d'évaluer leurs impacts sur l'évolution du nombre d'accidents en agglomération dans les 64 villes-centres entre 1987 et 2017.

⁴ Pour rappel, le jeu de données des accidents porte sur 64 villes-centres car 6 villes (Beauvais, Chambéry, Dunkerque, Fréjus, La Roche-sur-Yon et Vannes) ont été retirées de l'échantillon pour des raisons de fiabilité (voir Livrable 1).

Glm 1 : test des 15 variables

```
glm1_acc <- glm(nb_acc ~ annee_num + oda + controle + ptnoir +
  piet + deuxrm + jeun + etudeSR + renf_oda + prog_action +
  tx_couv_emploi + tx_chomage + intensite_urb + indice_jeunesse +
  anc_oda + vt_net_const_popprt + offset(log(pop)), family = quasipoisson(link = "log"),
  data = data_acc.NA)
```

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-4.3151183	0.1312753	-32.8707678	0.0000000
annee_num	-0.0573475	0.0037091	-15.4613231	0.0000000
oda1_oui	-0.0144630	0.0412456	-0.3506562	0.7259125
controle1_oui	-0.1721978	0.0476295	-3.6153607	0.0003133
ptnoir1_oui_fort	0.2028796	0.0498226	4.0720369	0.0000499
piet1_oui_fort	-0.2656502	0.0451223	-5.8873310	0.0000000
deuxrm1_oui	0.0566218	0.0510984	1.1080937	0.2680603
jeun1_oui_fort	0.2652317	0.0464759	5.7068698	0.0000000
etudeSR1_oui_fort	-0.2073817	0.0477463	-4.3434046	0.0000153
renf_oda1_oui	-0.0952958	0.0654436	-1.4561509	0.1456324
prog_action1_oui_fort	-0.0635686	0.0467339	-1.3602257	0.1740334
tx_couv_emploi	-0.0024011	0.0005631	-4.2639023	0.0000218
tx_chomage	0.0026307	0.0044329	0.5934518	0.5529992
intensite_urb	0.0006082	0.0006070	1.0019252	0.3165971
indice_jeunesse	-0.0043294	0.0004066	-10.6467942	0.0000000
anc_oda	0.0063959	0.0037072	1.7252802	0.0847541
vt_net_const_popprt	0.0017777	0.0004508	3.9435240	0.0000853

Tableau 24 : Régression de quasi-Poisson sur 15 variables pour estimer le nombre d'accidents

Les variables non significatives, c'est-à-dire les variables qui ont une p-value supérieure à 0,05, sont retirées du modèle pour conserver un niveau de confiance de 95 %. Le retrait de ces variables est réalisé pas à pas, en commençant par écarter uniquement les variables qui ont une p-value très élevée, de manière à laisser la possibilité aux autres variables de redevenir éventuellement significatives lors des prochains tests (voir **Annexe n° 4** pour le détail des résultats des tests).

Après 5 itérations, (tableau 25), la régression identifie 9 variables toutes significatives en plus de la variable temporelle (annee_num).

Glm 5 : test de 9 variables

```
glm5_acc <- glm(nb_acc ~ annee_num + controle + ptnoir + piet +
  jeun + etudeSR + tx_couv_emploi + indice_jeunesse + anc_oda +
  vt_net_const_poprt + offset(log(pop)), family = quasipoisson(link = "log"),
  data = data_acc.NA)
```

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-4.1742038	0.1064608	-39.208828	0.0000000
annee_num	-0.0603159	0.0032999	-18.278091	0.0000000
controle1_oui	-0.1311450	0.0437811	-2.995468	0.0027998
ptnoir1_oui_fort	0.1906975	0.0466989	4.083553	0.0000475
piet1_oui_fort	-0.2265094	0.0404061	-5.605823	0.0000000
jeun1_oui_fort	0.2492075	0.0429852	5.797512	0.0000000
etudeSR1_oui_fort	-0.2659414	0.0434495	-6.120703	0.0000000
tx_couv_emploi	-0.0023705	0.0005384	-4.402924	0.0000117
indice_jeunesse	-0.0045057	0.0003929	-11.469201	0.0000000
anc_oda	0.0075612	0.0025753	2.936072	0.0033911
vt_net_const_poprt	0.0015284	0.0003697	4.133724	0.0000383

Tableau 25 : Résultats de la régression de quasi-Poisson pour estimer le nombre d'accidents

Pour évaluer l'effet de chacune des variables sur le nombre d'accidents des villes-centres, appelé « coefficient multiplicateur », chacun des « estimate » du tableau 25 sont convertis à partir de la formulation du modèle de quasi-Poisson. Il s'agit d'un GLM (modèle linéaire généralisé) de lien log : $\log(Y) = aX + b$, où a est le coefficient des variables de la régression. Pour obtenir la valeur estimée Y , on applique la fonction inverse du log, la fonction exponentielle : $Y = e^{(aX+b)}$.

Ainsi, par exemple, le coefficient multiplicateur de la variable contrôle (mesures dans le plan pour renforcer ou améliorer le contrôle des forces de l'ordre) correspond à $\exp^{-0.1311450} = 0,88$. L'effet estimé est alors une baisse de 12 % du nombre d'accidents (voir tableau 26).

Variable	Type	Coefficient multiplicateur	IC 95 %	Effet de la variable	IC 95 %
annee_num	Variable temporelle	0,94	[0,94;0,95]	-6%	[-6;-5]
controle1_oui	Mesures dans les plans	0,88	[0,8;0,96]	-12%	[-20;-4]
ptnoir1_oui_fort		1,21	[1,1;1,33]	21%	[10;33]
piet1_oui_fort		0,80	[0,74;0,86]	-20%	[-26;-14]
jeun1_oui_fort		1,28	[1,18;1,4]	28%	[18;40]
etudeSR1_oui_fort		0,77	[0,7;0,83]	-23%	[-30;-17]
tx_couv_emploi	Variables quantitatives	1,00	[1;1]	-0,24%	[-0,34;-0,13]
indice_jeunesse		1,00	[0,99;1]	-0,45%	[-0,53;-0,37]
anc_oda		1,01	[1;1,01]	0,76%	[0,25;1,27]
vt_net_const_poprt		1,00	[1;1]	0,15%	[0,08;0,23]

Note : IC 95 % : intervalle de confiance de 95 %.

Tableau 26 : Effets estimés des 10 variables par la régression de quasi-Poisson sur le nombre d'accidents en agglomération dans les villes-centres entre 1987 et 2017

Le **tableau 26** met en évidence trois types de résultat :

- L'effet du trend temporel (*annee_num*) est associé à une baisse annuelle moyenne de 6 % du nombre d'accidents en agglomération des villes-centres entre 1987 et 2017, toutes choses étant égales par ailleurs.
- L'effet de chacune des mesures prises dans les plans de mobilité doit être interprété comme un effet moyen de chaque mesure sur l'accidentalité des villes-centres concernées par rapport aux autres villes-centres qui n'ont pas pris cette mesure ou pris une mesure moins forte. Cette référence varie selon les mesures. Par exemple, l'effet moyen d'un plan avec des mesures fortes pour la sécurité des piétons (*piet1_oui_fort*) avec un document-cadre/guide technique (*voir Tableau 16 pour la construction de la variable*) est associé à un nombre d'accident en agglomération inférieur en moyenne de 20 % comparativement à une ville qui n'aurait pas pris la mesure ou pris des mesures moins fortes, toutes choses étant égales par ailleurs.
- L'effet de chacune des variables quantitatives caractérisant les villes-centres : il s'agit de la variation moyenne du nombre d'accidents associée à une augmentation d'une unité de chacune de ces variables. Par exemple, considérons la variable du taux de couverture de l'emploi. Cette variable traduit l'augmentation des chances qu'un actif occupé dans la ville centre possède un emploi dans la ville centre, autrement dit les chances qu'il soit géographiquement proche de son emploi. Une unité du taux de couverture supplémentaire de l'emploi (*voir Tableau 19 pour la construction de tx_couv_emploi*), soit un emploi pour 100 actifs occupés en plus dans une ville-centre se traduit par un nombre significatif d'accidents en moins (-0.24 %), toutes choses égales par ailleurs. Ainsi, 10 emplois supplémentaires pour 100 actifs occupés d'une ville-centre se traduirait par un nombre d'accidents inférieur de 2,4% en moyenne en agglomération, toutes choses étant égales par ailleurs.

Les effets de ces 10 variables sont multiplicatifs entre eux. Ils sont interprétés et comparés aux autres modèles (*voir 1.9.3*).

1.9.2 Impacts sur l'évolution du nombre de personnes tuées en agglomération dans les 70 villes-centres

Les régressions de type quasi-Poisson et Poisson sont menées avec les 15 variables sélectionnées (*voir tableau 27*) pour évaluer leurs impacts sur l'évolution de la mortalité en agglomération dans les 70 villes-centres entre 1987 et 2017.

1. Régression de quasi-poisson

Glm 1 : test de 15 variables

```
glm1_tue <- glm(nb_tue ~ annee_num + oda + controle + ptnoir +
  piet + deuxrm + jeun + etudeSR + renf_oda + prog_action +
  tx_couv_emploi + tx_chomage + intensite_urb + indice_jeunesse +
  anc_oda + vt_net_const_popprt + offset(log(pop)), family = quasipoisson(link = "log"),
  data = data_tue.NA)
```

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-8.7764018	0.1579222	-55.5742033	0.0000000
annee_num	-0.0570125	0.0045055	-12.6540970	0.0000000
oda1_oui	0.0168564	0.0537806	0.3134288	0.7540078
controle1_oui	-0.2086872	0.0605767	-3.4450088	0.0005902
ptnoir1_oui_fort	0.1750050	0.0650606	2.6898768	0.0072441
piet1_oui_fort	-0.1472228	0.0589709	-2.4965335	0.0126708
deuxrm1_oui	0.1703053	0.0672083	2.5339932	0.0113998
jeun1_oui_fort	0.0278768	0.0589190	0.4731380	0.6361983
etudeSR1_oui_fort	-0.1200424	0.0632450	-1.8980541	0.0579217
renf_oda1_oui	-0.2298885	0.0850841	-2.7018967	0.0069889
prog_action1_oui_fort	0.0441957	0.0607523	0.7274731	0.4670740
tx_couv_emploi	0.0001605	0.0006781	0.2367432	0.8128953
tx_chomage	0.0158287	0.0054405	2.9094020	0.0036860
intensite_urb	-0.0027270	0.0008025	-3.3983147	0.0006996
indice_jeunesse	-0.0038464	0.0004977	-7.7281820	0.0000000
anc_oda	0.0100964	0.0043429	2.3247927	0.0202444
vt_net_const_popprt	0.0002345	0.0005595	0.4192228	0.6751262

Tableau 27 : Régression de quasi-Poisson sur 15 variables pour estimer le nombre de personnes tuées

Les variables non significatives, c'est-à-dire les variables qui ont une p-value supérieure à 0,05, sont retirées du modèle pour conserver un niveau de confiance de 95 %. Le retrait de ces variables est réalisé pas à pas, en commençant par écarter uniquement les variables qui ont une p-value très élevée, de manière à laisser la possibilité aux autres variables de redevenir éventuellement significatives lors des prochains tests (voir **Annexe n° 4** pour le détail des résultats des tests).

Au troisième test (voir **tableau 28**), 9 variables s'avèrent significatives en plus de la variable temporelle (annee_num).

Glm 3 : test de 9 variables

```
glm3_tue <- glm(nb_tue ~ annee_num + controle + ptnoir + piet +
  deuxrm + etudeSR + renf_oda + intensite_urb + indice_jeunesse +
  anc_oda + offset(log(pop)), family = quasipoisson(link = "log"),
  data = data_tue.NA)
```

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-8.5485882	0.0604460	-141.425256	0.0000000
annee_num	-0.0558421	0.0024235	-23.041734	0.0000000
controle1_oui	-0.1928013	0.0542954	-3.550969	0.0003935
ptnoir1_oui_fort	0.2250854	0.0584902	3.848260	0.0001230
piet1_oui_fort	-0.1528922	0.0564361	-2.709118	0.0068091
deuxrm1_oui	0.2161504	0.0578236	3.738103	0.0001911
etudeSR1_oui_fort	-0.1188207	0.0590430	-2.012442	0.0443194
renf_oda1_oui	-0.2626212	0.0805301	-3.261157	0.0011300
intensite_urb	-0.0039260	0.0004329	-9.068136	0.0000000
indice_jeunesse	-0.0032873	0.0002899	-11.338679	0.0000000
anc_oda	0.0135680	0.0034281	3.957886	0.0000785

Tableau 28 : Résultats de la régression de quasi-Poisson pour estimer le nombre de personnes tuées

Pour évaluer l'effet de chacune des variables sur la mortalité routière des villes-centres, appelé « coefficient multiplicateur », chacun des « estimate » du *tableau 28* est converti à partir de la formulation du modèle de quasi-Poisson. Il s'agit d'un GLM (modèle linéaire généralisé) de lien log : $\log(Y) = aX + b$, où a est le coefficient des variables de la régression. Pour obtenir la valeur estimée Y , on applique la fonction inverse du log, la fonction exponentielle : $Y = e^{(aX+b)}$.

Ainsi, par exemple, le coefficient multiplicateur de la variable contrôle (mesures dans le plan pour renforcer ou améliorer le contrôle des forces de l'ordre) correspond à $\exp^{-0.1928013} = 0,82$. L'effet estimé est alors une mortalité inférieure de 18 % (voir *tableau 29*).

Variable	Type	Coefficient multiplicateur	IC 95 %	Effet de la variable	IC 95 %
annee_num	Variable temporelle	0,95	[0,94;0,95]	-5%	[-6;-5]
controle1_oui	Mesures dans les plans	0,82	[0,74;0,92]	-18%	[-26;-8]
ptnoir1_oui_fort		1,25	[1,12;1,4]	25%	[12;40]
piet1_oui_fort		0,86	[0,77;0,96]	-14%	[-23;-4]
deuxrm1_oui		1,24	[1,11;1,39]	24%	[11;39]
etudeSR1_oui_fort		0,89	[0,79;1]	-11%	[-21;0]
renf_oda1_oui		0,77	[0,66;0,9]	-23%	[-34;-10]
intensite_urb	Variables quantitatives	1,00	[1;1]	-0,39%	[-0,48;-0,31]
indice_jeunesse		1,00	[1;1]	-0,33%	[-0,38;-0,27]
anc_oda		1,01	[1,01;1,02]	1,37%	[0,68;2,04]

Note : IC 95 % : intervalle de confiance de 95 %.

