

# PDSR

## Politiques Départementales de Sécurité Routière

Vers une meilleure compréhension des disparités et des performances entre territoires



Rapport d'étude

Octobre 2025

## **Le Cerema, l'expert public de l'adaptation des territoires au changement climatique**

Le Cerema est un établissement public relevant du ministère du Partenariat avec les territoires et de la Décentralisation, du ministère de la Transition écologique, de l'Énergie, du Climat et de la Prévention des risques et du ministère du Logement et de la Rénovation urbaine. Premier établissement à pilotage partagé entre l'État et les collectivités territoriales, il est présent partout dans l'hexagone et dans les Outre-mer grâce à ses 27 implantations et ses 2 500 agents.

Détenteur d'une expertise nationale mutualisée, le Cerema accompagne l'État et les collectivités territoriales pour la transition écologique, l'adaptation au changement climatique et la cohésion des territoires par l'élaboration coopérative, le déploiement et l'évaluation de politiques publiques d'aménagement et de transport. Doté d'un fort potentiel d'innovation et de recherche incarné notamment par son institut Carnot Clim'adapt, le Cerema agit dans 6 domaines d'activités : Expertise & ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement & Risques, Mer & Littoral.

---

[www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)

---

## **La recherche et la formation pour des villes et territoires durables**

**L'Université Gustave Eiffel** a été créée en 2020 sur un modèle innovant rassemblant pour la première fois en France le triptyque université/écoles/organisme de recherche et dont l'ambition est de transformer la vie et les villes.

Elle est le fruit d'une histoire commune initiée il y a plus de 20 ans entre une université (Upem), un institut de recherche (Ifsttar), 3 écoles d'ingénieurs (ESIEE Paris, ENSG, EIVP) et une école d'architecture (École Nationale Supérieure d'Architecture Paris-Est). Par la mise en commun de nombreuses forces en matière de formation et de recherche, elle permet de meilleures synergies et offre ainsi à différents publics une palette de compétences plus riche.

L'Université forme des jeunes, des salariés ou des citoyennes et citoyens à tous les niveaux et apporte des éclairages scientifiques à l'ensemble de la société ainsi qu'aux politiques publiques.

Engagés sur la thématique des villes durables, L'Université Gustave Eiffel représente un quart de la recherche nationale sur ce sujet et contribue à créer in fine un avenir sociétal et environnemental meilleur.

---

[www.univ-gustave-eiffel.fr](http://www.univ-gustave-eiffel.fr)

---

Crédits photo de couverture : ©Florian Pépelin - CC-BY-SA 4.0. Vue de la Route départementale 925, ancienne Route nationale 25, à Eu (Seine-Maritime) en direction d'Abbeville (Somme) – Date : 19 août 2018



# Politiques Départementales de Sécurité Routière

Commanditaire : DSR

**Auteur :**

Responsable du rapport

**Ayman ZOUBIR – Cerema – Département Mobilités – Groupe Sécurité des Déplacements**

Tél. : +33(0)6 62 68 74 96

Courrier : [ayman.zoubir@cerema.fr](mailto:ayman.zoubir@cerema.fr)

Direction Technique Ville et Territoire, Département Mobilités, Espace Public, Sécurité – 2, rue Charial, 69003 Lyon

## Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
Pour relecture V1	05/02/2025	
Pour relecture V2	13/02/2025	
Pour relecture V3	28/04/2025	
Pour relecture V4	25/07/2025	
Pour relecture DSR	08/09/2025	
Pour relecture version finale	03/10/2025	

## Références

N° d'affaire : 2021-C54-PDSR

Convention DSR AAP n°220.135.9399 du 04/08/2022 (et avenant du 15/07/2024)

Partenaires : Départements de France, Département de la Côte-D'Or, Département de l'Essonne

N° NOVA : 22-TV-0046

Nom	Service	Rôle	Date	Visa
ZOUBIR Ayman	CEREMA/MEPS/SD	Auteur principal	07/02/2025	
CARNIS Laurent	UGE	Auteur	19/02/2025	
LEDOUX Vincent	CEREMA/MEPS/SD	Auteur	01/03/2025	
VANCO Florian	CEREMA/MEPS/SD	Auteur	07/02/2025	
HIRON Benoît	CEREMA/MEPS/SD	Auteur	21/07/2025	
SAINT PIERRE Guillaume	CEREMA/DTerOcc/DT/STI	Contributeur	06/02/2025	
CASSAN Mathieu	DSR	Relecteur	08/09/2025	

## Résumé de l'étude

La sécurité routière au niveau départemental constitue un enjeu fort et récurrent année après année. Sur le seul réseau routier géré par les conseils départementaux sont dénombrés 1 893 morts, soit 59 % de la mortalité routière annuelle française selon le bilan 2024 de l'Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière (ONISR) publié en 2025. Les routes gérées par les départements concentrent près des trois cinquièmes des décès alors qu'elles représentent le tiers du linéaire national de route. Par ailleurs, une forte disparité de l'accidentalité et de la mortalité routière est observée entre les différents départements.

Suite à ce constat, le projet PDSR (Politiques Départementales de Sécurité Routière) répond à un besoin de connaissances pour mieux appréhender ces disparités territoriales. Un objectif de cette recherche vise à comprendre et à expliquer ces disparités en procédant à des analyses portant sur les facteurs de contexte propres à chaque territoire départemental ou famille de conseils départementaux afin d'en déterminer les effets potentiels, pour ensuite effectuer des comparaisons. Il s'agit également d'analyser la performance des politiques locales en matière de sécurité routière et de déterminer d'éventuelles bonnes pratiques.

## 5 à 10 mots clés à retenir de l'étude

Accidentalité	Hors-agglomération
Routes départementales	Politiques publiques locales
Interurbain	Sécurité routière
Infrastructure	Conseils départementaux
Gestionnaire	Routes bidirectionnelles

## Statut de communication de l'étude

Les études réalisées par le Cerema sur sa subvention pour charge de service public sont par défaut indexées et accessibles sur le portail documentaire du Cerema. Toutefois, certaines études à caractère spécifique peuvent être en accès restreint ou confidentiel. Il est demandé de préciser ci-dessous le statut de communication de l'étude.

- Accès libre : document accessible au public sur internet
- Accès restreint : document accessible uniquement aux agents du Cerema et de l'UGE
- Accès confidentiel : document non accessible

Cette étude est capitalisée sur la plateforme documentaire [CeremaDoc](#), via le dépôt de document : <https://doc.cerema.fr/depot-rapport.aspx>. Elle sera ensuite versée sur HAL conformément aux principes de la science ouverte du Ministère et souhaitée par la DSR.

# RESUME EXECUTIF

## Constat

La sécurité routière sur le réseau départemental constitue un enjeu majeur. En 2024, on a y recensé 1893 tués, soit 59 % de la mortalité routière annuelle totale, alors que ces routes ne représentent qu'un tiers du linéaire national. Les écarts d'accidentalité entre départements sont significatifs, reflétant à la fois les contextes locaux et les politiques mises en œuvre par les conseils départementaux (CD). Depuis le transfert de la gestion de près de 380 000 km de routes, les CD développent leurs propres stratégies, mais celles-ci restent encore peu documentées.

## Objectifs

La recherche PDSR, menée par le **Cerema** et l'**Université Gustave Eiffel**, avec la participation des conseils départementaux de **Côte-d'Or** et d'**Essonne** et le soutien de la **Délégation à la Sécurité Routière et l'Assemblée des Départements de France**, visait à :

- **analyser** les effets combinés des contextes territoriaux et des stratégies adoptées sur la mortalité routière hors agglomération ;
- **documenter** les politiques locales de sécurité routière menées par les CD ;
- **identifier** les mesures et pratiques efficaces pour réduire les disparités territoriales ;
- **formuler** des recommandations opérationnelles pour améliorer la cohérence et l'impact des politiques départementales.

## Méthodologie

La recherche repose sur :

- un **questionnaire national** et des **enquêtes de terrain** auprès des CD ;
- la mobilisation de bases de données socio-économiques, démographiques, sur les infrastructures et d'accidentalité ;
- une **modélisation statistique avancée** portant sur la mortalité routière et permettant d'évaluer l'interaction entre les contextes départementaux, les stratégies locales et les mesures nationales.

## Résultats clés

1. **Sept profils de contextes territoriaux** ont été identifiés, soulignant la diversité des contextes d'intervention des gestionnaires : ruraux peu peuplés (1), ruraux-montagneux à forte population âgée (2), ruraux à PIB élevé (3), montagneux-touristiques (4), CD à métropoles (5), urbains très denses (6), petite couronne parisienne (7).
2. L'enquête, avec un taux de participation élevé (80 % environ), a permis **d'établir un panorama inédit des pratiques locales**.
3. **Quatre stratégies types de sécurité routière** se distinguent :
  - La Stratégie « **Essentielle** », qui est une approche basique centrée sur le respect des obligations légales et ne développant pas de plan d'actions spécifiques.
  - La Stratégie « **Réactive** », qui relève d'interventions ponctuelles après un accident grave, qui propose des traitements des lieux présentant une récurrence de l'accidentalité, mais une vision préventive à long terme.
  - La Stratégie « **Proactive** », qui consiste en une anticipation des risques par l'analyse de données, en des actions ciblées (aménagement, contrôle) pour prévenir les accidents avant qu'ils ne surviennent.
  - La Stratégie « **Globale** » qui propose une approche intégrée et systémique et qui articule en continu la prévention des risques, la réaction aux accidents, la coordination de tous les acteurs et l'évaluation des actions menées. C'est une priorité transversale du projet de territoire.
4. Les stratégies **proactive et globale** apparaissent comme les plus efficaces, permettant des gains estimés de **10 à 17 % de réduction des accidents mortels** dans certains contextes (territoires ruraux à PIB élevé) par rapport au maintien d'une stratégie moins ambitieuse (« **Essentielle** » ou « **Réactive** »).

5. L'efficacité des politiques dépend de leur **adéquation au contexte local** : une stratégie performante dans un territoire urbain dense peut s'avérer inefficace en milieu rural ou montagneux.
6. Un potentiel d'amélioration considérable : seuls **24% des Conseils Départementaux appliquent actuellement la stratégie identifiée comme optimale** pour leur contexte. Ce décalage révèle une marge de progression majeure.
7. Les **leviers nationaux** (contrôle automatisé, radars) ont un effet structurant mais homogène, tandis que les **investissements locaux en infrastructures de sécurité** jouent un rôle différencié plus marqué.
8. Les écarts de performance reflètent aussi des **facteurs organisationnels et institutionnels** : gouvernance interne, moyens d'ingénierie, culture de l'évaluation, et priorités budgétaires locales.

## Recommandations

Pour réduire les disparités territoriales et accroître l'efficacité globale des politiques de sécurité routière, les actions suivantes sont préconisées :

- 1. Adapter la stratégie de sécurité routière locale au territoire** : Une nécessaire territorialisation
  - Territorialiser davantage les politiques de sécurité routière en les adaptant systématiquement aux spécificités locales (densité, topographie, trafic, profils démographiques, spécificités du réseau routier) et en s'appuyant sur les sept profils de contextes identifiés pour développer des plans d'action spécifiques.
  - Développer des outils de diagnostic et de suivi pour aider les Conseils Départementaux à évaluer leur pratique stratégique (adéquation, mise en œuvre) et suivre leur évolution.
- 2. Renforcer les capacités locales : Un impératif d'ingénierie et d'évaluation**
  - Renforcer l'ingénierie technique et financière dans les départements ruraux et à faible densité, particulièrement exposés.
  - Instituer une culture robuste du suivi-évaluation en développant des méthodologies opérationnelles pour mesurer l'impact des actions et guider la décision.
- 3. Investir judicieusement : Une approche ciblée et combinée**
  - Cibler les investissements en infrastructure sur la base de diagnostics locaux de sécurité routière fondés sur l'analyse de l'accidentalité et des risques potentiels, et non sur des critères uniquement techniques.
  - Actionner de manière complémentaire l'ensemble des leviers d'intervention (prévention, infrastructures, contrôle-sanction, suivi-évaluation) pour démultiplier les résultats, plutôt que de les opposer.
- 4. Favoriser les synergies : Une gouvernance coordonnée et un cadre national facilitateur**
  - Améliorer la coordination opérationnelle entre tous les acteurs (CD, État, forces de l'ordre, SDIS) et développer des outils robustes d'analyse et de suivi partagés.
  - Capitaliser et diffuser les bonnes pratiques identifiées par ce projet pour inspirer les départements et éviter de "réinventer la roue".
  - Créer un cadre national incitatif et modulable qui donne aux territoires l'autonomie et les moyens d'agir selon leurs spécificités.

## Conclusion

La recherche PDSR montre que les politiques départementales de sécurité routière ont un impact réel sur la mortalité routière hors agglomération, mais que leur efficacité dépend fortement de leur adéquation au contexte local. L'absence de modèle de réponse unique impose une logique de territorialisation dans la réponse qui peut être apportée, où chaque département ajuste sa stratégie à ses propres enjeux. En renforçant l'adaptation stratégique, la coordination et la capacité d'évaluation, il est possible de réduire durablement les inégalités territoriales face au risque routier et d'accroître l'efficacité des actions locales, et au final participer à l'améliorer du bilan général de la sécurité routière.

# SOMMAIRE

---

<b>Glossaire .....</b>	<b>10</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>11</b>
<b>1 Contexte et objectifs .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Enjeux d'accidentalité du réseau routier départemental .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Constat .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3 Objectifs .....</b>	<b>13</b>
1.3.1 Analyse des disparités territoriales en matière d'accidentalité.....	14
1.3.2 Connaître les politiques de sécurité routière mises en œuvre .....	14
1.3.3 Mettre en lumière les enjeux spécifiques à un DROM.....	14
<b>2 Choix méthodologiques.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Périmètre spatio-temporel .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Méthodologie .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Données mobilisées .....</b>	<b>17</b>
<b>3 Résultats.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Catégorisation des contextes d'intervention des Conseils Départementaux ....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 Analyse des évolutions des indicateurs locaux d'accidentalité.....</b>	<b>26</b>
<b>3.3 Retours sur l'enquête PDSR.....</b>	<b>28</b>
3.3.1 Hiérarchisation des réseaux départementaux .....	29
3.3.2 La gouvernance et l'organisation des services.....	31
3.3.3 Les relations internes et externes .....	34
3.3.4 Outils, méthodes et compétences techniques .....	36
3.3.5 Connaissance de l'accidentalité et approches innovantes.....	37
3.3.6 Procédures de gestion de la sécurité de l'infrastructure .....	41
3.3.7 Productions de connaissances et mise en œuvre d'actions correctives/préventives ....	44
3.3.8 Facteurs limitants, verrous et mesures prioritaires .....	47
<b>3.4 Catégorisation des politiques SR.....</b>	<b>50</b>
3.4.1 Traitement des données issues de l'enquête .....	50
3.4.2 Variables retenues .....	51
3.4.3 Classification (AFMD puis CAH) .....	52
<b>3.5 Performance des politiques SR.....</b>	<b>57</b>
3.5.1 Typologies des politiques locales SR .....	57
3.5.2 Modèle explicatif théorique .....	59
3.5.3 Modèle statistique .....	63
3.5.4 Résultats de la modélisation .....	65
3.5.5 Conclusion des différentes modélisations .....	72

<b>4 Conclusion.....</b>	<b>75</b>
<b>4.1 Synthèse des résultats.....</b>	<b>75</b>
<b>4.2 Limites .....</b>	<b>76</b>
<b>4.3 Recommandations.....</b>	<b>77</b>
<b>5 Annexes .....</b>	<b>79</b>
<b>5.1 Bibliographie.....</b>	<b>79</b>
<b>5.2 Annexe A .....</b>	<b>80</b>
5.2.1 Les 32 variables initiales sélectionnées pour la classification.....	80
5.2.2 Graphiques des résultats de l'ACP et classification.....	81
5.2.3 Tableau des données .....	83
5.2.4 Groupe 1 : Conseils départementaux ruraux à faible densité .....	84
5.2.5 Groupe 2 : Conseils départementaux ruraux-montagneux à forte population âgée .....	84
5.2.6 Groupe 3 : Conseils départementaux ruraux-dynamiques (PIB+).....	85
5.2.7 Groupe 4 : Conseils départementaux montagneux-touristiques .....	85
5.2.8 Groupe 5 : Conseils départementaux à « métropoles » .....	86
5.2.9 Cluster 6 : Conseils départementaux urbains à très forte densité de population .....	86
5.2.10 Groupe 7 : Conseils départementaux de la petite couronne parisienne.....	87
<b>5.3 Annexe B .....</b>	<b>88</b>
5.3.1 Questionnaire PDSR.....	88
<b>5.4 Annexe C .....</b>	<b>100</b>
5.4.1 Compte rendu visite terrain CD21 .....	100
5.4.2 Compte rendu visite terrain CD91 .....	107
<b>5.5 Annexe D .....</b>	<b>114</b>
5.5.1 Statistiques descriptives données questionnaire PDSR .....	114
5.5.2 Matrice de corrélation (V de Cramer) .....	121
5.5.3 Diagramme des données manquantes.....	122
5.5.4 Graphique des résultats FAMD .....	122
5.5.5 Niveau de prise en compte des enjeux SR cluster 4 .....	123
<b>5.6 Annexe E .....</b>	<b>124</b>
5.6.1 Autres modèles statistiques testés.....	124

# GLOSSAIRE

Sigle, acronyme, terme utilisé	Définition
<b>BAAC</b>	Bulletin d'Analyse des Accidents Corporels de la circulation routière
<b>CDSR</b>	Collège Départemental de Sécurité Routière
<b>CGCT</b>	Code Général des Collectivités Territoriales
<b>DBA</b>	Double Béton Armé (Dispositif de retenue)
<b>DETR</b>	Dotation d'Équipement des Territoires Ruraux
<b>DGO</b>	Document Général d'Orientation
<b>DLS</b>	Diagnostic Local de Sécurité
<b>DTRF</b>	Documentation des Techniques Routières Françaises
<b>DTT</b>	Direction Départementale des Territoires
<b>DSR</b>	Délégation à la Sécurité Routière
<b>EPCI</b>	Établissement public de coopération intercommunale
<b>ODSR</b>	Les observatoires départementaux de sécurité routière
<b>ONISR</b>	Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière
<b>UTR</b>	Unité Territoriale Routière
<b>PDASR</b>	Plan Départemental d'Actions de sécurité Routière
<b>PDSR</b>	Politiques Départementales de Sécurité Routière
<b>RRD</b>	Réseau Routier Départemental
<b>SCRIM</b>	Sideway-force Coefficient Routine Investigation Machine
<b>SETRA</b>	Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes
<b>SER</b>	Sécurité et Exploitation Routières (Club)
<b>SIREDO</b>	Système Informatisé de REcueil de DOnnées
<b>SIREO</b>	Système d'Information Routier et d'Échange Opérationnel
<b>SDIS</b>	Service Départemental d'Incendie et de Secours
<b>SPA</b>	Standard Pouvoir d'Achat
<b>SSP</b>	Support de Sécurité Passive
<b>TMJA</b>	Trafic Moyen Journalier Annuel
<b>VNTP</b>	Visible de Nuit par Temps de Pluie (marquage routier horizontal)

# INTRODUCTION

La sécurité routière au niveau départemental constitue un enjeu fort et récurrent année après année. Sur le seul réseau routier géré par les conseils départementaux, sont dénombrés 1893 morts (soit 59 % de la mortalité routière française annuelle selon le bilan<sup>1</sup> de l'ONISR publié en 2024). Les routes gérées par les départements concentrent près des trois cinquièmes des décès, alors qu'elles représentent près du tiers du linéaire national. Par ailleurs, il existe une forte disparité de l'accidentalité et de la mortalité routière entre les différents départements.

Suite au processus de décentralisation relative à la gestion du réseau routier et au transfert vers les conseils départementaux, ceux-ci sont désormais gestionnaires d'un réseau d'environ 380 000 kilomètres de routes départementales. Les conseils départementaux ont développé leurs propres politiques de sécurité routière concernant notamment, mais pas seulement les infrastructures routières. Ces politiques restent mal connues et constituent un enjeu de connaissance réel.

Ces politiques départementales visent ainsi à améliorer la sécurité des infrastructures routière en mobilisant des stratégies qui doivent s'adapter aux contextes locaux d'action. Les accidents de la route résultent le plus souvent de la conjonction de multiples causes, parmi lesquelles les caractéristiques de l'infrastructure peuvent jouer un rôle déterminant dans la réduction des risques. La recherche [Secubidi](#) (amélioration de la sécurité des routes bidirectionnelles) s'est ainsi attachée à travailler sur les facteurs des accidents mortels de l'année 2015 ([Varin et al., 2022](#)). La recherche a confirmé que le facteur infrastructurel est présent dans environ un tiers des accidents mortels sur les routes bidirectionnelles interurbaines. Toutefois, l'accident étant un phénomène multifactoriel, d'autres composantes interviennent le plus souvent en conjonction avec ce facteur infrastructurel.

Suite à ce constat, le projet PDSR (Politiques Départementales de Sécurité Routière) associant le Cerema et l'Université Gustave Eiffel, subventionné par la Délégation à la Sécurité Routière, avec l'appui de l'Association des Départements de France et des conseils départementaux de l'Essonne et de la Côte d'Or répond à ce besoin de connaissances pouvant expliquer ces disparités territoriales. Son objectif est de comprendre et d'expliquer ces disparités en procédant à plusieurs analyses portant sur les facteurs de contexte propres à chaque conseil départemental ou famille de conseils départementaux afin d'en identifier les effets potentiels de certaines interventions et d'effectuer des comparaisons interdépartementales. Il s'agit également d'analyser les effets des politiques locales de sécurité routière, dans le but d'en dégager des bonnes pratiques. Le succès de ce travail repose sur les données disponibles mais aussi sur la mobilisation des conseils départementaux notamment dans la phase enquête questionnaire.

Une première section du rapport présente le contexte et les enjeux de l'accidentalité sur le réseau routier départemental, en précisant les constats observés et les objectifs de l'étude. Ensuite, une deuxième partie détaille les choix méthodologiques adoptés, en précisant le périmètre spatio-temporel, les données mobilisées et les méthodes d'analyse mises en œuvre. La troisième partie est consacrée aux résultats des analyses, avec une catégorisation des contextes d'intervention des conseils départementaux, une analyse des évolutions des indicateurs locaux d'accidentalité et une évaluation des politiques de sécurité routière mises en place. Enfin, la dernière section propose une synthèse des principaux enseignements de l'étude, en mettant en évidence ses limites et en formulant des recommandations pour améliorer l'efficacité des politiques départementales de sécurité routière.

---

<sup>1</sup> La sécurité routière en France – bilan de l'année 2024 – ONISR 2025 – page 54

# 1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

## 1.1 Enjeux d'accidentalité du réseau routier départemental

Le réseau routier départemental occupe une place importante dans le maillage territorial français. Avec ses quelques 380 000 kilomètres, dont une partie est fréquemment empruntée, il représente près de 34 % du total du linéaire routier national, mais aussi 59 % de la mortalité routière annuelle, soit 1893 décès enregistrés en 2024 selon les statistiques nationales ([ONISR, bilan 2024](#)). En Europe, (Elvik et al., 2009) estiment que la probabilité d'un accident mortel est 2 à 3 fois plus élevée sur une route secondaire que sur une autoroute. Cette surreprésentation des accidents mortels, concentrés sur les trois cinquièmes du linéaire total, souligne l'importance des enjeux de sécurité associés à ce réseau et tout l'intérêt qui doit y être porté.

Une particularité du réseau départemental réside dans sa diversité. Il traverse des territoires aux caractéristiques hétérogènes, mêlant zones urbaines à forte densité de population et trafic élevé, zones rurales peu fréquentées, et secteurs montagneux marqués par des contraintes topographiques et géométriques complexes. Ces disparités géographiques et structurelles se traduisent par des contextes d'accidentalité très différents, où les facteurs et les types d'accidents sont susceptibles de varier selon les spécificités locales. La dispersion des accidents de la circulation complique la mise en place de mesures préventives par la difficulté à identifier des zones de concentration d'accidents et ce à partir des seules statistiques d'accidentalité recueillies.

Or, les facteurs expliquant l'accidentalité et la mortalité routière sont multifactoriels. Ils peuvent être liés aux principaux comportements à risque (vitesse (Nilsson, G. , 2004), alcoolémie et produits stupéfiants), à l'état des véhicules, à l'état de l'infrastructure (état de dégradation du patrimoine routier, absence ou état d'équipements de sécurité, problèmes d'aménagement, etc.), et résultent le plus souvent d'une combinaison de plusieurs facteurs. L'étude FLAM (Facteurs Liés aux Accidents Mortels), publiée par le Cerema en 2021 sur les accidents mortels 2015 (Varin et al., 2022), analyse le rôle de l'infrastructure routière dans les accidents mortels en France. L'un des principaux enseignements de cette étude est que pour 30 % des accidents mortels au moins un facteur contributif était lié à l'infrastructure parmi d'autres facteurs.

Il y a donc un enjeu important lié à la sûreté des infrastructures routières. En tant que gestionnaire de réseaux, les conseils départementaux peuvent participer à la réduction de l'accidentalité routière en faisant évoluer les routes vers des infrastructures mieux adaptées, une sécurité augmentée et une signalisation optimisée, et ainsi de contribuer non seulement à la sauvegarde de vies humaines, mais aussi à améliorer la qualité de vie des habitants tout en prenant en compte les contraintes existantes sur les finances publiques.

## 1.2 Constat

À partir de 1982, les vagues de décentralisation successives ont fait des conseils départementaux (CD) des acteurs majeurs en matière de gestion de la voirie départementale et des services départementaux d'incendie et de secours (SDIS).

Hors-agglomération, dans le cadre institué par le code de la voirie routière (CVR) et le code général des collectivités territoriales (CGCT), le conseil départemental (CD) dispose de la compétence de la gestion et de la conservation du domaine public routier départemental dans ses différentes composantes, en particulier les chaussées et les ouvrages d'art. Les CD ont la responsabilité de développer et de mettre en œuvre des politiques de sécurité routière adaptées à leurs territoires en complément de compétences routières principales. Cela comprend l'exploitation, l'entretien préventif et curatif, la réhabilitation des routes, les études d'aménagement et de modernisation des voiries, la réhabilitation des routes et des dépendances, la conduite des travaux, la maîtrise d'œuvre et la gestion du domaine public. Ils s'assurent de partenariats avec les communes et établissements publics de coopérations intercommunale pour les affaires d'urbanisme, conduisent l'instruction des demandes de subvention et d'accompagnement technique sur les problématiques de sécurité routière. Notamment, les conseils départementaux établissent la liste des bénéficiaires des amendes de police pour les communes et

EPCI de moins de 10000 habitants et arrêtent la somme à leur attribuer en fonction de l'urgence et du coût des opérations à réaliser conformément aux dispositions de l'article R.2334-11 du CGCT. Toutefois, l'État n'en reste pas moins légalement le garant de la cohérence et de l'efficacité du réseau routier dans son ensemble. Si le cadre général est donc donné par l'État notamment dans ses dimensions réglementaires, les CD disposent, toutefois, d'une relative autonomie en matière d'orientation de leur politique de sécurité routière, notamment pour décliner sur le territoire les outils proposés par le cadre réglementaire, définir et appliquer une doctrine routière.

L'amélioration de la sécurité sur le réseau départemental passe par plusieurs leviers complémentaires. Les politiques de gestion des infrastructures jouent un rôle essentiel, qu'il s'agisse de moderniser les routes, d'implanter des équipements de sécurité passifs (glissières, signalisation...), de traiter les obstacles latéraux<sup>2</sup>, ou de réaménager les zones identifiées comme particulièrement accidentogènes notamment les intersections. Certaines routes ont bénéficié depuis de nombreuses années d'aménagements visant à améliorer la fluidité du trafic ou la sécurité, tels que des rectifications de virages, des dégagements de visibilité, des giratoires, des voies spécifiques pour tourner à gauche aux carrefours, des accotements stabilisés, voire des plates-formes larges incluant des créneaux de dépassement. Ces mesures d'amélioration de la sûreté de l'infrastructure répondent aux concepts de "la route qui pardonne" et de "la route lisible" dont les objectifs respectifs sont de minimiser les conséquences des erreurs de conduite et rendre la conduite plus intuitive en facilitant la perception et la compréhension de la route par l'usager. Issus des travaux en sécurité routière menés dans les pays européens, synthétisé dans l'ouvrage sécurité des routes et des rues SETRA CERTU de 1992, ces concepts ont été diffusés et intégrés progressivement dans la doctrine technique de conception des routes françaises, dans le cadre des évolutions de la politique de sécurité routière et des approches d'ingénierie routière<sup>3</sup>. Par ailleurs, des actions de sensibilisation et de contrôle sont également déployées pour agir sur les comportements des usagers dans le cadre d'une approche plus globale.

Cependant, la décentralisation de la gestion des infrastructures routières a conduit à une segmentation des réseaux en fonction de la répartition des compétences entre collectivités publiques, sans qu'une remontée suffisante d'informations ne permette la définition et la mise en œuvre d'une stratégie d'ensemble nationale partagée concernant la modernisation des infrastructures. La loi LRL 2004 prévoyait un décret d'application sur les remontées par les conseils départementaux de données au niveau national notamment sur les trafics, mais les tensions sur la mise en œuvre des transferts routiers n'ont pas permis leur publication.

L'analyse des bilans annuels de l'accidentalité routière révèle une forte disparité entre départements, reflétant des différences dans les contextes locaux d'action, les politiques suivies, et les moyens alloués. Cette variabilité interpelle et justifie l'intérêt à comprendre l'origine de ces disparités territoriales en matière d'accidentalité routière.

## 1.3 Objectifs

Le but de cette recherche est de comprendre et d'expliquer les disparités interterritoriales en matière d'accidentalité routière sur le réseau routier géré par les conseils départementaux, de connaître les politiques de sécurité routière (SR) mises en œuvre au niveau départemental pour en dégager des bonnes pratiques, et de mettre en lumière les enjeux spécifiques d'un Département - Région d'Outre-Mer (DROM), avec l'exemple de La Réunion.

<sup>2</sup> En France, cette notion de zone de sécurité est présente dans les manuels de conception depuis 1994, la connaissance de la dangerosité des obstacles latéraux s'est considérablement accrue depuis. Le guide « [Traitement des obstacles latéraux](#) », résultat d'un projet piloté par le SETRA, paru en décembre 2002 fait le point sur le sujet et émet des recommandations.

<sup>3</sup> Avant même les prescriptions de la directive européenne GESIR (gestion de la sécurité des infrastructures routières) 2008/96/CE, la France avait déjà mis en place en 1992 une démarche de sécurisation des infrastructures routières avec le système SURE (Sécurité des Usagers sur les Routes Existantes). Le système SURE a préparé la France à l'adoption de la directive GESIR en intégrant très tôt les principes de sécurité proactive des infrastructures, et cette directive a permis d'uniformiser et d'optimiser ces pratiques à l'échelle européenne.