Tableau 29 : Effets estimés des 10 variables par la régression de quasi-Poisson sur le nombre de personnes tuées en agglomération dans les villes-centres entre 1987 et 2017

Le **tableau 29** met en évidence les résultats suivants :

- L'effet du trend temporel (annee_num) est associé à une baisse annuelle moyenne de 5 % de la mortalité en agglomération dans les villes-centres entre 1987 et 2017, toutes choses étant égales par ailleurs.
- L'effet des mesures prises dans les plans de mobilité : il s'agit de l'effet moyen de chaque mesure sur l'accidentalité des villes-centres concernées par rapport aux autres villes-centres qui n'ont pas pris cette mesure ou pris une mesure moins forte. Cette référence varie selon les mesures. Par exemple, l'effet pour les villes couvertes par un plan qui a pris des mesures fortes pour la sécurité des piétons (piet1_oui_fort) avec un document-cadre/guide technique (voir **Tableau 16 pour la construction de la variable**) est en moyenne une mortalité routière en agglomération inférieure de 14 % par rapport à celles qui n'ont pas pris la mesure ou pris des mesures moins fortes, toutes choses étant égales par ailleurs.
- L'effet de chacune des variables quantitatives caractérisant les villes-centres : il s'agit de la variation moyenne de la mortalité routière pour une unité supplémentaire de chacune de ces variables. Par exemple, une unité supplémentaire de l'indice de jeunesse (indice_jeunesse), soit un jeune de plus pour 100 seniors d'une ville-centre est associé à un effet significatif sur le nombre de morts, toutes choses étant égales par ailleurs. Ainsi, 10 jeunes en plus pour 100 seniors, est associée à une mortalité routière en agglomération inférieure en moyenne de 3 %, toutes choses étant égales par ailleurs.

Les effets de ces 10 variables sont multiplicatifs entre eux. Ils sont interprétés et comparés aux autres modèles (voir **1.9.3**).

2. Régression de Poisson

Glm 1 : test de 15 variables

```
glm1_tue_p <- glm(nb_tue ~ annee_num + oda + controle + ptnoir +
  piet + deuxrm + jeun + etudeSR + renf_oda + prog_action +
  tx_couv_emploi + tx_chomage + intensite_urb + indice_jeunesse +
  anc_oda + vt_net_const_popprt + offset(log(pop)), family = poisson(link = "log"),
  data = data_tue.NA)
```

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-8.7764018	0.1319739	-66.5010644	0.0000000
annee_num	-0.0570125	0.0037652	-15.1421140	0.0000000
oda1_oui	0.0168564	0.0449439	0.3750544	0.7076200
controle1_oui	-0.2086872	0.0506233	-4.1223578	0.0000375
ptnoir1_oui_fort	0.1750050	0.0543704	3.2187536	0.0012875
piet1_oui_fort	-0.1472228	0.0492813	-2.9873956	0.0028137
deuxrm1_oui	0.1703053	0.0561652	3.0322206	0.0024276
jeun1_oui_fort	0.0278768	0.0492379	0.5661652	0.5712815
etudeSR1_oui_fort	-0.1200424	0.0528531	-2.2712448	0.0231322
renf_oda1_oui	-0.2298885	0.0711038	-3.2331369	0.0012244
prog_action1_oui_fort	0.0441957	0.0507700	0.8705070	0.3840234
tx_couv_emploi	0.0001605	0.0005667	0.2832910	0.7769538
tx_chomage	0.0158287	0.0045466	3.4814413	0.0004987
intensite_urb	-0.0027270	0.0006706	-4.0664828	0.0000477
indice_jeunesse	-0.0038464	0.0004159	-9.2476778	0.0000000
anc_oda	0.0100964	0.0036293	2.7818877	0.0054044
vt_net_const_popprt	0.0002345	0.0004676	0.5016493	0.6159142

Tableau 30 : Régression de Poisson sur 15 variables pour estimer le nombre de personnes tuées

On retire les variables non significatives, c'est-à-dire les variables qui ont une p-value supérieure à 0,05 pour conserver un niveau de confiance de 95 % (voir Annexe n° 5 pour le détail des résultats des tests).

Au deuxième test (voir tableau 31), 10 variables significatives en plus de la variable temporelle (annee_num).

Glm 2 : test de 10 variables

```
glm2_tue_p <- glm(nb_tue ~ annee_num + controle + ptnoir + piet +
  deuxrm + etudeSR + renf_oda + tx_chomage + intensite_urb +
  indice_jeunesse + anc_oda + offset(log(pop)), family = poisson(link = "log"),
  data = data_tue.NA)
```

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-8.6625674	0.0676731	-128.006087	0.0000000
annee_num	-0.0571070	0.0020256	-28.192262	0.0000000
controle1_oui	-0.1889473	0.0438453	-4.309407	0.0000164
ptnoir1_oui_fort	0.2136453	0.0473744	4.509718	0.0000065
piet1_oui_fort	-0.1365910	0.0459717	-2.971200	0.0029664
deuxrm1_oui	0.2191895	0.0465732	4.706345	0.0000025
etudeSR1_oui_fort	-0.1194321	0.0476137	-2.508354	0.0121295
renf_oda1_oui	-0.2491930	0.0650660	-3.829852	0.0001282
tx_chomage	0.0081598	0.0033705	2.420931	0.0154808
intensite_urb	-0.0037649	0.0003563	-10.567881	0.0000000
indice_jeunesse	-0.0032287	0.0002345	-13.767816	0.0000000
anc_oda	0.0122086	0.0028215	4.326940	0.0000151

Tableau 31 : Résultats de la régression de Poisson pour estimer le nombre de personnes tuées

Variable	Type	Coefficient multiplicateur	IC 95 %	Effet de la variable	IC 95 %
annee_num	Variable temporelle	0,94	[0,94;0,95]	-6%	[-6;-5]
controle1_oui	Mesures dans les plans	0,83	[0,76;0,9]	-17%	[-24;-10]
ptnoir1_oui_fort		1,24	[1,13;1,36]	24%	[13;36]
piet1_oui_fort		0,87	[0,8;0,95]	-13%	[-20;-5]
deuxrm1_oui		1,25	[1,14;1,36]	25%	[14;36]
etudeSR1_oui_fort		0,89	[0,81;0,97]	-11%	[-19;-3]
renf_oda1_oui		0,78	[0,69;0,88]	-22%	[-31;-12]
tx_chomage	Variables quantitatives	1,01	[1;1,01]	0,82%	[0,15;1,49]
intensite_urb		1,00	[1;1]	-0,38%	[-0,45;-0,31]
indice_jeunesse		1,00	[1;1]	-0,32%	[-0,37;-0,28]
anc_oda		1,01	[1,01;1,02]	1,23%	[0,67;1,79]

Note : IC 95 % : intervalle de confiance de 95 %.

Tableau 32 : Effets estimés des 11 variables par la régression de Poisson sur le nombre de personnes tuées en agglomération dans les villes-centres entre 1987 et 2017

Les effets de ces 11 variables sur la mortalité en agglomération des 70 villes-centres, entre 1987 et 2017, sont proches de ceux obtenus par la régression de quasi-Poisson et on obtient une variable quantitative supplémentaire : le taux de chômage (tx_chomage).

Ces résultats sont interprétés et comparés à ceux des autres modèles (voir 1.9.3).

1.9.3 Synthèse et interprétation des résultats

Variable	Type	Modèle 1 quasi-poisson accident		Modèle 2 quasi-poisson tué		Modèle 3 poisson tué	
		Effet	IC 95 %	Effet	IC 95 %	Effet	IC 95 %
annee_num	Variable temporelle	-6%	[-6;-5]	-5%	[-6;-5]	-6%	[-6;-5]
controle1_oui	Mesures dans les plans	-12%	[-20;-4]	-18%	[-26;-8]	-17%	[-24;-10]
ptnoir1_oui_fort		21%	[10;33]	25%	[12;40]	24%	[13;36]
piet1_oui_fort		-20%	[-26;-14]	-14%	[-23;-4]	-13%	[-20;-5]
deuxrm1_oui		NS	NS	24%	[11;39]	25%	[14;36]
etudeSR1_oui_fort		-23%	[-30;-17]	-11%	[-21;0]	-11%	[-19;-3]
renf_oda1_oui		NS	NS	-23%	[-34;-10]	-22%	[-31;-12]
jeun1_oui_fort		28%	[18;40]	NS	NS	NS	NS
tx_chomage	Variables quantitatives	NS	NS	NS	NS	0,82%	[0,15;1,49]
intensite_urb		NS	NS	-0,39%	[-0,48;-0,31]	-0,38%	[-0,45;-0,31]
indice_jeunesse		-0,45%	[-0,53;-0,37]	-0,33%	[-0,38;-0,27]	-0,32%	[-0,37;-0,28]
anc_oda		0,76%	[0,25;1,27]	1,37%	[0,68;2,04]	1,23%	[0,67;1,79]
tx_couv_emploi		-0,24%	[-0,34;-0,13]	NS	NS	NS	NS
vt_net_const_popprt		0,15%	[0,08;0,23]	NS	NS	NS	NS

Note : IC 95 % : intervalle de confiance de 95 % ; NS : effet non significatif dans le modèle pour un niveau de confiance de 95 %.

Tableau 33 : Synthèse des résultats des 3 modèles testés

Les effets des 3 modèles testés sont comparés dans le Tableau 33 :

• 1. La variable temporelle

L'effet du trend temporel (annee_num) se caractérise par une diminution annuelle moyenne de 6 % du nombre d'accidents en agglomération dans les 64 villes-centres entre 1987 et 2017, toutes choses étant égales par ailleurs (modèle 1). Pour la mortalité, la diminution annuelle moyenne estimée est de l'ordre de 5 à 6 % (selon le modèle 2 ou 3) en agglomération dans les 70 villes-centres, toutes choses étant égales par ailleurs. Cette décroissance annuelle s'explique par l'ensemble des mesures et des tendances de long terme qui caractérisent les villes et les agglomérations (50km/h en agglomération, amélioration des infrastructures, etc.)

A l'échelle de la France métropolitaine, les réductions sont de l'ordre de 4 % pour les accidents corporels et de 5 % pour la mortalité sur les voiries en agglomération, entre 1987 et 2017.

• 2. Les mesures dans les plans

Dans le modèle 1, ce sont 3 mesures qui sont associées significativement à des résultats favorables sur le nombre d'accidents en agglomération dans les 64 villes-centres. A ces 3 mesures, s'ajoute une quatrième dans les modèles 2 et 3.

Plus précisément, les effets de ces mesures présentés dans le **Tableau 33** sont interprétés par rapport à une situation de référence :

- Les villes-centres couvertes par un plan de mobilité avec des mesures pour renforcer ou améliorer le contrôle exercé par les forces de l'ordre (controle1_oui) ont un nombre d'accidents inférieur de 12 % et une mortalité inférieure de 17 à 18 %, par rapport à celles qui n'ont pas pris ces mesures (voir page 18 et **Tableau 16** pour plus de détails sur la construction de la variable), toutes choses égales par ailleurs ;

- Les villes-centres couvertes par un plan avec des mesures fortes pour la sécurité des piétons (piet1_oui_fort) à savoir la poursuite, la mise en œuvre, le lancement ou le projet d'un document-cadre/guide technique, ont un nombre d'accidents inférieur de 20 % et une mortalité inférieure de 13 à 14 %, par rapport à celles qui n'ont pas pris ces mesures ou pris des mesures moins fortes (voir page 19 et **Tableau 16** pour plus de détails sur la construction de la variable), toutes choses égales par ailleurs ;
- Les villes-centres couvertes par un plan avec des mesures fortes pour une meilleure connaissance des enjeux de sécurité routière sur le territoire (etudeSR1_oui_fort) ont un nombre d'accidents inférieur de 23 % et une mortalité inférieure de 11 %, par rapport à celles qui n'ont pas pris ces mesures ou pris des mesures de suivi plutôt que d'analyse de la sécurité routière (voir page 18 et **Tableau 16** pour plus de détails sur la construction de la variable), toutes choses égales par ailleurs ;
- Les villes-centres couvertes par un plan avec des mesures pour pérenniser ou renforcer l'observatoire des accidents existant (renf_oda1_oui) ont une mortalité inférieure en moyenne de 22 à 23 % par rapport à celles qui n'ont pas pris ces mesures (voir page 16 et **Tableau 16** pour plus de détails sur la construction de la variable), toutes choses étant égales par ailleurs.

Les 3 mesures corrélées avec un nombre d'accidents inférieur à la moyenne ont été recensées dans 34 plans de mobilité couvrant 32 villes-centres (alors que 104 plans couvrant les 64 villes-centres étaient considérés) (voir **Annexe n° 6**). Ce sont donc 34 plans qui comportent ces 3 mesures cumulées. Pour les 70 autres plans, ces mesures ont été prises séparément et/ou l'information n'a pas pu être renseignée.

Concernant les 4 mesures corrélées avec une mortalité inférieure à la moyenne, elles sont toutes les 4 présentes dans 11 plans couvrant 13 villes-centres (parmi les 110 plans considérés couvrant les 70 villes-centres) (voir **Annexe n° 6**). Les autres plans ont pris ces mesures séparément et/ou elles n'ont pas pu être renseignées.

Si les effets de ces 4 mesures de politiques locales de mobilité et de sécurité routière correspondent bien à ceux attendus (voir 1.2), ce n'est pas le cas pour 3 autres mesures associées, dans les modèles estimés, à des résultats défavorables sur l'accidentalité et la mortalité (voir **Tableau 33**). Cela concerne :

- L'existence de mesures pour l'identification et le traitement des zones/axes identifiés comme points noirs/accidentogènes (ptnoir1_oui_fort) par rapport à la modalité de référence correspondant à l'absence de mesures ou à l'existence de mesures pour améliorer la sécurité routière mais plutôt préventives (voir page 19 et **Tableau 16** pour plus de détails sur la construction de la variable) ;
- L'existence de mesures fortes (sensibilisation et sécurisation des accès aux établissements scolaires) pour la sécurité des jeunes (jeun1_oui_fort) par rapport à la modalité de référence correspondant à l'absence de mesures ou à l'existence de mesures moins fortes ne combinant pas les deux aspects sensibilisation et sécurisation des accès (voir page 20 et **Tableau 16** pour plus de détails sur la construction de la variable) ;
- L'existence de mesures pour les deux-roues motorisés (deuxrm1_oui) par rapport à la modalité de référence correspondant à l'absence de mesures (voir page 20 et **Tableau 16** pour plus de détails sur la construction de la variable).

Pour expliquer ces résultats, plusieurs interprétations peuvent être proposées :

Concernant l'aspect général, La présence d'une mesure d'ordre curatif traduit avant tout le fait qu'il existe un problème. Il n'est donc pas illogique que ce soit les villes ayant identifié une accidentalité qui les distingue par rapport à la moyenne relativement à une thématique qui décident à travers leur plan de mobilité d'apporter une réponse. Pour autant, suivant l'ampleur du problème soulevé cette réponse peut ne pas être suffisante pour rejoindre la moyenne, et même si pour cette ville la mesure améliore ses résultats en propre, sa caractéristique intrinsèque continue à distinguer son bilan comparativement aux autres villes centre.

Concernant les 3 mesures considérées :

- La mesure « ptnoir1_oui_fort » traduit davantage l'identification de points accidentogènes nécessitant un traitement de la part des autorités. Logiquement, elle est susceptible d'apparaître dans des agglomérations ayant une accidentalité importante, traduisant une prise de conscience d'une problématique très localisée d'accidentalité, et la volonté de mobiliser des moyens pour des interventions ponctuelles. Bien que ces interventions soient nécessaires et utiles, elles ne constituent pas une intervention d'ensemble et peuvent conduire à reporter la survenue d'accident d'un carrefour à un autre, d'un itinéraire sur un autre par l'apport d'une contrainte.

A titre illustratif, prenons l'exemple d'une section d'avenue pour laquelle des accidents de piétons en traversée sont identifiés. La réduction du nombre de voies et de la largeur de la traversée peut être une solution ponctuelle pour supprimer ce point d'accumulation d'accident mais cela risque de rendre difficile la circulation sur ce segment d'avenue. S'il existe des voies résidentielles parallèles qui n'ont pas ces contraintes, des conducteurs pressés risquent de se faufiler pour gagner du temps et donc générer de nouveaux accidents de piétons. Ainsi, pour être correctement abordée, la problématique point noir doit être considérée dans le cadre d'un plan de circulation plus global aux alentours avec mise en place de mesures de modération de la vitesse par exemple.

- La mesure « jeun1_oui_fort » porte sur la sensibilisation des jeunes et la sécurisation de l'accès aux écoles :

Pour ce qui concerne la sensibilisation, il s'agit d'un investissement à long terme dont les retours ne sont pas immédiats. La recherche PERLE (suivi de cohortes de lycéens, J. Cestac et ali. 2013) a montré que les interventions en milieu lycéen arrivaient au mieux à maintenir le niveau d'aversion au risque routier à des âges où la prise de risque et la transgression sont des éléments du processus de transition vers l'âge adulte. La taille de la population jeune peut ainsi avoir un effet plus important que les mesures de sensibilisation.

Pour ce qui concerne la sécurité de l'accès aux écoles, les éléments disponibles en accidentalité montrent que les accidents ont surtout lieu sur le chemin de l'école à proximité du domicile plutôt qu'à proximité immédiate de l'école. Un accident devant une école est très médiatique et les associations de parents d'élèves sont souvent demandeuses d'évolution en habillant par du vocable sécurité routière des solutions pour réduire les encombrements que génère la concentration de différents modes de déplacements aux heures d'entrée et de sortie des établissements scolaires. Cela peut se traduire par des arrêts minutes et du stationnement courte durée (par exemple pour accompagner un enfant à la porte de la maternelle) sur un espace public réduit. Cette provision de place de stationnements supplémentaires ou d'arrêts minutes à proximité immédiate de l'école peut aller à l'encontre du nécessaire dégagement de la lisibilité de l'espace et de la visibilité des usagers. En effet, les manœuvres générées dans un environnement où circulent des enfants de petite taille, en considérant l'existence d'angles morts, n'apportent pas d'amélioration en termes d'accidentalité. La demande peut aussi

porter sur un élément de gestion de flux (feux pour piéton), plutôt qu'un élément physiquement contraignant (ralentisseur, coussin, plateau, chicane...) réduisant la vitesse des usagers motorisés, éléments clés de la gravité des accidents. Là encore, il y aura peu d'incidence sur les résultats d'accidents. Ainsi on peut émettre l'hypothèse que les moyens de lutte contre l'insécurité routière, notamment aux abords des écoles sont peu réducteurs du nombre d'accidents et entrent en concurrence avec d'autres mesures qui seraient plus efficaces pour réduire le nombre d'accidents. Ceci plaide encore pour une prise en compte globale de la sécurité sur un périmètre beaucoup plus large que les abords des écoles d'une part et d'autre part pour un regard plus critique quant à l'efficacité en termes de sécurité routière de la mise en place de certains aménagements.

- Concernant les deux roues motorisées, nous constatons tout d'abord que peu de plans de mobilité adressent directement la question de la sécurité des déplacements en 2RM. Lorsque des mesures sont présentes, elles ne concernent que pour partie la sécurité du 2RM. De plus, la présence de ces mesures traduit en grande partie leur part importante dans les déplacements sur le territoire concerné. Or tous les travaux montrent que le 2RM est un usager vulnérable dont le risque routier est beaucoup plus élevé que tous les autres modes de déplacements. En conséquence, la simple présence d'un nombre déplacement plus important en deux roues motorisées se traduit par une accidentalité plus élevée pour les villes concernées. Le résultat négatif sur la variable prévention du 2RM traduit aussi le fait que les mesures prises en faveur de leur sécurité dans les plans de mobilité « deuxrm1_oui » ne seraient pas assez puissantes pour gommer l'effet volume de déplacement 2RM. En effet, ces mesures traduiraient davantage une prise de conscience des problèmes d'accidentalité des usagers 2RM sur le territoire que la réelle mise en œuvre de mesures ayant la capacité de remédier aux accidents constatés. Elles sont pour la plupart préventives, ce qui est probablement très utile mais visiblement non suffisant. Cet effet non anticipé montre que les mesures actuellement envisagées pour la sécurité des 2RM au niveau des plans de mobilité des agglomérations urbaines doivent être réinterrogées sur la question de leur efficacité.

- **3. Les variables quantitatives**

Ce sont 6 variables quantitatives (voir **Tableau 33**) qui sont associées de manière significative au nombre d'accidents et/ou à la mortalité en agglomération des villes-centres. L'effet estimé peut être interprété comme une variation moyenne pour une augmentation d'une ou plusieurs unités, toutes choses étant égales par ailleurs, de la façon suivante :

- Pour 10 points supplémentaire du taux de chômage dans une ville-centre (tx_chomage), la mortalité routière serait 8,5 % plus élevée en moyenne (modèle 3) ;
- Pour 10 emplois pour 100 actifs occupés supplémentaire d'une ville-centre (tx_couv_emploi), son nombre d'accidents serait de 2,5 % inférieur en moyenne (modèle 1) ;
- Pour 10 emplois et habitants cumulés supplémentaire d'une ville-centre par hectare carré, la mortalité routière serait de près de 4 % inférieure en moyenne (modèles 2 et 3) ;
- Pour 10 jeunes pour 100 seniors en plus d'une ville-centre (indice_jeunesse), le nombre d'accidents serait de 4,5 % en moyenne inférieur et la mortalité serait de 3,5 à 4 % inférieur en moyenne (modèles 1, 2 et 3) ;
- Pour une année d'ancienneté supplémentaire d'un observatoire des accidents (anc_oda) couvrant une ville-centre, son nombre d'accidents et sa mortalité routière serait respectivement de 1 % et 1,5% supérieur (modèles 1, 2 et 3) ;

- Pour 10 euros du versement transport net perçu par l'AOM supplémentaire (à laquelle appartient la ville-centre) par habitant de son ressort territorial (vt_net_const_poprt), son nombre d'accidents serait de 1,5 % supérieur en moyenne (modèle 1) ;

Pour expliquer ces résultats, plusieurs interprétations peuvent être proposées :

- Il est difficile de faire le lien entre chômage, emploi et sécurité routière. Le taux de chômage concerne les seuls habitants de la ville-centre et les emplois concernent également les personnes qui ne résident pas dans la ville mais viennent y travailler. Ce sont donc les déplacements sur le territoire de la ville de deux populations qui se recoupent mais qui ne sont pas identiques. Pour autant, les résultats montrent qu'un taux de chômage plus élevé se traduit par une mortalité routière supérieure et un volume d'emploi plus élevé se traduit par un nombre d'accident inférieur. Il est difficile d'énoncer des hypothèses sur les mécanismes en cours qui peuvent probablement être liés à la mobilité.
- Une plus grande densité d'emploi et d'habitant se traduit généralement par des déplacements à vitesse plus réduite une grande partie de la journée pour les automobilistes et les poids lourds (congestion) et davantage d'offres et de déplacements en transport public. Or la vitesse est un élément central dans la mortalité routière, et si la vitesse est réduite lorsque la densité est plus importante, il est logique que la mortalité routière diminue. Le résultat obtenu conduit à encourager le traitement des zones moins denses en termes de prévention des risques.
- La présence d'une proportion plus importante de jeunes par rapport aux seniors et l'effet sur l'accidentalité et la mortalité vient corroborer l'hypothèse initiale. Les jeunes ont souvent une prise de risque plus importante, cependant la jeunesse de leur corps les rend plus réactifs au danger et plus résistants en cas de choc. Ainsi les accidents les concernant, qu'il s'agisse de chute à vélo ou à pied sont sous enregistrés dans les données accidents (données du registre du Rhône). Comme en attestent les données sur la mortalité des piétons en milieu urbain (Bilan national de la sécurité routière, 2021), les seniors sont des usagers vulnérables physiquement, ayant avec l'avancement dans l'âge une diminution de leur réactivité face aux difficultés rencontrées et une capacité de diagnostic amoindrie. Même si les seniors compensent leur moindre capacité, les résultats de l'accidentalité nous rappellent cette vulnérabilité. Ce résultat invite dans un contexte de vieillissement de la population du pays, mais plus encore des villes-centre par le départ en périphérie des familles à renforcer l'action sécurité routière vers les seniors. Les travaux d'Aurélié Dommes de l'université Gustave Eiffel, par exemple, montrent combien la vitesse pratiquée (30 versus 50) par les automobiles intervient dans la difficulté de diagnostic des seniors pour la traversée d'une rue circulée. De même, les travaux de Wu et Martin de l'université Gustave Eiffel montrent la grande vulnérabilité des seniors et leur faible résistance lorsque la vitesse de choc est à 50 plutôt qu'à 30 km/h ainsi que la proportion élevée d'accidents de piéton pour lesquels la vitesse de choc est la vitesse de circulation (60%).

Certains résultats ne correspondent pas à ceux envisagés initialement dans le modèle opérationnel (voir 1.2), notamment pour les variables ancienneté de l'existence d'un observatoire des accidents (anc_oda) et celle de la capacité de l'AOM à laquelle appartient la ville-centre à investir dans les TC, rapportée à la population de son ressort territorial (vt_net_const_poprt) où un effet de réduction de l'accidentalité était plutôt envisagé.

- Pour l'ancienneté de l'existence d'un observatoire des accidents, il est possible que ce soit les agglomérations où l'accidentalité et la mortalité étaient la plus élevée, qui les aient mises en

place en premier. Ce qui voudrait dire que ce n'est pas l'ancienneté de l'implication dans la sécurité routière qui permet seule d'obtenir les meilleurs résultats d'une part et d'autre part qu'observer n'est pas forcément mettre en œuvre. S'il est indispensable d'observer comme le prévoit la loi SRU depuis 2001, ce n'est pas suffisant.

- Pour ce qui concerne le versement transport, notre première approche avait en tête les déplacements ségrégués de type métro, cependant, sur le panel de ville centre concernées, il s'agit avant tout de couloirs réservés et de tramways. Or les travaux du Cerema menés par Marine Millot montrent que les rues ayant des aménagements réservés aux TC connaissent une sur-accidentalité. En effet, le traitement des aménagements est généralement orienté TC mais tend à sous-estimer les piétons qui sont présents, qu'ils soient clients ou pas des TC. Le dispositif de suivi des aménagements pour l'insertion des nouvelles lignes de tramway n'oblige qu'à la prise en compte des éléments de sécurité nécessaire à l'exploitation du tram, mais ne considère pas comme bloquant les imperfections relatives aux autres modes de déplacements. Quant aux bus à haut niveau de service, et/ou à l'introduction de couloirs bus, alors qu'ils représentent une modification majeure de l'espace public de circulation, il n'y a aucun processus obligatoire de type audit de sécurité routière (en référence à la directive européenne 2019 sur la sécurité des infrastructures). Le résultat obtenu ne peut qu'inviter à faire évoluer ce point, notamment lorsqu'il y a du subventionnement Etat pour faire un parallèle avec la directive européenne qui s'applique dès que l'Union cofinance des travaux sur un bout de réseau routier.

Enfin, pour les autres mesures non significatives et absentes des résultats du **Tableau 33**, les données disponibles ne nous permettent pas de conclure sur leurs effets.

En outre, la performance des deux modèles, quasi-Poisson et Poisson, pour l'estimation du nombre de personnes tuées, est très proche. Elle est appréciée à partir du calcul de l'erreur quadratique moyenne. Elle est de 3,25 pour le modèle de quasi-poisson et de 3,28 pour le modèle de Poisson (*voir Annexe n° 5*).

1.10 Les limites

Deux limites à la conduite de cette recherche sur les effets des mesures de mobilité et de sécurité routière sur l'accidentalité en milieu urbain peuvent être évoquées.

La première concerne la qualité et le choix des variables sélectionnées. Elles peuvent avoir des répercussions sur notre objet à évaluer et les résultats des modèles. Cette limite n'est pas différente de celle de tout effort de modélisation.