### **1.3.1 Analyse des disparités territoriales en matière d'accidentalité**

Le premier objectif est de comprendre les différences de taux d'accidents hors-agglomération entre les différents départements français, en tenant compte de la diversité géographique, socio-économique et démographique des territoires. Le réseau routier départemental présente une diversité de contextes, notamment entre zones urbaines, rurales et montagneuses, mais également en fonction des infrastructures et de l'intensité du trafic. Cette diversité engendre des disparités importantes en termes d'accidentalité, qu'il est crucial d'analyser pour mieux cibler les interventions et prioriser les actions de sécurité routière. Ce premier objectif vise donc à :

- Identifier les principaux facteurs explicatifs des disparités interterritoriales, en examinant les interactions entre les caractéristiques socio-économiques (densité de population, topographie, etc.), les infrastructures routières (caractéristiques des routes, équipements de sécurité).
- Analyser les données sur les accidents mortels et leurs évolutions au niveau national et départemental, pour mettre en lumière les territoires particulièrement vulnérables.

### **1.3.2 Connaître les politiques de sécurité routière mises en œuvre**

Le deuxième objectif est de dresser un état des lieux des politiques de sécurité routière mises en œuvre par les conseils départementaux et d'en tirer des enseignements sur les bonnes pratiques en matière de gestion des infrastructures. Les CD disposent de marges de manœuvre différencierées selon les ressources financières et humaines disponibles, du portage politique de la sécurité routière, du profil du réseau routier départemental, et de la capacité de coordination avec les services de l'État ou les acteurs locaux. Ces différences de capacité d'action ont un impact direct sur les politiques effectivement mises en œuvre. Cet objectif implique ainsi de :

- Recenser les différentes mesures de sécurité routière mises en place par les CD, en se concentrant sur les actions en matière d'aménagement des routes, de modernisation des infrastructures, de sensibilisation des usagers, et de contrôle du respect des normes de sécurité routière.
- Comparer les politiques menées entre les départements pour déterminer les approches les plus efficaces et les conditions dans lesquelles elles sont déployées. Cela inclut des études de cas de départements particulièrement performants en termes de réduction de l'accidentalité.
- Identifier les obstacles rencontrés par les départements dans la mise en œuvre de leurs politiques de sécurité routière, notamment les défis financiers, la coordination avec l'État et les autres collectivités, et la diversité des priorités locales.

### **1.3.3 Mettre en lumière les enjeux spécifiques à un DROM**

Le troisième objectif est d'examiner les particularités et défis propres à un DROM, à travers l'exemple de La Réunion, en matière de sécurité routière. En raison de sa topographie particulière et de ses spécificités socio-économiques, ces territoires présentent des défis uniques en matière de gestion des accidents de la route. Cet objectif met l'accent sur :

- L'analyse des particularités géographiques et climatiques de La Réunion, telles que les routes étroites, les zones montagneuses, ou les conditions météorologiques extrêmes, et leur impact sur la sécurité routière.
- L'examen des politiques de sécurité routière spécifiques mises en place à La Réunion pour comprendre comment ces politiques répondent aux défis locaux.
- L'étude des problématiques particulières, telles que les franchissements de radiers, les conditions de circulation en zones isolées, et les actions de prévention adaptées aux spécificités de l'île. La question de la coordination entre les acteurs locaux (collectivités, associations, services de secours, etc.) sera également essentielle pour comprendre les marges de manœuvre et les stratégies à adopter dans ce contexte.
- Une réflexion sur l'importance de l'initiative locale et de la coopération entre les différents acteurs (publics et privés), ainsi que l'identification de bonnes pratiques adaptées à ces contextes particuliers.

## 2 CHOIX METHODOLOGIQUES

Afin de mieux comprendre les dynamiques d'accidentalité sur le réseau routier départemental hors agglomération, il est essentiel de définir un cadre méthodologique rigoureux. Cette partie présente les choix méthodologiques retenus, en détaillant tout d'abord le périmètre spatio-temporel de l'étude, qui s'étend sur la période 2007-2017. Ensuite, la démarche méthodologique adoptée repose sur une double approche : une classification des conseils départementaux en fonction des caractéristiques de leur réseau et une analyse temporelle des tendances d'accidentalité. Enfin, les différentes sources de données mobilisées sont précisées, incluant les indicateurs socio-économiques, les caractéristiques des infrastructures routières, ainsi que les informations issues de la base nationale des accidents corporels de la circulation routière et des enquêtes menées auprès des gestionnaires locaux. Cette approche vise à garantir une analyse robuste et contextualisée des déterminants.

### 2.1 Périmètre spatio-temporel

L'étude sur l'accidentalité hors-agglomération du réseau routier départemental prend en compte plusieurs critères spatio-temporels essentiels afin de garantir la comparabilité des données relatives aux accidents corporels survenus au sein du périmètre défini. En premier lieu, il convient de souligner les évolutions importantes qui ont impacté la gestion du réseau routier ainsi que la définition et le suivi des accidents. Ces évolutions ont conduit à des ajustements dans les séries statistiques et nécessitent une attention particulière pour maintenir la cohérence et la comparabilité des données.

Ainsi, l'étude couvre la période allant de 2007 à 2017. Cette période permet d'évaluer les tendances d'accidentalité avant et après les changements importants dans la gestion des infrastructures et des politiques de sécurité routière notamment ceux relatifs aux transferts additionnels de gestion de linéaires routiers. Plusieurs événements, survenus avant ou après cette période, ont influencé l'accidentalité, justifiant de se restreindre à cette période d'analyse :

- En 2005, un changement notable dans la définition du "tué" a été instauré, étendant la période de prise en compte des victimes décédées dans les 30 jours suivant l'accident (contre 6 auparavant). Ce changement a une incidence directe sur le comptage des victimes et nécessite d'être pris en compte pour garantir la cohérence des séries statistiques d'accidentalité.
- En 2006, un transfert significatif a eu lieu, avec la gestion de près de 18 000 kilomètres de routes nationales transférées de l'État vers les départements en application de la loi relative aux libertés et responsabilités locales du 13 août dite « loi LRL ». Cette modification du périmètre de gestion a modifié la structure du réseau routier départemental, affectant ainsi la manière dont les accidents sont rapportés et analysés.
- En 2017, un autre transfert progressif a eu lieu des conseils départementaux vers les métropoles en application de la loi portant nouvelle organisation territoriale de la République d'août 2015 dite loi « Notre ». Il porte l'attribution aux métropoles (EPCI de plus de 400 000 habitants) des routes départementales situées sur leur territoire métropoles. Ce changement administratif a également eu un impact sur la manière dont les accidents survenus sur ces infrastructures sont pris en compte, rendant nécessaire un traitement spécifique pour ces zones géographiques.
- En 2018, un abaissement de la vitesse maximale autorisée de 90 à 80 km/h a porté sur certaines portions du réseau routier départemental (RRD). Cette réduction de la limitation de vitesse, entrée en vigueur au niveau national, a eu un impact significatif sur les taux d'accidentalité, et son effet doit être pris en compte dans l'analyse des tendances ( (Cerema, 2020), (Carnis and Garcia, 2024) ).

Quant au périmètre géographique de l'étude, il concerne l'ensemble des routes hors-agglomération gérées par les conseils départementaux de France métropolitaine, à l'exclusion des autres types de voies (routes nationales, autoroutes, voies communales). Ce choix s'explique par la compétence directe des CD sur ce réseau, tant en matière d'aménagement que d'exercice du pouvoir de police de la circulation et de la signalisation routière. Cette délimitation permet de se concentrer sur l'ensemble des

routes départementales (soit environ 34 % du linéaire routier national), un réseau aux caractéristiques propres notamment par les vitesses limites qui lui sont affectées, mais aussi aux défis uniques en matière de sécurité routière, comme mentionné précédemment.

En résumé, cette étude intègre un périmètre d'investigation bien défini, prenant en compte les principaux changements intervenus dans la gestion du réseau routier et les politiques de sécurité. Ce cadre permet d'assurer la comparabilité des données sur l'accidentalité et d'analyser les effets de ces changements dans la structure du réseau et les politiques de sécurité routière.

## 2.2 Méthodologie

La méthodologie employée dans le cadre de cette étude repose sur une approche en deux étapes principales : (1) la construction de clusters de CD en fonction des caractéristiques de leur réseau routier départemental, et (2) l'analyse des évolutions des indicateurs d'accidentalité routière propres à leurs réseaux au cours de la période 2007-2017. Cette démarche vise à identifier les facteurs de contexte influençant les disparités d'accidentalité et à mettre en lumière les tendances et dynamiques observées dans le temps.

Dans un premier temps, une catégorisation des CD a été réalisée en prenant en compte une série de variables structurantes liées aux caractéristiques socio-économiques, climatiques et géographiques, mais aussi relatives à la configuration du réseau routier départemental. L'objectif consiste à identifier, parmi les données disponibles, les critères discriminants permettant de qualifier un département et les enjeux liés à ses routes.

Afin de garantir la pertinence et la robustesse de cette catégorisation, certains territoires aux caractéristiques très spécifiques ont été exclus de l'analyse. C'est le cas des trois départements de la petite couronne francilienne (Hauts-de-Seine, Val-de-Marne et Seine-Saint-Denis), dont le réseau départemental est quasi exclusivement urbain, dense et structurant. Leur inclusion risquait de fausser la classification en introduisant des profils atypiques, peu comparables au reste des départements métropolitains. De même, les départements et régions d'outre-mer n'ont pas été intégrés, en raison de leurs contraintes climatiques et géographiques propres, de leur organisation institutionnelle particulière, ainsi que de l'hétérogénéité marquée entre territoires ultramarins. Au total, l'échantillon analysé comprend 92 conseils départementaux de France métropolitaine.

Les variables sélectionnées pour cette classification incluent des éléments tels que la hiérarchisation du réseau routier (distinction entre routes primaires, secondaires et autres types de voies), un proxy du trafic (mesuré par les [émissions de GES routiers](#) rapportées au linéaire), ainsi que la part du linéaire routier en agglomération et hors agglomération. Ces caractéristiques permettent d'obtenir une représentation fine des différences territoriales et des contextes locaux. L'année 2017 a été choisie comme année de référence pour établir cette catégorisation, offrant ainsi une photographie contemporaine du réseau et de ses particularités à un moment clé de l'étude.

À la suite de ce premier travail de classification des contextes d'intervention des CD, une analyse des évolutions temporelles des indicateurs d'accidentalité routière a été réalisée à partir des données de la base BAAC via l'outil TRAxy de l'ONISR couvrant la période 2007-2017. Parallèlement, une série d'entretiens approfondis sur le terrain ont été menés avec des praticiens locaux concernant les politiques locales de sécurité routière mises en œuvre par leurs CD, parmi eux, deux sont partenaires du projet PDSR (Côte d'Or et Essonne) et un troisième CD (La Réunion) représentait les DROM.

Les retours complets, restitués sous forme de monographies (voir Annexe C) ont fourni des informations précieuses pour comprendre les approches locales existantes en matière de sécurité routière et définir les éléments clés de la deuxième étape de notre démarche : la réalisation d'une enquête nationale sur les politiques locales de sécurité routière. Un questionnaire (voir Annexe B) diffusé par mailing entre décembre 2023 et mars 2024 et destiné aux services techniques chargés de la politiques SR au sein des directions de gestion et exploitation des infrastructures routières a permis de recueillir des données détaillées sur les actions SR mise en œuvre dans 84 CD parmi les 101 sollicités dans le cadre de cette enquête nationale. Ce taux de réponse est beaucoup plus élevé que celui obtenu par les enquêtes régulièrement menées auprès des CD. Il montre l'intérêt et la mobilisation des CD pour cette démarche et traduit le soutien de l'ADF. Le questionnaire a été bâti par l'équipe projet PDSR afin de répondre aux 3 objectifs suivants :

- Dresser une cartographie générale de la politique de la sécurité routière menée par chaque conseil départemental ;
- Identifier les pratiques et les différences entre ces dernières ;
- Caractériser le niveau de connaissance, par les gestionnaires locaux, des différentes démarches de sécurité

Ainsi, un travail de classification a été conduit à l'issue de cette deuxième étape nous permettant de distinguer 4 familles de politiques locales SR.

On note également que le cadre du club accidentologie des Conseils départementaux, journée d'échanges annuelle sur l'accidentologie avec les conseils départementaux organisée le 20 juin 2024 par le Cerema en partenariat avec l'Assemblée des Départements de France et avec la participation de l'ONISR, 6 ateliers thématiques ont été organisés lors de ce rendez-vous afin d'alimenter les travaux menés dans le cadre du projet PDSR et éclairer la connaissance sur les pratiques locales en matière de sécurité routière.

Enfin, les données de classification socio-économiques obtenues ainsi que les familles de politiques SR identifiées sont introduites dans un modèle explicatif théorique (régressions binomiales négatives) pour expliquer l'évolution au cours de la décennie (2007-2017) du nombre d'accidents mortels hors-agglomération et la performance des politiques SR sur l'ensemble de l'échantillon de CD retenus (78 CD) pour la modélisation.

Ainsi, la méthodologie adoptée combine une approche de classification territoriale et une analyse longitudinale des données d'accidentalité afin de fournir un éclairage complet sur les dynamiques des accidents sur le réseau routier départemental. Cette démarche permet de mieux comprendre les facteurs de contexte influençant l'accidentalité et d'évaluer dans un deuxième temps l'efficacité des politiques locales de sécurité routière.

## 2.3 Données mobilisées

### Données renseignant les caractéristiques des conseils départementaux :

Les variables sont sélectionnées afin de regrouper les conseils départementaux présentant des caractéristiques socio-économiques et territoriales similaires, dans une logique de comparaison de l'accidentalité entre territoires comparables, sans préjuger d'un effet direct ou causal de chaque variable sur le niveau d'accidentalité. Suite à un recensement des indicateurs disponibles par département pour l'année de référence choisie (2017), nous en avons retenu certains qui étaient disponibles, d'autres ont été construits ([Annexe A](#)). Il y a trois types d'indicateurs, ceux qui dépendent de la morphologie du territoire et du climat, ceux qui sont relatifs à leurs compétences économiques et sociales du département<sup>4</sup>, ceux qui sont liés aux compétences route du CD (pouvoir de police et de gestionnaire de voirie) :

- **La morphologie du territoire et climat :** Les caractéristiques morphologiques et climatiques du territoire influencent directement la typologie et la fréquence des accidents routiers. Le caractère urbain ou rural du département, mesuré par la part de la population urbaine et rurale, est un facteur déterminant, les dynamiques d'accidentalité différant selon que l'on se trouve en milieu urbain (où la densité de circulation et la présence de piétons augmentent les risques de collisions) ou en milieu interurbain (où la vitesse moyenne plus élevée peut accroître la gravité

---

<sup>4</sup> Depuis la loi LRL 2004, les départements sont compétents pour la gestion des aides sociales telles que le RMI devenu RSA, la gestion de plusieurs fonds sociaux (notamment logement), les aides économiques individuelles aux entreprises. Ceci s'ajoute à leur gestion de l'allocation personnalisée d'autonomie qui constitue une part importante de l'aide sociale aux personnes âgées dépendantes. Ils ont la charge de l'aide sociale à l'enfance et des collèges (bâtiments et personnels techniques). Le département est un acteur important de l'insertion sociale. Autant de compétences qui émergent sur le budget du conseil départemental comme les routes et donc font l'objet d'arbitrages budgétaires et de décision politiques avec plus ou moins de marges de manœuvre.

des accidents). La topographie, évaluée par la part de superficie montagneuse, impacte également la sécurité routière en raison des spécificités du réseau (routes sinueuses, dénivélés importants, conditions météorologiques plus contraignantes). Enfin, les facteurs climatiques tels que les précipitations, l'ensoleillement et la température minimale influencent les conditions de conduite et le niveau de risque : la pluie et le verglas réduisent l'adhérence, le brouillard altère la visibilité, tandis que l'ensoleillement peut jouer un rôle dans l'éblouissement, et la chaleur sur la fatigue des conducteurs. L'ensemble de ces éléments contribuent à façonner les spécificités territoriales de l'accidentalité routière.

- **Le contexte socio-économique** : La population départementale et la densité de population renseignent sur l'occupation du territoire et les niveaux potentiels d'exposition au risque routier. La structure par âge (la part des 18-24 ans dans la population, la part des +65 ans dans la population et l'indice de vieillissement) est un facteur clé : les jeunes et les seniors présentant des profils de risque spécifiques en matière d'accidents. Les variables économiques, telles que le PIB par habitant (en valeur nominale et en standard de pouvoir d'achat (SPA)) et le taux de chômage, influencent potentiellement le niveau de motorisation, la fréquence des déplacements et les conditions de conduite. La vente de carburants par personne reflète l'intensité de l'usage de la voiture, tandis que les données sur la mobilité (part des deux-roues motorisés et des transports en commun dans les déplacements domicile-travail) permettent de tenir compte de la diversité des modes de transport et leurs implications en matière de risque routier. Enfin, l'activité touristique, mesurée par le nombre de nuitées d'hôtel par habitant accroît les flux de circulation et l'exposition de conducteurs non familiers du réseau routier local. L'ensemble de ces indicateurs permettent ainsi de mieux cerner les facteurs territoriaux liés à l'accidentalité.
- **L'infrastructure, réseau routier et ressources de mobilité** : Les infrastructures, le réseau routier et les ressources de mobilité jouent un rôle clé dans l'accidentalité routière en influençant les conditions de circulation, l'exposition au risque et les comportements des usagers. Le nombre de véhicules légers (VL) et de deux-roues motorisés (2RM) rapporté à la population renseigne sur le niveau de motorisation et l'usage potentiel des routes. La structure du réseau routier, appréciée au travers la part des routes départementales (RD) dans le linéaire total, la part du linéaire hors-agglomération<sup>5</sup>, la densité du réseau, la répartition entre réseau structurant, principal et local, ainsi que la part des routes à deux chaussées séparées, permet de caractériser la configuration du réseau et ses implications en matière de sécurité. La distinction entre le linéaire RD en agglomération et hors-agglomération est essentielle pour comprendre l'environnement d'exposition au risque. L'intensité du trafic est mesurée par les kilomètres parcourus sur le réseau RD et le trafic total en véhicule-kilomètre sur une année, indicateurs essentiels pour appréhender la charge du réseau. Les dépenses en entretien, exploitation et investissement des voiries départementales, renseignent sur les ressources mobilisées pour garantir un réseau plus sûr. Les dispositifs de contrôle sont également des éléments clés de la sécurité routière. La dotation en dispositifs de contrôle automatisé (CA) et leur répartition sur le réseau RD (radars fixes, de franchissement, mobiles) donne une indication sur la politique de contrôle en place<sup>6</sup>. Enfin, les émissions de gaz à effet de serre<sup>7</sup> (GES) sont utilisées comme un proxy de l'intensité du trafic routier, fournissant une indication indirecte du volume de circulation sur l'ensemble des réseaux. Ces indicateurs combinés permettent ainsi d'évaluer l'impact des infrastructures et des politiques publiques sur l'accidentalité routière.

---

<sup>5</sup> La part du linéaire RD hors-agglomération est estimé à partir d'un croisement du réseau RRD issu de BDTopo 2017 et le périmètre définis comme espaces « urbanisés » ou « artificialisés » issu de la couche CORINE Land Cover 2018 pour délimiter les « taches urbaines ». Il n'existe pas, au moment de l'étude, une base de données nationale qui répertorie les emplacements des panneaux d'entrée et sortie d'agglomération qui serait les plus approprié pour effectuer ce calcul.

<sup>6</sup> Entre 2005 et 2017, la compétence sur le déploiement des radars vitesse était une compétence exclusive de l'Etat. Les conseils départementaux pouvaient proposer des sites mais n'étaient pas décideurs. Ceci devrait évoluer avec l'application de la loi 3DS de 2022. Aussi, L'indicateur de dotation en dispositifs CA a été présélectionné dans les variables initiales (32) mais pas retenu dans les 18 variables ayant servies pour la classification. Toutefois, cette variable a été aussi mobilisée dans le travail de modélisation.

<sup>7</sup> Les émissions de GES ne sont pas disponibles par type de réseau routier. Elles donnent toutefois une idée de l'intensité de la circulation globale tous réseaux au niveau départemental ce qui concerne aussi le réseau des routes départementales.

### **Données renseignant l'accidentalité routière :**

Concernant les données d'accidentalité, la base de données issue des Bulletins d'Analyse des Accidents Corporels (BAAC) est mobilisée via l'outil TRAxy, un système d'information géré par l'ONISR, outil essentiel pour la collecte, l'analyse et la diffusion des données relatives aux accidents corporels de la circulation routière en France. TRAxy couvre l'ensemble du territoire français et tous les types d'accidents corporels. Les données, mises à jour régulièrement, sont géolocalisées et détaillées, permettant des analyses fines. TRAxy est de plus en plus interconnecté avec d'autres bases de données (ex. immatriculations) pour enrichir les analyses. Toutefois, il est important de noter que la précision des informations dépend de la qualité des BAAC remplis par les forces de l'ordre. Les accidents sans blessé grave ou sans intervention des forces de l'ordre ne sont pas recensés.

Dans le cadre du projet PDSR, la base utilisée contient des informations détaillées sur 238 579 accidents corporels survenus sur routes départementales (RD) entre 2007 et 2017, dont 26 246 accidents mortels (78 % survenus hors-agglomération (HA)). Les variables analysées incluent des éléments clés tels que le nombre d'accidents totaux, les accidents mortels, les blessés graves, les personnes hospitalisées ; la typologie des accidents (par exemple, accident frontal, en courbe, obstacles fixes latéraux<sup>8</sup>, etc.) L'objectif est de pouvoir suivre l'évolution de ces indicateurs et d'évaluer l'impact à la fois de la typologie des CD et les politiques locales SR mises en œuvre sur les tendances d'accidentalité. L'observation de l'évolution de certaines typologies d'accidents apporte des informations précieuses aux gestionnaires des routes départementales afin d'identifier les gisements de sécurité routière spécifiques comme par exemple le traitement des obstacles latéraux. Plus globalement, les résultats issus de ces analyses permettent d'identifier les évolutions spécifiques des accidents, et de faire ressortir les territoires et contextes où les politiques de sécurité routière semblent avoir eu un effet marqué ou, au contraire, des contextes nécessitant une attention particulière.

### **Données renseignant les politiques locales de sécurité routière (Questionnaire) :**

Les données sur les politiques locales de sécurité routière ont été collectées à l'aide d'un questionnaire détaillé (voir Annexe B), permettant de caractériser le niveau d'engagement et les pratiques des conseils départementaux en matière de gestion de la sécurité routière. Ce questionnaire couvre plusieurs dimensions essentielles :

- **Organisation et gouvernance de la sécurité routière** : il s'agit d'examiner les conditions de mise en œuvre de la politique locale SR notamment par l'identification des capacités d'organisation (moyens humains et financiers), l'évolution de la vision SR (cloisonnée, transversale, systémique), le niveau de coordination et de mobilisation en interne entre les services départementaux (Unités Territoriales Routières (UTR), Service Grands Projets, Ingénierie et Appui Territorial, Service Maîtrise d'Œuvre, Commission permanente aux élus), ainsi que les échanges externes avec les parties prenantes institutionnelles (préfecture, DTT, ODSR) et opérationnelles via des partenariats (SDIS, force de l'ordre) ;
- **Stratégie de sécurité routière** : il s'agit d'identifier la présence d'une politique locale SR clairement définie reposant sur une volonté politique, avec des objectifs structurés et une feuille de route dédiée, pouvant inclure des documents de référence tels que le Schéma Directeur Routier Départemental intégrant les volets mobilité, accessibilité, développement durable et sécurité. Il peut s'agir aussi de documents de référence spécifiques SR issus d'assemblées délibérantes, de commissions permanentes aux élus ou des documents produits par les services de l'État (DGO, PDSAR, DLS) servant de référence ;
- **Formation, outils et méthodes SR** : existence d'un référentiel technique de sécurité routière fournissant les principes de conception et d'exploitation des infrastructures (les guides techniques de type SETRA, CEREMA, ...), la mise en place de formations spécifiques pour les agents afin de renforcer leurs compétences en matière d'ingénierie SR (recueil des données,

---

<sup>8</sup> Les obstacles fixes latéraux sont une cause fortement aggravante des accidents avec perte de trajectoire. Ces obstacles sont le plus souvent des "accessoires" de la route (arbres, poteaux, équipements, fossés).

méthodes de réalisation des études-diagnostic, prise en compte des études SR dans la préparation des programmes d'entretien, etc.).

- **Connaissance et suivi de l'accidentalité** : mise en place d'un observatoire départemental de l'accidentalité routière, suivi et analyse des accidents corporels, identification des enjeux locaux spécifiques, notamment la problématique des réseaux à faible trafic pour lesquels la dispersion des accidents complexifie l'identification des tronçons à risque.
- **Gestion proactive de la sécurité des infrastructures** : réalisation d'audits de sécurité routière sur le réseau existant et sur les projets routiers en phase de planification, conception et réalisation, inspections régulières des infrastructures permettant d'évaluer des critères clés comme la visibilité, la lisibilité, la dynamique de circulation et la cohérence de l'aménagement.
- **Production de connaissances et actions correctives** : mesure du niveau d'engagement des CD dans des études approfondies de sécurité routière, élaboration de plans et programmes d'intervention thématiques, identification des mesures préventives et correctives adaptées aux contextes locaux. Existe-t-il une évaluation de l'efficacité des mesures déployées pour optimiser les caractéristiques géométriques (dévers, rayon), les caractéristiques de surface (adhérence) et l'accotement revêtu, mais aussi la signalisation ?
- **Actions de prévention et sensibilisation** : Identification de la mise en œuvre éventuelle d'actions préventives ciblées par les CD, tenant compte des particularités du territoire et des tendances d'accidentalité, ainsi que du niveau d'implication des départements dans des dispositifs d'éducation et de sensibilisation des usagers.
- **Facteurs limitatifs, verrous et mesures prioritaires** : il s'agit d'identifier quels sont les principaux facteurs limitant l'action du CD dans la mise en œuvre d'une politique SR orientée sur l'infrastructure (moyens humains, techniques et financiers limités, complexité des interventions, manque de données précises, difficultés de priorisation, etc....). Il s'agit également de repérer quelles sont les mesures jugées prioritaires par les gestionnaires pour la sécurisation du réseau (stratégies préventives, accès aux données FCD, doctrine technique mieux adaptée, etc.).

L'ensemble de ces éléments permettent d'identifier les différences en matière de politique locale menée entre les départements afin de mieux en comprendre l'impact sur l'évolution de l'accidentalité routière. Cette approche facilite également l'identification des bonnes pratiques et des leviers d'amélioration pour renforcer l'efficacité des actions de sécurité routière à l'échelle départementale.

#### **Données renseignant le trafic supporté par le réseau routier départemental**

Il est essentiel, pour assurer une comparabilité interdépartementale, de construire un indicateur d'accidentalité qui tienne compte de l'exposition au risque. Toutefois, cette exposition n'explique pas à elle seule le niveau d'accidentalité, car d'autres facteurs interviennent (effet d'apprentissage et d'expérience du conducteur, fatigue, type de trajets, saturation du trafic, etc.). Ce type d'indicateur permet ainsi de comparer le niveau de risque relatif à l'usage des infrastructures routières, et ce entre différents départements, indépendamment de la densité de population. Il permet aussi de mesurer d'une certaine manière l'efficacité de la politique de sécurité routière, et de manière plus appropriée que l'indicateur brut du nombre de tués, puisqu'il est ainsi corrigé de l'évolution du trafic, lequel a augmenté sur la période (2007-2017).

Toutefois, des difficultés subsistent pour obtenir des données historisées et standardisées concernant le trafic supporté par le réseau routier départemental (RRD) pour l'ensemble des départements. Ces difficultés sont liées à l'absence de centralisation, à l'hétérogénéité des méthodes de collecte, au manque de ressources et à la complexité et à l'étendue du réseau. Un constat par ailleurs relevé dans le rapport de la Cour des comptes publié en mars 2022 : « ...les remontées d'information que l'État est en droit d'attendre au regard de ses responsabilités générales devraient s'étendre, de manière obligatoire, à certaines données relatives non seulement aux trafics mais aussi à l'état des réseaux, chaussées comme ouvrages d'art – informations dont le champ pourrait donner lieu à une concertation avec les collectivités locales. Elles enrichiraient aussi les bases de données de l'ONR et les échanges au sein de l'IDRRIM. » ([Cour des comptes, L'entretien des routes nationales et départementales, mars 2022, p 34](#)).

À la fin de l'année 2024, le Cerema a pu acquérir un jeu de données national FCD (*Floating Car Data*) fournies par HERE, sur la France métropolitaine pour l'année 2023, distinguant VL et PL, ces données brutes ont fait l'objet d'une exploitation afin d'en extraire les trafics VL bruts sur le réseau routier départemental. D'abord, ces données sont agrégées sur l'année et associées aux segments du réseau routier départemental (sans distinction des TMJA hors et en-agglomération) via un processus d'appariement cartographique (map-matching sur la BDTopo) avec prise en compte des transferts d'une partie du réseau RD vers les métropoles en 2017. Ensuite, ces données brutes sont extrapolées, afin d'estimer un volume global de trafic réel VL en milliards de véhicules-kilomètres parcourus (VKP) par réseau à partir d'un calage sur les données trafic réels (TMJA à partir de comptages physiques) de la région Nouvelle Aquitaine. Enfin, l'évolution tendancielle du trafic (Figure 1) entre 2007 et 2017 est reconstituée en se calant sur les évolutions annuelles de vente de produits pétrolier ventilés par département (source : service de la donnée et des études statistiques (SDES)).