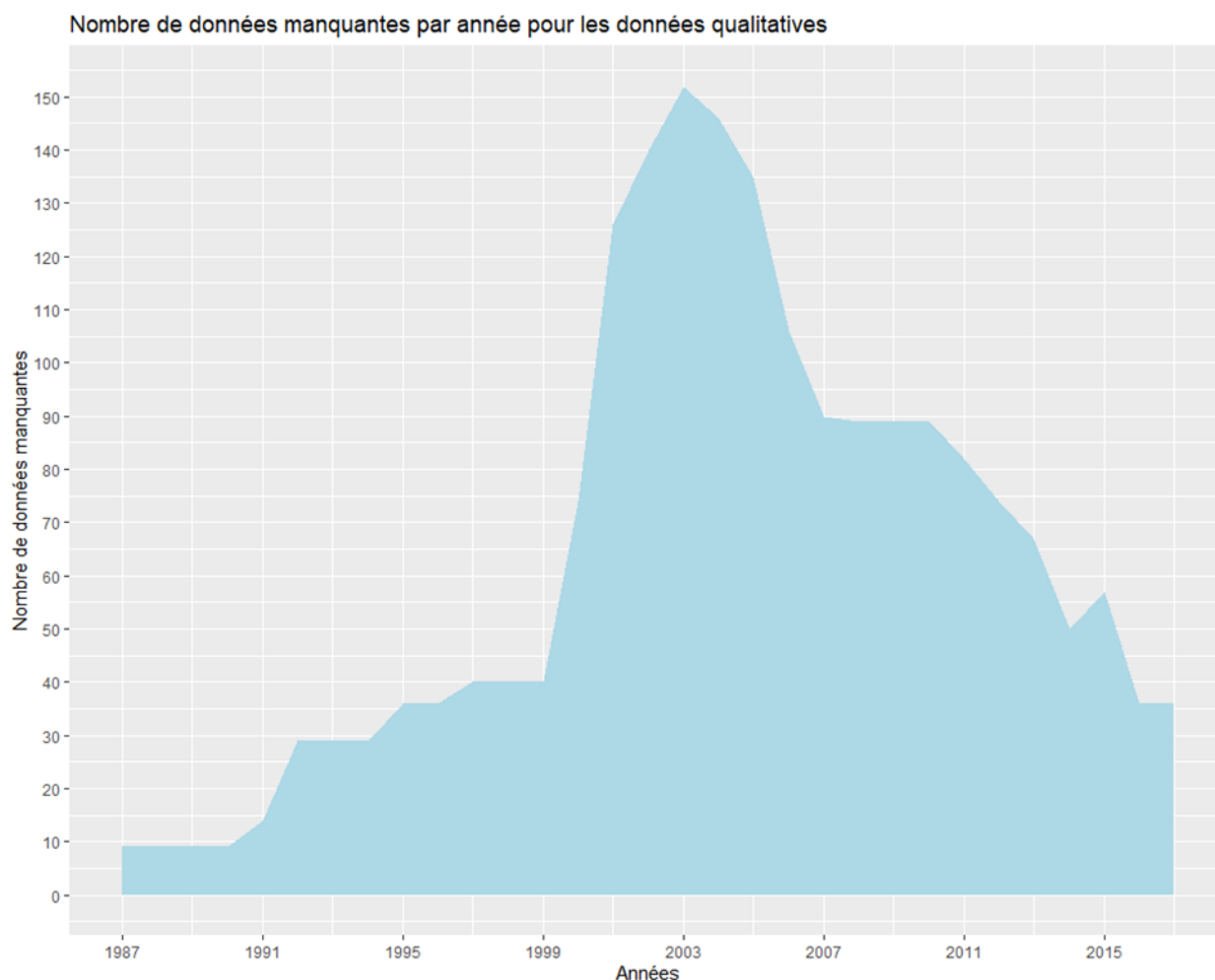
Tout d'abord, la qualité peut être impactée par le degré de disponibilité des données, un aspect non négligeable compte tenu que la période d'investigation est longue, allant de 1987 à 2017. Par exemple, pour les variables quantitatives, on recourt à l'estimation de données manquantes pour certaines périodes non couvertes par les millésimes INSEE. Mais dans d'autres cas, les estimations ne sont pas possibles et l'information reste absente. C'est le cas de deux variables issues des enquêtes TCU qui ne sont disponibles qu'à partir de 1995 et qui présentent également des valeurs manquantes entre 1995 et 2017 non estimables : capacité de l'AOM à investir dans les TC rapportée à la population de son ressort territorial (*vt_net_const_1p*) et richesse économique du ressort territorial de l'AOM à laquelle appartient la ville-centre (*vt_net_const_poprt*). Parmi les 14 variables quantitatives du modèle opérationnel, ce sont les deux seules variables qui conservent des valeurs manquantes (voir **Figure 13**). De même, des données manquantes résident parmi les variables qualitatives, en raison de l'impossibilité de collecter l'ensemble des informations dans les plans de mobilité (voir **1.3**). Ces données manquantes correspondent aux plans non lus ou partiellement, approuvés majoritairement au début des années 2000 (voir **Figure 12** et **Tableau 34**). En conséquence, le nombre de données d'entrée dans le modèle est réduit et peut affecter la qualité des résultats.

Concernant le choix des variables sélectionnées, l'appréciation des politiques de mobilité et de sécurité routière des villes-centres est conditionnée par la disponibilité des documents source, les plans de mobilité, mais aussi par l'étendue de l'information exploitable dans ces documents et par la manière dont ils sont rédigés. Les plans de mobilité lorsqu'ils sont complets, et leurs documents annexes lorsqu'ils sont disponibles (plan piéton, plan vélo, etc.), n'offrent qu'une partie de l'information recherchée. Notamment, cela peut constituer un biais pour les 4 villes-centres de notre étude non couvertes par un plan de mobilité (Quimper, Cherbourg-en-Cotentin, Narbonne et Montauban) et qui en conséquence, sont considérées comme ne mettant pas en œuvre des politiques de mobilité et de sécurité routière. Ces biais ont donc possiblement un impact sur l'objet à évaluer. La deuxième limite est relative à la construction des variables, et en particulier à celle des variables issues de l'exploitation des plans de mobilité. La présence ou non d'une mesure a été réalisée par une recherche de mots-clefs. Mais il est plus difficile de capter précisément l'engagement des décideurs à mettre en œuvre la mesure : est-elle au stade de « projet », « déjà adoptée » ou « en cours de mise en œuvre » ? À cette difficulté, s'ajoute celle de la temporalité dans laquelle s'inscrit la mesure. Elle correspond à celle du plan par simplification, mais un plan peut s'étendre sur plus de dix ans. Par ailleurs, il n'est pas toujours aisé d'identifier des critères pour apprécier le degré d'importance d'une mesure. Ces critères reposent sur la recherche d'informations spécifiques (existence d'un plan piéton par exemple) qui implique une nouvelle lecture des plans pour mieux cerner le degré d'importance de la mesure. Cette redéfinition des critères associée à une deuxième lecture n'a pu donc être réalisée systématiquement du fait de contraintes opérationnelles.

Ce sont donc autant de choix et de simplifications qui façonnent notre objet à évaluer - les politiques locales de mobilité et de sécurité routière - et peuvent modifier la manière de les appréhender lors de l'interprétation des résultats dans les modèles. En conséquence, le résultat de la modélisation repose sur des choix de recherche, opérés avec des contraintes opérationnelles et de disponibilité de données.

Enfin, nos travaux ont porté sur une période 1987-2017 qui a vu le retour du tram, le développement des couloirs bus et sur la fin l'amorce d'aménagements cyclables. Avec l'épisode coronavirus et les

modifications réglementaires de la LOM (obligation de prévoir un itinéraire cyclable dès que le « tapis » d'une rue est rénové), on assiste à une accélération de la redistribution des espaces de circulation que sont les rues, accompagné par une volonté d'étendre le 30 km/h et d'introduire davantage de piétonisation et l'émergence de nouvelles mobilités (EDPM, véhicule électrique ou hybrides). Ces évolutions récentes peuvent modifier les équilibres et ne peuvent être anticipées dans nos travaux. Toutefois, il est à noter que contrairement à l'introduction des tramways, il n'existe aucun processus qualité sécurité routière obligatoire pour ces redistributions d'espace qui conduisent à augmenter fortement l'exposition au risque d'usagers vulnérables tels que les cyclistes et les EDPM. Il est à souhaiter que de nouveaux équilibres soient trouvés en l'absence de contraintes.



Note de lecture : Le nombre de données manquantes est recensé par année, entre 1987 et 2017, dans le jeu de données des 70 villes-centres (2 170 lignes).

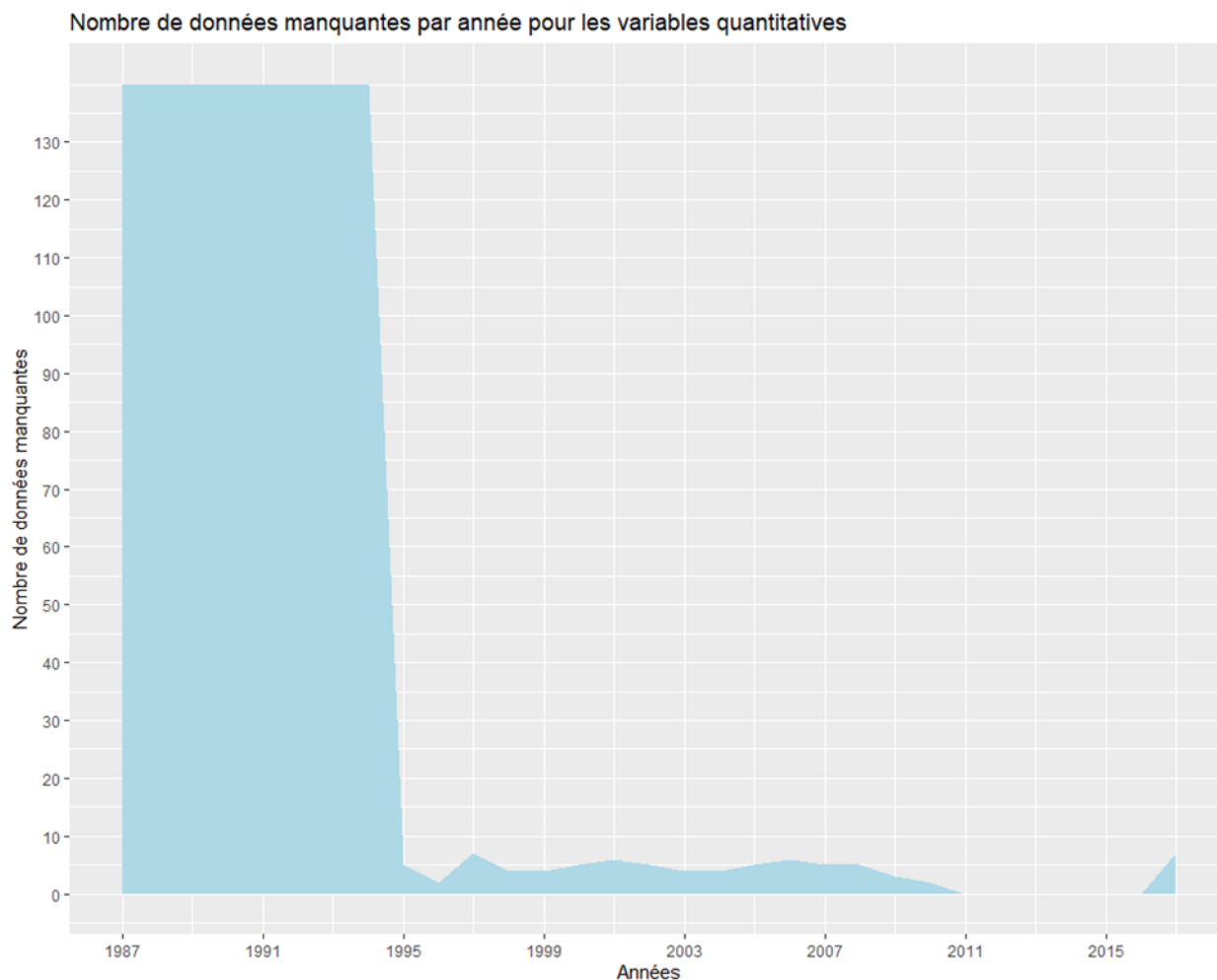
Figure 12 : Nombre de données manquantes par année pour les 10 variables qualitatives du modèle opérationnel

	oda	plan	prog_action	controle	ptnoir
NA	0	0	310	323	256
Part NA (%)	0%	0%	14%	15%	12%

	piet	deuxrm	jeun	etudeSR	renf_oda
NA	274	249	271	266	18
Part NA (%)	13%	11%	12%	12%	1%

Note de lecture : Le nombre total de données manquantes (NA) est rapporté au 2 170 lignes du jeu de données des 70 villes-centres.

Tableau 34 : Nombre et part de données manquantes des 10 variables qualitatives du modèle opérationnel



Note de lecture : Le nombre de données manquantes est recensé par année, entre 1987 et 2017, dans le jeu de données des 70 villes-centres (2 170 lignes).

Figure 13 : Nombre de données manquantes par année, entre 1987 et 2017, pour les 14 variables quantitatives du modèle opérationnel

LES CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Cette deuxième phase du projet PUSER consistait à concevoir des modèles et à estimer les déterminants identifiés de l'évolution de l'accidentalité routière en milieu urbain dans les villes-centres du panel PUSER entre 1987 et 2017, et plus précisément les effets des politiques locales de mobilité et de sécurité routière sur l'accidentalité de ces villes.

Les résultats de cette étude montrent que certaines mesures locales de mobilité et de sécurité routière, inscrites dans les plans de mobilité, seraient corrélées avec un nombre d'accidents et/ou une mortalité plus faible dans les villes-centres étudiées. Ces effets se surajoutent à celui d'une tendance temporelle de diminution des accidents et des personnes tuées sur les routes entre 1987 et 2017.

Ainsi, des mesures qui visent à renforcer ou à améliorer le contrôle exercé par les forces de l'ordre, des mesures fortes pour la sécurité des piétons et pour une meilleure connaissance des enjeux de sécurité routière sur un territoire seraient corrélées avec un nombre d'accidents et une mortalité moindre en agglomération dans les villes-centres couvertes par les plans de mobilité présentant ces mesures. En plus de ces 3 mesures, des actions en faveur de la pérennisation ou le renforcement d'un observatoire des accidents existant seraient corrélées à une mortalité routière plus faible en agglomération dans les villes-centres couvertes par les plans concernés. Ces résultats sont importants puisqu'ils mettent en évidence que la politique publique mise en œuvre par les autorités organisatrices de mobilité contribue à la réduction de l'accidentalité routière en milieu urbain.

Concernant les variables quantitatives caractérisant les villes-centres, les modèles ont mis en évidence que certaines d'entre elles produisent des effets positifs sur l'accidentalité routière : l'intensité urbaine (sur la mortalité), l'indice de jeunesse (sur le nombre d'accidents et la mortalité) et le taux de couverture de l'emploi (sur le nombre d'accidents). Les effets des variables quantitatives sont relativement faibles comparativement aux mesures adoptées dans les Plan de déplacement urbain devenus plans de mobilité.

D'autres variables qualitatives ont des corrélations contraires à celles initialement attendues : les mesures sur le traitement des points noirs (nombre d'accidents et mortalité), sur la prise en compte des 2RM (mortalité) et les mesures pour la sécurité des jeunes (nombre d'accidents). Les interprétations proposées pour expliquer ces résultats sont :

- Une prise de conscience et un constat du problème, là où il est fortement présent mais avec des mesures adoptées qui sont encore insuffisantes pour le contrecarrer, et / ou ne disposant pas encore d'une temporalité suffisamment longue pour que les effets soient significatifs.
- Une prise en charge non globale des problèmes mais seulement ponctuelle à des endroits bien ciblés : Pour le cas du traitement des points noirs par exemple, si les mesures ne s'accompagnent pas aussi de traitements sur les potentielles voiries d'évitement à proximité, on peut avoir un report des problèmes de sécurité sur ces voiries. Ainsi, pour être correctement abordée, la problématique point noir doit être considérée dans le cadre d'une analyse globale de l'accidentalité (étude d'enjeu) avec une vision du plan de circulation plus globale aux alentours avec mise en place de mesures de modération de la vitesse par exemple pour éviter des phénomènes de reports de localisation des accidents.

L'absence de corrélation constatées pour certaines mesures peut être interprétée comme l'existence d'un équilibre entre des forces contraires. Le dynamisme économique permet à la fois d'accroître l'exposition au risque, tout en permettant de mettre en place des systèmes de mobilité sécurisés. Au final, aucun effet net n'est perceptible. Par ailleurs, la baisse tendancielle constatée a pu capter une partie de cet effet.

Enfin, l'effet des politiques publiques locales peut être réinterprété comme un effet additionnel à cette baisse tendancielle et aux équilibres locaux, qui diffèrent sans doute selon les municipalités.

Au niveau des perspectives concernant les éventuels prolongements de nos travaux, et des enjeux qui en ressortent, on peut souligner les points suivants :

Les plans de mobilité, source principale d'information de cette évaluation, sont des documents de planification plus ou moins pragmatiques qui n'imposent pas de contraintes de mise en œuvre des mesures sur leurs pilotes et ce quand bien même elles sont clairement fléchées. Les mesures des plans ne sont pas prescriptives, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas opposables lorsqu'elles ne sont pas mises en œuvre. Cet aspect peut constituer un biais pour l'identification de la réelle mise en œuvre d'une mesure sur un territoire. Toutefois, de nombreux plans prévoient des outils de suivi de ces mesures. Aussi, ces bilans de suivi, lorsqu'ils existent, pourraient être une source d'information intéressante à collecter pour poursuivre l'évaluation des politiques locales de mobilité et de sécurité routière.

Il ressort de nos travaux l'existence d'un enjeu majeur dans la mise en œuvre effective de mesures rationnelles et adaptées aux enjeux locaux, ce qui nécessite sans doute à la fois des mécanismes de reddition des comptes, des incitations à la mise en œuvre des mesures, à leur contrôle et à leur évaluation.

Par ailleurs, nos travaux ont porté sur le passé, source d'information pour préparer le futur, il existe cependant plusieurs évolutions de la mobilité en milieu urbain qui sont en cours ou à venir :

- Développement des aménagements et de l'usage du vélo et dans une moindre mesure des engins de déplacements personnels ;
- Poursuite de l'extension de la desserte en transport public ;
- Généralisation du 30 km/h à une large partie de la voirie ;
- Introduction des zones de faible émission et leurs effets sur la motorisation ;
- Introduction de zones à trafic limité et extension des zones à priorité piétonne ;
- Evolution du contrôle qu'il s'agisse de la dépenalisation du stationnement, de la vidéo verbalisation et de la diffusion des radars multi infractions en urbain

Ces évolutions vont nécessiter sans doute des réflexions complémentaires sur les politiques urbaines de sécurité routière, pour mieux identifier les bonnes pratiques, les diffuser et les partager. Ceci nécessite aussi une assistance technique et opérationnelle des décideurs locaux.

Annexe n° 1 Liste des variables identifiées pour la construction du modèle théorique

Ce tableau dresse la liste de l'ensemble des variables recensées pour être intégrées dans notre modèle structurel théorique. À la suite de la recherche et de la collecte des données, certaines d'entre elles ont été écartées pour diverses raisons (*voir 1.1 pour les variables relatives aux politiques de mobilité et de sécurité routière et 1.3 pour les autres variables*).

Paramètre	Variable	Variable écartée
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Existence d'un plan de mobilité couvrant la vc	
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Ancienneté de l'existence d'un plan de mobilité couvrant la vc	
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Existence d'un plan de mobilité couvrant la vc selon le niveau de programmation des mesures (financement et indicateurs de suivi)	
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Existence d'un observatoire des accidents couvrant la vc	
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Ancienneté de l'existence d'un observatoire des accidents couvrant la vc	
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Mesures dans le plan pour pérenniser/renforcer l'observatoire des accidents existant	
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Mesures dans le plan pour une meilleure connaissance des enjeux de sécurité routière sur le territoire	
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Mesures dans le plan pour renforcer ou améliorer le contrôle exercé par les forces de l'ordre	
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Mesures dans le plan pour sécurisation zones dangereuses et points noirs	
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Mesures dans le plan pour la sécurité des piétons	
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Mesures dans le plan pour la sécurité des 2RM	
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Mesures dans le plan pour la sécurité des jeunes	
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Mesures dans le plan pour la création observatoire des accidents	x
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Mesures dans le plan pour la formation, communication ou sensibilisation	x
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Mesures dans le plan pour la hiérarchisation et/ou maillage du réseau routier	x
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Mesures dans le plan pour la maîtrise et l'apaisement des vitesses	x
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Mesures dans le plan pour la promotion des modes actifs	x
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Mesures dans le plan pour la sécurité des cyclistes	x
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Mesures dans le plan pour la sécurité des seniors	x
1. Les politiques de mobilité et de sécurité routière	Mesures dans le plan pour l'approche globale urbanisme/transport	x
2. L'organisation fonctionnelle	Niveau d'intégration de la vc pour l'organisation de la mobilité sur son territoire	x
2. L'organisation fonctionnelle	Ancienneté de l'intégration de la vc dans une AOM intercommunale pour l'organisation de la mobilité sur son territoire	x
3. La morphologie urbaine	Densité de la vc	
3. La morphologie urbaine	Intensité urbaine de la vc	
3. La morphologie urbaine	Parts de voies routières selon leur niveau de hiérarchisation (local, structurant) dans le réseau viaire de la vc et plus précisément, dans le périmètre en agglomération au sens du code de la route	x
4. La socio-démographie	Indice de jeunesse de la vc	
4. La socio-démographie	Part de jeunes 0-19 ans dans la population de la vc	
4. La socio-démographie	Part de seniors 65 ans et plus dans la population de la vc	
5. La socio-économie	Taux de couverture de l'emploi	
5. La socio-économie	Taux de chômage	
5. La socio-économie	Part d'actifs dans la population	
5. La socio-économie	Capacité de l'AOM à laquelle appartient la vc à investir dans les TC, rapportée la population de son RT	
5. La socio-économie	Richesse économique du RT de l'AOM à laquelle appartient la vc	
6. La mobilité	Part des ménages motorisés (1 voiture ou plus)	
6. La mobilité	Part des ménages avec 2 voitures ou plus	
6. La mobilité	Nombre de kilomètres offerts en TC par habitant du RT de l'AOM dont dépend la vc	x
6. La mobilité	Longueur commerciale de TC en site propre du réseau dont dépend la vc	x
6. La mobilité	Parts des déplacements commençant et/ou finissant dans la vc, réalisés à pied, à vélo, en deux-roues motorisés, en TC et en voiture	x





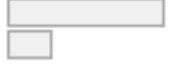


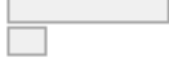
Note : vc : ville-centre ; 2RM : deux-roues motorisés ; AOM : autorité organisatrice de la mobilité ; RT : ressort territorial

Annexe n° 2 Tables de répartition des modalités détaillées et agrégées des 8 variables issues des plans de mobilité

1. Répartition des modalités détaillées des 8 variables

La colonne « Freqs » indique le nombre et la répartition de chaque modalité sur un total de 110 plans de mobilité hors valeurs manquantes.

La colonne « Missing » indique le nombre de valeurs manquantes et leur part sur un total de 110 plans de mobilité.

No	Variable	Stats / Values	Freqs (% of Valid)	Graph	Missing
1	prog_action_old [factor]	1. Oui niv0,0 2. Oui niv0,5 3. Oui niv1,0 4. Oui niv1,5 5. Oui niv2,0	4 (4.9%) 7 (8.6%) 19 (23.5%) 18 (22.2%) 33 (40.7%)		29 (26.4%)
2	controle_old [factor]	1. Non 2. Oui_0 3. Oui_1 4. Oui_2 5. Oui_3	16 (20.0%) 3 (3.8%) 32 (40.0%) 6 (7.5%) 23 (28.7%)		30 (27.3%)
3	ptnoir_old [factor]	1. Non 2. Oui_0 3. Oui_1	15 (17.4%) 11 (12.8%) 60 (69.8%)		24 (21.8%)
4	piet_old [factor]	1. Oui_0 2. Oui_1	11 (13.1%) 73 (86.9%)		26 (23.6%)
5	deuxrm_old [factor]	1. Non 2. Oui	68 (78.2%) 19 (21.8%)		23 (20.9%)
6	jeun_old [factor]	1. Non 2. Oui_1 3. Oui_2 4. Oui_3	6 (7.1%) 23 (27.1%) 11 (12.9%) 45 (52.9%)		25 (22.7%)
7	etudeSR_old [factor]	1. Non 2. Oui_0 3. Oui_1	7 (8.3%) 28 (33.3%) 49 (58.3%)		26 (23.6%)
8	renf_oda_old [factor]	1. Non 2. Oui	86 (80.4%) 21 (19.6%)		3 (2.7%)

2. Répartition des modalités des 8 variables après agrégation de leurs modalités

La colonne « Freqs » indique le nombre et la répartition de chaque modalité sur un total de 110 plans de mobilité hors valeurs manquantes.

La colonne « Missing » indique le nombre de valeurs manquantes et leur part sur un total de 110 plans de mobilité.

No	Variable	Stats / Values	Freqs (% of Valid)	Graph	Missing
1	prog_action [factor]	1. 0_non 2. 1_oui_fort	48 (59.3%) 33 (40.7%)		29 (26.4%)
2	controle [factor]	1. 0_non 2. 1_oui	16 (20.0%) 64 (80.0%)		30 (27.3%)
3	ptnoir [factor]	1. 0_non 2. 1_oui_fort	26 (30.2%) 60 (69.8%)		24 (21.8%)
4	piet [factor]	1. 0_non 2. 1_oui_fort	11 (13.1%) 73 (86.9%)		26 (23.6%)
5	deuxrm [factor]	1. 0_non 2. 1_oui	68 (78.2%) 19 (21.8%)		23 (20.9%)
6	jeun [factor]	1. 0_non 2. 1_oui_fort	40 (47.1%) 45 (52.9%)		25 (22.7%)
7	etudeSR [factor]	1. 0_non 2. 1_oui_fort	35 (41.7%) 49 (58.3%)		26 (23.6%)
8	renf_oda [factor]	1. 0_non 2. 1_oui	86 (80.4%) 21 (19.6%)		3 (2.7%)

Annexe n° 3 Tests pour le choix du type de modèle

1. Test de la régression de Poisson pour estimer le nombre d'accidents

test modèle Poisson pour estimer nb accidents

```
glm_acc_p <- glm(nb_acc ~ annee_num + oda + controle + ptnoir +  
  piet + deuxrm + jeun + etudeSR + renf_oda + prog_action +  
  tx_couv_emploi + tx_chomage + intensite_urb + indice_jeunesse +  
  anc_oda + vt_net_const_popprt + offset(log(pop)), family = poisson(link = "log"),  
  data = data_acc.NA)
```

test de surdispersion

```
library(AER)  
dispersiontest(glm_acc_p)
```

Overdispersion test

data: glm_acc_p z = 22.933, p-value < 2.2e-16 alternative hypothesis: true dispersion is greater than 1 sample estimates: dispersion 52.27378

Le test de surdispersion révèle que le choix de la régression de Poisson n'est pas approprié. La dispersion calculée à l'aide du package AER montre qu'elle est très élevée et supérieure à 1 (52,27) alors que la régression de Poisson est basée sur une absence de surdispersion (soit une dispersion égale à 1).

On choisit d'utiliser un modèle quasi-poisson pour corriger cette surdispersion. Elle a pour impact d'augmenter l'erreur standard des coefficients estimés et donc leurs intervalles de confiance.

2. Test de la régression de Poisson pour estimer le nombre de personnes tuées

test modèle Poisson pour estimer nb de tués

```
glm_tue_p <- glm(nb_tue ~ annee_num + oda + controle + ptnoir +  
  piet + deuxrm + jeun + etudeSR + renf_oda + prog_action +  
  tx_couv_emploi + tx_chomage + intensite_urb + indice_jeunesse +  
  anc_oda + vt_net_const_popprt + offset(log(pop)), family = poisson(link = "log"),  
  data = data_tue.NA)
```

test de surdispersion

```
library(AER)  
dispersiontest(glm_tue_p)
```

Overdispersion test

data: glm_tue_p z = 6.4618, p-value = 5.173e-11 alternative hypothesis: true dispersion is greater than 1 sample estimates: dispersion 1.40575

La dispersion est très proche de 1. La régression de Poisson semble donc davantage appropriée pour estimer le nombre de personnes tuées en agglomération dans les 70 villes-centres. On choisit de tester les deux types de régression, poisson et quasi-poisson, et de comparer les résultats à la fin.

Annexe n° 4 Tests de la régression de quasi-Poisson pour estimer le nombre d'accidents

La régression de quasi-Poisson est menée avec les 15 variables sélectionnées afin d'évaluer leurs impacts sur l'évolution du nombre d'accidents en agglomération dans les 64 villes-centres entre 1987 et 2017.

Les variables non significatives (variables en **rouge**), c'est-à-dire les variables qui ont une p-value supérieure à 0,05, sont retirées du modèle pour conserver un niveau de confiance de 95 %. Le retrait de ces variables est réalisé progressivement, en commençant par écarter uniquement les variables qui ont une p-value très élevée, de manière à laisser la possibilité aux autres variables de redevenir éventuellement significatives lors des prochains tests.