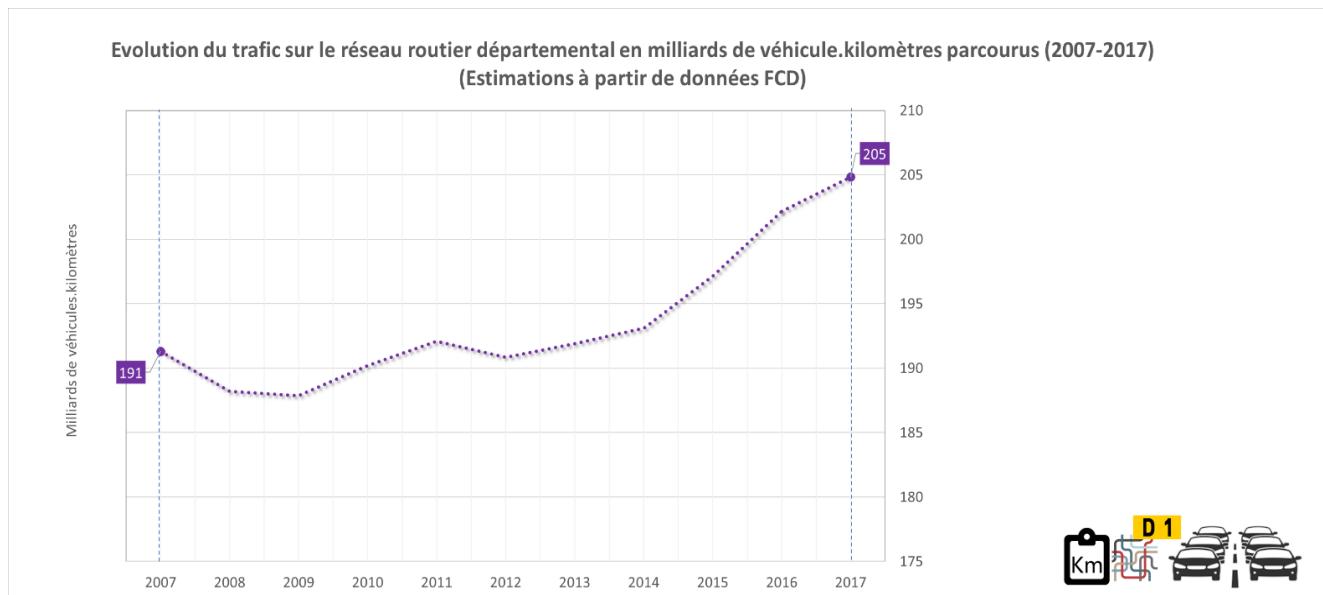


Figure 1 : Reconstitution de l'évolution du trafic RD (2007-2017) à partir de données FCD

Il est à noter que le potentiel des données FCD est considérable pour déterminer ces estimations, car elles offrent une couverture spatiale et temporelle continue, contrairement aux comptages routiers traditionnels, souvent ponctuels et coûteux. Toutefois, leur précision dépend du taux de pénétration des véhicules connectés et de la correction des biais liés à l'échantillonnage. Les utilisateurs de services connectés (taxis, transporteurs, véhicules récents) peuvent être surreprésentés, tandis que d'autres catégories (véhicules anciens, zones rurales peu couvertes) peuvent être sous-représentées. Leur représentativité est donc variable selon les territoires et les types d'usagers. De même concernant la couverture spatiale des grands axes routiers, la densité des données est élevée, ce qui garantit une bonne estimation des trafics. En revanche, sur les RD secondaires, la couverture peut être plus faible, rendant l'estimation du trafic moins fiable. Au regard de ces limites sur la représentativité des données, il est nécessaire de rester prudent sur les interprétations possibles. Un travail en cours au Cerema dans le cadre de la plateforme [AVATAR](#) permettra à terme d'estimer plus précisément les trafics du moins sur le réseau structurant RD.

L'approche méthodologique adoptée combine une analyse spatio-temporelle rigoureuse avec une double démarche quantitative et qualitative pour appréhender les dynamiques d'accidentalité sur les réseaux départementaux. Le cadre d'analyse intègre les évolutions structurelles du réseau (transferts de gestion, modifications réglementaires) tout en neutralisant les biais statistiques liés aux changements de définition des indicateurs. La construction de clusters départementaux, fondée sur des critères socio-économiques, infrastructurels et de mobilité, permet une comparaison contextualisée des performances en matière de sécurité routière. Le croisement des données BAAC avec les résultats d'une enquête

nationale PDSR approfondie auprès des gestionnaires locaux offre une vision à la fois macroscopique et fine des politiques SR déployées. Bien que l'utilisation de données FCD pour estimer les trafics présente certaines limites, cette approche innovante pallie partiellement l'absence de données homogènes sur l'exposition au risque. Cette méthodologie multidimensionnelle permet ainsi d'établir des corrélations robustes entre caractéristiques territoriales, politiques locales et tendances accidentelles, tout en identifiant des leviers d'action adaptés aux spécificités des différents contextes départementaux.

## 3 RESULTATS

### 3.1 Catégorisation des contextes d'intervention des Conseils Départementaux

La compréhension des dynamiques d'accidentalité sur le réseau routier départemental hors agglomération nécessite une prise en compte fine de l'hétérogénéité des contextes dans lesquels interviennent les CD. Ces contextes sont susceptibles d'influencer non seulement le niveau d'exposition au risque, mais aussi la capacité d'action des gestionnaires en matière de sécurité routière. Afin de caractériser ces contextes d'intervention, 32 variables initiales ont pu être identifiées pour qualifier le contexte d'intervention des 95 CD en tant qu'autorité gestionnaire des routes départementales. La première partie du travail a consisté à sélectionner les variables les plus discriminantes parmi ces variables initiales pour différencier les conseils départementaux. Les variables sont sélectionnées dès lors qu'elles sont susceptibles d'avoir un effet sur le niveau et la spécificité de l'accidentalité départementale.

Cette sélection des variables s'est appuyée sur un précédent travail de classification des départements (au sens territoire géographique) dont l'objectif consistait à produire, en référence à cette classification, des indicateurs locaux de sécurité routière ([ILSR](#)). Réalisée en 2021 par le Cerema à la demande de l'ONISR, la classification retenue utilisait un jeu de 21 variables pour 95 départements. Il est à noter que la classification utilisée par l'ONISR dans le cadre du bilan annuel de sécurité routière et la classification PDSR ne sont pas les mêmes car elles n'incluent pas les mêmes réseaux routiers de référence : les ILSR comprennent l'ensemble des réseaux routiers d'un département tandis que PDSR ne comprend que le réseau routier départemental (RRD) hors agglomération géré des CD.

L'objectif de cette sélection est d'éviter la présence de colinéarité dans les variables explicatives (relation entre lesdites variables ce qui peut nuire à la qualité de l'estimation économétrique) et une certaine redondance dans les informations, préjudiciables à la qualité de la classification et aux interprétations de résultats issues du travail de modélisation prévu dans cette étude. Le choix des variables mobilisées s'est fait également sur des critères métier liés aux caractéristiques contextuelles susceptibles d'influencer l'accidentalité sur le RRD.

Une matrice de corrélation a été produite à cet effet (Figure 2) permettant de sélectionner les variables les moins corrélées. Ainsi, les variables représentants des indicateurs de type densité, et composées de deux variables (rapportées à la superficie, la population ou au linéaire routier) ont été retenues.

Pour réduire la dimensionnalité des données présélectionnées, la méthode [ClustOfVar](#) (Clustering of Variables), technique statistique utilisée pour regrouper des variables en fonction de leur similarité a été retenue. Elle est particulièrement utile pour réduire le nombre de variables tout en conservant un maximum d'informations pertinentes. Enfin, l'appel à l'expertise technique en sécurité routière a été requise pour choisir les variables les plus appropriées pour le processus de classification, en particulier celles liées aux caractéristiques contextuelles susceptibles d'influencer les taux d'accidents sur le réseau routier considéré.

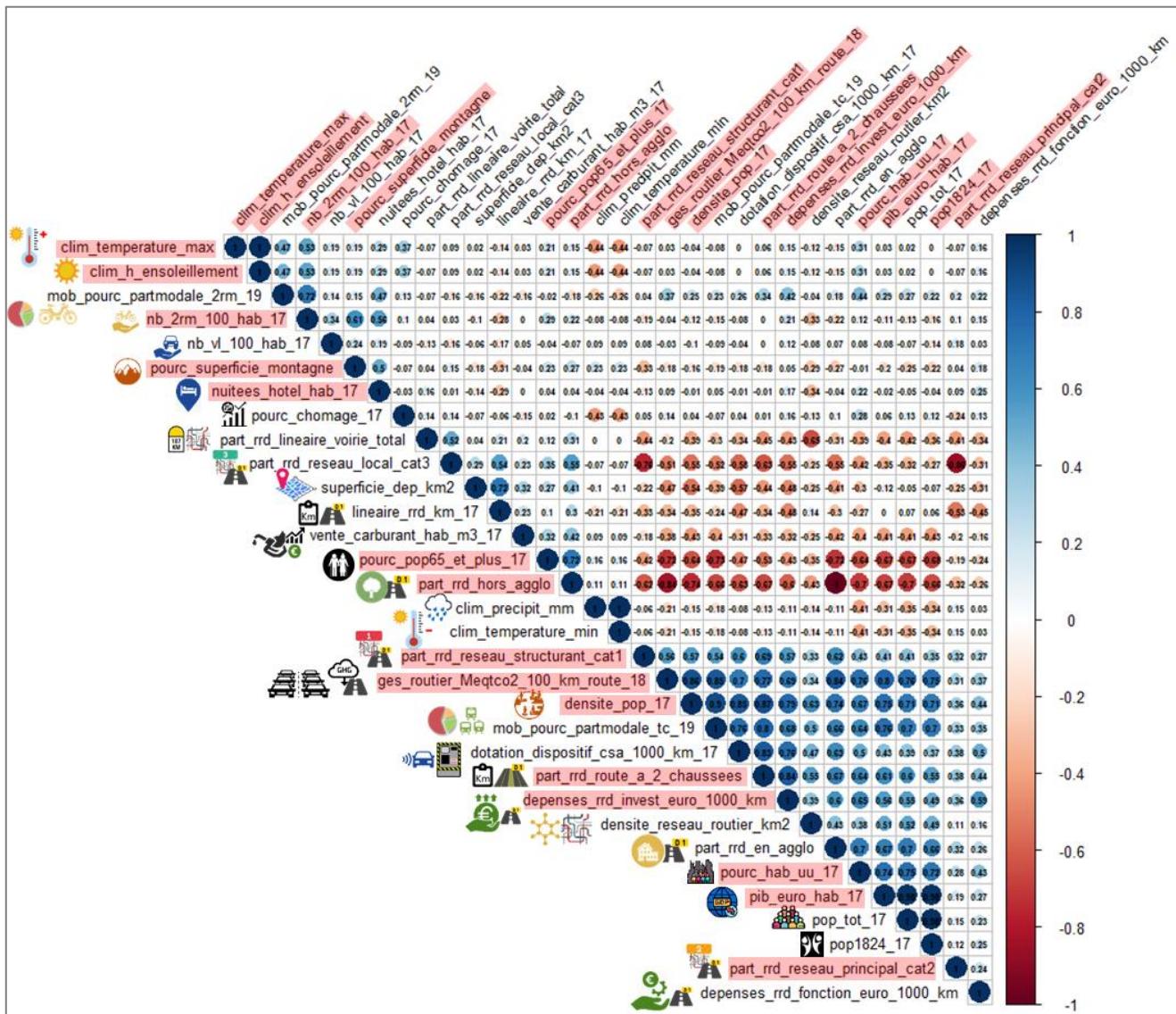


Figure 2 : Matrice de corrélation des 32 variables initiales

À l'issue de ce processus, 18 variables ont été retenues (Tableau 1) couvrant aussi bien des caractéristiques territoriales générales (morphologie, climat, structure démographique, niveau de développement) que des éléments plus spécifiques au réseau routier départemental (composition du linéaire, niveau d'équipement, investissements). Ces variables ont été centrées et réduites afin d'assurer leur comparabilité dans les analyses multivariées.

Variables mobilisées pour la classification socio-économique	Nom de la variable
1. Pourcentage de la superficie de montagne	pourc_superficie_montagne
2. Température maximale	clim_temperature_max
3. Ensoleillement en nombre d'heures	clim_h_ensoleillement
4. Densité de la population (2017)	densite_pop_17
5. Pourcentage de la population habitant dans une unité urbaine (2017)	pourc_hab_uu_17
6. Pourcentage de la population 18-24 ans (2017)	pourc_pop1824_17
7. Pourcentage de la population âgé de plus de 65 ans (2017)	pourc_pop65_et_plus_17
8. PIB en euro par habitant (2017)	pib_euro_hab_17
9. Nombre de 2RM par personne (2017)	nb_2rm_100_hab_17
10. Nuitées d'hôtel par personne	nuitees_hotel_hab_17
11. Emissions GES en millions de tonnes d'équivalent CO <sub>2</sub> pour 100 kilomètres (2018)	ges_routier_Meqtco2_100_km_route_18
12. Pourcentage de départementales parmi le linéaire routier	part_rrd_lineaire_voirie_total
13. Densité du réseau routier	densite_reseau_routier_km2
14. Pourcentage des routes structurantes parmi le linéaire total RD	part_rrd_reseau_structurant_cat1
15. Pourcentage des routes principales parmi le linéaire total RD	part_rrd_reseau_principal_cat2
16. Pourcentage des routes à deux chaussées parmi le linéaire total RD	part_rrd_route_a_2_chaussees
17. Pourcentage du linéaire hors-agglomération parmi le linéaire total RD	part_rrd_hors_aggro
18. Dépenses d'investissement en euro pour 1000 kilomètre de RD	depenses_rrd_invest_euro_1000_km

Tableau 1 : Les 18 variables retenues pour la classification des conseils départementaux

Sur cette base, une typologie des départements a été établie, débouchant sur une classification en sept groupes homogènes pour la France métropolitaine (Figure 3). Cette typologie permet d'objectiver les différences structurelles de contexte et de croiser, dans les analyses ultérieures, les politiques mises en œuvre avec les caractéristiques des territoires dans lesquels elles s'inscrivent. Elle constitue ainsi une brique essentielle de l'analyse des politiques locales de sécurité routière.

Pour plus de détails sur les spécificités de chaque catégorie, on peut se référer à l'Annexe A.



- Groupe 1 : CD ruraux à faible densité (18 départements)
- Groupe 2 : CD ruraux-montagneux à forte population âgée (15 départements)
- Groupe 3 : CD ruraux-dynamiques (17 départements)
- Groupe 4 : CD montagneux-touristiques (11 départements)
- Groupe 5 : CD à « métropoles » (27 départements)
- Groupe 6 : CD urbains à très forte densité de population (4 départements)
- Groupe 7 : Petite couronne parisienne (3 départements)

Les conseils départementaux d'Outre-Mer ne constituent pas une famille homogène et ne peuvent pas être rapprochés des familles ci-dessus. Les catégories 2 et 3 relatives aux départements ruraux à forte population âgée ont été séparées afin de mieux les différencier considérant des critères liés à la topographie du réseau RRD et au trafic supporté par ce dernier.

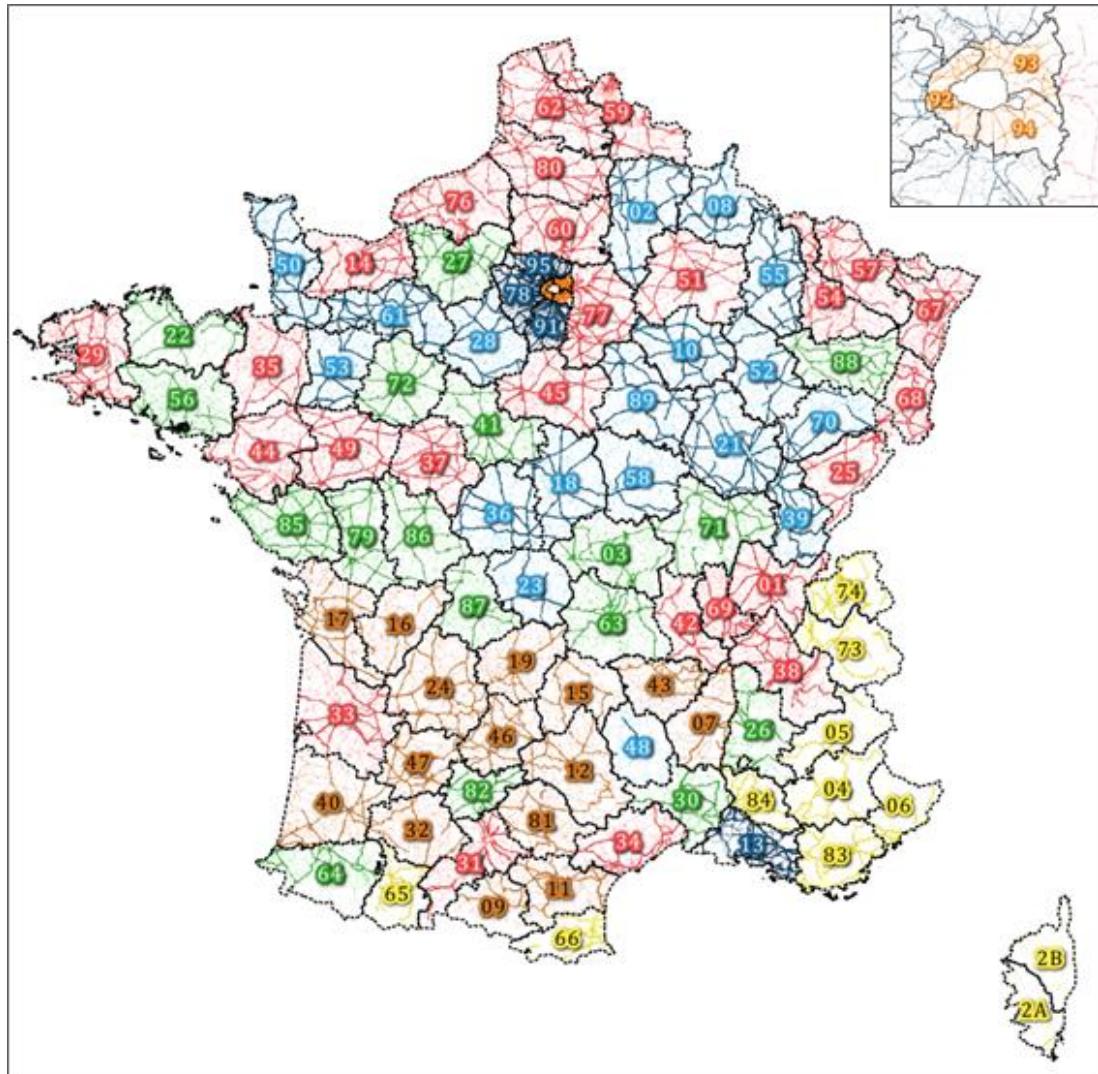


Figure 3 : Carte des Conseils départementaux selon la catégorisation socioéconomique PDSR

## 3.2 Analyse des évolutions des indicateurs locaux d'accidentalité

### Tendance générale

La tendance générale de l'accidentalité routière entre 2007 et 2017 se caractérise par une diminution du nombre moyen de tués sur les RRD hors agglomération pour la plupart des catégories PDSR (Figure 4). Cette baisse reflète les efforts opérés en matière de sécurité routière, les améliorations apportées aux infrastructures et les effets des politiques de prévention. Cependant, l'ampleur de cette diminution varie selon les clusters de CD.

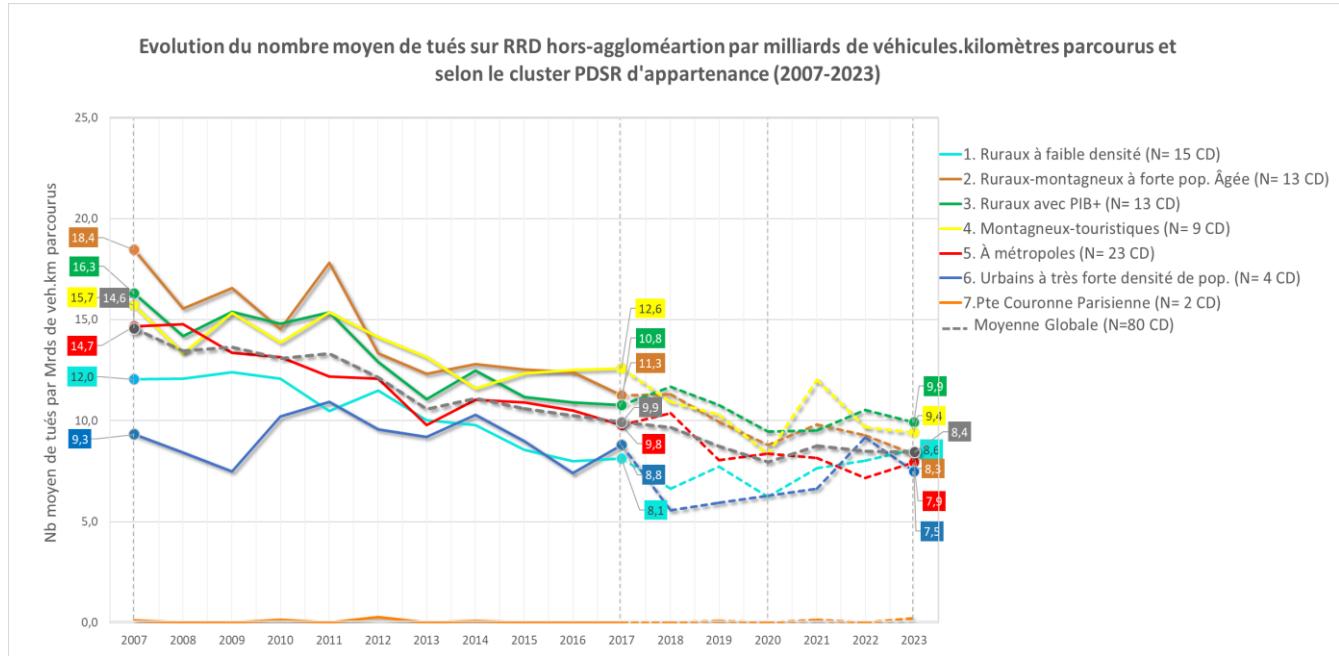


Figure 4 : Évolution du nombre moyen de tués sur RRD hors-agglomération par milliards de vél.km parcourus selon la catégorie PDSR (2007-2023)

### Le resserrement progressif des taux mais des différences qui subsistent

Les taux de tués des différentes catégories de CD se resserrent progressivement au fil des années, indiquant une convergence relative des performances en matière de sécurité routière. Néanmoins, des différences subsistent, suggérant que les contextes locaux continuent d'influencer les performances. Bien que toutes les catégories montrent une diminution des taux de tués, l'amplitude des tendances varie, ce qui indique des différences dans la vitesse et l'intensité de cette baisse constatée (Figure 5).

- Les pentes des droites (de régression linéaire) varient en amplitude, ce qui signifie que certaines catégories ont connu une réduction plus rapide du taux de mortalité que d'autres.
- Les catégories présentant une densité de population plus importante (urbains et métropoles) affichent généralement des valeurs initiales plus faibles et des baisses plus modestes concernant la mortalité routière.
- En revanche, les catégories plus rurales ou montagneuses présentent des niveaux initiaux plus élevés et montrent des baisses plus marquées.

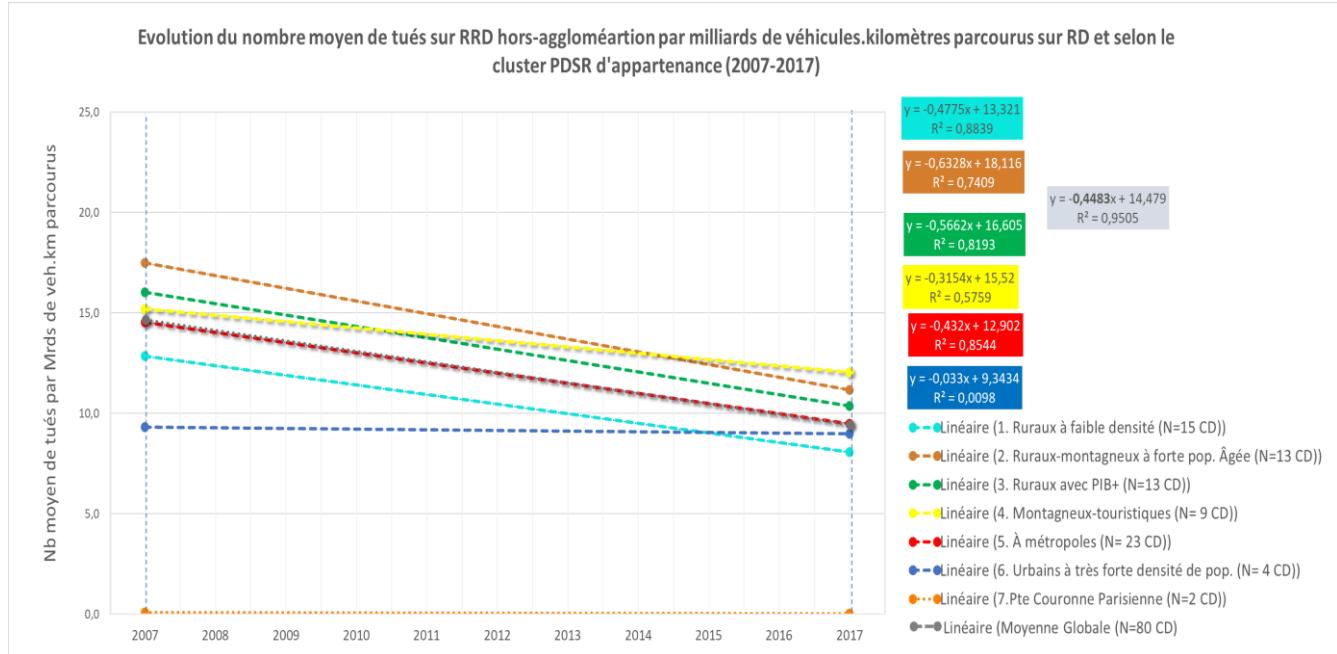


Figure 5 : Régressions linéaires représentant les évolutions du nombre moyen de tués sur RRD hors-agglomération par milliards de véhicules.km parcourus par catégories PDSR (2007-2017)

### Comparaison entre catégories

Les catégories de CD montrent des performances variées. Les catégories pour les CD urbains à très forte densité de population (catégorie 6) et ceux à métropoles (catégorie 5) tendent à avoir des taux de tués plus bas. La catégorie 5 (rouge) montre une diminution significative tandis que les CD de la catégorie 6 (bleu foncé) ont une pente très faible suggérant un plateau avec peu d'évolution.

En revanche, les catégories de CD ruraux avec PIB+ (catégorie 3) et montagneux-touristiques (catégorie 4) présentent des taux d'accidentalité routière plus élevés, reflétant les défis liés à la géographie et à la densité de population. La tendance générale est à une amélioration des performances, mais les écarts entre catégories subsistent impliquant probablement que les efforts en matière de sécurité routière n'ont pas été uniformes et ce, dans des contextes d'action distincts.

### 3.3 Retours sur l'enquête PDSR

Les taux de retour de l'enquête par catégories de CD sont satisfaisants pour envisager une analyse descriptive au niveau de chaque groupe. Le taux de retour s'établit globalement à plus de 80 %, et cela pour l'ensemble des catégories identifiées à l'exception des catégories de la petite couronne parisienne et de l'Outre-Mer.

Taux de retour enquête par cluster CD-PDSR		Taux de retour
<b>22/04/2024</b>		
1. Ruraux à faible densité (N=15 CD)		83%
2. Ruraux -montagneux à forte population âgé (N=13 CD)		87%
3. Ruraux avec PIB+ (N= 14 CD)		82%
4. Montagneux-touristiques (N= 9 CD)		82%
5. À métropoles (N= 23 CD)		88%
6. Urbains à très forte densité de population (N= 4 CD)		100%
7. Petite couronne Parisienne (N= 2CD)		67%
8. Outre-mer (N = 2 CD)		43%
<b>Taux de retour global</b>		<b>82%</b>

Tableau 2 : Taux de retour de l'enquête par catégorie PDSR

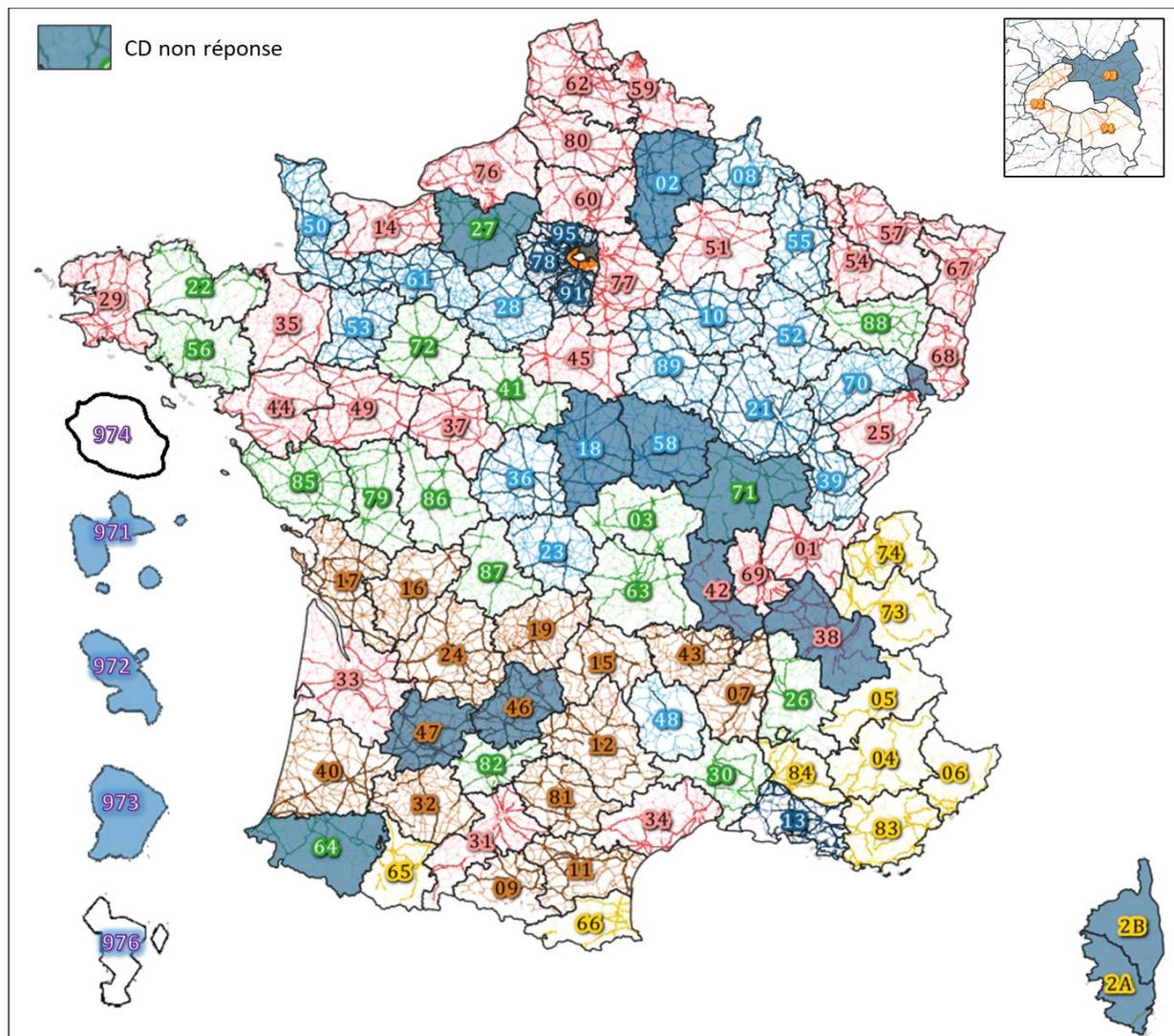


Figure 6 : Conseils départementaux ayant participé à l'enquête PDSR 2024

### 3.3.1 Hiérarchisation des réseaux départementaux

La hiérarchisation du réseau routier départemental constitue un outil fondamental d'organisation et de gestion des politiques routières. Elle permet aux conseils départementaux de structurer leurs interventions en matière d'entretien, de modernisation, d'exploitation et de sécurité routière. Cette hiérarchisation repose généralement sur une analyse multicritère combinant des éléments fonctionnels (trafic, desserte, rôle stratégique), géométriques (profil en travers, type de carrefours) et territoriaux (continuité d'itinéraires, desserte de pôles, enjeux touristiques ou économiques). La hiérarchisation du réseau départemental joue un rôle déterminant dans la gestion des accidents de la route.

L'enquête PDSR a souhaité actualiser la connaissance sur les critères et le nombre de catégories retenus par CD pour hiérarchiser leur réseau routier. Le [rapport ONISR-Cerema de 2017](#), intitulé « *Analyse de l'enquête sur la hiérarchisation des réseaux routiers départementaux et l'accidentalité* », a déjà révélé que la majorité des départements adoptaient une hiérarchisation en 3 ou 4 catégories. D'après l'enquête PDSR en 2024, une majorité de départements retiennent une classification à 3 (54 %) ou 4 catégories (33 %), tandis que 10 % utilisent 5 catégories ou plus, et 4 % se limitent à deux (Figure 7). Cette organisation hiérarchique distingue souvent :

- Des **voies structurantes** (trafic élevé, fonctions interurbaines ou économiques),
- Un **réseau intermédiaire** (liaisons entre centres locaux ou pôles secondaires),
- Un **réseau de desserte locale** (faible trafic, fonctions rurales ou résidentielles).

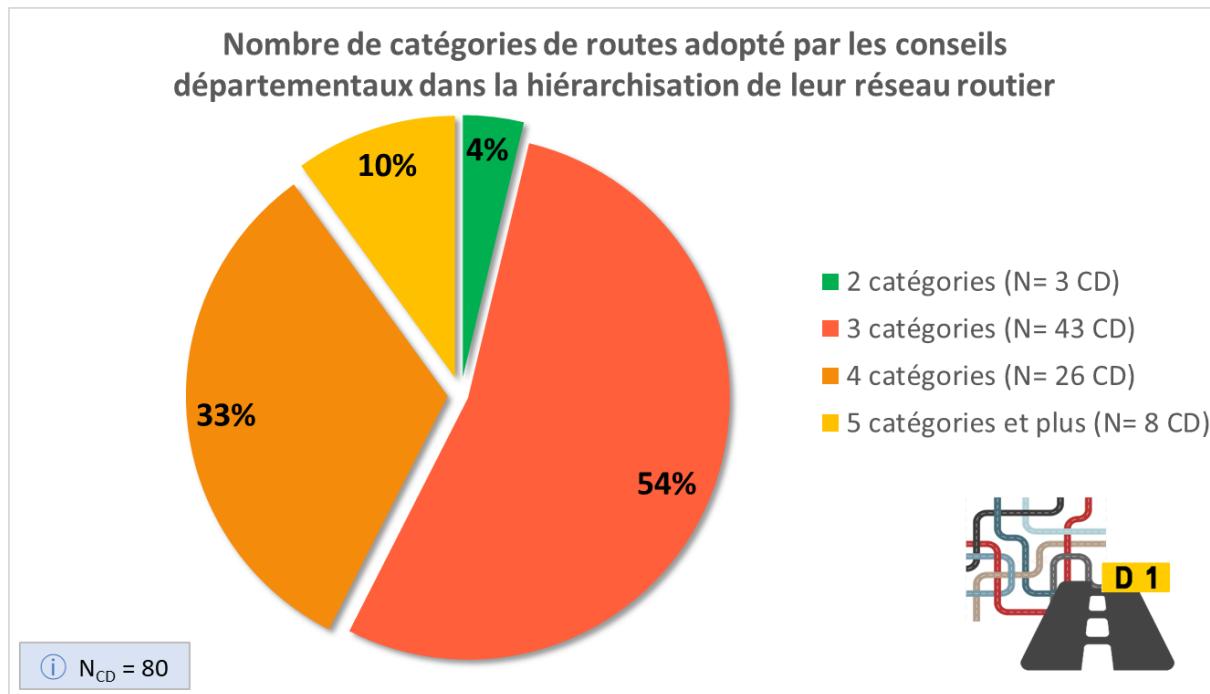


Figure 7 : Nombre de catégories de routes établies par les gestionnaires dans la classification de leur réseau routier

La hiérarchisation du réseau routier départemental repose sur plusieurs critères principaux :

- **Trafic** : Critère dominant pour la hiérarchisation, en particulier le nombre de véhicules (total tous véhicules et poids lourds) et le volume de circulation. Ce critère détermine notamment les catégories "structurantes" (grands axes) et "locales" (desserte de proximité).
- **Profil en travers et géométrie** : Largeur de la chaussée et autres caractéristiques géométriques (hauteur, gabarit) influent sur le classement des routes. Certaines catégories spécifient des dimensions minimales pour la circulation (ex. chaussées de 6 à 7 m).

- Fonctionnalité** : Les routes sont classées en fonction de leur rôle fonctionnel : réseau de transit (national et interdépartemental), réseau de desserte locale, axes économiques, itinéraires touristiques, liaisons entre pôles économiques et désenclavement.
- Critères socio-économiques** : Certains critères prennent en compte l'accès à des sites stratégiques (zones industrielles, touristiques, risques industriels, hôpitaux) ou les enjeux de développement économique (zones d'activités, transports exceptionnels).
- Critères spécifiques** : Ces critères incluent des aspects particuliers comme la viabilité hivernale, le transport collectif (cars, bus), la présence de cyclistes, ou des considérations environnementales (sites protégés, enjeux paysagers).
- Révision des catégories** : Plusieurs départements révisent leur hiérarchisation en 3 catégories : structurant, secondaire et de proximité, avec des sous-divisions selon les niveaux de service, les liaisons intercommunales ou les voies principales.

Le lien entre la part du réseau structurant dans le linéaire total départemental et les enjeux d'accidentalité, s'avère particulièrement éclairant. L'étude de l'accidentalité sur les routes principales montre que plus la part de réseau structurant est élevée (réseau écoulant la majeure partie du trafic), plus les enjeux d'accidentalité sont concentrés (ONISR, 2018). La part moyenne du réseau structurant dans le linéaire départemental varie sensiblement selon les catégories de département (Figure 8). Elle est plus élevée dans les territoires urbains très denses (33 %), la petite couronne parisienne (38 %), et plus faible dans les zones rurales, notamment à faible densité (12 %) ou rurales-montagneuses à forte population âgée (13 %) :

- Des CD ruraux : réseaux étendus, faiblement fréquentés, avec un réseau structurant plus limité dans le linéaire total, mais potentiellement essentiel pour la desserte intercommunale ou les grands axes de transit.
- Des CD urbains ou métropolitains : trafic dense, réseau structurant concentrant une large part des flux et des enjeux de sécurité.

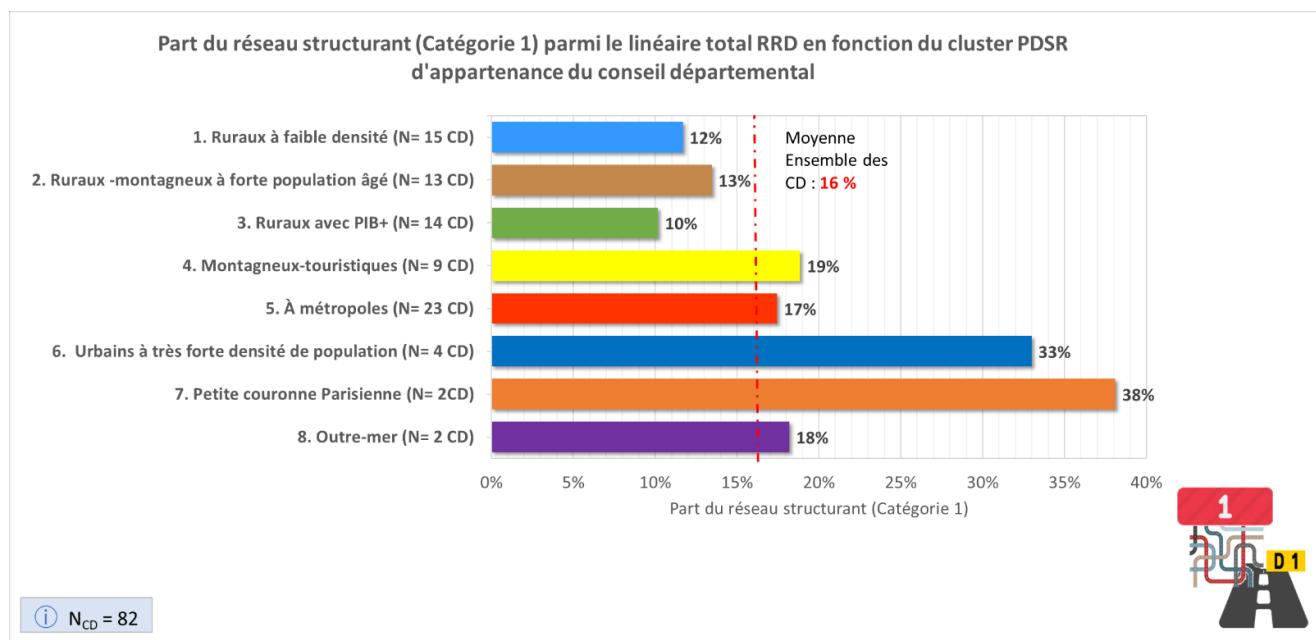


Figure 8 : Part du réseau structurant parmi le linéaire total RRD en fonction de la catégorie PDSR

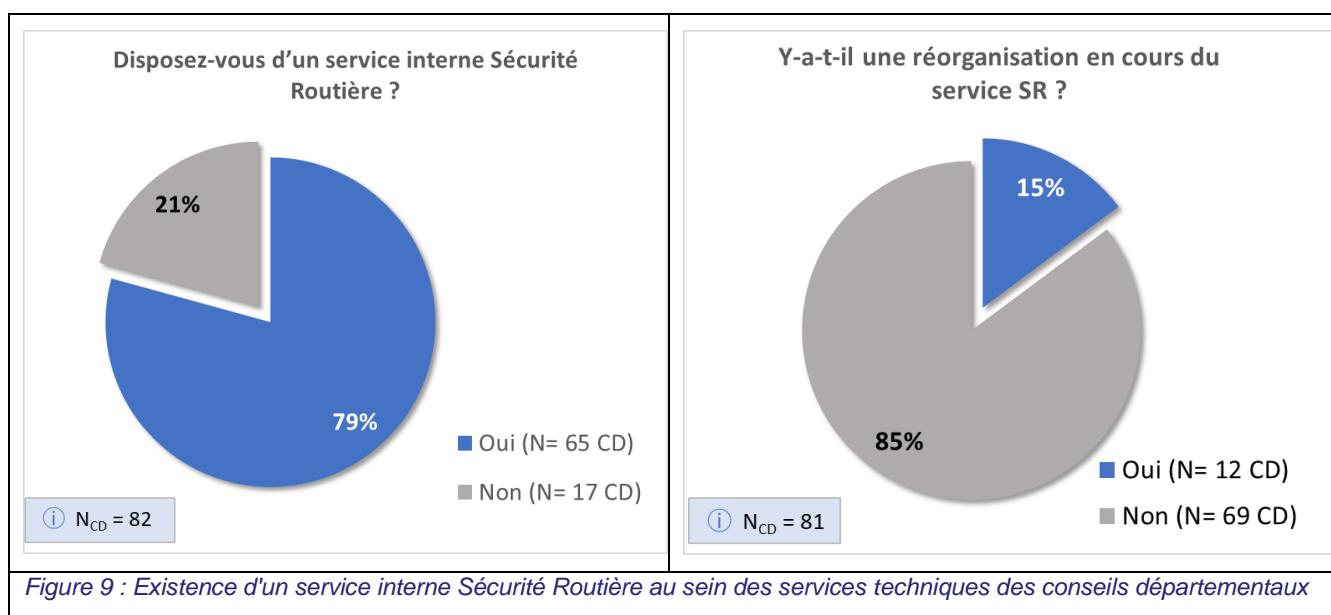
### 3.3.2 La gouvernance et l'organisation des services

En 2024, selon les résultats de l'enquête PDSR, 36 % des Conseils Départementaux (N= 29 CD) s'appuient sur un document de référence, produit en interne, pour définir leur stratégie locale de sécurité routière. Les documents de référence fixant les objectifs de sécurité du réseau routier sont définis généralement par les Schéma de Mobilités/schémas directeur routiers départementaux (SDRD), les assemblées délibérantes/commissions permanentes, les documents de programmation annuel/pluriannuel d'exploitation et d'entretien, le Plan Pluriannuel des Aménagements de Sécurité (PPAS<sup>9</sup>) ou des documents plus ciblés avec des aménagements d'amélioration SR, et les guides départementaux édictant les règles d'aménagement sur RRD. Pour 57 % des CD, les documents produits par les services de l'État (DGO, PDSAR, DLS) constituent les documents de référence pour la politique départementale SR. La périodicité de révision des objectifs peut être annuelle, établie tous les 2 ans voire tous les 10 ans afin d'apporter des ajustements en fonction de l'évolution du contexte.

En ce qui concerne l'organisation des services, 79 % des CD ayant répondu à l'enquête (N= 65 CD) déclarent disposer d'un service dédié à la sécurité routière (SR) au sein de leur Direction des Routes et Infrastructures. Cette présence d'un service SR structuré témoigne de l'importance accordée à la sécurité routière dans l'exploitation et la maintenance des routes départementales.

Toutefois, une part non négligeable de CD (15 %, N=12 CD) ont indiqué être en cours de réorganisation de leur service SR reflétant des priorités et des organisations distinctes. Cette réorganisation vise à répondre à plusieurs enjeux majeurs, notamment la création de pôles spécifiques pour regrouper diverses activités liées à la sécurité routière, telles que les études, la programmation, l'analyse de l'accidentologie, et la gestion des traversées d'agglomération. L'objectif de cette démarche est de renforcer la transversalité avec d'autres services au sein de la direction des routes, afin d'améliorer la coordination et l'efficacité des actions de sécurité. De plus, cette réorganisation vise à une meilleure intégration des enjeux de sécurité routière dans les processus de gestion, particulièrement avec le transfert de certaines responsabilités liées au Réseau Routier National (RRN). Ainsi, cette évolution structurelle reflète une volonté d'adaptation et de renforcement des capacités des CD à traiter les enjeux complexes de la sécurité routière dans un environnement en constante évolution.

Des contraintes budgétaires entraînent parfois la suppression de postes ou le recours à des agents polyvalents. Malgré ces disparités, la sécurité routière, bien que priorisée dans les discours, reste souvent dépendante de moyens limités et de l'implication transversale des services, plutôt que d'une stratégie centralisée et de long terme.



<sup>9</sup> Le PPAS recense, priorise et budgétise les opérations d'aménagements visant à sécuriser les tronçons accidentogènes.

Parmi les 65 CD disposant d'un service SR, dont 58 ont déclaré l'année de création de ce dernier, 62 % ont été créés après 2007. À partir de l'évolution des créations de services SR en fonction de la catégorisation à laquelle appartient le CD, on note que certains CD de la catégorie 5 « CD à Métropole » se sont dotés plus récemment d'un service SR. À des fins de comparaison, la catégorie 1 « CD ruraux à faible densité » dispose d'une expertise SR depuis 2007, c'est-à-dire d'une plus grande ancienneté.

Les moyens humains varient significativement d'un CD à l'autre, reflétant des priorités et organisations distinctes. Certains départements disposent de structures dédiées (pôles, bureaux ou missions spécifiques) composées de 2 à 10 agents (techniciens, ingénieurs, chargés d'études), comme en témoignent des équipes spécialisées dans l'accidentologie, les audits, la signalisation ou les dispositifs de retenue. D'autres s'appuient sur un seul agent à temps partiel ou des référents intégrés à des services plus larges (exploitation, mobilité, patrimoine routier). Les compétences couvrent l'analyse des accidents (via l'outil TRAxy), la conception de projets sécurisés, les contrôles de vitesse, ou la coordination avec les acteurs locaux.

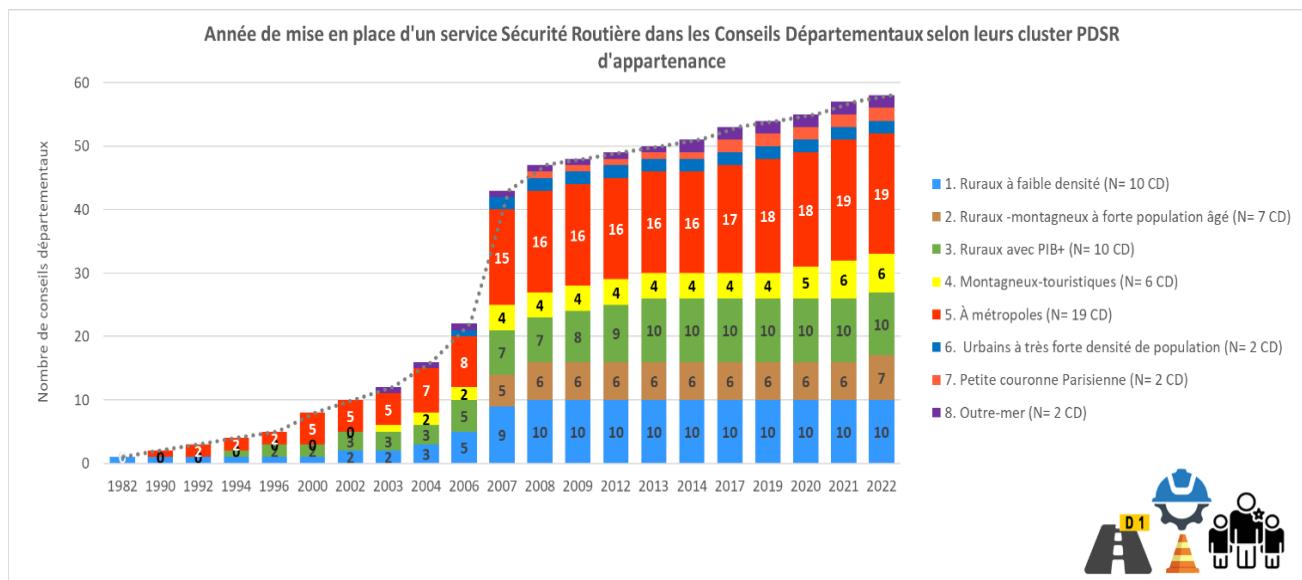


Figure 10 : Année de mise en place d'un service Sécurité Routière dans les conseils départementaux selon le cluster PDSR d'appartenance

L'analyse des moyens humains dédiés à la sécurité routière (exprimés en ETP pour 1 000 km de réseau) révèle des écarts significatifs entre les départements. Une première mesure, centrée sur la tendance générale, montre que cet indicateur se situe entre 0,64 et 0,96 ETP pour les départements ruraux, et atteint en moyenne 1 ETP pour les départements urbains. Cependant, une vision plus large, incluant l'ensemble de la variabilité, fait apparaître des disparités bien plus importantes, avec des valeurs allant de 0,60 à 10 ETP pour 1 000 km selon les CD.

Concernant les moyens financiers, il existe également des disparités importantes pour les dépenses dédiées à la sécurité routière. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces disparités : la densité de la circulation, le climat, la présence de grands ouvrages (tunnels, ponts, digues), l'ancienneté et l'état des infrastructures (ce qui joue sur les dépenses nécessaires à leur entretien ou remise à niveau), la largeur et les aménagements des routes, etc.

En moyenne, les investissements structurels, qu'ils concernent l'aménagement ou la maintenance, s'élèvent à plusieurs dizaines de millions d'euros par an. À côté de ces montants, les crédits de fonctionnement, bien que plus modestes, permettent de soutenir l'ensemble des actions de prévention et de suivi. Par ailleurs, de nombreuses lignes budgétaires, exprimées en milliers d'euros, interviennent pour financer des opérations spécifiques telles que la modernisation de la signalisation, l'installation de dispositifs de retenue performants ou encore des aménagements ciblés sur des carrefours dangereux.

À ces différentes dépenses, il faut ajouter les subventions aux associations et les crédits délégués aux Territoires Routiers, le tout traduisant une approche globale alliant investissements structurels et actions ponctuelles pour renforcer la sécurité sur le réseau routier. Les postes de dépenses SR incluent principalement :

- **Infrastructures** : aménagements de carrefours (200 k€ à 10 M€/an), pose de glissières (150 k€ à 3,6 M€), rectifications de tracés ou traitement d'obstacles latéraux.
- **Maintenance préventive** : adhérence des chaussées, signalisation verticale/horizontale (jusqu'à 15 M€/an).
- **Audits et études** : analyses d'accidents, diagnostics d'itinéraires (300 k€ à 1,4 M€).
- **Prévention** : subventions aux associations (12 k€ à 50 k€), campagnes de sensibilisation, acquisition de matériel pédagogique (bus dédiés). Expliciter les comportements attendus participe au bon usage des infrastructures et à leur sécurité.

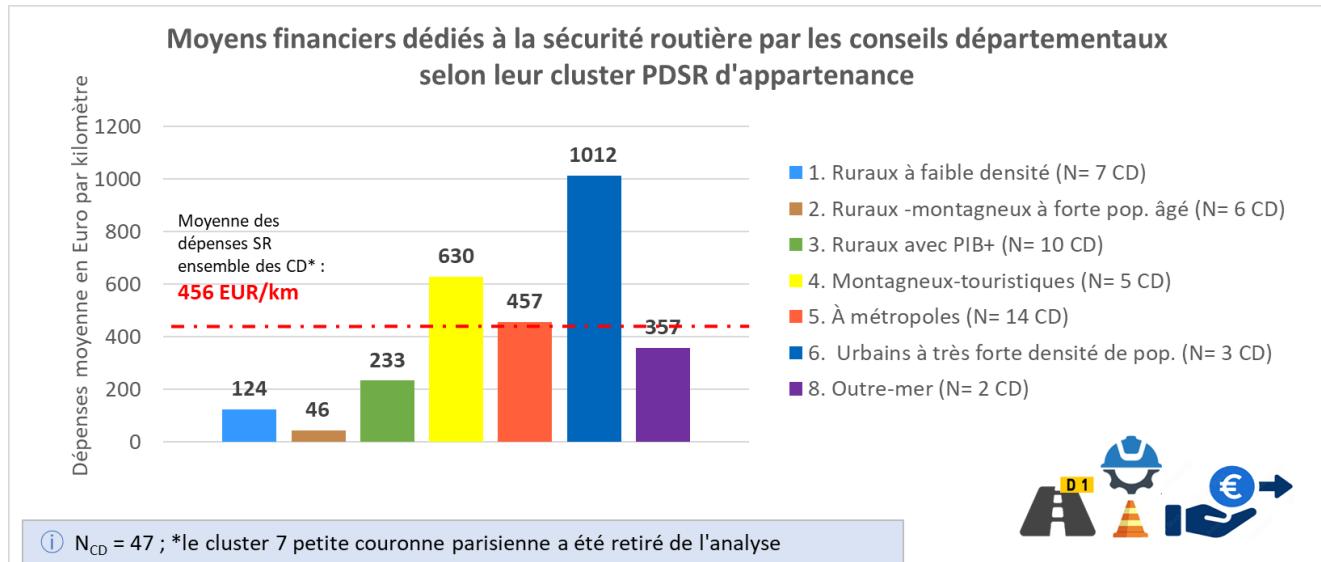


Figure 11 : Moyens financiers dédiés à la sécurité routière par les conseils départementaux selon la catégorie PDSR

Toutefois, il est difficile d'identifier précisément un budget consacré aux mesures directement liées à la sécurité routière. Certains aménagements SR rentrent dans les lignes budgétaires liées à la politique d'entretien (renouvellement des couches de roulement, entretien des ouvrages d'art, réhabilitation) et d'exploitation du réseau et autres opérations d'investissements (aménagement de carrefours, création de giratoires, calibrage de routes...) qui participent à améliorer la sécurité de l'infrastructure. Ainsi, des actions de SR incluses dans le Plan Pluriannuel de Travaux de Maintenance de la Voirie concernent aussi la sécurisation du réseau.

#### Encadré 1, témoignage CD91

« Concernant les moyens financiers, nous sommes actuellement sur un budget d'investissement SR chiffré à 2,9 M EUR. Ce budget est constant depuis quelques années et les élus n'osent pas le faire baisser. À noter que le budget SR annuel issu de la délibération 2014 était de l'ordre de 2,2 M EUR et le budget d'entretien et d'exploitation du réseau, hors grands projets routiers, est de l'ordre de 25 M EUR. Toutefois, il n'y a pas eu d'analyse à posteriori pour estimer si le budget dédié est suffisant ou pas au regard de l'évolution des indicateurs d'accidentalité sur notre réseau. Ci-après un aperçu des différentes rubriques des lignes de budget SR :

- Un budget d'étude de l'ordre de 200 K EUR pour réaliser les diagnostics SR d'itinéraire et des études locales d'assistance aux communes
- Un budget de l'ordre de 250 K EUR pour réaliser les auscultations de chaussées
- Un budget travaux dédié aux aménagements continues (zones de récupérations, reprise de virage, mise en œuvre des ISRI, lutte anti contre-sens ou dérive, DBA sur bretelles de sorties des 2x2 voies)
- Un budget destiné au programme « aménagements sur sites particuliers »
- Restauration de l'adhérence : 300-500 K EUR annuel
- Traitement des obstacles latéraux : (300-600 k EUR annuel)
- Remise à jour de la signalisation routière horizontale et verticale

À noter également que la région dont nous faisons partie accepte de financer à hauteur de 50% des aménagements SR quand c'est justifié par de l'accidentalité corporelle avérée et identifiée (prise en compte du nombre d'accidents corporels survenus sur les zones accidentogènes durant les 5 dernières années). Par exemple elle a soutenu une transformation d'une intersection accidentogène en giratoire afin d'améliorer la lisibilité et la visibilité de l'infrastructure et diminuer les vitesses. »

### 3.3.3 Les relations internes et externes

Notre étude s'intéresse également à la coordination interne en matière de sécurité routière au sein des services techniques des conseils départementaux. Il ressort que les Unités Territoriales Routières (UTR) sont les structures les plus impliquées, avec 93 % des CD déclarant leur mobilisation, ce qui souligne leur rôle clé dans la gestion quotidienne des infrastructures routières et l'intégration des équipes d'exploitation à la démarche. Le service programmation Grands Projets (82 %) et le service maîtrise d'œuvre (83 %) montrent également une forte implication, témoignant de l'importance accordée aux projets d'aménagement et à leur mise en œuvre technique. En revanche, le service Ingénierie et Appui Territorial, bien que toujours majoritaire (74 %), affiche une coordination moins systématique, indiquant que son intervention pourrait être plus ponctuelle ou dépendante des stratégies locales. Enfin, la Commission permanente aux élus, qui joue un rôle décisionnel, est impliquée dans seulement 56 % des CD, ce qui traduit une implication politique plus variable selon les territoires.

Il est à préciser qu'il y a au moins 3 CD qui déclarent qu'ils n'ont aucun échange en interne avec leurs services techniques, 3 autres qui échangent uniquement avec leurs UTR et au moins 28 CD qui coopèrent avec l'ensemble des services techniques routiers identifiés en interne. La Figure 12 illustre de manière générale une coordination interne forte entre les services techniques mais aussi un engagement plus contrasté des instances politiques.

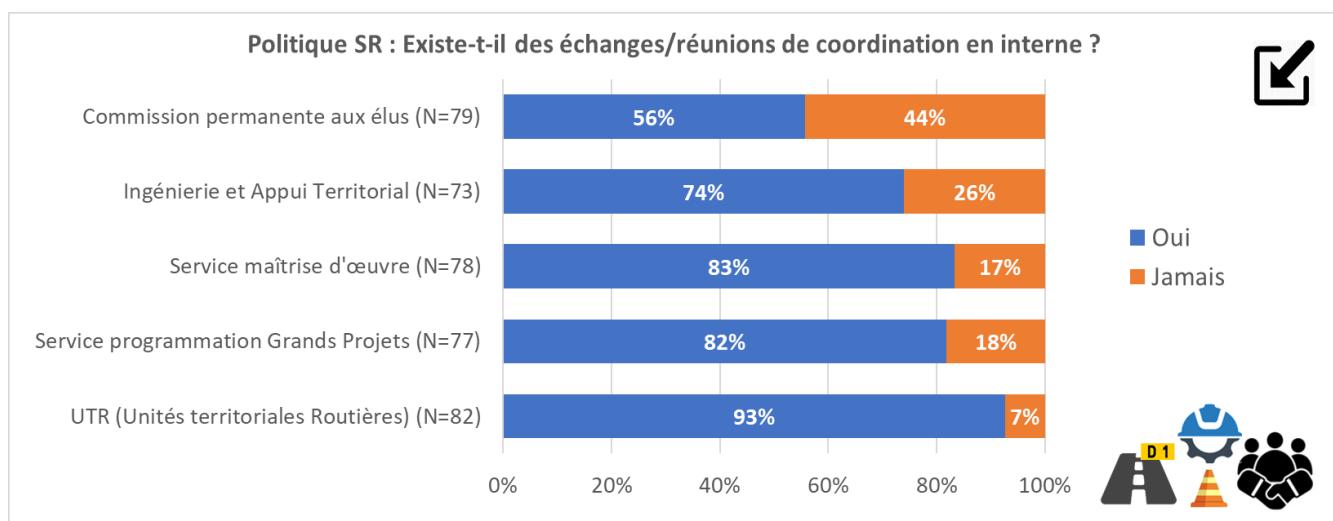


Figure 12 : Coordination en interne des services techniques des conseils départementaux concernant la problématique de sécurité de l'infrastructure

En ce qui concerne la coordination externe (Figure 13), il ressort que la préfecture et son Observatoire Départemental de la Sécurité Routière (ODSR) sont les interlocuteurs institutionnels privilégiés, avec une coordination quasi systématique (98 % des CD concernés). Cette forte implication traduit l'importance de l'État dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques de sécurité routière. Les échanges sont fréquents et variés, impliquant des contacts réguliers par téléphone, mail, réunions et visites de terrain. Ils portent principalement sur le suivi de l'accidentalité, la gestion des passages à niveau, la mise en œuvre des radars et du contrôle automatisé, ainsi que l'élaboration du Document Général d'orientations (DGO) et du Programme Départemental d'Actions de Sécurité Routière (PDASR). La gestion de crise après un accident mortel, la collaboration sur les demandes de financements DETR (Dotation d'Équipement des Territoires Ruraux), et la participation aux commissions CDSR font également partie des interactions régulières. Ces échanges, souvent pilotés

en lien avec la Direction Départementale des Territoires (DDT), témoignent d'une coopération étroite et quotidienne entre les CD et l'ODSR pour la mise en œuvre des politiques de sécurité routière.