Glm 1 : 15 variables testées

```
glm1_acc <- glm(nb_acc ~ annee_num + oda + controle + ptnoir +
  piet + deuxrm + jeun + etudeSR + renf_oda + prog_action +
  tx_couv_emploi + tx_chomage + intensite_urb + indice_jeunesse +
  anc_oda + vt_net_const_popprt + offset(log(pop)), family = quasipoisson(link = "log"),
  data = data_acc.NA)
```

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-4.3151183	0.1312753	-32.8707678	0.0000000
annee_num	-0.0573475	0.0037091	-15.4613231	0.0000000
oda1_oui	-0.0144630	0.0412456	-0.3506562	0.7259125
controle1_oui	-0.1721978	0.0476295	-3.6153607	0.0003133
ptnoir1_oui_fort	0.2028796	0.0498226	4.0720369	0.0000499
piet1_oui_fort	-0.2656502	0.0451223	-5.8873310	0.0000000
deuxrm1_oui	0.0566218	0.0510984	1.1080937	0.2680603
jeun1_oui_fort	0.2652317	0.0464759	5.7068698	0.0000000
etudeSR1_oui_fort	-0.2073817	0.0477463	-4.3434046	0.0000153
renf_oda1_oui	-0.0952958	0.0654436	-1.4561509	0.1456324
prog_action1_oui_fort	-0.0635686	0.0467339	-1.3602257	0.1740334
tx_couv_emploi	-0.0024011	0.0005631	-4.2639023	0.0000218
tx_chomage	0.0026307	0.0044329	0.5934518	0.5529992
intensite_urb	0.0006082	0.0006070	1.0019252	0.3165971
indice_jeunesse	-0.0043294	0.0004066	-10.6467942	0.0000000
anc_oda	0.0063959	0.0037072	1.7252802	0.0847541
vt_net_const_popprt	0.0017777	0.0004508	3.9435240	0.0000853

Glm 2 : On enlève oda + tx_chomage

```
glm2_acc <- glm(nb_acc ~ annee_num + controle + ptnoir + piet +
  deuxrm + jeun + etudeSR + renf_oda + prog_action + tx_couv_emploi +
  intensite_urb + indice_jeunesse + anc_oda + vt_net_const_poprt +
  offset(log(pop)), family = quasipoisson(link = "log"), data = data_acc.NA)
```

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-4.2750068	0.1156922	-36.9515520	0.0000000
annee_num	-0.0574944	0.0036845	-15.6042191	0.0000000
controle1_oui	-0.1753230	0.0472794	-3.7082362	0.0002190
ptnoir1_oui_fort	0.2052515	0.0497042	4.1294572	0.0000391
piet1_oui_fort	-0.2699085	0.0446378	-6.0466401	0.0000000
deuxrm1_oui	0.0528793	0.0506000	1.0450450	0.2962283
jeun1_oui_fort	0.2715143	0.0454486	5.9741012	0.0000000
etudeSR1_oui_fort	-0.2036469	0.0469377	-4.3386663	0.0000156
renf_oda1_oui	-0.0999822	0.0649753	-1.5387723	0.1241431
prog_action1_oui_fort	-0.0614591	0.0458426	-1.3406547	0.1803052
tx_couv_emploi	-0.0023757	0.0005625	-4.2235551	0.0000260
intensite_urb	0.0005448	0.0005957	0.9145027	0.3606501
indice_jeunesse	-0.0043271	0.0004061	-10.6552953	0.0000000
anc_oda	0.0062326	0.0034026	1.8317410	0.0672562
vt_net_const_poprt	0.0017482	0.0004395	3.9778940	0.0000740

Glm 3 : On enlève deux_rm + intensite_urb

```
glm3_acc <- glm(nb_acc ~ annee_num + controle + ptnoir + piet +
  jeun + etudeSR + renf_oda + prog_action + tx_couv_emploi +
  indice_jeunesse + anc_oda + vt_net_const_poprt + offset(log(pop)),
  family = quasipoisson(link = "log"), data = data_acc.NA)
```

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-4.2210905	0.1070808	-39.419672	0.0000000
annee_num	-0.0585800	0.0034414	-17.022035	0.0000000
controle1_oui	-0.1917053	0.0457445	-4.190787	0.0000300
ptnoir1_oui_fort	0.2091284	0.0475400	4.399002	0.0000119
piet1_oui_fort	-0.2452483	0.0412827	-5.940710	0.0000000
jeun1_oui_fort	0.2794832	0.0433202	6.451563	0.0000000
etudeSR1_oui_fort	-0.2035535	0.0454716	-4.476501	0.0000084
renf_oda1_oui	-0.1161111	0.0640176	-1.813738	0.0699859
prog_action1_oui_fort	-0.0538433	0.0430109	-1.251854	0.2108848
tx_couv_emploi	-0.0025968	0.0005409	-4.800947	0.0000018
indice_jeunesse	-0.0043621	0.0004050	-10.769488	0.0000000
anc_oda	0.0072642	0.0032114	2.261980	0.0238898
vt_net_const_poprt	0.0019912	0.0003797	5.244184	0.0000002

Glm 4 : On enlève prog_action

```
glm4_acc <- glm(nb_acc ~ annee_num + controle + ptnoir + piet +
  jeun + etudeSR + renf_oda + tx_couv_emploi + indice_jeunesse +
  anc_oda + vt_net_const_poprt + offset(log(pop)), family = quasipoisson(link = "log"),
  data = data_acc.NA)
```

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-4.2437949	0.1064969	-39.849018	0.0000000
annee_num	-0.0576906	0.0033205	-17.374055	0.0000000
controle1_oui	-0.1965933	0.0457374	-4.298301	0.0000187
ptnoir1_oui_fort	0.2219926	0.0468297	4.740419	0.0000024
piet1_oui_fort	-0.2573579	0.0408587	-6.298735	0.0000000
jeun1_oui_fort	0.2649139	0.0429254	6.171494	0.0000000
etudeSR1_oui_fort	-0.2263503	0.0445412	-5.081814	0.0000004
renf_oda1_oui	-0.1080979	0.0629586	-1.716967	0.0862598
tx_couv_emploi	-0.0025700	0.0005381	-4.776124	0.0000020
indice_jeunesse	-0.0042073	0.0003968	-10.604044	0.0000000
anc_oda	0.0072374	0.0032050	2.258199	0.0241237
vt_net_const_poprt	0.0018208	0.0003730	4.881078	0.0000012

Glm 5 : On enlève renf_oda

```
glm5_acc <- glm(nb_acc ~ annee_num + controle + ptnoir + piet +
  jeun + etudeSR + tx_couv_emploi + indice_jeunesse + anc_oda +
  vt_net_const_poprt + offset(log(pop)), family = quasipoisson(link = "log"),
  data = data_acc.NA)
```

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-4.1742038	0.1064608	-39.208828	0.0000000
annee_num	-0.0603159	0.0032999	-18.278091	0.0000000
controle1_oui	-0.1311450	0.0437811	-2.995468	0.0027998
ptnoir1_oui_fort	0.1906975	0.0466989	4.083553	0.0000475
piet1_oui_fort	-0.2265094	0.0404061	-5.605823	0.0000000
jeun1_oui_fort	0.2492075	0.0429852	5.797512	0.0000000
etudeSR1_oui_fort	-0.2659414	0.0434495	-6.120703	0.0000000
tx_couv_emploi	-0.0023705	0.0005384	-4.402924	0.0000117
indice_jeunesse	-0.0045057	0.0003929	-11.469201	0.0000000
anc_oda	0.0075612	0.0025753	2.936072	0.0033911
vt_net_const_poprt	0.0015284	0.0003697	4.133724	0.0000383

Résultat : 9 variables sont significatives en plus de la variable temporelle (année_num).

Se référer à 1.9.1 et 1.9.3 pour l'interprétation des résultats.

Evaluation de la qualité du modèle sélectionné (Glm 5)

```
data.poissonselect <- data_acc.NA %>%  
  drop_na(c(contrôle, ptnoir, piet, jeun, etudeSR, tx_couv_emploi,  
    indice_jeunesse, anc_oda, vt_net_const_poprt))  
data.poissonselect$predict_model <- predict(glm5_acc, type = "response")  
  
RMSE.quasipoisson <- round(sqrt((1/nrow(data.poissonselect)) *  
  sum((data.poissonselect$nb_acc - data.poissonselect$predict_model)^2)),  
  2)
```

Erreur quadratique moyenne du modèle : 149.08

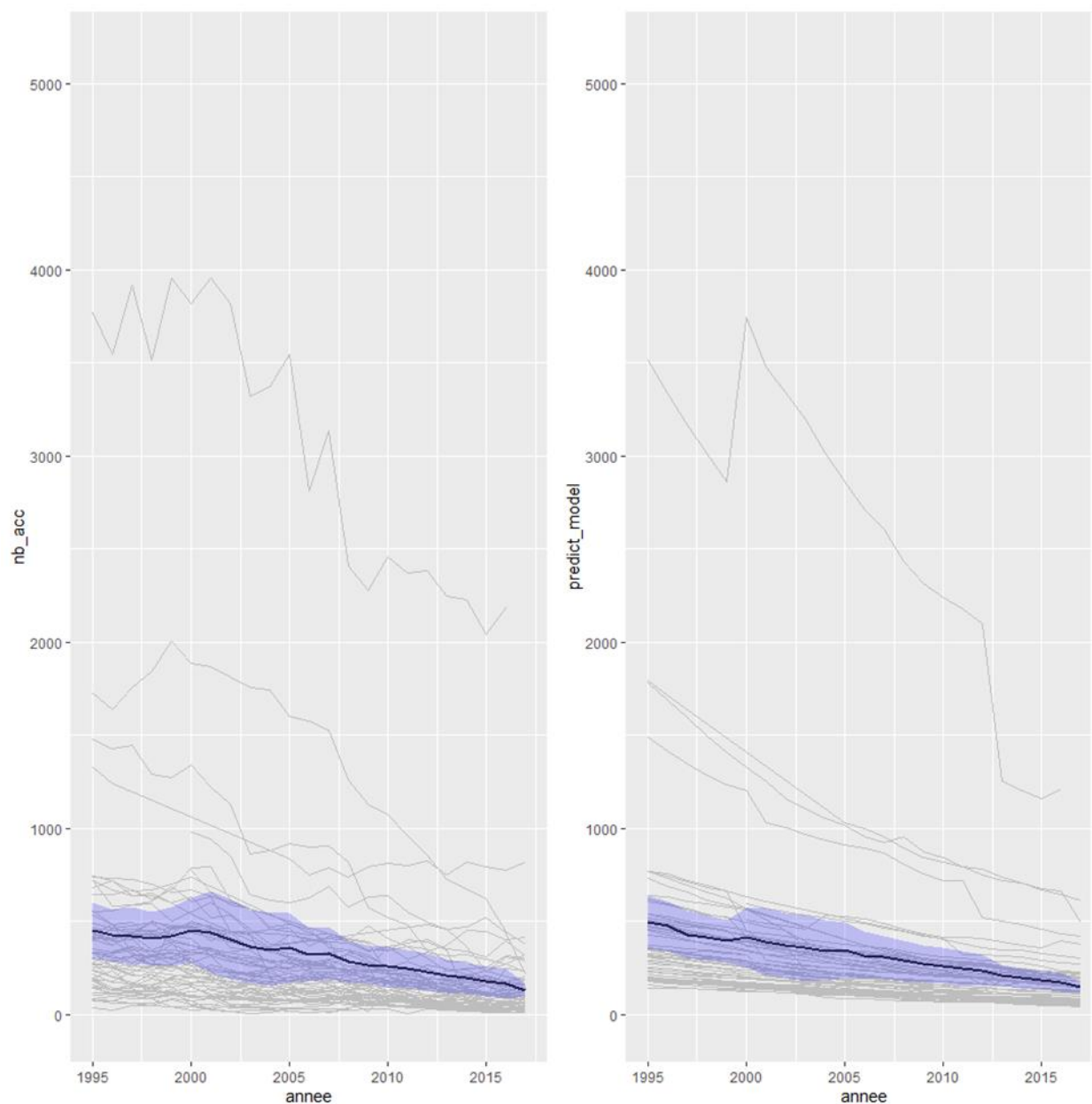


Figure 14 : Comparaison entre les valeurs observées du nombre d'accidents dans les 64 villes-centres et les estimations du modèle sélectionné « glm5_acc »

Annexe n° 5 Tests de la régression de quasi-Poisson et de Poisson pour estimer le nombre de personnes tuées

On teste les deux types de régression, quasi-Poisson et Poisson, sur les 15 variables sélectionnées pour évaluer leurs impacts sur l'évolution du nombre de personnes tuées en agglomération dans les 70 villes-centres entre 1987 et 2017.

Les variables non significatives (variables en **rouge**), c'est-à-dire les variables qui ont une p-value supérieure à 0,05, sont retirées du modèle pour conserver un niveau de confiance de 95 %. Le retrait de ces variables est réalisé pas à pas, en commençant par écarter uniquement les variables qui ont une p-value très élevée, de manière à laisser la possibilité aux autres variables de redevenir éventuellement significatives lors des prochains tests.