Les communes et établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) sont également des partenaires de premier plan, impliqués dans 83 % des cas, ce qui reflète une nécessaire collaboration pour la gestion des voiries locales notamment à travers un accompagnement en matière d'ingénierie technique. Cette coopération est formalisée la plupart du temps sous forme de mission conseil-assistance dans les unités territoriales (60 % des CD) ou intégrée au service d'ingénierie routière (48% des CD). Elle peut être aussi formalisée via des conventions d'aménagement (25 % des CD) ou moins formellement en donnant un simple avis sur projet suite à une demande des élus locaux (traversée d'agglomération, ralentisseur, réaménagement d'une intersection, etc.) ou encore un échange sur l'accidentalité (16 % des CD).

Concernant la coopération avec les forces de l'ordre (gendarmerie et police nationale), une large majorité de conseils départementaux (82 %) déclarent avoir des échanges avec ces dernières. En effet, elles jouent un rôle central dans la mise en application des mesures de sécurité routière tant sur l'aspect préventif (campagnes de prévention, actions de sensibilisation et d'éducation, communication, etc.) que répressif par la présence dissuasive et le contrôle des infractions (vitesse, alcoolémie, non-respect des priorités, etc.). Cette collaboration qui se manifeste essentiellement par des réunions post-accident (dans le cadre des collèges CDSR ou groupe de travail en préfecture), permet d'optimiser la prévention, le signalement des points dangereux, la surveillance et l'intervention sur les routes ou de transmission des PV d'accidents.

En revanche, la coordination opérationnelle avec d'autres parties prenantes est plus variable. Les autres gestionnaires routiers et le Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS) ne sont mobilisés que dans 54 % des cas. Ces partenariats noués avec les SDIS relèvent d'une importance stratégique car ils permettent aux gestionnaires de compléter les données d'accidentalité issues de la base BAAC de l'ONISR.

De même, les associations d'usagers sont intégrées à la concertation dans seulement 56 % des conseils départementaux, ce qui peut limiter la prise en compte des attentes des usagers. Enfin, la coordination avec le Conseil Régional (31 %) reflète le caractère spécifique de certains CD appartenant à la région Île-de-France qui soutient, via une participation financière, un programme de lutte contre l'insécurité routière. Ce programme porte sur l'infrastructure, la protection des usagers les plus vulnérables et la sécurisation des passages à niveaux.

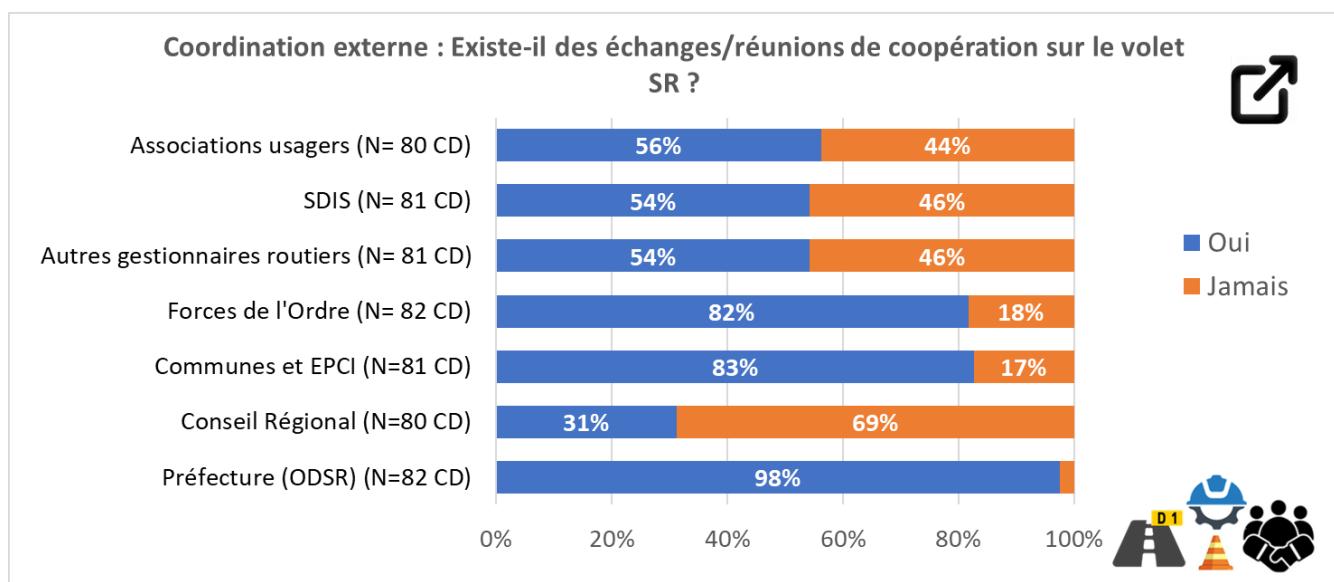


Figure 13 : Coordination externe des services techniques des conseils départementaux concernant la problématique de sécurité de l'infrastructure

En 2022, les sujets d'échanges identifiés entre les CD et les Conseils Régionaux (CR) concernent principalement la sécurisation des arrêts de transport en commun depuis la nouvelle répartition des compétences de la Loi d'orientation sur les mobilités de 2019 (LOM), notamment les arrêts de cars et de bus, la politique cyclable, la sécurité des accès aux lycées et aux transports scolaires, ainsi que les subventions pour les infrastructures et les liaisons douces. Ces discussions restent cependant souvent ponctuelles et parfois jugées difficiles, ce qui souligne un manque de structuration et d'implication systématique du CR sur ces enjeux de sécurité routière.

### 3.3.4 Outils, méthodes et compétences techniques

Afin d'avoir une idée sur le niveau de connaissance et le niveau de diffusion de la doctrine technique par les gestionnaires locaux et des différentes démarches de sécurité existantes et de leurs principes, une question a été posée dans le cadre du questionnaire PDSR. Il s'agissait de savoir si les services techniques des CD détiennent leur propre référentiel technique au-delà des normes, principes et recommandations de la documentation technique routière française (DTRF). Il en ressort que 51 % des CD parmi les 83 répondants détiennent leur propre référentiel technique en complément de la DTRF et des normes nationales.

Ces référentiels locaux reflètent souvent une appropriation locale de la doctrine nationale, parfois enrichie par des démarches innovantes ou plus exigeantes en matière de sécurité. Ils fournissent les principes de conception et d'exploitation, des références réglementaires, des recommandations de réaménagement sont établies dans le respect des considérations de sécurité de ces guides.

Comme précisé précédemment, les départements présentent des spécificités géographiques, climatiques, comportementales, du réseau routier ou de politique publique qui nécessitent d'adapter les recommandations générales comme par exemple le traitement particulier de la glissance hivernale en zone de montagne (traitements préventifs, logistique spécifique, capteurs de chaussée, stations météo-routières, etc.) ou encore la signalisation des virages (hiérarchisation fine de virages en fonction de leur dangerosité, ajustement des seuils de déclenchement de la signalisation, etc.) via le développement de fiches méthodologiques internes.

#### Encadré 2 : témoignage CD21

« Guide virages : Une reprise du guide Sétra (2002, « Comment signaler un virage ? ») notamment la qualification des virages (des déclassements ont été opérés sur les classes théoriques du guide) et la signalisation verticale (vitesse d'approche, vitesse de sortie, rayon, pente, cône de visibilité) a été produite en interne en 2015.»

L'ancrage de la doctrine sécurité est réel dans beaucoup de départements, mais reste hétérogène. Certains CD intègrent clairement la doctrine sécurité routière dans leur gestion (plans de sécurité annuels, hiérarchisation fonctionnelle du réseau, référentiels techniques, etc.). Dans d'autres CD l'appropriation de la doctrine dépend souvent de l'existence d'un pilote dédié, du niveau de formation des agents, de la diffusion des outils nationaux (CEREMA, DTRF), de l'outil technique disponible et du niveau d'intégration avec les données locales d'accidentologie.

Les gestionnaires ont pu exprimer à travers l'enquête un besoin marqué pour des guides techniques et des fiches outils qui abordent des problématiques spécifiques liées à la sécurité routière. Ils souhaitent notamment des formations méthodologiques sur l'amélioration de la sécurité routière, inspirées par des modèles comme celui de l'École des Ponts, ainsi que des guides pratiques actualisés. L'accent est mis sur la création de référentiels stratégiques, tels qu'un guide sur la séparation entre aménagements cyclables et chaussée, afin de garantir une approche cohérente à travers les départements. Ils attendent également des guides méthodologiques pour l'élaboration de stratégies de sécurité routière, des partages d'expériences et des bilans d'expérimentations innovantes. Un besoin spécifique se manifeste pour la mise à jour de fiches techniques existantes, notamment celles concernant l'implantation des

bandes rugueuses et la sécurité des cyclistes hors agglomération. L'existence d'un club SR interdépartemental et la refondation d'un guide unique d'aménagements routiers sont également considérées comme des solutions potentielles pour harmoniser les pratiques et partager les expériences et des solutions techniques éprouvées à l'échelle nationale, tout en assurant une gestion cohérente de la sécurité sur les routes départementales.

### Encadré 3 : témoignage CD91

*« Nos principaux référentiels pour nos démarches de diagnostic SR sont le Cerema (anciennement guides Sétra). Concernant la méthode ISRI, nous nous sommes inspirés du département de la Gironde (CD33) qui avait fait une demande d'adaptation de la méthode ISRI au RRD notamment sur les routes bidirectionnelles et routes étroites (guide référentiel « ISRI Gironde ») avec l'accompagnement du Cerema en mettant en place un panel d'inspecteurs ISRI dans ses équipes CRD (centre routiers départementaux). »*

Les agents des CD bénéficient d'une formation continue en sécurité routière (83 % des CD interrogés), avec une forte implication des partenaires spécialisés tels que le CEREMA, le CNFPT et l'École des Ponts. La majorité des agents ont suivi une formation initiale et participent à des formations annuelles ou ponctuelles en fonction des besoins et des évolutions réglementaires.

Des agents bien formés notamment à la démarche SURE, règles de l'art et normes en vigueur peuvent mieux identifier et corriger les problèmes SR. La formation leur permet de mieux comprendre cette approche et d'identifier les points faibles dans les aménagements existants, qu'il s'agisse de carrefours dangereux, de virages mal signalés, de zones de visibilité insuffisantes, ou d'autres risques spécifiques.

Les formations couvrent un large éventail de thématiques, allant des fondamentaux de la sécurité routière à des sujets plus spécialisés comme la signalisation routière, les diagnostics de passages à niveau, ou la sécurisation des infrastructures. En moyenne, chaque agent suit entre 1 à 2 formations par an, avec des formats divers (présentiels, webinaires, sessions internes). Ces formations sont adaptées à la fois aux nouveaux arrivants qui bénéficient d'une formation d'intégration, et aux agents en poste qui approfondissent leurs connaissances par des sessions continues ou des webinaires techniques. La périodicité et la spécificité des formations sont définies en fonction des besoins locaux, des évolutions réglementaires et des opportunités offertes par les catalogues de formation des partenaires. De plus, des formations internes et des échanges au sein de réseaux professionnels (comme le club SER ou les groupes techniques) viennent compléter cette offre, assurant ainsi une veille continue des pratiques et des outils en matière de sécurité routière.

### 3.3.5 Connaissance de l'accidentalité et approches innovantes

La connaissance de l'accidentalité constitue un levier central des politiques de sécurité routière portées par les conseils départementaux. Selon les résultats de l'enquête PDSR (Figure 14), 81 % des CD réalisent un bilan de l'accidentalité, généralement sous la forme de rapports annuels<sup>10</sup> ou d'études d'enjeux, et 63 % déclarent disposer d'un observatoire structuré (tableau de bord, base de données, cartographie dynamique) pour assurer un suivi statistique régulier des accidents. Ces observatoires reposent le plus souvent sur l'exploitation des données issues des bulletins d'analyse des accidents corporels (BAAC), enrichies dans 64 % des cas par d'autres types d'informations, en particulier les comptages de trafic (VL, PL), les vitesses (V85, V50, etc.), les équipements techniques, les

<sup>10</sup> Cette régularité annuelle est souvent complétée par des bilans mensuels (35 %) ou trimestriels (21 %), ce qui traduit une capacité à suivre les évolutions de l'accidentalité de manière réactive particulièrement chez les CD qui gèrent des réseaux routiers plus denses et plus fréquentés, ce qui justifie une surveillance plus rapprochée pour répondre rapidement aux risques. Par ailleurs, 21 % des départements adoptent également une lecture pluriannuelle (5 ans), cohérente avec les temporalités des études d'enjeux SR et des stratégies d'infrastructure à plus long terme.

circonstances des accidents, les coupures de presse, les interventions d'entretien ou de sécurité sur le réseau, ainsi que les retours terrains lors d'enquêtes post-accident.

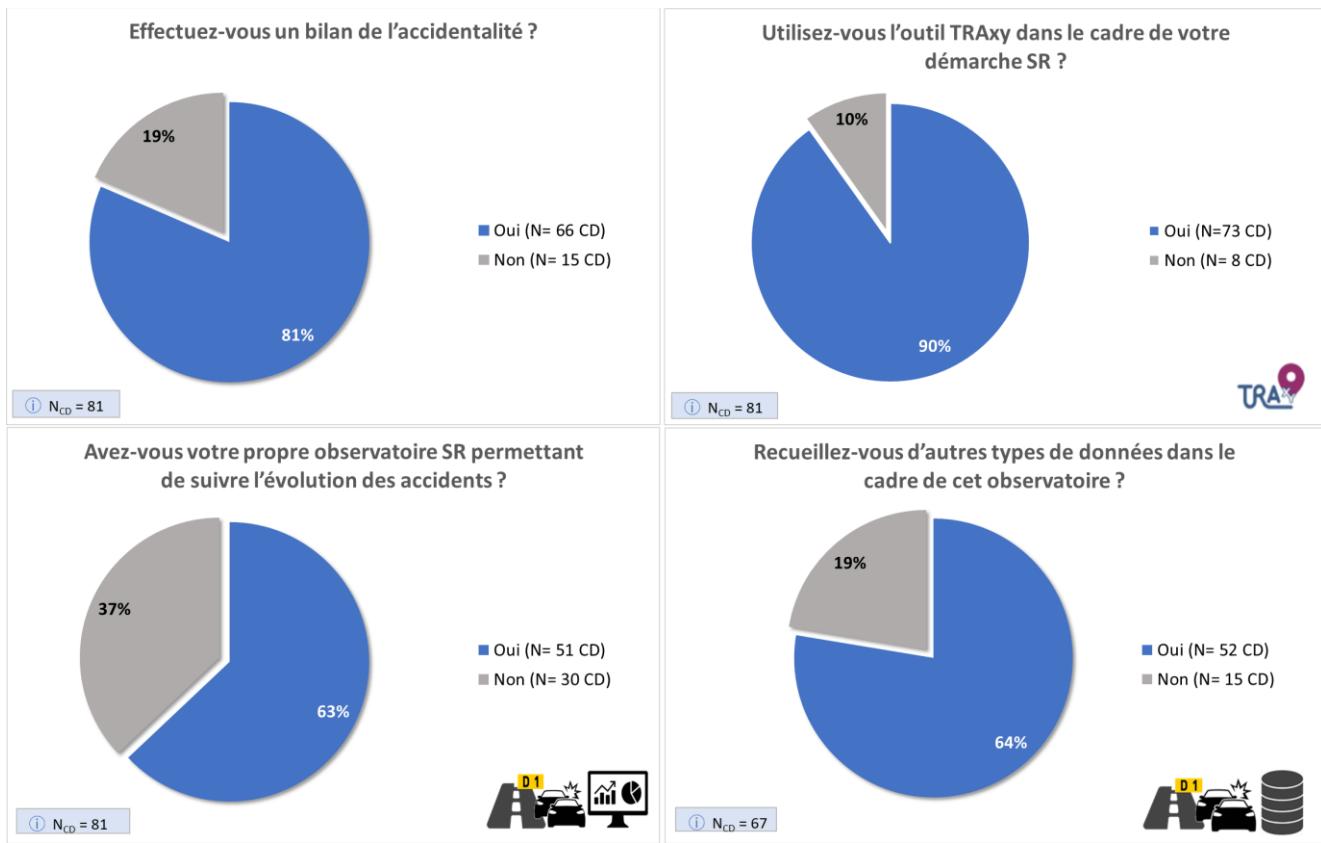


Figure 14 : Niveau de connaissance et suivi de l'accidentalité chez les gestionnaires routiers départementaux (2024)

L'outil TRAxy de l'ONISR est largement adopté : 90 % des départements déclarent l'utiliser, dont 58 % spécifiquement pour la correction de la géolocalisation des accidents, garantissant une plus grande fiabilité des analyses cartographiques. Par ailleurs, 70 % des départements déclarent disposer de remontées sur les accidents matériels et les incidents ou quasi-accidents, permettant d'enrichir l'analyse des zones à risques au-delà des seuls accidents corporels. Dans cette optique, 63 % des CD établissent leur propre base d'accidents, indépendante du BAAC, intégrant notamment les données d'exploitation du réseau (via des mains courantes électroniques ou outils internes comme PRISM), ce qui permet un suivi systématique des interventions, incluant parfois les quasi-accidents ou incidents, et facilitant l'analyse rétrospective ainsi qu'une meilleure objectivation des zones à risques, même en l'absence d'accident corporel.

Ces données sont souvent capitalisées dans des outils SIG métier ou dans des systèmes d'information routier (SIR) (ImaROUTE<sup>11</sup>, SIREO<sup>12</sup>, etc.). Elles permettent une vision plus fine et réactive de l'accidentologie sur le réseau départemental, en particulier pour les accidents matériels et les incidents non pris en compte dans les bases nationales.

Les données recueillies couvrent plusieurs dimensions. Elles incluent tout d'abord des fiches d'accident ou d'intervention renseignées par les centres routiers (Fiche terrain des agents UTR), les patrouilleurs ou les services techniques, souvent suite à une sollicitation des forces de l'ordre ou du SDIS. Ces fiches, qui permettent de mieux caractériser le contexte d'intervention, précisent généralement la localisation,

<sup>11</sup> ImaROUTE est un outil de gestion de patrimoine routier développé par SIRAP (filiale d'Egis), largement utilisé pour le suivi, l'analyse et la planification de l'entretien des routes départementales ou communales. Bien que ImaROUTE ne soit pas un outil dédié à la sécurité routière, plusieurs départements l'utilisent pour archiver ou croiser des données sur les accidents.

<sup>12</sup> SIREO (Système d'Information Routier et d'Échange Opérationnel) est un outil ou module métier utilisé par plusieurs départements ou gestionnaires routiers pour centraliser, structurer et exploiter les données relatives au réseau routier. Il permet de faciliter la gestion des événements et des interventions (accidents, incidents, travaux) et surtout, valoriser les données de sécurité routière, parfois en lien avec des outils comme TRAxy ou des bases internes.

la date et l'heure, la gravité de l'accident (mortel, avec blessés, matériel), le nombre de véhicules impliqués, les circonstances présumées, ainsi que des éléments sur l'infrastructure routière concernée (revêtement, âge de l'enrobé, équipements, signalisation, configuration géométrique, Interventions précédentes, etc.) et les conditions météorologiques.

Les services techniques départementaux s'appuient également sur des remontées des agences territoriales, la presse locale, les rapports des forces de l'ordre (gendarmerie) ou encore les bulletins de relevés du SDIS qui interviennent sur un spectre plus large d'événements non couverts par le BAAC officiel (accidents matériels, incidents, quasi-accidents, etc.), ce qui en fait une source complémentaire précieuse. Certains vont jusqu'à intégrer des photos de scènes d'accidents, des analyses de trajectoires, de traces de freinage ou des enquêtes flash réalisées après les accidents mortels.

Enfin, ces données sont de plus en plus croisées avec d'autres informations disponibles en interne : données de trafic et de vitesse, caractéristiques du patrimoine routier, ou encore retours terrain des équipes d'exploitation. Certains observatoires départementaux centralisent ces données dans des applications métiers dédiées ou via des plateformes internes permettant une exploitation statistique et géographique avancée. Ce système d'information parallèle, qui se veut complémentaire des bases de données nationales, permet donc aux conseils départementaux de construire leur propre connaissance de l'accidentologie locale, d'enrichir les analyses de sécurité routière notamment sur l'accidentalité matérielle et de mieux cibler les actions correctives sur leur réseau.

Toutefois, une difficulté persistante réside dans le rapprochement des données SDIS à celles du BAAC car aucun dispositif généralisé et systématique d'intégration des données SDIS dans la base BAAC n'est actuellement en place. L'ONISR a conscience de ces limites et a lancé des réflexions sur l'élargissement de la base de connaissance avec en s'appuyant sur des initiatives interservices, des tests de rapprochement de bases (BAAC / SDIS) et des expérimentations locales remontées au national.

Pour piloter leur action en matière de sécurité routière, les CD mobilisent un large éventail d'indicateurs d'accidentalité ([Figure 15](#)). Le nombre d'accidents mortels et la localisation des accidents en ou hors agglomération sont les plus fréquemment utilisés, cités respectivement par 96 % et 91 % des gestionnaires. Viennent ensuite des indicateurs croisés plus analytiques comme la densité d'accidents ou le taux d'accidents par route départementale, utilisés par environ sept départements sur dix, ainsi que la typologie des usagers impliqués, également très présente dans les outils de suivi. La localisation des zones d'accumulation d'accidents (ZAAC), la part des accidents avec chocs frontaux ou contre obstacles latéraux, ou encore le taux de gravité (pour 100 accidents) figurent également parmi les indicateurs mobilisés, dans une logique de hiérarchisation des enjeux et d'analyse fine des circonstances. Certains départements ont par ailleurs développé leurs propres indicateurs spécifiques, adaptés à leur réseau ou à leur stratégie d'intervention.

### Quel type d'indicateurs d'accidentalité routière utilisez-vous ?

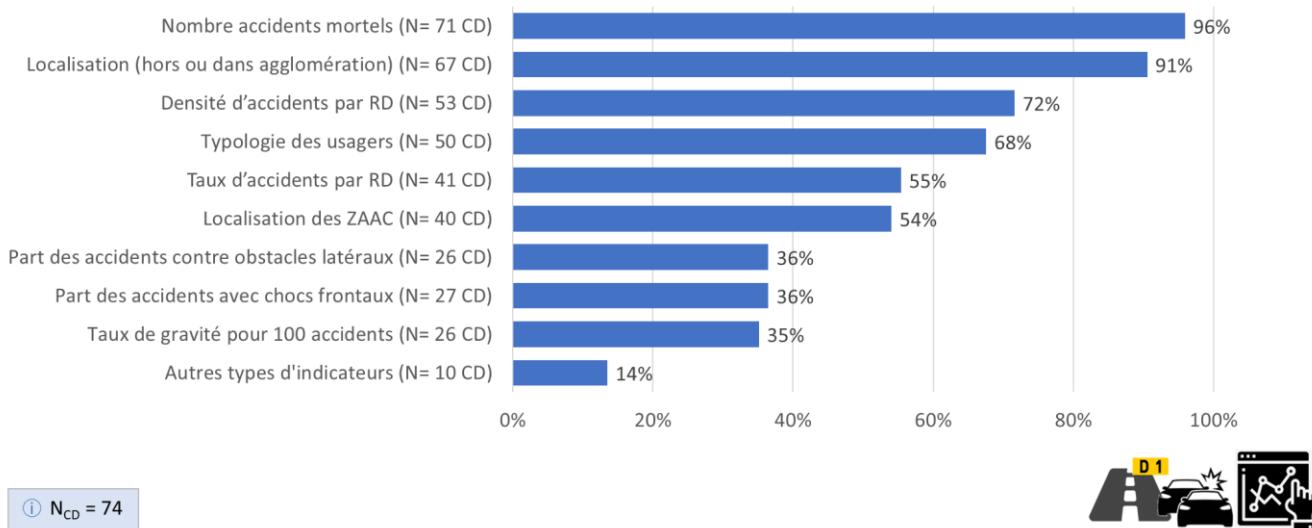


Figure 15 : Types d'indicateurs d'accidentalité mobilisés par les gestionnaires pour le suivi de l'accidentalité sur leurs réseaux

Cette pluralité d'indicateurs traduit un effort d'analyse contextuel de plus en plus fin de l'accidentalité, qui dépasse la simple comptabilité des sinistres pour intégrer des éléments liés à l'infrastructure, aux usagers ou aux configurations spécifiques du réseau. Cependant, une difficulté persistante réside dans l'identification des tronçons à enjeu sécurité routière sur les réseaux à faible trafic : la dispersion géographique et la rareté des accidents limitent l'efficacité des approches purement statistiques. À l'inverse, les itinéraires à fort trafic offrent une concentration plus lisible des enjeux, facilitant la priorisation des actions.

Dans ce contexte, l'intégration d'approches complémentaires inspirées du Système Sûr, conjuguant données d'accidentalité, caractéristiques de l'infrastructure, vitesse pratiquée, erreurs humaines anticipées et retour d'expérience terrain, devient une condition pour une politique préventive plus efficace et équitable sur l'ensemble du réseau routier en gestion.

C'est dans cette logique que s'inscrivent les actions innovantes portées par la moitié des CD interrogés. Soucieux d'affiner leur diagnostic et d'objectiver les interventions, de nombreux CD s'engagent dans des démarches intégrant nouvelles technologies, données embarquées et solutions d'aménagements adaptatifs. Parmi les mesures prioritaires identifiées par les gestionnaires figurent la question d'accès aux données FCD, par exemple, l'exploitation de ces données permet d'identifier des zones de presqu'accidents en analysant les comportements réels des conducteurs (freinages brusques, ralentissements, etc.). Ces données FCD sont généralement exploitées en partenariat avec des acteurs privés comme Michelin DDI, SALVO ou Autoroutes Trafic, et croisées avec les caractéristiques du réseau pour prioriser les zones à enjeu.

Les CD recourent également à des outils prédictifs et/ou à des indicateurs composites (par exemple, ANAIS by Colas Mobility, Compass, projets avec Data New Road ou Neovya) qui permettent de faire émerger une approche plus préventive et ciblée. Des CD testent également l'intégration des chantiers dans les GPS via Waze, ou accompagnent les communes avec des audits de sécurité complets et hiérarchisés, prenant en compte l'ensemble des facteurs d'accidentalité.

Parallèlement, plusieurs CD expérimentent l'usage de la vidéosurveillance couplée à de l'intelligence artificielle (IA) pour analyser les conflits d'usage dans les carrefours, tandis que d'autres testent des solutions de diagnostic automatisé de l'état des chaussées comme Vaisala RoadAI pour prioriser les travaux d'entretien, identifier les zones de danger potentiel, ou enrichir des audits de sécurité routière avec des données objectivées et répétables.

Sur le plan des équipements, les innovations sont également nombreuses : signalisation dynamique, dispositifs rétroréfléchissants sur les dispositifs de retenue (Ultraguard de Solosar), mats fusibles,

revêtements haute adhérence, ou encore éclairage intelligent des passages piétons avec des dalles Wattway. Des expérimentations sont en cours sur les peintures photoluminescentes pour pistes cyclables (Luminokrom), les dispositifs d'alerte sonore ou encore les carrefours géométriques alternatifs de type « cacahuètes » ou « chicanes ».

Ces démarches traduisent une volonté croissante de territorialiser la politique de sécurité routière, en mobilisant les outils du numérique et l'intelligence collective pour agir au plus près du terrain et des usagers.

#### Encadré 4 : témoignage CD21

*« Signalisation verticale (SV) : Un travail de fond a été mené sur les SSP (supports à sécurité passive) dont nous sommes assez précurseurs. Notre département a été associé par ailleurs avec le CEREMA (DTerNC) pour la rédaction de la réglementation sur les supports à sécurité passive (ex. mât fusible/détachable) notamment à travers des études menées sur nos dispositifs en phase expérimental. Un arrêté depuis est sorti (IISR - 14 avril 2015) fixant les règles de mise en service des SSP : sur tout support à moins de 4 mètres du bord de chaussée, par rapport à son moment de défexion > 570 daN.m, doit être soit supprimé, déplacé ou protégé. Par exemple nos supports directionnels (étude via les logiciels CORINE & Sherpa Schéma Directeur) sont revus à chaque projet de renouvellement d'itinéraire de signalisation (implantation correcte par rapport au champs visuel usagers, signalisation de police, études de virage). »*

### 3.3.6 Procédures de gestion de la sécurité de l'infrastructure

La gestion de la sécurité des infrastructures routières départementales repose sur un éventail de procédures articulant audits techniques, contrôles réguliers et inspections préventives, mobilisés selon les différentes phases du cycle de vie des aménagements, de la conception à l'exploitation. Ces dispositifs témoignent d'une montée en compétence progressive des gestionnaires sur les enjeux de sécurité routière, qui tendent à intégrer des approches plus structurées, méthodiques et proactives. Selon les résultats de l'enquête PDSR, la très grande majorité des CD déclare conduire des audits ou contrôles de sécurité sur des thématiques clés (Figure 16) : 82 % mènent des vérifications en phase de conception des projets routiers afin de mieux intégrer le paramètre SR dans les critères de choix des projets neufs, 75 % sur la signalisation verticale et horizontale ainsi que sur l'adhérence des couches de roulement, et 72 % sur les dispositifs de retenue. Toutefois, le suivi en phase d'exploitation des aménagements reste plus limité, avec seulement 45 % des CD déclarant réaliser des audits à cette étape.

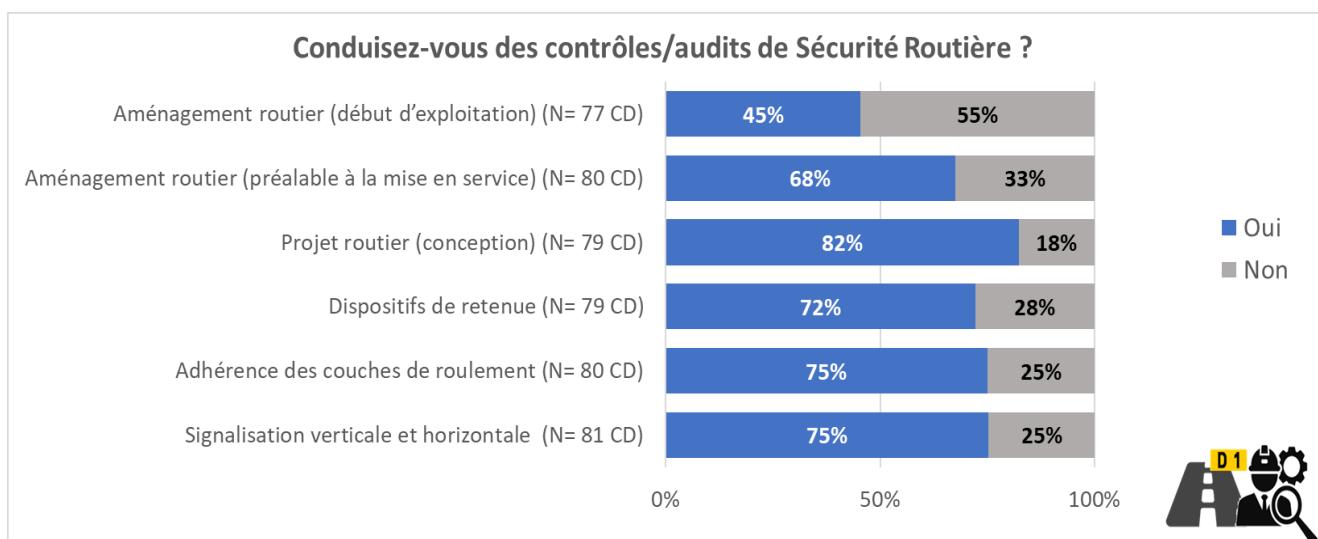


Figure 16 : Niveau de pratique des audits de sécurité routière par les conseils départementaux

Ces contrôles sont majoritairement réalisés en régie pour les volets liés à la signalisation verticale et horizontale (84 %), aux dispositifs de retenue (83 %) ou aux projets routiers (94 %) traduisant une expertise interne solide. À l'inverse, l'adhérence des couches de roulement fait plus souvent l'objet d'une externalisation (48 %), du fait des moyens techniques requis (remorque SCRIM<sup>13</sup>, par exemple).

Sur le plan temporel, les audits sont majoritairement déclenchés sur signalement : 63 % des CD pour la signalisation, 64 % pour l'adhérence et 70 % pour les dispositifs de retenue. Les audits planifiés chaque année sur le réseau principal restent marginaux (moins de 10 %), ce qui reflète une approche encore réactive, en lien avec des constats d'anomalies, des remontées des usagers ou des accidents localisés.

Moins répandue que les audits classiques, la démarche d'inspection de sécurité routière concerne aujourd'hui près de la moitié des départements (48 %) (Figure 17). Parmi eux, 22 % indiquent suivre la méthode formalisée des ISRI (Inspections de Sécurité des Routes Existantes) proposée par le Cerema. Cette méthode constitue une approche préventive et systématique, s'inscrivant pleinement dans l'esprit du Système Sûr. Elle ne repose pas sur l'analyse d'accidents passés, mais sur l'observation directe et détaillée des situations à risque potentielles à partir de critères structurants :

- Lisibilité : capacité de l'usager à comprendre rapidement et sans ambiguïté l'organisation de la chaussée (marquage, panneaux, géométrie...)
- Visibilité : capacité à anticiper les trajectoires, obstacles ou bifurcations
- Cohérence : continuité logique de l'aménagement et adéquation entre l'usage prévu et les caractéristiques réelles
- Dynamique de circulation : fluidité des enchaînements, perception de l'infrastructure en situation de conduite
- Capacité d'évitement : marge de manœuvre offerte à l'usager pour éviter un obstacle ou corriger une trajectoire

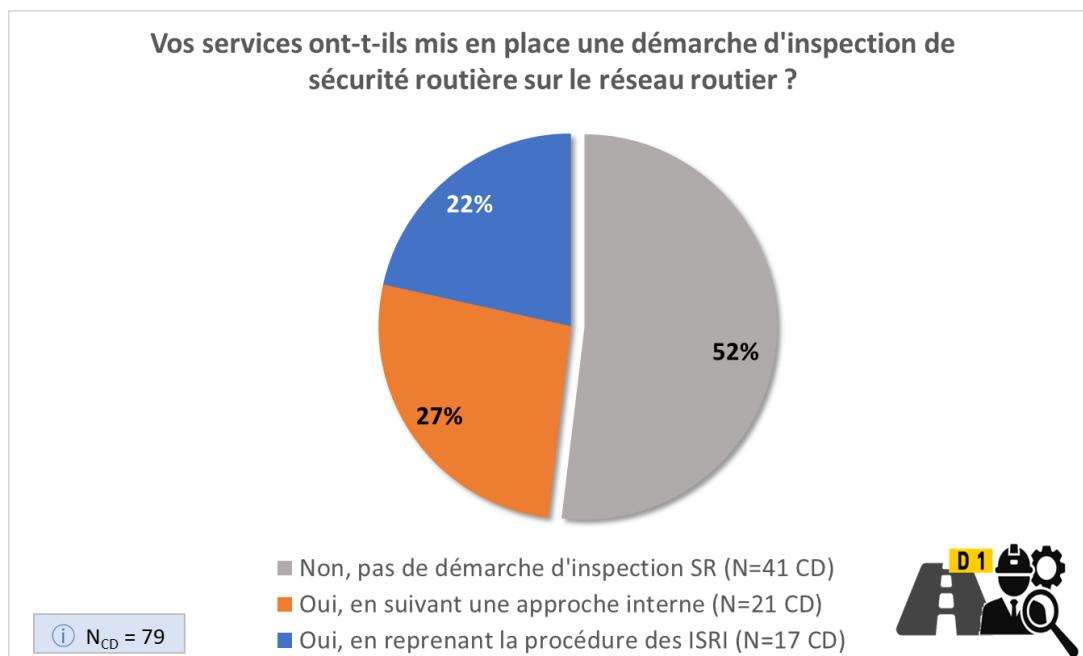


Figure 17 : Niveau de pratique d'inspections de sécurité routière par les conseils départementaux

Les ISRI sont souvent conduites en binôme sur le terrain par des agents des unités territoriales routières (avec un inspecteur « œil neuf » et un agent exploitant) (55 %) ou des services spécialisés sécurité routière (37 %), plus rarement par des prestataires extérieurs (8 %). Elles permettent d'objectiver les décisions de traitement et d'identifier les points de vulnérabilité qui ne ressortiraient pas dans les seules statistiques d'accidents. Elles sont suivies systématiquement par des actions correctives à l'issue des inspections.

<sup>13</sup> Le SCRIM est un PL qui permet de mesurer l'adhérence d'un revêtement. L'indicateur délivré est un coefficient de frottement transversal (CFT) en continu.

Une majorité des départements s'appuie sur le patrouillage régulier des agents, qui jouent un rôle clé dans la remontée d'informations terrain. Ce patrouillage est souvent encadré par des documents d'organisation définissant les niveaux de service attendus. Dans certains cas, ce patrouillage est complété par des tournées spécifiques (par exemple, les tournées de nuit et de jour annuelles) ou encore par des inspections déclenchées sur signalement, notamment en cas d'accident ou de dégradation marquée voire intégrées dans des programmes annuels d'entretien (par exemple lors du renouvellement de revêtement ou en lien avec des analyses de sections à 90 km/h). Ces méthodes d'inspection ancrées dans l'exploitation du réseau sont suivies par 27 % des CD interrogés.

En termes de couverture, ces inspections concernent 40 % du réseau secondaire et 54 % du réseau principal, illustrant une priorisation des axes stratégiques où le potentiel de réduction de l'accidentalité est le plus élevé. Cette couverture incomplète traduit un état de diffusion encore progressif des démarches d'inspection, malgré leur intérêt reconnu. Si certaines maîtrises d'ouvrage ont structuré une politique d'inspection régulière, d'autres peinent encore à les intégrer pleinement dans leurs pratiques courantes. Les CD dotés de services spécialisés (sécurité routière, observatoires, pôles sécurité infrastructure) ou de cellules sécurité dans leurs unités territoriales ont généralement une meilleure capacité à programmer et suivre des inspections, notamment en interne. À l'inverse, les services plus restreints en effectifs ou mutualisés rencontrent des difficultés pour intégrer ces démarches dans leur activité quotidienne.

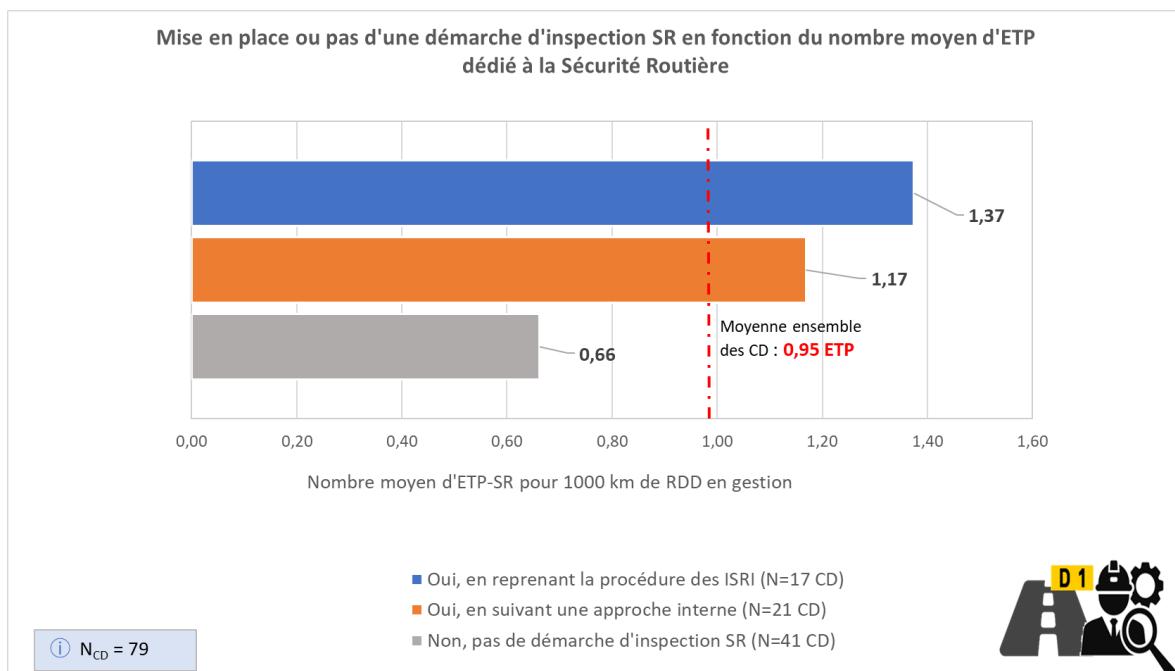


Figure 18 : Moyens humains dédiés à la sécurité routière et pratique des démarches d'inspection de sécurité routière

#### Encadré 5 : témoignage CD21

« ...Pour nos pré-diagnostic de sécurité d'itinéraires, on s'est basé sur la méthode ISRI, une démarche à la base visuelle à laquelle on a intégré une démarche SURE (c'est-à-dire couplé à la thématique accident). Nos premières études remontent à 2012. Ces inspections sont faites en interne par nos propres moyens humains et matériels via les ISRI'Cam<sup>14</sup> qui nous aident à faire le relevé de la route et ses dépendances. Ce qui est important dans ces inspections c'est d'associer des collègues en dehors de notre équipe de techniciens spécialisés par domaine afin d'avoir un regard neuf et non biaisé... »

<sup>14</sup> L'ISRI'Cam est un outil mobile développé par le Cerema pour faciliter les inspections de sécurité routière sur infrastructures existantes. Il repose sur une application tablette intuitive couplée à une caméra embarquée, permettant de géolocaliser, filmer et qualifier en temps réel les anomalies de l'infrastructure. Pratique et léger, il est conçu pour une utilisation terrain rapide, en régie ou avec peu de moyens.

### **3.3.7 Productions de connaissances et mise en œuvre d'actions correctives/préventives**

Les Conseils départementaux déplient une variété d'outils et de démarches pour renforcer la connaissance de leur réseau routier et orienter les actions correctives ou préventives en matière de sécurité routière. Ces initiatives se traduisent principalement par des études d'enjeux de sécurité routière et des diagnostics de sécurité, qui permettent d'identifier les points de vigilance et de prioriser les interventions.

Selon les résultats de l'enquête PDSR, 52 % des CD déclarent avoir déjà réalisé une étude d'enjeux SR sur leur réseau, dont 35 % en 2023, témoignant d'un regain d'intérêt récent pour ce type d'analyse. Ces études visent à repérer les zones à risque et à structurer une stratégie de sécurisation. La méthodologie appliquée varie : 36 % des études s'appuient sur une adaptation de la méthode SURE<sup>15</sup> du Cerema, 34% reposent sur une méthode propre adaptée souvent au cas par cas en fonction des contextes locaux (zones de travaux, demandes d'élus, relèvement de la VMA à 90 km/h, Tour de France, etc.), tandis que 30 % ne suivent pas de méthodologie formalisée mais réalisent des analyses ponctuelles ou thématiques (études de carrefours, sécurité passive, obstacles latéraux, etc.).

Il est important de préciser que l'hétérogénéité d'un réseau départemental ne permet pas d'appliquer à l'identique l'analyse selon la méthode SURE appliquée sur le réseau routier national.

Les temporalités de réalisation révèlent une intensification de ces démarches ces dernières années, avec un niveau notable d'engagement sur les études d'enjeu en 2023. Cet accroissement des études est en partie lié au relèvement de la VMA à 90 km/h sur une fraction de nombreux réseaux départementaux et qui a poussé les CD concernés à réévaluer globalement les risques sur leur réseau avant de cibler les sections à diagnostiquer. Cette exigence de justification technique et de transparence vis-à-vis de la société a renforcé la mise en œuvre d'études structurées pour identifier les risques, cibler les aménagements correctifs et garantir la cohérence entre vitesse autorisée et niveau de sécurité.

Ces études d'enjeux ont souvent été suivies d'une intensification des diagnostics SR (79 % des CD), qui en sont la suite logique opérationnelle sur les sections jugées prioritaires. Ces diagnostics se déclinent sous plusieurs formes :

- Ponctuels, souvent déclenchés suite à un accident mortel ou à une demande locale,
- Dans le cadre de programmes réguliers, visant les zones sensibles, les itinéraires accidentogènes ou les projets de travaux,
- Via des démarches systématiques d'inspection de sécurité, telles que des diagnostics annuels réalisés en régie ou externalisés.

De nombreux CD effectuent une analyse approfondie des zones d'accumulation d'accidents (ZAAC), en s'appuyant sur des données issues de capteurs embarqués, d'images ISRI ou de données FCD. L'étude des accidents corporels et matériels, notamment à travers le fichier BAAC via l'outil TRAxy ou les retours des patrouilleurs, nourrit ces diagnostics, dont les résultats servent à prioriser les actions : sécurisation de carrefours, installation de dispositifs de retenue, reprise de marquage, abaissement de la vitesse, etc. Certains gestionnaires ont également mis en place des systèmes internes de notation de la dangerosité des carrefours ou de l'état des infrastructures, souvent en lien avec des programmes d'entretien (revêtements, signalisation, obstacles latéraux). D'autres optent pour des diagnostics ponctuels à la demande en fonction des remontées des unités territoriales, des Services Locaux d'Aménagement ou des élus locaux.

Toutefois, une difficulté persistante réside dans l'identification des tronçons à enjeu de sécurité routière sur les réseaux à faible trafic souvent situés dans des zones rurales ou peu urbanisées, où le trafic est modéré et les accidents plus sporadiques. La dispersion géographique des accidents, combinée à leur faible fréquence, limite l'efficacité des méthodes d'analyse fondées uniquement sur l'accumulation d'accidents. À l'inverse, les itinéraires à fort trafic présentent une concentration plus lisible des enjeux, facilitant les priorisations. Pour pallier ce biais, plusieurs gestionnaires intègrent désormais des

<sup>15</sup> La méthode SURE (Sécurité des Usagers sur les Routes Existantes) est une démarche développée par le Cerema pour hiérarchiser les itinéraires en fonction de leur potentiel de réduction du nombre des accidents (classement) en déployant des approches systématiques de diagnostic (analyse préalable des accidents, sectionnement du réseau en fonction profil en travers, trafic et milieu classification en fonction du taux d'accidents, inspection terrain, propositions d'actions, suivi).

approches complémentaires inspirées du Système Sûr, en se basant non seulement sur l'historique des accidents corporels mais aussi sur les caractéristiques intrinsèques de l'infrastructure<sup>16</sup> (vitesse pratiquée, configuration, équipements), permettant ainsi une approche plus préventive et proactive, complémentaire des analyses d'accidentalité (plus réactives) dans une stratégie de sécurité routière globale.

#### Encadré 6 : témoignage CD21

« ... Nous avons cependant une difficulté méthodologique pour relancer ces études d'enjeux (deux ans de réflexion pour l'engagement d'une nouvelle étude d'enjeux) notamment pour se situer par rapport à un référentiel/tendance national de comparaison (valeurs de référence en termes de taux et de densités d'accidents) concernant la hiérarchisation des itinéraires (même difficulté relatée par nos prestataires). Nous sommes actuellement sur une analyse brute à l'intérieur du département qui compare l'évolution de nos ratios d'accidentalité sur notre propre RRD. Nous ne savons pas si nous avons un intérêt à mettre davantage de moyens (par rapport à une moyenne nationale) alors que nous sommes peut-être au niveau d'un palier déjà bas ? ».

Le témoignage précédent met en lumière, au-delà de la nature du réseau, une problématique récurrente chez les gestionnaires de réseaux : le besoin d'un référentiel national ou d'une base de comparaison externe pour pouvoir évaluer de manière objective et justifiée l'efficacité de leurs actions et déterminer la meilleure allocation des ressources. Sans cela, il devient difficile de savoir si les efforts de sécurité routière sont proportionnés aux besoins réels ou s'ils doivent être intensifiés. Une approche comparée avec des réseaux similaires ou des moyennes nationales offrirait une meilleure visibilité et une base solide pour la prise de décisions stratégiques.

L'identification des enjeux spécifiques de sécurité routière (SR) est une étape cruciale dans l'élaboration de stratégies de prévention et de correction sur les réseaux routiers qui se traduisent dans l'élaboration d'un PPAS, PDASR ou un contrat d'aménagement engendrant des investissements sur l'infrastructure. À partir des résultats de l'enquête PDSR, plusieurs enjeux ont été identifiés comme étant particulièrement prioritaires pour les CD ayant répondu au questionnaire (Figure 19). Ces enjeux, sont directement liés aux caractéristiques géographiques, aux types de trafic, et à l'état des infrastructures. À partir de cette identification, des plans d'intervention thématiques sont élaborés, visant à traiter ces enjeux à travers des programmes spécifiques et adaptés aux contextes locaux.

<sup>16</sup> L'évaluation de la sécurité inhérente vise à apprécier les caractéristiques géométriques, structurelles et fonctionnelles d'une infrastructure indépendamment de son historique d'accidents. Elle se base sur l'idée que certains aménagements présentent objectivement un risque plus élevé (ex. : visibilité insuffisante, rayon de courbe trop serré, carrefour atypique, absence de séparateur, accotement dangereux), même si aucun accident n'y a encore été recensé.

### Parmi les enjeux SR identifiés pour le(s)quel(s) avez-vous déployé un programme spécifique ?

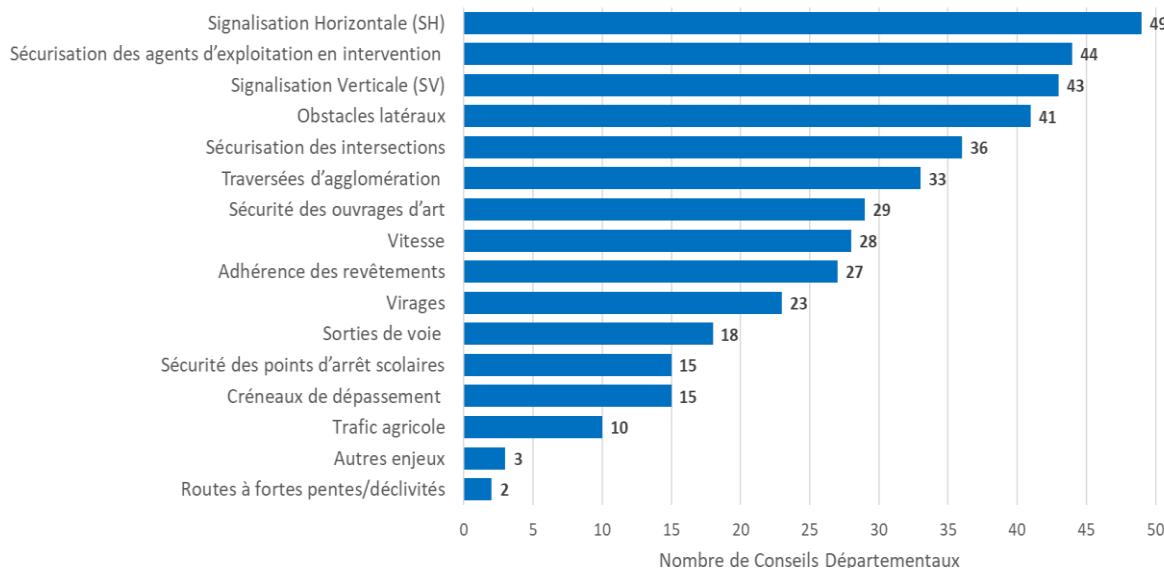


Figure 19 : Enjeux thématiques SR bénéficiant d'un programme spécifique déployé par les conseils départementaux

La récurrence de certains enjeux de sécurité routière (signalisation horizontale, signalisation verticale, sécurisation des intersections) s'explique par leur impact direct sur la sécurité quotidienne. Ces enjeux sont essentiels à la gestion quotidienne du réseau, car ils concernent directement la sécurité de la circulation et l'efficacité des aménagements. Les départements accordent une attention particulière à ces éléments car ils influencent de manière immédiate la sécurité routière au quotidien. La signalisation horizontale (SH) et verticale (SV) est régulièrement entretenue et mise à jour pour assurer la lisibilité et la visibilité des routes. Les gestionnaires mettent en place diverses stratégies pour améliorer la SH, notamment par l'adoption de marquage VNTP (visible nuit, temps de pluie) afin d'améliorer la visibilité en conditions difficiles. Bien que l'impact sur l'accidentalité soit encore difficile à évaluer, des avantages sont observés en termes de confort de conduite. Un programme de renouvellement annuel de la signalisation est appliqué, avec une fréquence de repassage de peinture et des mesures de retroréflexion à l'aide de l'outil ECODYN<sup>17</sup> pour garantir la qualité du marquage. Pour certains CD, une politique de renouvellement de la SH tous les 3 ans est adoptée, soutenue par une programmation pluriannuelle et des budgets conséquents intégrés aux investissements notamment sur les routes avec un trafic dense du réseau structurant ou les routes à forte fréquentation sont soumises à une usure plus rapide de la SH. Les contrôles visuels et les audits réguliers permettent d'identifier et corriger les éventuelles défaillances de signalisation. Un schéma directeur de SH est en place dans certains départements depuis 2013, avec des études de visibilité par itinéraire et des programmes d'entretien spécifiques, y compris des marchés à performance sur les réseaux structurants. De plus, des mesures spécifiques, telles que les dispositifs d'alerte sonores (DAS), sont mises en œuvre pour renforcer la sécurité routière, et les normes NF et CE sont strictement respectées.

#### Encadré 7 : témoignage CD21

« ... Les études de marquage routier (distances de visibilité, V15, réflectométrie via ECODYN, ...) sont systématiquement reprises quand il y a renouvellement de la couche de roulement. Ces études font partie de la programmation liée à l'exploitation du réseau sachant que nous pouvons être amenés à réaliser une étude ciblée dans le cadre de notre démarche RACA (Route Autrement pour une Conduite Adaptée). En ce qui concerne l'entretien, le marquage est repris annuellement pour environ un tiers du linéaire de notre réseau. »

<sup>17</sup> Dispositif mobile à grand rendement utilisé pour mesurer la retroréflexion des marquages SH sur les routes. Il permet de contrôler la qualité du marquage en évaluant sa capacité à réfléchir la lumière dans des conditions nocturnes ou de faible visibilité, ce qui est essentiel pour assurer la sécurité des conducteurs.

Les actions de sécurisation de la SV se concentrent sur l'harmonisation et le renforcement de la signalisation des virages, avec des campagnes de remplacement des supports par des mâts à sécurité passive (SSP<sup>18</sup>). Les retours de l'enquête montrent un déploiement progressif de ces dispositifs, particulièrement sur les axes structurants et les points à forte sinistralité. Les programmes spécifiques incluent aussi la mise à niveau du balisage des virages, l'ajout de signalisation de danger sur des itinéraires à vitesses élevées, et l'intégration systématique des mâts SSP dans les projets neufs. Une politique de renouvellement et un schéma directeur pour la signalisation des virages sont en place, soutenus par des études ponctuelles et une formation du personnel d'exploitation. Ces mesures visent à améliorer la sécurité en traitant spécifiquement les virages et les obstacles, bien que certaines initiatives soient encore en phase de déploiement et d'évaluation.

Les intersections, en particulier, sont des points critiques pour les accidents, ce qui explique les programmes récurrents de sécurisation. Les mesures mises en œuvre pour traiter l'enjeu des intersections incluent des actions variées, avec une attention particulière portée aux aménagements visant à améliorer la sécurité. Depuis de nombreuses années, des travaux ont permis de réduire significativement les accidents en intersection, notamment grâce à l'aménagement de giratoires, de tournes à gauche, et à l'installation de feux tricolores. Les efforts se sont également concentrés sur la mise à niveau et l'harmonisation de la signalisation et du balisage des carrefours. Des opérations telles que "2 000 carrefours" ont été menées par le CD de la Charente pour améliorer la visibilité et la perception des intersections, avec un déploiement de giratoires, de voies d'évitement et d'ilots.

Des aménagements ont été réalisés après des réunions de sécurité, comprenant des modifications ponctuelles suivant des diagnostics spécifiques. Un système de notation des carrefours a été mis en place et intégré dans une banque de données routière par le conseil départemental du Gers pour prioriser les interventions, tandis que des opérations spécifiques de dégagement de visibilité (notamment dans le cadre de plans de fauchage) ont été systématiquement mises en œuvre. Dans le département de la Marne, entre 2015 et 2022, 510 intersections ont été sécurisées à travers des réaménagements, dont la construction de giratoires, la modification de régimes de priorité, et le renforcement de la signalisation verticale et horizontale. Ces interventions ont permis de supprimer plusieurs zones d'accidents cumulés (ZAAC) et d'améliorer la sécurité dans de nombreuses intersections à fort enjeu.

Les traversées d'agglomération font l'objet de nombreuses actions portées par les départements, en étroite collaboration avec les communes, afin d'améliorer la sécurité et d'apaiser les comportements routiers. L'enjeu est traité par des accompagnements techniques, financiers et réglementaires : conseils aux élus, assistance à la maîtrise d'ouvrage, audits de sécurité (comme dans le Loiret ou la Marne avec plusieurs centaines réalisés), élaboration de guides techniques et instruction des projets communaux.

Les aménagements mis en œuvre incluent des portes d'entrée d'agglomération, chicanes, écluses, suppression du marquage axial, ou encore des dispositifs spécifiques comme la suspension de la signalisation horizontale (exemple : Cantal) ou l'abandon des coussins berlinois au profit de solutions plus lisibles et moins agressives (exemple : Charente-Maritime). Une politique d'harmonisation est parfois engagée, soutenue par des fonds spécifiques (amendes de police, Appel à Projets local, etc.).

Les actions visent une réduction de la vitesse et une meilleure lisibilité des traversées, notamment dans les zones de transition et centres-bourgs, avec un rôle renforcé des départements dans l'appui à l'ingénierie territoriale, le financement et la co-construction des projets locaux.

### 3.3.8 Facteurs limitants, verrous et mesures prioritaires

Parmi les principaux points de blocage identifiés par les conseils départementaux, on peut citer :

- **Contraintes budgétaires et manque de moyens humains** : Les CD font face à un budget contraint qui limite leur capacité à investir dans la sécurité routière (par exemple, le coût élevé des aménagements de sécurité, acquisition foncière difficile, état de dégradation du patrimoine

<sup>18</sup> Introduit dans la réglementation française en 2015 les mâts SSP ont pour caractéristique d'absorber les chocs soit en se déformant ou en se cassant (fusible) pour ne pas constituer un obstacle dur pour le véhicule qui cogne dedans.

routier<sup>19</sup>). De plus, le manque de personnels dédiés est un problème récurrent avec parfois un seul technicien affecté à la sécurité routière dans certains départements, ce qui limite les possibilités pour mener des analyses approfondies et hiérarchiser les itinéraires à risque. L'absence d'études globales de sécurité routière est également mentionnée. Le recrutement est parfois compliqué (difficultés à recruter un chef de service par exemple), et le turnover entraîne une perte de compétences techniques et une nécessité de formation constante des nouveaux arrivants.

- **Multiplicité des acteurs et complexité administrative :** La gestion de la voirie implique plusieurs niveaux de compétence (État, Départements, Communes), ce qui dilue le pouvoir de décision et complique la mise en œuvre d'actions coordonnées. En agglomération, le pouvoir de police des maires peut ralentir certains projets. De plus, les délais et procédures administratives freinent les aménagements (par exemple, la validation des abattages d'arbres par des commissions, les réglementations sur les sites protégés comme les Gorges du Tarn).
- **Accès limité aux données d'accidentalité :** Les CD peinent à obtenir des données précises et exploitables sur les accidents. De plus, l'exploitation de ces données est limitée par la nécessité de corrections parfois importantes sur les localisations. L'accès aux procès-verbaux de gendarmerie est restreint, et les nouvelles bases de données (exemple : l'outil TRAxy) sont jugées moins précises et fiables<sup>20</sup> que les précédentes (Concerto). Cette situation complique l'identification des zones à risques et la priorisation des actions.
- **Contraintes techniques et environnementales :** Certains aménagements sont difficiles à réaliser en raison de contraintes techniques et réglementaires. Par exemple, il est parfois impossible de sécuriser les obstacles latéraux proches de la chaussée à cause de la présence de réseaux souterrains. De même, la protection des alignements d'arbres (enjeu patrimonial et paysager) limite les possibilités d'intervention.
- **Facteurs comportementaux et limites des actions sur les infrastructures :** Les CD soulignent que la majorité des accidents corporels sont liés à des comportements inadaptés (comme la vitesse excessive, l'alcool, le téléphone au volant). Les aménagements routiers ne peuvent pas toujours apporter une réponse efficace à ces problématiques, d'où la nécessité d'actions de sensibilisation et de contrôle renforcé.
- **Difficulté d'identification d'itinéraires à enjeu SR :** Selon certains CD, l'identification des itinéraires à enjeux est entravée par la dispersion des accidents. De nombreux CD constatent une répartition diffuse des accidents, rendant difficile l'identification de sections à enjeux clairs. L'accidentologie étant peu concentrée, il est compliqué de prioriser les interventions (par exemple, l'absence de ZAAC recensée).

Les réponses des CD à la question relative aux difficultés à prioriser les itinéraires/sections à enjeux de sécurité routière révèlent une diversité de situations. Une majorité de CD indique ne pas rencontrer de difficultés particulières, notamment grâce à l'utilisation d'études, de méthodes d'identification (comme celles en cours avec le Cerema : méthode SURE, méthode d'identification des ZAAC) ou de croisements d'indicateurs (taux et densité d'accidents). Cependant, certains CD soulignent des obstacles, tels que la dispersion des accidents sur le réseau, le coût élevé des opérations ou l'absence d'exploitation des données disponibles. D'autres mentionnent des problématiques spécifiques, comme la priorisation pour les deux-roues motorisés ou la difficulté liée à l'interprétation des petits chiffres d'accidents qui fluctuent d'une année à l'autre. En résumé, si de nombreux CD disposent d'outils et de méthodes pour prioriser, certains font face à des défis liés aux moyens, à la complexité du réseau ou à la gestion des données.