1. Tests de la régression de quasi-Poisson

Glm 1 : on teste les 15 variables

```
glm1_tue <- glm(nb_tue ~ annee_num + oda + controle + ptnoir +
  piet + deuxrm + jeun + etudeSR + renf_oda + prog_action +
  tx_couv_emploi + tx_chomage + intensite_urb + indice_jeunesse +
  anc_oda + vt_net_const_poprt + offset(log(pop)), family = quasipoisson(link = "log"),
  data = data_tue.NA)
```

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-8.7764018	0.1579222	-55.5742033	0.0000000
annee_num	-0.0570125	0.0045055	-12.6540970	0.0000000
oda1_oui	0.0168564	0.0537806	0.3134288	0.7540078
controle1_oui	-0.2086872	0.0605767	-3.4450088	0.0005902
ptnoir1_oui_fort	0.1750050	0.0650606	2.6898768	0.0072441
piet1_oui_fort	-0.1472228	0.0589709	-2.4965335	0.0126708
deuxrm1_oui	0.1703053	0.0672083	2.5339932	0.0113998
jeun1_oui_fort	0.0278768	0.0589190	0.4731380	0.6361983
etudeSR1_oui_fort	-0.1200424	0.0632450	-1.8980541	0.0579217
renf_oda1_oui	-0.2298885	0.0850841	-2.7018967	0.0069889
prog_action1_oui_fort	0.0441957	0.0607523	0.7274731	0.4670740
tx_couv_emploi	0.0001605	0.0006781	0.2367432	0.8128953
tx_chomage	0.0158287	0.0054405	2.9094020	0.0036860
intensite_urb	-0.0027270	0.0008025	-3.3983147	0.0006996
indice_jeunesse	-0.0038464	0.0004977	-7.7281820	0.0000000
anc_oda	0.0100964	0.0043429	2.3247927	0.0202444
vt_net_const_poprt	0.0002345	0.0005595	0.4192228	0.6751262

Glm 2 : On enlève oda + jeun + prog_action + tx_couv_emploi + vt_net_const_poprt

```
glm2_tue <- glm(nb_tue ~ annee_num + controle + ptnoir + piet +
  deuxrm + etudeSR + renf_oda + tx_chomage + intensite_urb +
  indice_jeunesse + anc_oda + offset(log(pop)), family = quasipoisson(link = "log"),
  data = data_tue.NA)
```

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-8.6625674	0.0839161	-103.228865	0.0000000
annee_num	-0.0571070	0.0025118	-22.735288	0.0000000
controle1_oui	-0.1889473	0.0543692	-3.475266	0.0005222
ptnoir1_oui_fort	0.2136453	0.0587453	3.636804	0.0002837
piet1_oui_fort	-0.1365910	0.0570059	-2.396086	0.0166710
deuxrm1_oui	0.2191895	0.0577518	3.795371	0.0001522
etudeSR1_oui_fort	-0.1194321	0.0590421	-2.022830	0.0432358
renf_oda1_oui	-0.2491930	0.0806833	-3.088535	0.0020417
tx_chomage	0.0081598	0.0041795	1.952329	0.0510514
intensite_urb	-0.0037649	0.0004418	-8.522332	0.0000000
indice_jeunesse	-0.0032287	0.0002908	-11.102878	0.0000000
anc_oda	0.0122086	0.0034988	3.489406	0.0004956

Glm 3 : On enlève tx_chomage

```
glm3_tue <- glm(nb_tue ~ annee_num + controle + ptnoir + piet +
  deuxrm + etudeSR + renf_oda + intensite_urb + indice_jeunesse +
  anc_oda + offset(log(pop)), family = quasipoisson(link = "log"),
  data = data_tue.NA)
```

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-8.5485882	0.0604460	-141.425256	0.0000000
annee_num	-0.0558421	0.0024235	-23.041734	0.0000000
controle1_oui	-0.1928013	0.0542954	-3.550969	0.0003935
ptnoir1_oui_fort	0.2250854	0.0584902	3.848260	0.0001230
piet1_oui_fort	-0.1528922	0.0564361	-2.709118	0.0068091
deuxrm1_oui	0.2161504	0.0578236	3.738103	0.0001911
etudeSR1_oui_fort	-0.1188207	0.0590430	-2.012442	0.0443194
renf_oda1_oui	-0.2626212	0.0805301	-3.261157	0.0011300
intensite_urb	-0.0039260	0.0004329	-9.068136	0.0000000
indice_jeunesse	-0.0032873	0.0002899	-11.338679	0.0000000
anc_oda	0.0135680	0.0034281	3.957886	0.0000785

Résultat : 9 variables sont significatives en plus de la variable temporelle (annee_num).

Se référer à 1.9.2 et 1.9.3 pour l'interprétation des résultats.

Evaluation de la qualité du modèle sélectionné (glm3_tue)

```
data.poissonselect <- data_tue.NA %>%  
  drop_na(c(contrôle, ptnoir, piet, deuxrm, etudeSR, renf_oda,  
    intensite_urb, indice_jeunesse, anc_oda))  
data.poissonselect$predict_model <- predict(glm3_tue, type = "response")  
  
RMSE.quasipoisson <- round(sqrt((1/nrow(data.poissonselect)) *  
  sum((data.poissonselect$nb_tue - data.poissonselect$predict_model)^2)),  
  2)
```

Erreur quadratique moyenne du modèle : 3.25

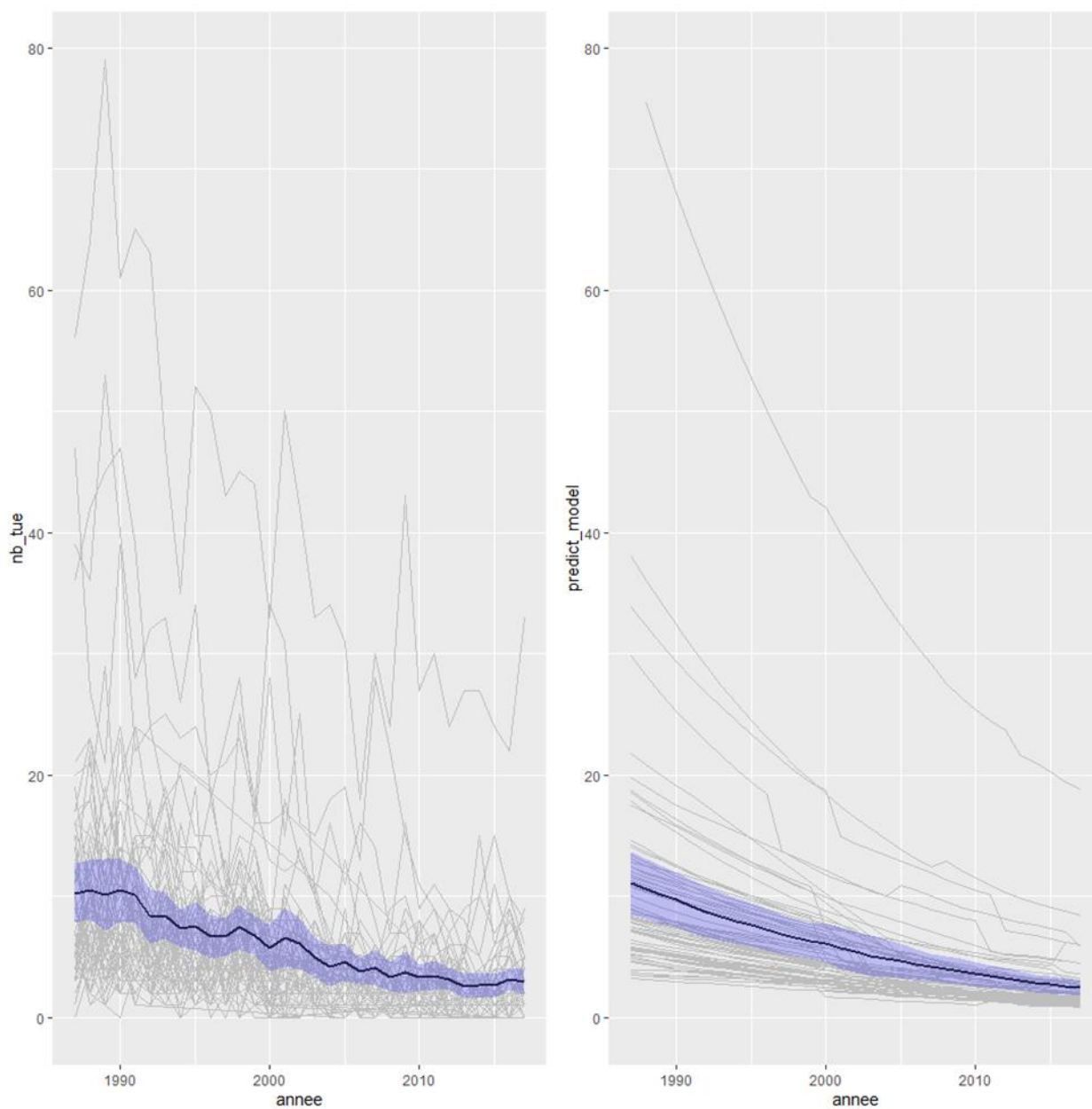


Figure 15 : Comparaison entre les valeurs observées du nombre de personnes tuées dans les 70 villes-centres et les estimations du modèle de quasi-Poisson sélectionné « glm3_tue »

2. Tests de la régression de Poisson

Glm 1 : test des 15 variables

```
glm1_tue_p <- glm(nb_tue ~ annee_num + oda + controle + ptnoir +
  piet + deuxrm + jeun + etudeSR + renf_oda + prog_action +
  tx_couv_emploi + tx_chomage + intensite_urb + indice_jeunesse +
  anc_oda + vt_net_const_popprt + offset(log(pop)), family = poisson(link = "log"),
  data = data_tue.NA)
```

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-8.7764018	0.1319739	-66.5010644	0.0000000
annee_num	-0.0570125	0.0037652	-15.1421140	0.0000000
oda1_oui	0.0168564	0.0449439	0.3750544	0.7076200
controle1_oui	-0.2086872	0.0506233	-4.1223578	0.0000375
ptnoir1_oui_fort	0.1750050	0.0543704	3.2187536	0.0012875
piet1_oui_fort	-0.1472228	0.0492813	-2.9873956	0.0028137
deuxrm1_oui	0.1703053	0.0561652	3.0322206	0.0024276
jeun1_oui_fort	0.0278768	0.0492379	0.5661652	0.5712815
etudeSR1_oui_fort	-0.1200424	0.0528531	-2.2712448	0.0231322
renf_oda1_oui	-0.2298885	0.0711038	-3.2331369	0.0012244
prog_action1_oui_fort	0.0441957	0.0507700	0.8705070	0.3840234
tx_couv_emploi	0.0001605	0.0005667	0.2832910	0.7769538
tx_chomage	0.0158287	0.0045466	3.4814413	0.0004987
intensite_urb	-0.0027270	0.0006706	-4.0664828	0.0000477
indice_jeunesse	-0.0038464	0.0004159	-9.2476778	0.0000000
anc_oda	0.0100964	0.0036293	2.7818877	0.0054044
vt_net_const_popprt	0.0002345	0.0004676	0.5016493	0.6159142

Glm 2 : On enlève 5 variables : oda + jeun + prog_action + tx_couv_emploi + vt_net_const_popprt

```
glm2_tue_p <- glm(nb_tue ~ annee_num + controle + ptnoir + piet +
  deuxrm + etudeSR + renf_oda + tx_chomage + intensite_urb +
  indice_jeunesse + anc_oda + offset(log(pop)), family = poisson(link = "log"),
  data = data_tue.NA)
```

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-8.6625674	0.0676731	-128.006087	0.0000000
annee_num	-0.0571070	0.0020256	-28.192262	0.0000000
controle1_oui	-0.1889473	0.0438453	-4.309407	0.0000164
ptnoir1_oui_fort	0.2136453	0.0473744	4.509718	0.0000065
piet1_oui_fort	-0.1365910	0.0459717	-2.971200	0.0029664
deuxrm1_oui	0.2191895	0.0465732	4.706345	0.0000025
etudeSR1_oui_fort	-0.1194321	0.0476137	-2.508354	0.0121295
renf_oda1_oui	-0.2491930	0.0650660	-3.829852	0.0001282
tx_chomage	0.0081598	0.0033705	2.420931	0.0154808
intensite_urb	-0.0037649	0.0003563	-10.567881	0.0000000
indice_jeunesse	-0.0032287	0.0002345	-13.767816	0.0000000
anc_oda	0.0122086	0.0028215	4.326940	0.0000151

Résultat : 10 variables sont significatives en plus de la variable temporelle (annee_num).

Se référer à **1.9.2** et **1.9.3** pour l'interprétation des résultats.

Evaluation de la qualité du modèle sélectionné (glm2_tue_p)

```
data.poissonselect <- data_tue.NA %>%
  drop_na(c(controle, ptnoir, piet, deuxrm, etudeSR, renf_oda,
            tx_chomage, intensite_urb, indice_jeunesse, anc_oda))
data.poissonselect$predict_model <- predict(glm2_tue_p, type = "response")

RMSE.poisson <- round(sqrt((1/nrow(data.poissonselect)) * sum((data.poissonselect$nb_tue -
  data.poissonselect$predict_model)^2)), 2)
```

Erreur quadratique moyenne du modèle : 3.28.

La qualité du modèle est donc légèrement moins bonne par rapport au modèle précédent de quasi-Poisson (3,25).

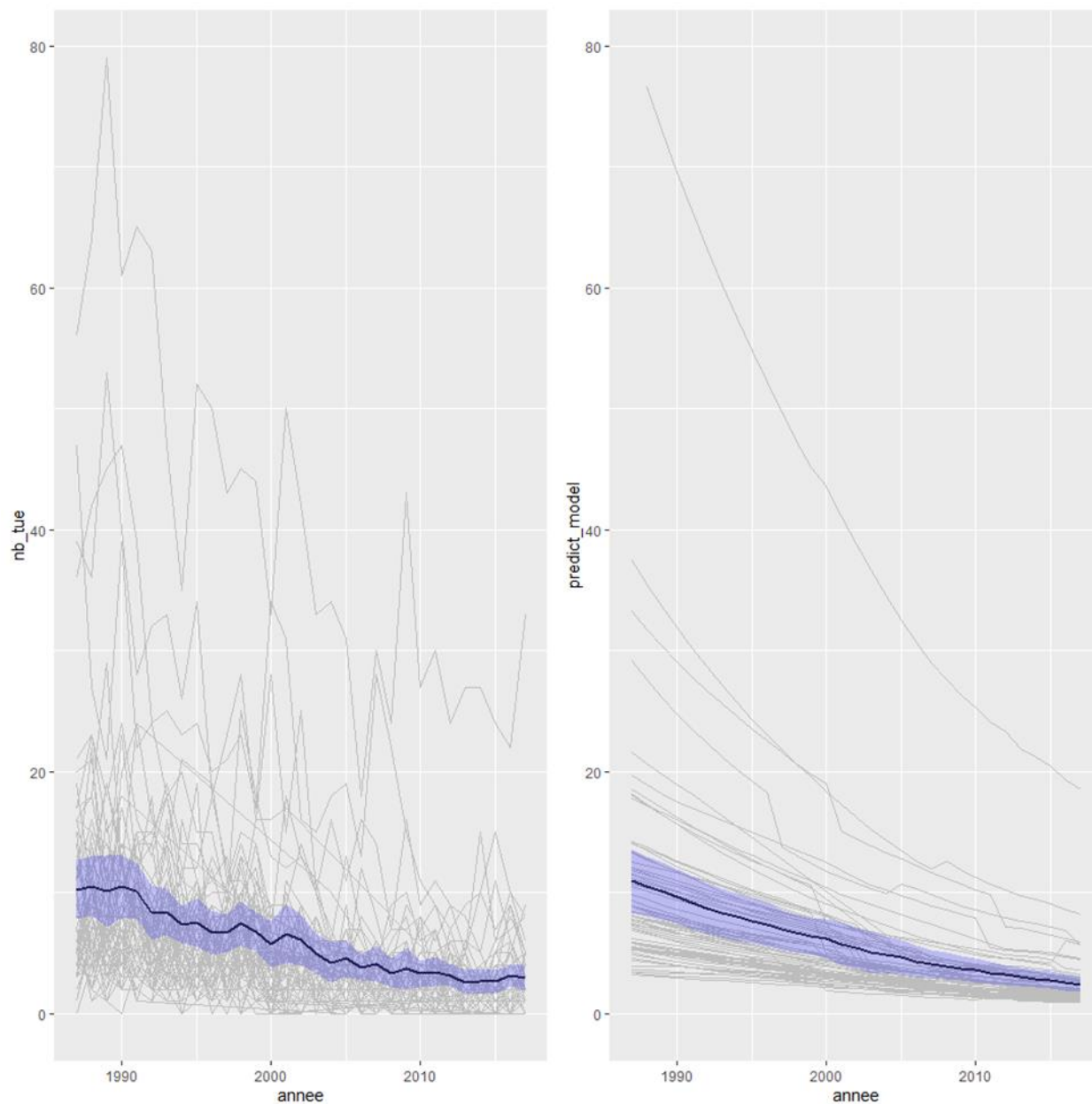


Figure 16 : Comparaison entre les valeurs observées du nombre de personnes tuées dans les 70 villes-centres et les estimations du modèle de Poisson sélectionné « glm2_tue_p »

Annexe n° 6 Tables des plans de mobilité présentant des mesures ayant un effet significatif dans les modèles

1. Table des plans de mobilité cumulant les 3 mesures corrélées significativement avec une baisse du nombre d'accidents en agglomération dans les 64 villes-centres

Cela concerne 34 plans de mobilité couvrant 32 villes-centres, sur les 104 plans couvrant les 64 villes-centres étudiées entre 1987 et 2017. Pour les 70 autres plans, ces mesures ont été prises séparément et/ou l'information n'a pas pu être renseignée.

nom	numéro de plan	date approbation /finalisation du plan	prog_action	controle	ptnoir	piet	deuxrm	jeun	etudeSR	renf_oda
Aix-en-Provence	1	2005	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non
Aix-en-Provence	2	2015	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non
Ajaccio	1	2006	0_non	1_oui	0_non	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non
Amiens	2	2013	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non
Angers	2	2005	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non
Angers	3	2017	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui
Avignon	2	2016	1_oui_fort	1_oui	0_non	1_oui_fort	0_non	0_non	1_oui_fort	0_non
Bayonne	1	2004	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non
Bayonne	2	2015	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	0_non	1_oui_fort	0_non
Béziers	1	2016	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non
Bordeaux	3	2004	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui
Bourges	2	2013	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non
Caen	1	2001	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	0_non	1_oui_fort	0_non
Calais	2	2016	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	0_non	1_oui_fort	0_non
Dijon	2	2012	1_oui_fort	1_oui	0_non	1_oui_fort	0_non	0_non	1_oui_fort	1_oui
Grenoble	1	2000	NR	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non
Grenoble	2	2008	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui
Le Havre	1	2003	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non
Lille*	1	2000	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui
Lille*	2	2011	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui
Lyon*	1	1997	NR	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	NR	1_oui_fort	0_non
Lyon*	3	2017	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui	0_non	1_oui_fort	1_oui
Marseille	3	2013	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non
Mulhouse	2	2005	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non
Nantes	3	2011	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui	0_non	1_oui_fort	1_oui
Nîmes	2	2007	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non
Orléans	2	2008	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non
Pau	1	2004	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	0_non	1_oui_fort	0_non
Strasbourg	2	2016	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	0_non	1_oui_fort	1_oui
Toulon*	2	2006	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non
Toulon*	3	2016	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non
Toulouse	2	2012	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	0_non	1_oui_fort	1_oui
Troyes	2	2014	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non
Valence	2	2016	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui	0_non	1_oui_fort	0_non

*Ces plans concernent plusieurs villes-centres de notre échantillon : les 2 plans de Lille couvrent Roubaix et Tourcoing, les 2 plans de Lyon couvrent Villeurbanne et les 2 plans de Toulon couvrent Hyères et La Seyne-sur-Mer.

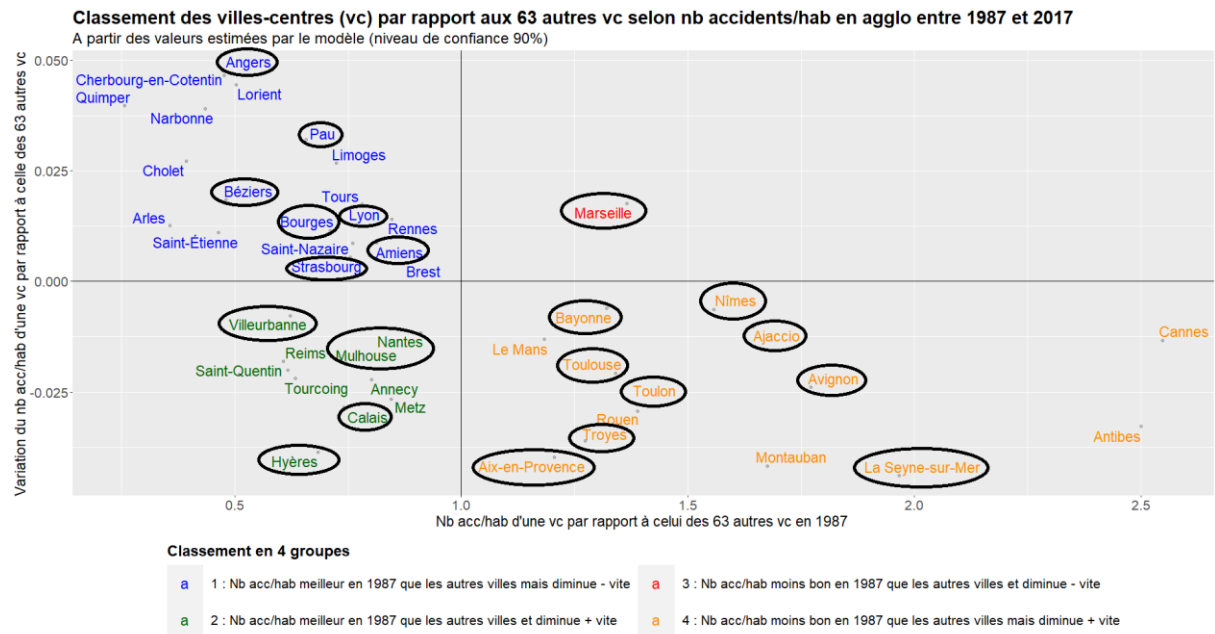
Notes de lecture :

En vert : les 3 mesures corrélées significativement avec une baisse du nombre d'accidents.

Pour le descriptif de ces mesures, voir **Tableau 16**.

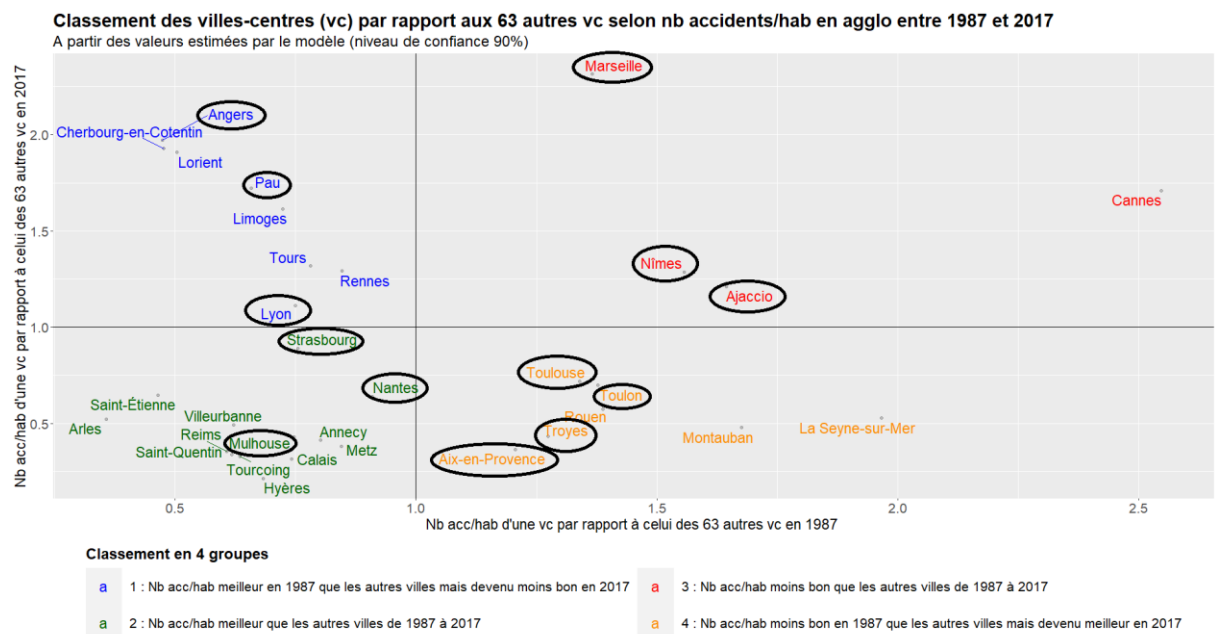
NR : l'information n'a pas pu être collectée, le document en format papier n'étant pas accessible lors de la deuxième lecture des plans pour approfondir et classifier les réponses.

2. Lien avec la modélisation de l'évolution de l'accidentalité de 64 villes centre dans le livrable 1



Si l'on revient aux villes dont l'évolution de l'accidentalité a été modélisée au sein du livrable 1, on constate que plusieurs villes y cumulent les trois mesures mentionnées précédemment (entourées en noir).

Sans pouvoir en tirer de conclusions définitives, on constate qu'une proportion importante de villes ayant une accidentalité moins bonne que la moyenne en 1987, mais avec une progression en moyenne plus importante cumulent les 3 mesures que nous avons repérées comme significatives. Par ailleurs, d'autres villes semblent moins bien s'en tirer comme Marseille. Il est possible que les mesures annoncées dans les PDU soient plus ou moins suivies d'effets concrets avec des résultats plus mitigés sur l'accidentalité.



Un constat similaire peut être effectué sur le graphe ci-dessus quand on compare l'état initial (1987) et final (2017) de l'accidentalité des villes modélisées dans le livrable 1. En tout état de cause, aucune conclusion formelle ne peut être tirée à ce stade.

3. Table des plans de mobilité cumulant les 4 mesures corrélées significativement avec une baisse de la mortalité en agglomération dans les 70 villes-centres

Cela concerne 11 plans de mobilité couvrant 13 villes-centres, sur les 110 plans couvrant les 70 villes-centres étudiées entre 1987 et 2017. Les autres plans ont pris ces mesures séparément et/ou elles n'ont n'a pas pu être renseignées.

nom	numéro de plan	date approbation /finalisation du plan	prog_action	controle	ptnoir	piet	deuxrm	jeun	etudeSR	renf_oda
Angers	3	2017	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui
Bordeaux	3	2004	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui
Dijon	2	2012	1_oui_fort	1_oui	0_non	1_oui_fort	0_non	0_non	1_oui_fort	1_oui
Dunkerque	1	2003	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	0_non	1_oui_fort	1_oui
Grenoble	2	2008	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui
Lille*	1	2000	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui
Lille*	2	2011	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui
Lyon*	3	2017	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui	0_non	1_oui_fort	1_oui
Nantes	3	2011	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	1_oui	0_non	1_oui_fort	1_oui
Strasbourg	2	2016	0_non	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	0_non	1_oui_fort	1_oui
Toulouse	2	2012	1_oui_fort	1_oui	1_oui_fort	1_oui_fort	0_non	0_non	1_oui_fort	1_oui

*Ces plans concernent plusieurs villes-centres de notre échantillon : les 2 plans de Lille couvrent Roubaix et Tourcoing et le plan de Lyon couvre Villeurbanne.

Note de lecture :

En vert : les 4 mesures corrélées significativement avec une baisse du nombre de personnes tuées.

Pour le descriptif de ces mesures, voir **Tableau 16**.

BIBLIOGRAPHIE

Bondaz M., Bodino P., Helbronner C., Panhaleux J., Paquette O., Sion L., Miramon G., Aubert D. (2014), *Evaluation de la politique de sécurité routière – Rapport de diagnostic – Tome 1*, mis en ligne le 13 août 2015. <https://www.interieur.gouv.fr/Publications/Rapports-de-l-IGA/Securite-routiere/Evaluation-de-la-politique-de-securite-routiere>

CERTU (2004), *La sécurité routière dans les plans de déplacements urbains : approche et méthode*, Références, n°48, CERTU, Lyon

CERTU (2007), *Sécurité des déplacements en agglomération. Guide méthodologique*, Références, n°63, CERTU, Lyon

Cestac J. et al., *Projet Prévention et Education Routières en Lycée: Evaluation des actions (PERLE). Rapport Final, Convention IFSTTAR-DSCR n 2200626575*, 2013

Dommes , A., Cavallo, V., & Oxley, J.A. Functional declines as predictors of risky street-crossing decisions in older pedestrians. *Accident Analysis and Prevention*, 2013

ITF (2019), *Road Safety in European Cities: Performance Indicators and Governance Solutions, International Transport Forum Policy Papers, No.67*, OECD Publishing, Paris. Mis en ligne le 11 avril 2019. URL : <https://www.itf-oecd.org/road-safety-european-cities>

Lebas Y., Mazo M., Perret P., Steinhart F., Thiberge B. (2018), *Mobiliser les énergies, mobiliser les territoires. La politique locale de sécurité routière de 1982 à 2008*, L'Harmattan, Paris

Millot M. et ali, *Étude des accidents piétons sur des rues avec aménagement de sites de transports collectifs*, Cerema, 2016.

ONISR, *La sécurité routière en France , Bilan de l'accidentalité de l'année 2020*, 2021

Wu D., Martin J.L., *Livrable 4.4 Accidentologie des piétons, VOIESUR, Ifsttar*, avril 2015.