<sup>19</sup> Selon le rapport de l'observatoire national de la route publié en décembre 2024, on observe une hausse régulière des dépenses de réparations des départements par km de réseau entre 2016 et 2023 : + 31 % pour les chaussées et + 84 % pour les ouvrages d'art.

<sup>20</sup> La problématique de la localisation des accidents est ancienne, car alors que la précision est indispensable pour le gestionnaire de voirie elle est moins cruciale pour les exploitations statistiques nationales. De plus, les gestionnaires d'infrastructure routière sont les mieux informés par leurs patrouilles de ce qui se produit sur leur réseau et ont une fibre infrastructure beaucoup plus développée que celle des forces de l'ordre qui constatent l'accident. Aussi avec TRAxy les conseils départementaux sont invités à contribuer à la correction des accidents sur leur réseau, alors qu'avec Concerto la base était locale et les corrections qu'ils réalisent n'étaient pas mutualisées au niveau national.

Concernant les solutions dont disposeraient les CD pour atteindre les objectifs de réduction de l'accidentalité routière (*« Quelles sont les 3 suggestions d'évolutions / mesures à mettre en place d'après vous qui faciliteraient la contribution des conseils départementaux à l'atteinte de ces objectifs de réduction de l'accidentalité ? »*), les CD appellent à une approche SR intégrée en identifiant trois principales mesures pour améliorer la sécurité routière et réduire l'accidentalité :

- **Amélioration et sécurisation des infrastructures routières** : Ils préconisent la suppression des obstacles latéraux (arbres, poteaux, etc.), le développement d'infrastructures adaptées aux mobilités douces (création de pistes et bandes cyclables, CVCB), ainsi que l'homogénéisation des normes des dispositifs de retenue routiers. Ils recommandent également de faciliter l'acquisition foncière pour sécuriser le réseau et aménager des voies dédiées aux modes actifs. La gestion routière doit aussi être plus cohérente, avec des règles harmonisées sur les limitations de vitesse et la signalisation horizontale et verticale.
- **Renforcement des moyens financiers et humains** : Les gestionnaires demandent un accompagnement budgétaire plus important de l'État et de l'Europe pour financer la sécurisation du réseau (par exemple, le traitement des zones à concentration d'accidents, les aménagements de sécurité aux carrefours). Ils plaident pour un plan pluriannuel d'investissement garantissant l'entretien du réseau et le renouvellement des équipements de signalisation. Par ailleurs, ils estiment nécessaire d'augmenter les effectifs dédiés à la sécurité routière et de structurer l'expertise locale (formation du personnel, animation d'un réseau d'élus référents).
- **Meilleure exploitation des données et coordination entre acteurs** : Les CD souhaitent un accès facilité aux données d'accidentalité (fichiers BAAC, PV d'accidents, bases FCD) pour affiner leurs diagnostics et identifier les sections les plus accidentogènes. Ils proposent aussi la création d'un observatoire départemental partagé et une analyse plus poussée des quasi-accidents (via les données des véhicules connectés). Enfin, ils appellent à un partenariat renforcé avec les forces de l'ordre, les services de l'État et les compagnies d'assurance pour coordonner les actions de prévention et optimiser les contrôles (comme la meilleure planification des radars de vitesse et des contrôles d'alcoolémie). De plus, des campagnes de sensibilisation ciblées (comportements à risque, nouveaux usages de la mobilité) et une meilleure éducation routière (notamment dans les écoles) sont jugées nécessaires pour agir sur les causes comportementales des accidents.

Ces mesures, combinant aménagements, financements et analyses approfondies, visent à rendre le réseau routier plus sûr et mieux adapté aux évolutions des usages de la mobilité.

L'enquête PDSR 2024 a révélé un engagement notable des CD en matière de sécurité routière, avec des pratiques hétérogènes adaptées aux spécificités territoriales mais convergentes vers une gestion plus structurée et collaborative. Le taux de retour global de l'enquête (80 %), attestant de la représentativité des données collectées. L'organisation du réseau routier, majoritairement hiérarchisée en 3 ou 4 catégories témoigne d'une volonté d'adapter les interventions aux enjeux territoriaux. La gouvernance locale, bien qu'inégalement dotée, repose sur des dispositifs institutionnels solides, souvent articulés avec les référentiels de l'État et renforcés par des services spécialisés. Les dynamiques de partenariat, en particulier avec les préfectures et les forces de l'ordre, traduisent une coordination opérationnelle déjà bien ancrée, même si certaines coopérations, notamment avec les associations d'usagers, restent à consolider. Du côté des outils et méthodes, l'adoption croissante d'approches techniques spécifiques et de données innovantes laisse entrevoir une montée en compétence des départements en matière d'analyse et d'action préventive. Néanmoins, les marges de progrès restent substantielles, notamment sur le plan des moyens alloués, de l'accès aux données ou de la simplification des procédures. Ces résultats soulignent l'importance d'un accompagnement accru des gestionnaires dans l'appropriation des outils performants et la diffusion des bonnes pratiques, condition indispensable pour généraliser une culture partagée de la sécurité routière au niveau local.

## 3.4 Catégorisation des politiques SR

### 3.4.1 Traitement des données issues de l'enquête

La base de données issue de l'enquête PDSR comprend 53 variables essentiellement catégorielles dont certaines sont de nature binaire (voir [Annexe D](#)), permettant de caractériser les politiques locales de sécurité routière pour 80 conseils départementaux. L'objectif principal de la préparation des données est de réduire et synthétiser ces variables afin d'obtenir un jeu de données plus compact et pertinent, tout en conservant l'essentiel de l'information. Cette réduction est nécessaire pour faciliter l'interprétation des résultats et éviter la redondance entre variables fortement corrélées. Les données ont été traitées avec le logiciel R.

Pour cela, un premier travail consiste à réduire et à agréger nos variables par l'application d'une analyse de corrélation entre variables catégorielles :

- **Exécution d'une matrice de corrélation** : Calcul du V de Cramer pour identifier les relations fortes entre variables et regrouper celles qui véhiculent des informations redondantes ;
- **Fusion et recodage des modalités** : Agrégation de catégories similaires pour simplifier l'interprétation et éviter une dispersion excessive des valeurs. Ci-après (Tableau 3) ;
- **Sélection des variables les plus informatives** : Conservation des variables présentant une forte variance et un apport significatif à la différenciation des politiques locales.

Nom de la variable	Description	Modalités*/Score** *1=Oui ; 0=Non ; 2=NSP **Variable continue	Effectifs Dép. N (CD)=80	Répart.(%)
Q5_niveau_politique_SR_echange_interne	Gouvernance interne SR > Agrégation de plusieurs variables ; score à points cumulatifs, variable continue** : Q5_politique_SR_echange_interne_UTR, Q5_politique_SR_echange_interne_GP, Q5_politique_SR_echange_interne_SMO, Q5_politique_SR_echange_interne_IAT, Q5_politique_SR_echange_interne_CPE, Q24_partage_donnees_UTR	0 1 2 3 4 5 6	1 3 10 3 24 19 20	1% 4% 13% 4% 30% 24% 25%

Tableau 3 : Exemple d'agrégation de variables issues de l'enquête PDSR

Dans le cadre de l'analyse des politiques locales de sécurité routière, les données issues de l'enquête PDSR contiennent des valeurs manquantes (non réponses), ce qui peut affecter la qualité et l'interprétation d'une éventuelle Analyse Factorielle des Données Mixtes (AFMD) (Pagès, 2004). Pour pallier ce problème, la méthode d'imputation de missMDA est utilisée (Josse, J. and Husson, F., 2016), ce qui permet de garantir que les valeurs imputées n'introduisent pas de biais dans l'analyse. L'algorithme missMDA est conçu pour imputer les valeurs manquantes dans des bases contenant des variables catégorielles et numériques, ce qui est particulièrement adapté à l'AFMD. Son principal avantage est que les valeurs imputées n'ont pas de poids excessif sur la structure factorielle résultante. Une fois les valeurs imputées, l'AFMD peut être réalisée avec le package FactoMineR, en utilisant les données imputées par missMDA. L'AFMD est adaptée à l'analyse conjointe de variables catégorielles et numériques (continues).

### 3.4.2 Variables retenues

Un premier travail consiste à recenser les variables retenues (Tableau 4). Cette préparation rigoureuse permet d'obtenir un jeu de données optimisé, prêt pour une analyse factorielle des données mixtes (AFMD), afin d'identifier les structures sous-jacentes aux politiques locales de sécurité routière et de faciliter leur comparaison entre conseils départementaux.

Catégorie	Nom de la variable	Description	Type	Modalités
Contexte organisationnel et gestion SR	Q26_politique_SR_CD_doc_ref	Existence d'un document de référence pour la politique SR	Binaire	[0 ;1]
	Q5_niveau_politique_SR_echange_interne	Niveau de coordination et d'échange en interne (UTR, IAT, CPE)	Continue	[0-6]
	Q6_niveau_echange_externe_inst	Niveau de coordination externe avec les partenaires institutionnels.	Continue	[1-4]
	Q6_niveau_echange_externe_ops	Niveau de coordination externe avec les partenaires opérationnels (SDIS, forces de l'ordre).	Continue	[0-5]
Outils, méthodes et compétences techniques SR	Q4_formation_SR_agents_CD	Formation assurée en sécurité routière des agents des conseils départementaux.	Binaire	[0 ;1]
	Q10_referentiel_tech_CD	Existence d'un référentiel technique départemental en sécurité routière.	Binaire	[0 ;1]
Connaissance de l'accidentalité	Q37_suivi_action_post_acci	Existence d'un suivi et d'actions post-accident	Catégorielle	[1]Pas de suivi_acci [2]Suivi_acci [3]Suivi_acci_ajust_infra
	Q17_niveau_bilan_acci_observ_data_SR	Niveau de suivi des données d'accidentalité (observatoire, bilans, données connexes).	Continue	[0-3]
Procédure de gestion de sécurité de l'infrastructure routière	Q12_inspection_SR	Réalisation d'inspections de sécurité routière de l'infrastructure	Binaire	[0 ;1]
	Q9_niveau_controle_audit_SR_existant	Niveau de contrôle/audit sur l'infrastructure existante (adhérence, signalisation, dispositifs de retenue).	Continue	[0-3]
	Q9_niveau_controle_audit_SR_projet	Niveau de contrôle/audit sur l'infrastructure en projet (ETU, PMS, DEX)	Continue	[0-3]
Production de connaissance et mise en œuvre d'actions correctives/préventives	Q7_enjeux_diag_SR	Réalisation d'études d'enjeux et de diagnostics SR	Catégorielle	[1]pas d'études SR [2]Etudes diag ou enjeux SR [3]Etudes diag+enjeux SR
	Q30_niveau_enjeu_SR_prog	Niveau de mise en œuvre de programmes spécifiques SR	Continue	[0-13]
Prévention SR	Q36_actions_prevention_SR	Existence d'actions de prévention SR	Binaire	[0 ;1]

Tableau 4 : Les 15 variables retenues pour la catégorisation des politiques locales SR

### 3.4.3 Classification (AFMD puis CAH)

L'AFMD a été appliquée avec FactoMineR pour analyser simultanément variables quantitatives et qualitatives, en utilisant le tableau disjonctif complet issu de l'imputation. Les dimensions significatives ont été identifiées via « dimdesc », le graphique représentant le cercle des corrélations pour les variables quantitatives (Figure 20) et le plan factoriel pour les variables catégorielles (Figure 21). La variance expliquée est visualisée par un diagramme à barres des valeurs propres (voir [Annexe D](#)).

L'axe Dim.1 (23,7%) représente la première dimension et explique 23,7% de la variance totale. L'axe Dim.2 (8,9%) représente la deuxième dimension et explique 8,9% de la variance totale. La variance cumulative des deux dimensions est de (32,6%).

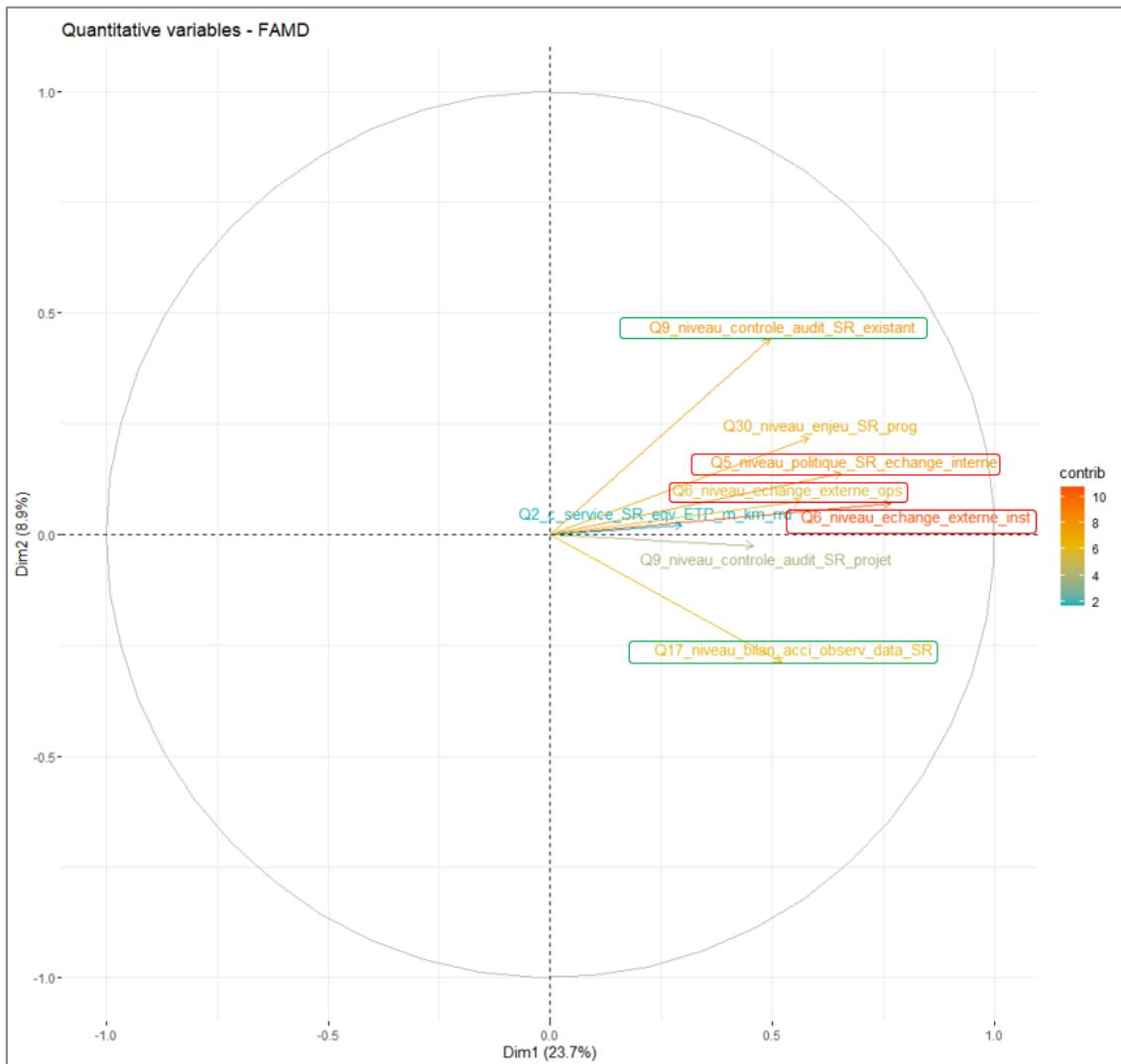


Figure 20 : Cercle des corrélations variables quantitatives (FAMD)

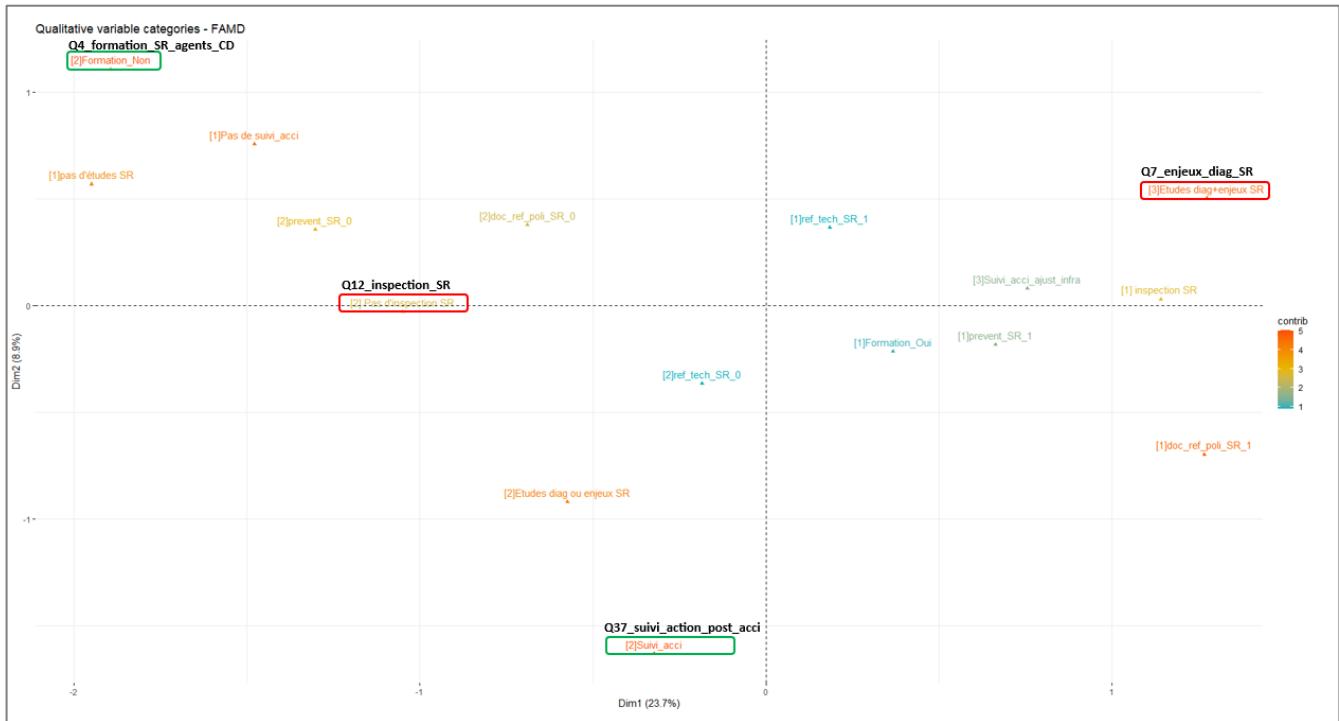


Figure 21 : Plan factoriel des variables catégorielles (FAMD)

**Dimension 1 (Dim.1 - 23.7%) :** Les variables quantitatives fortement corrélées avec cette dimension sont :

- Q6\_niveau\_echange\_externe\_inst (échange externe institutionnel) → Forte contribution à la dimension.
- Q5\_niveau\_politique\_SR\_echange\_interne (niveau de politique SR et échanges internes).
- Q30\_niveau\_enjeu\_SR\_prog (niveau d'enjeu de la SR dans la programmation).

Variables catégorielles les plus discriminantes :

- Q7\_enjeux\_diag\_SR ( $R^2 = 0.39$ ,  $p < 10^{-9}$ ) → Réalisation d'études de diagnostic et d'enjeux en SR.
- Q12\_inspection\_SR ( $R^2 = 0.31$ ,  $p < 10^{-7}$ ) → Mise en place d'inspections SR.
- Q26\_politique\_SR\_CD\_doc\_ref ( $R^2 = 0.23$ ,  $p < 10^{-4}$ ) → Existence d'un document de référence pour la politique SR.

La Dimension 1 traduit une logique de gouvernance stratégique de la sécurité routière, en lien avec les parties prenantes internes et externes. L'analyse des modalités clés des variables catégorielles semble opposer les CD engagés dans une stratégie SR structurée (études et suivi d'accidents) aux CD moins impliqués (pas de formation, pas d'inspection).

**Dimension 2 (Dim.2 - 8.9%) :** Les variables quantitatives les plus associées sont :

- Q9\_niveau\_controle\_audit\_SR\_existant (niveau de contrôle et audit SR sur l'infrastructure existante).
- Q17\_niveau\_bilan\_accident\_observ\_data\_SR (prise en compte des bilans d'accidents).

Variables catégorielles discriminantes :

- Q37\_suivi\_action\_post\_acci ( $R^2 = 0.40$ ,  $p < 10^{-8}$ ) → Importance du suivi post-accidents.
- Q4\_formation\_SR\_agents\_CD ( $R^2 = 0.16$ ,  $p < 10^{-3}$ ) → Formation des agents à la SR.

La Dimension 2 semble considérer une logique opérationnelle et de suivi d'accidents. Les CD ayant un haut niveau de contrôle et d'audit de la SR sont bien positionnés sur cette dimension. À l'inverse, ceux

ayant une faible prise en compte des bilans d'accidentalité sont situés en bas de cette dimension. L'analyse des modalités clés des variables catégorielles semble opposer les CD n'ayant pas de suivi post-accident ni de formation en SR (positionnés en bas de la dimension), à ceux qui assurent ces éléments qui sont situées plus haut.

L'analyse des dimensions de l'AFMD met en lumière deux axes structurants – stratégique et opérationnel – expliquant les disparités de gouvernance en sécurité routière entre les conseils départementaux. Ces dimensions, en opposant différents niveaux d'engagement dans les pratiques SR (diagnostics et étude d'enjeu SR, référentiel technique) aux mécanismes de suivi (audits, bilans d'accidents), offrent un cadre interprétatif pour comprendre les priorités des politiques locales. Dans cette continuité, la classification de ces politiques en clusters vient compléter cette analyse en catégorisant les CD selon leur degré d'engagement sur ces axes. Cette typologie permet ainsi de dépasser la simple description factorielle pour proposer une catégorisation opérationnelle, révélant des profils de gestion distincts et leurs implications en matière d'accidentalité.

La classification ascendante hiérarchique (HCPC, *Hierarchical Clustering on Principal Components*) a été choisie pour regrouper les CD selon leurs similarités en matière de politiques de sécurité routière. Cette méthode, appliquée aux résultats de la FAMD, combine les avantages de la réduction de dimension (pour simplifier les données) et de la catégorisation hiérarchique (pour identifier des groupes homogènes).

L'analyse typologique HCPC permet de catégoriser les conseils départementaux en quatre profils distincts de gestion de la sécurité routière (Figure 22), reflétant des degrés variés d'engagement stratégique et opérationnel. L'ANOVA confirme bien que les clusters sont statistiquement différents pour plusieurs variables. Ci-après une description de ces 4 clusters qui révèlent des approches contrastées :

- **Cluster 1 : Gestion Essentielle (N= 20 CD)**

Cette politique privilégie une approche courante SR intégrée à la politique d'entretien et d'exploitation. Le cluster 1 est caractérisé par une absence de structuration formelle : pas de démarches d'inspection SR, peu de suivi continu d'accidents, de mesures post-accident et de documents de référence pour la politique SR. Il présente également une faible proportion de formations et d'actions de prévention SR.

- **Cluster 2 : Gestion Réactive (N= 18 CD)**

Cette politique privilégie une approche réactive, répondant aux situations au fur et à mesure qu'elles se présentent. Le Cluster 2 se caractérise par la réalisation d'études d'enjeux et/ou de diagnostics de sécurité routière avec une moindre appétence pour l'élaboration de référentiels techniques.

- **Cluster 3: Gestion Pro-active (N=16 CD)**

Cette politique adopte une approche proactive pour améliorer la sécurité. Le cluster 3 se caractérise par la présence de référentiels techniques, de démarches d'audit SR sur les routes existantes et des suivis continus des accidents et d'actions post-accident avec des ajustements apportés sur les infrastructures. Cette stratégie traduit une volonté d'amélioration continue, ancrée dans des mécanismes de contrôle formalisés.

- **Cluster 4 : Gestion Globale (N=26 CD)**

Cette politique privilégie une vision globale de la SR. Le Cluster 4 se distingue par la réalisation d'études diagnostics et d'enjeux SR, la présence de documents de référence pour la politique SR, et des actions de prévention. Il inclut également la prise en compte des enjeux SR via des programmes multithématisques, mettant l'accent sur la prévention active.

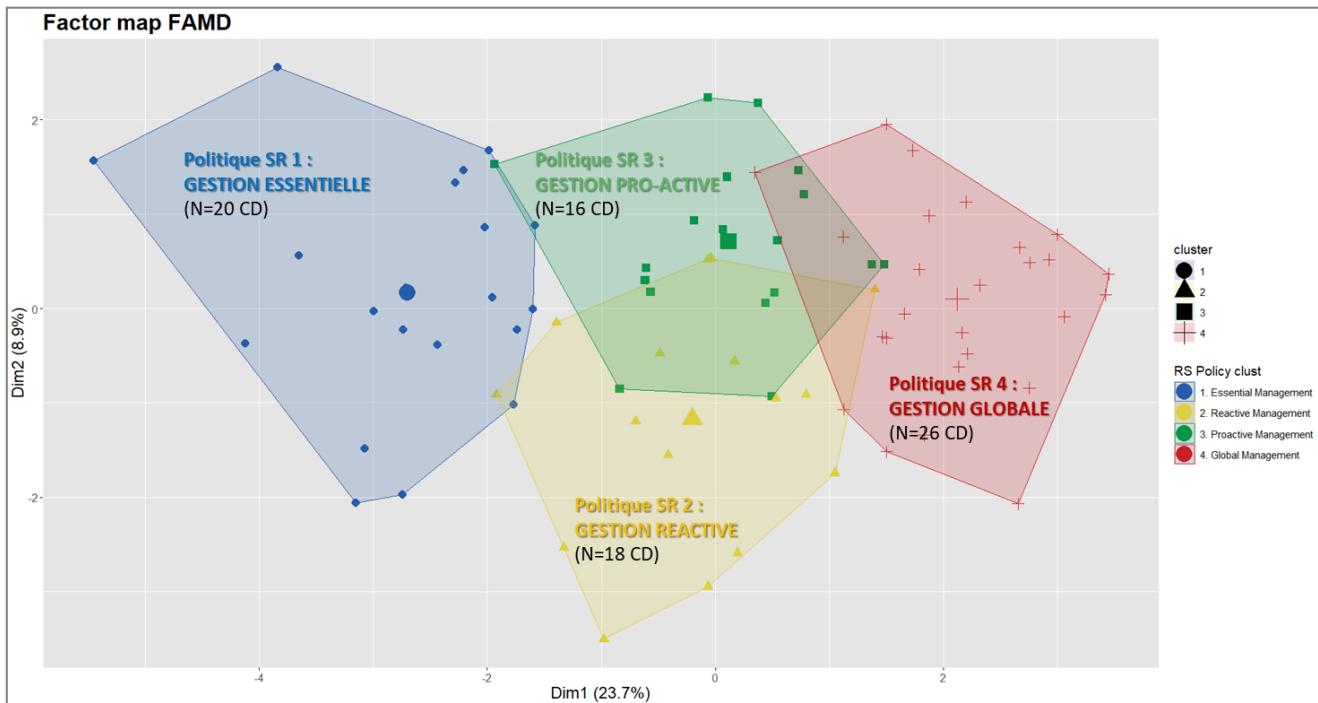


Figure 22 : Plan factoriel représentant les résultats de la classification ascendante hiérarchique

Afin de représenter visuellement les différences entre les 4 stratégies, la représentation de type « Radar chart » (Figure 23) permet d'illustrer les 14 dimensions clés caractérisant les 4 clusters de politiques SR (Gestion Essentielle, Réactive, Pro-active, Globale). Les quatre courbes colorées (bleu, jaune, vert, rouge) indiquent le niveau moyen de mise en œuvre de chaque mesure par les gestionnaires selon leur cluster de politique SR. Chaque axe du radar représente une variable, et la position sur l'axe indique le score moyen du cluster pour cette variable (standardisé entre 0 et 1). Pour ce faire, la standardisation des variables, en ramenant ces dernières à une échelle commune (base 1), permet de les comparer (Tableau 5). Chaque variable est standardisée en divisant sa valeur par son maximum théorique ou observé. Si une variable est notée sur 5, chaque réponse est divisée par 5. Si une variable est binaire (0/1), elle reste inchangée. Cela garantit que toutes les variables varient entre 0 et 1, où : 0 = Absence totale de l'élément ; 1 = Présence maximale ou niveau optimal. Ensuite un score moyen est calculé par cluster.

Paramètre politique SR /score	Gestion Essentielle	Gestion Réactive	Gestion Proactive	Gestion Globale
1. Doc de réf. politique SR	0,05	0,38	0,22	0,65
2. Coord. et échange en interne	0,48	0,75	0,76	0,85
3. Coord. externe institutionnelle	0,44	0,64	0,64	0,87
4. Coord. externe opérationnelle	0,44	0,66	0,59	0,84
5. Référentiel technique SR	0,40	0,19	0,94	0,46
6. Formation SR agents	0,60	1,00	0,83	0,92
7. Suivi et actions post-accident	0,40	0,80	0,83	0,88
8. Observatoire et bilan accidentalité	0,38	0,75	0,80	0,81
9. Audit SR infra existant	0,57	0,54	0,83	0,94
10. Audit SR projet routier	0,43	0,73	0,52	0,87
11. Inspection SR	0,00	0,63	0,61	0,69
12. Etudes d'enjeux - Diagnostics SR	0,55	1,00	0,67	1,00
13. Programmes thématiques SR	0,25	0,18	0,37	0,64
14. Actions de préventions SR	0,35	0,63	0,67	0,92

Tableau 5 : Scores moyens des 14 variables de politiques SR par cluster de politique SR

## Démarches et mesures SR déployées par les conseils départementaux selon leur cluster d'appartenance de politique SR

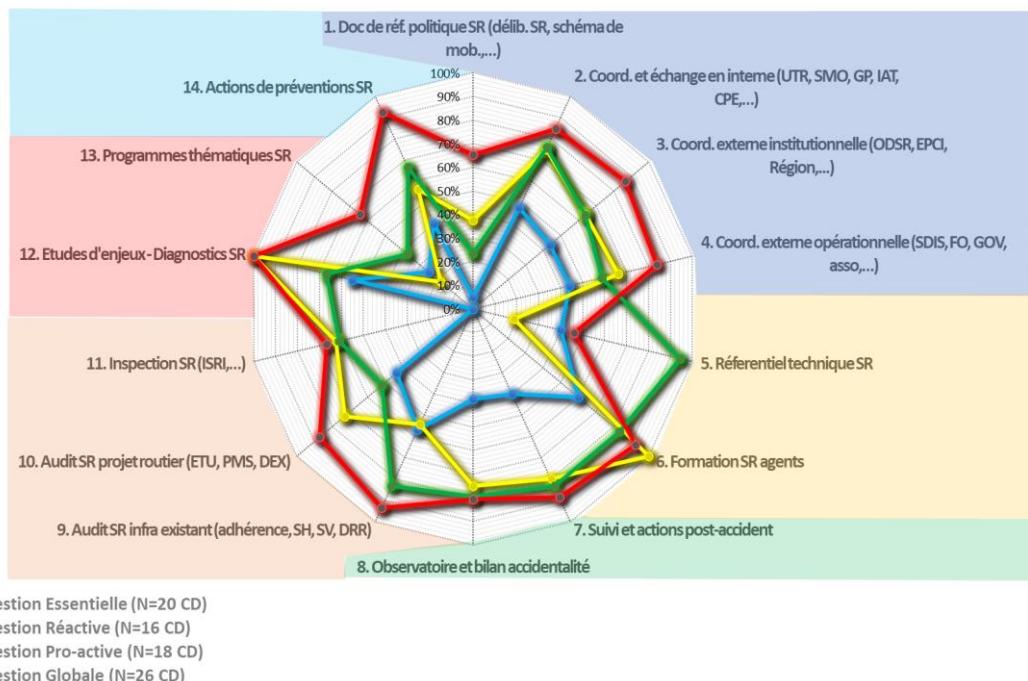


Figure 23 : Profil des clusters de politiques SR selon les 14 variables clés

Les quatre profils de politiques SR adoptés par les conseils départementaux se distinguent principalement par leur **degré d'engagement, de structuration et de couverture des différentes dimensions** de l'action en matière de sécurité routière. Les CD relevant d'une gestion essentielle se caractérisent par une **mobilisation basique**, souvent limitée à quelques démarches institutionnelles de base sans réelle dynamique opérationnelle. Ceux engagés dans une gestion réactive activent des **leviers ponctuels**, notamment en réponse aux accidents, avec un certain effort de coordination, mais sans ancrage stratégique ni prévention systématique. Les départements suivant une logique proactive adoptent une **approche plus structurée**, combinant diagnostics, audits, coordination et programmes thématiques, bien que certaines dimensions comme la prévention ou la formation restent parfois en retrait. Enfin, les départements engagés dans une gestion globale déplacent une **politique pleinement intégrée**, couvrant l'ensemble des leviers d'action avec un haut niveau de formalisation, de coordination et d'évaluation, traduisant une **volonté forte d'agir de manière cohérente, systémique et durable** sur les enjeux de sécurité routière.

L'approche méthodologique mobilisée pour catégoriser les politiques locales de sécurité routière a permis de transformer une base de données initialement complexe en une typologie opérationnelle, à la fois rigoureuse et interprétable. En combinant une réduction dimensionnelle via l'AFMD et une classification hiérarchique, quatre profils distincts de politiques départementales ont pu être identifiés, reflétant des niveaux variés d'engagement et de structuration. Cette catégorisation met en évidence l'hétérogénéité des pratiques locales, opposant des démarches minimales, réactives ou ciblées à des stratégies plus structurées, proactives et globales. Elle constitue ainsi une grille de lecture utile pour évaluer la maturité des politiques SR mises en œuvre à l'échelle départementale, mais aussi pour orienter les actions d'accompagnement, de mutualisation ou d'incitation à une montée en compétence sur les volets les moins investis. En révélant les logiques sous-jacentes aux choix opérés par les conseils départementaux, cette typologie éclaire les marges de progression possibles pour une gouvernance plus cohérente et efficace de la sécurité routière locale.

## 3.5 Performance des politiques SR

### 3.5.1 Typologies des politiques locales SR

Il est essentiel, à ce stade de l'étude, d'analyser avec prudence les taux moyens d'accidentalité mortelle observés par type de politique SR. En effet, comme l'illustre le diagramme en violon de la figure 24, les taux moyens peuvent masquer une grande variabilité dans les données. Chaque "violon" représente la distribution des taux individuels de tués par conseil départemental pour une année donnée. La largeur du violon à un certain niveau indique la densité des valeurs observées à ce niveau. On peut constater, au regard de la dispersion des points à l'intérieur de chaque violon, l'hétérogénéité entre départements.

Globalement, la dispersion semble se réduire légèrement au fil des ans, ce qui indique une concentration des taux autour de valeurs plus faibles et une diminution de la variabilité entre départements témoignant d'une amélioration généralisée. Ce resserrement des taux de tués pourrait indiquer plusieurs tendances et évolutions importantes en matière de sécurité routière, comme l'harmonisation des politiques, l'amélioration du niveau de sécurité de l'infrastructure (développement massif des carrefours giratoires, installation de glissières de sécurité, élargissement des accotements stabilisés, etc. ), l'évolution du comportement des usagers grâce aux efforts de prévention ciblés, ou encore des mesures nationales efficientes de sécurité routière tel que l'implantation de dispositifs de contrôle automatisé (CA).

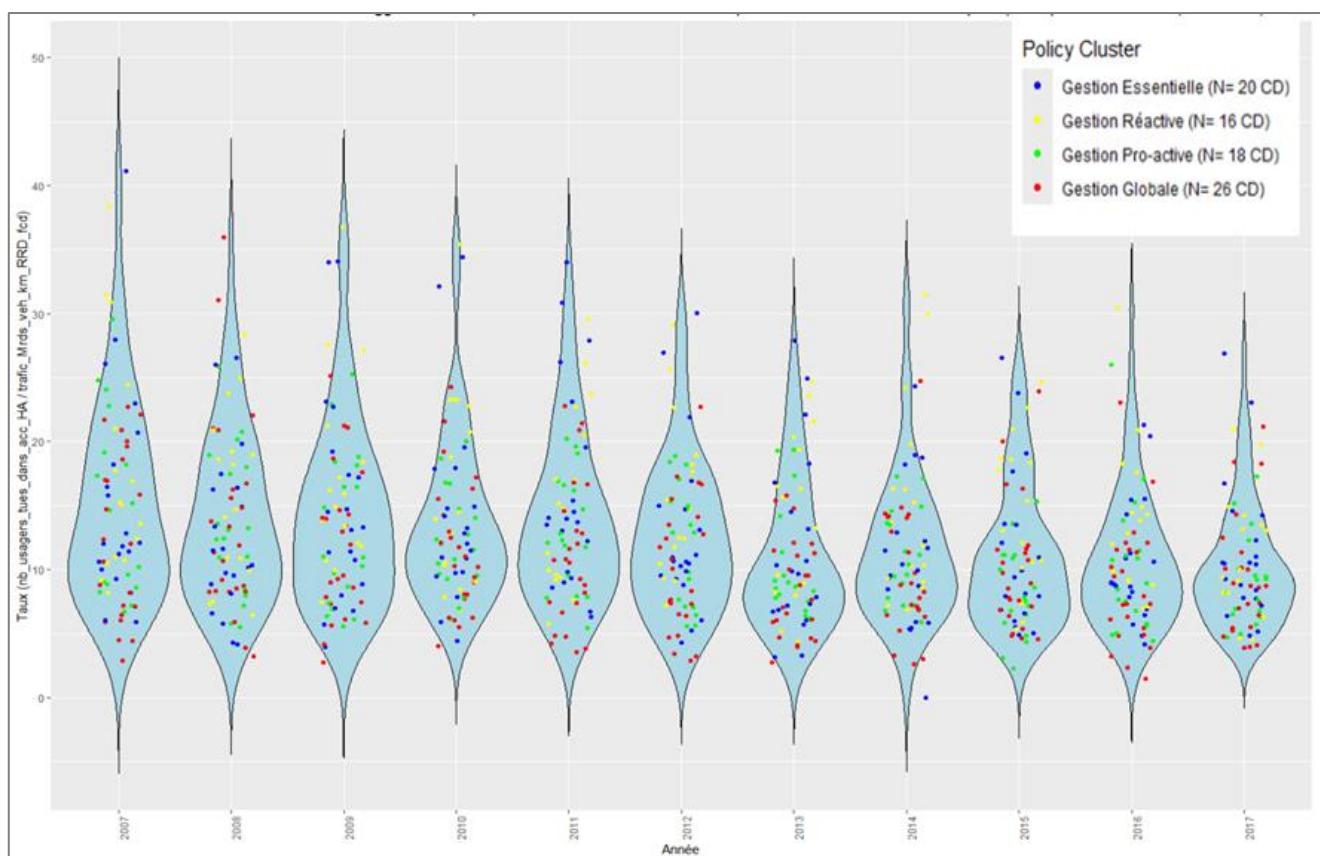


Figure 24 : Diagramme en violon des taux de tués hors agglomération par milliards de véhicules kilomètres parcourus et selon le type de politique de SR déployée (2007-2017)

Cependant, cette tendance générale masque des différences notables entre les types de politiques locales de sécurité routière (SR) mises en œuvre (Figure 25). Le graphique de régression illustre l'évolution moyenne dans le temps du nombre de tués hors agglomération, rapporté au trafic (en milliards de véhicules.Kilomètres), pour chaque cluster de politique SR. Il offre ainsi une lecture

dynamique et comparative des trajectoires observées sur la période 2007–2017. Quelques observations descriptives permettent de mieux caractériser les dynamiques propres à chaque stratégie :

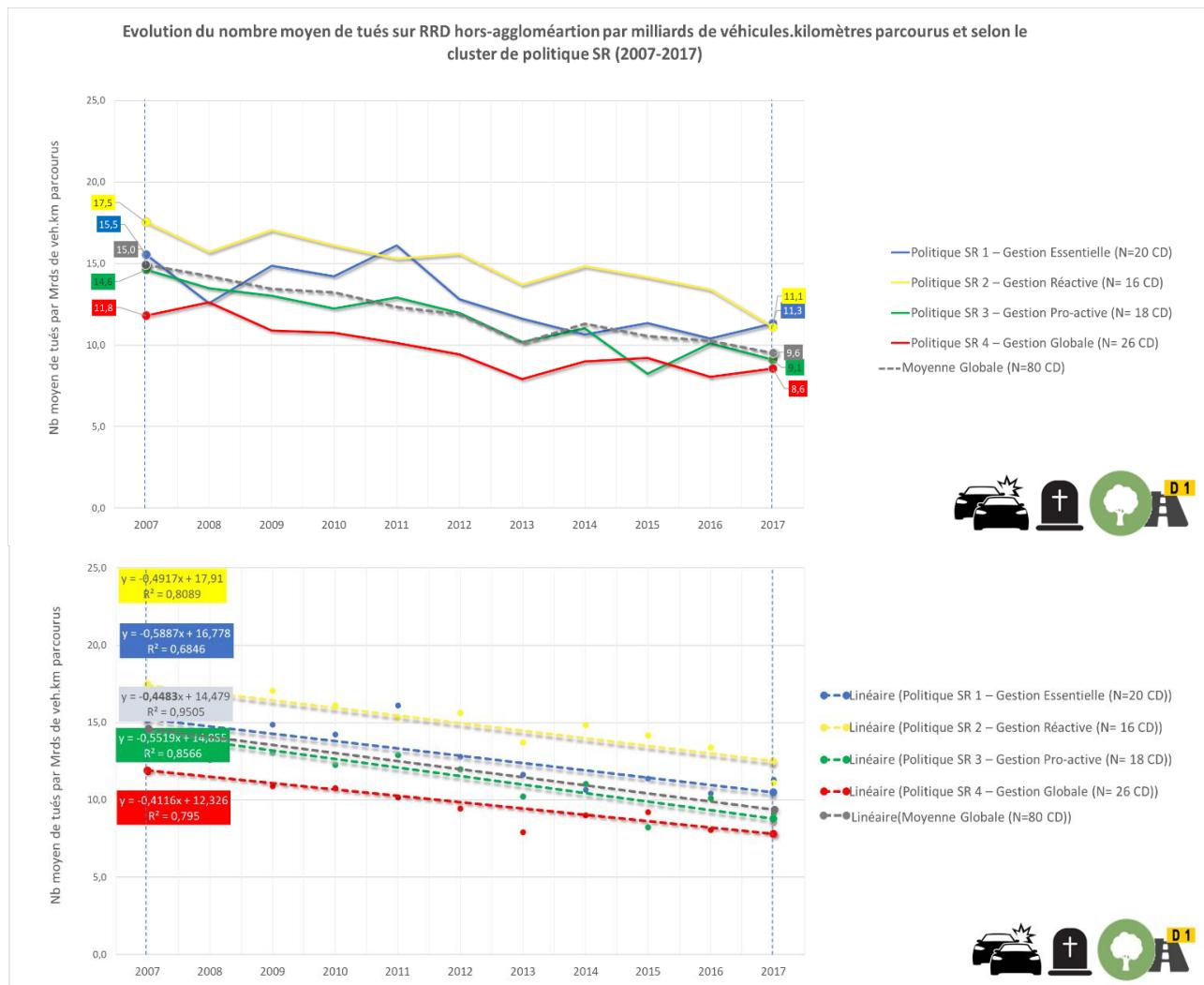


Figure 25 : Evolution du nombre moyen de tués hors-agglomération par milliards de véhicules.Kilomètres parcourus et selon le type de politiques SR (2007-2017)

- Gestion Essentielle** (courbe bleue) : Cette politique, centrée sur un socle basique d'actions SR, présente une tendance décroissante du taux de tués, avec une pente de  $-0,59$ , traduisant une baisse modérée du niveau de dangerosité. Toutefois, le niveau initial élevé (près de 17 tués par Md veh.km) et la lenteur de convergence par rapport aux autres clusters témoignent d'une efficacité plus limitée dans la durée, ce qui en fait le groupe le moins performant en termes de dynamique d'amélioration.
- Gestion Réactive** (courbe jaune) : Basée sur des réponses ponctuelles aux événements (accidents, alertes), cette stratégie affiche la pente la plus faible ( $-0,49$ ), ce qui reflète une baisse lente et peu marquée. Bien qu'elle participe au resserrement des écarts entre groupes, elle reste structurellement moins efficace, et son effet correctif semble progressivement s'atténuer au fil des années. Ce constat suggère une amélioration plus subie que construite, peu soutenue dans le temps.
- Gestion Pro-active** (courbe verte) : Cette approche repose sur l'anticipation des risques, la prévention ciblée et une mobilisation d'outils d'aide à la décision. Elle enregistre une pente de  $-0,55$  et un très bon ajustement ( $R^2$  élevé), indiquant une réduction significative et régulière du taux de mortalité routière ajustée au trafic. Ce cluster montre une dynamique convergente vers les performances de la Gestion Globale, tout en partant d'un niveau initial plus élevé, ce qui atteste d'un rattrapage réussi.

- **Gestion Globale** (courbe rouge) : intégrant prévention, réaction, coordination et évaluation continue, cette politique est associée à un niveau de départ le plus bas (12,3 tués/Mrd veh.km) et une pente de -0,41. Bien que cette pente semble moins abrupte que d'autres, elle traduit une amélioration constante sur un socle déjà performant, ce qui démontre la capacité de ces départements à maintenir voire renforcer un haut niveau de sécurité dans la durée.

En synthèse, cette première analyse descriptive suggère que les politiques locales de sécurité routière structurées, continues et intégrées (Pro-active et Globale) sont associées à de meilleures performances globales et à une réduction plus soutenue de la mortalité hors agglomération ajustée au trafic. À l'inverse, les stratégies essentielles ou réactives, moins systématisées et souvent mises en œuvre de manière ponctuelle ou fragmentaire, apparaissent moins efficaces, notamment en phase initiale, et exposées à une plus forte variabilité inter-départementale.

Cette lecture descriptive, bien qu'éclairante, reste insuffisante pour isoler les effets propres des stratégies mises en œuvre. Elle ne tient pas compte des contextes territoriaux différenciés, ni des facteurs structurels potentiellement confondants (densité, relief, motorisation, etc.). C'est pourquoi un travail de modélisation statistique multivariée est nécessaire pour approfondir l'analyse. Il permettra de tester la robustesse des relations observées, d'estimer les effets nets des politiques en interaction avec les spécificités locales, et d'identifier les combinaisons les plus efficientes entre types de stratégie et contextes départementaux.

### 3.5.2 Modèle explicatif théorique

La Figure 26 illustre un modèle explicatif associant 4 dimensions qui ont été identifiées comme ayant potentiellement des effets sur l'évolution de la mortalité routière hors-agglomération survenue sur le réseau routier départemental. Ce modèle repose sur l'hypothèse que la performance en matière d'accidentalité routière est le résultat de l'effet combiné des caractéristiques du contexte d'action locales, des politiques menées à l'égard des infrastructures routières, des stratégies locales de sécurité routière et de mesures de sécurité routière nationales au niveau local (variables explicatives).

La variable de performance que notre modèle cherche à expliquer est représentée par l'évolution annuelle (2007-2017) du nombre d'accidents mortels hors-agglomération sur les routes départementales (nb\_acci\_mortel\_HA) rapporté au trafic.

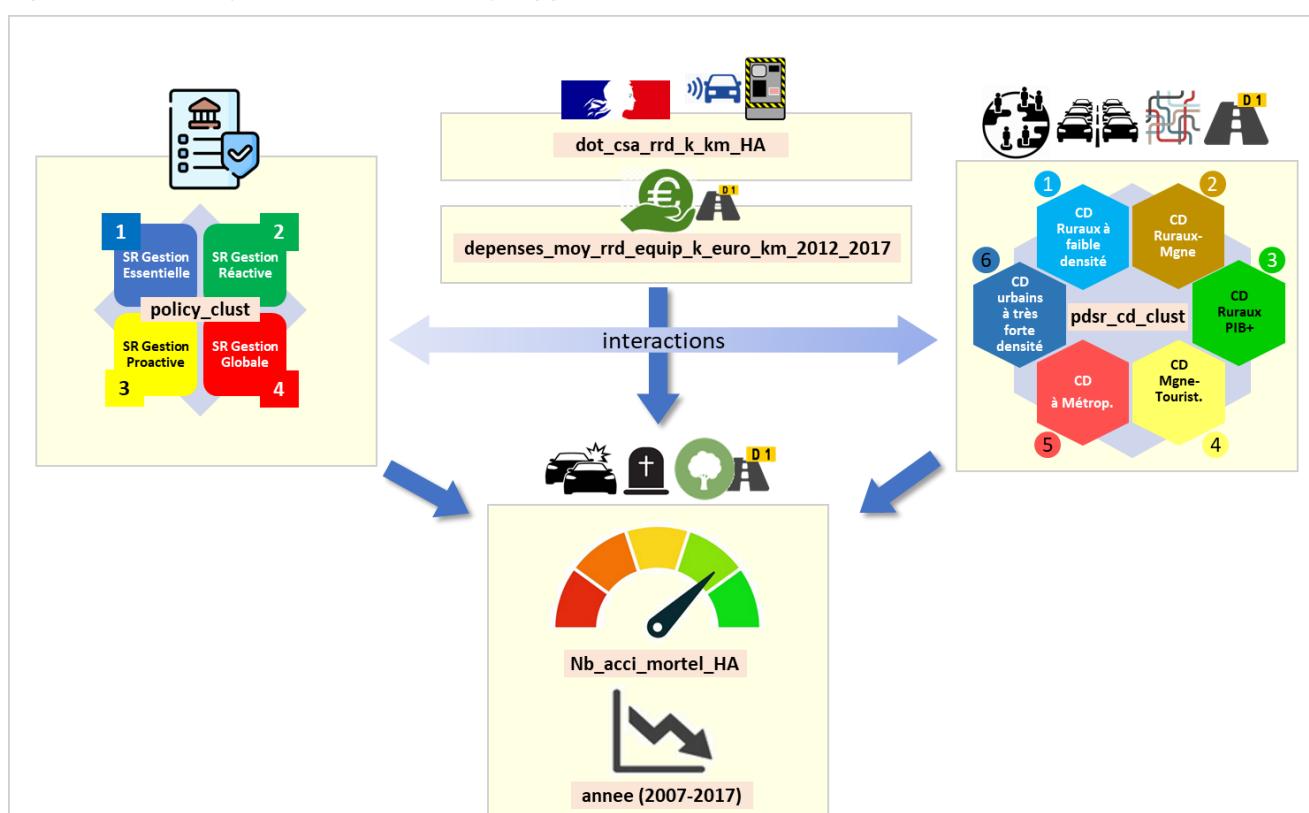


Figure 26 : Représentation du modèle explicatif théorique

Ces 4 dimensions sont :

**A. Contexte territorial (pdsr\_cd\_clust)** : il regroupe les typologies des conseils départementaux selon le critère socio-économique. Ces catégories permettent de représenter les spécificités des réseaux routiers et des conditions d'intervention par la mobilisation de 18 variables. Les principales caractéristiques de ces 6 catégories sont :

- **CD ruraux à faible densité (pdsr\_cd\_clust1)** : à forte proportion de réseau départemental parmi le linéaire total (46 %) avec des territoires ruraux peu peuplés et des réseaux routiers étendus avec trafic limité ;
- **CD ruraux-montagneux à forte population âgée (pdsr\_cd\_clust2)** : avec 90 % du linéaire RD situé hors agglomération, une densité routière proche de la moyenne nationale, mais présentant un trafic relativement faible sur un réseau en partie montagneux, ils se caractérisent également par des enjeux liés à la population âgée.
- **CD ruraux à PIB+ (pdsr\_cd\_clust3)** : présentant un trafic modéré avec une proportion de routes à chaussées séparées deux fois supérieure à celle de la catégorie 2, avec des zones rurales économiquement dynamiques et des infrastructures routières plus fréquentées ;
- **CD montagneux-touristiques (pdsr\_cd\_clust4)** : À caractère montagneux et touristique dont certains sont littoraux, ces CD disposent d'une population importante et d'une proportion plus importante de 2RM que la moyenne nationale. Le niveau d'investissement est important sur le réseau routier départemental qui est constitué de nombreuses routes sinuueuses classées en moyenne et haute-montagne ;
- **CD à Métropoles (pdsr\_cd\_clust5)** : La densité du réseau routier est proche de la moyenne nationale avec un niveau de fréquentation du réseau supérieur à la moyenne nationale ;
- **CD urbains à très forte densité (pdsr\_cd\_clust6)** : Ce sont des CD très urbanisés et fortement peuplés avec un fort PIB local. Le réseau structurant est important (29 % du linéaire total RD). Ils se caractérisent par une part élevée de routes à deux chaussées séparées (10 % contre 3 % en moyenne nationale), et un réseau dense et un trafic intense.

**B. Stratégies locales de sécurité routière** (Catégorisation des politiques SR) : La typologie des politiques de SR adoptées par les conseils départementaux s'appuie sur 4 clusters différents. Cette variable est construite à partir d'un questionnaire passé auprès des services gestionnaires. Les 14 variables explicatives retenues pour construire cette typologie couvrent un large éventail d'aspects de la sécurité routière, allant de l'organisation stratégique jusqu'aux actions sur le terrain.

- Les capacités organisationnelles (documents, coordination) ;
- La technicité et les outils mobilisés (formation, référentiels techniques) ;
- La connaissance approfondie des enjeux d'accidentalité (suivi et analyse des données) ;
- Les processus de contrôle et d'amélioration des infrastructures (audits, inspections) ;
- L'engagement dans la prévention et les actions programmatiques (plans d'intervention, campagnes).

Ces dimensions ont permis d'identifier et de classifier les politiques associées à 4 stratégies de sécurité routière différentes (Essentielle, Réactive, Proactive, Globale). Ces différentes stratégies reflètent les priorités et les moyens mis en œuvre par les CD pour améliorer la sécurité routière. Elles permettent de mettre en évidence des différences significatives dans les approches de SR :

- **Policy\_clust1 : Gestion Essentielle** (approche intégrée aux opérations courantes, faible implication stratégique, mesures d'exploitation visant l'amélioration de la sécurité routière) ;
- **Policy\_clust2 : Gestion Réactive** (réaction aux enjeux identifiés sans démarche structurée globale) ;
- **Policy\_clust3 : Gestion Proactive** (audits réguliers, suivi des accidents et interventions ciblées, doté de moyens de suivi et d'analyses, de nature à orienter ses actions) ;
- **Policy\_clust4 : Gestion Globale** (vision stratégique intégrée, prévention, diagnostics approfondis)

### C. Politique nationale : Dotation en dispositifs de contrôle automatisé (dot\_csa\_rrd\_k\_km\_HA) :

la variable "dot\_csa\_rrd\_k\_km\_HA" est un indicateur représentant l'évolution de l'implantation des dispositifs de contrôle automatisé (CA) sur le réseau routier départemental. Cet indicateur vise à appréhender l'impact de la politique nationale de sécurité routière sur l'évolution de l'accidentalité en milieu interurbain, en particulier la stratégie de déploiement des dispositifs CA pour réduire les comportements liés à la vitesse<sup>21</sup>. Selon Nilsson (2004), une baisse de 10 % de la vitesse moyenne entraîne une diminution de 40 % des accidents mortels. Carnis et Blais (2013) ont montré les effets positifs de l'implémentation du contrôle automatisé en France par la sauvegarde de nombreuses vies humaines (Carnis & Blais, E., 2013). Il est attendu que cette mesure nationale produise des effets sur l'accidentalité routière des réseaux gérés par les CD. L'implantation des dispositifs peut varier selon les caractéristiques des réseaux (trafic, accidentologie, densité) et les priorités locales ou nationales. La figure 27 illustre clairement les disparités en termes de dotation selon les contextes territoriaux. L'évolution du niveau de dotation sur la période de 10 ans (2007-2017)<sup>22</sup> met en évidence (Figure 27) aussi l'intérêt de considérer dans notre approche les effets potentiels d'une telle politique sur l'évolution de l'accidentalité routière.

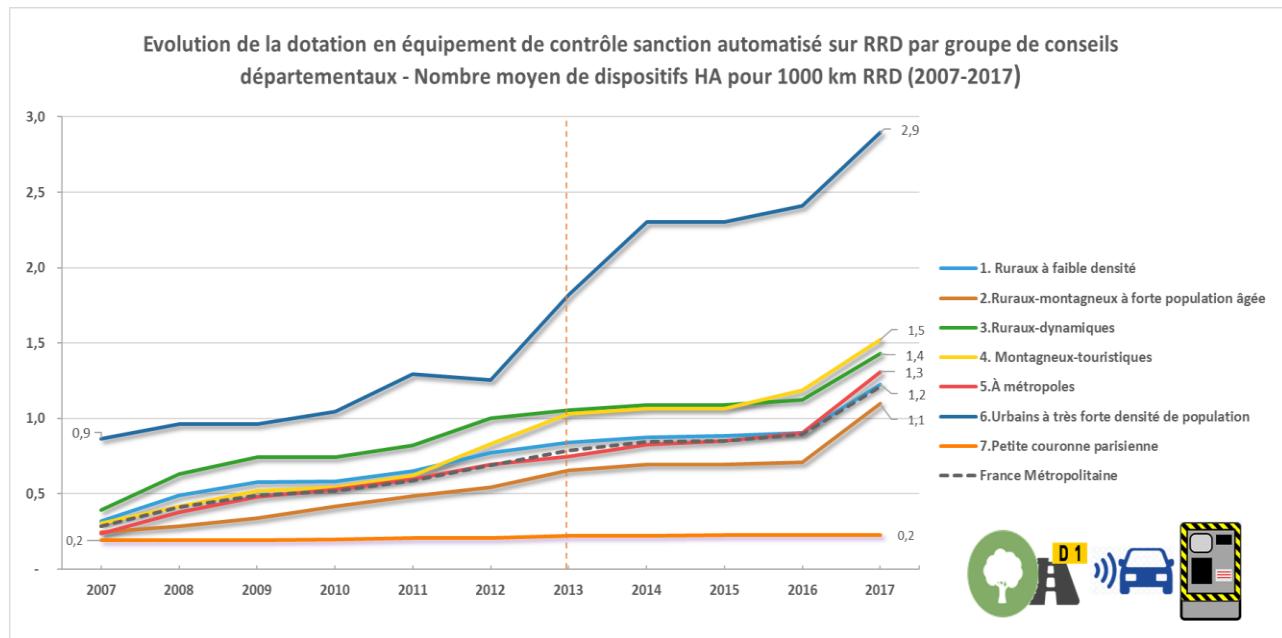


Figure 27 : Évolution de la dotation en équipements CA sur RRD selon le groupe PDSR d'appartenance (2012-2017)

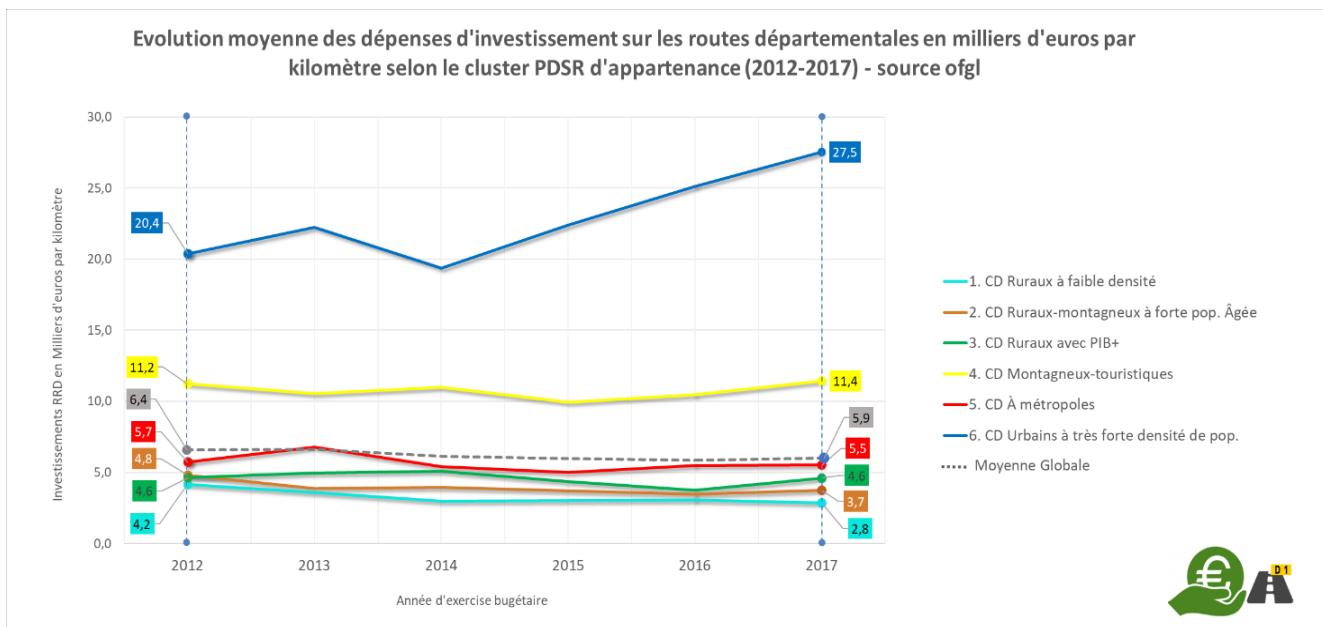
### D. Les dépenses d'investissement routes (depenses\_moy\_rrd\_equip\_k\_euro\_km\_2012\_2017) :

cet indicateur est important car il nous renseigne sur le niveau ressources financières allouées par chaque CD pour l'amélioration de son infrastructure et la préservation de son patrimoine routier (gros entretien et requalification). On peut constater sur le graphique ci-après les disparités entre territoires (Figure 28). La capacité financière des départements reflète à la fois des choix politiques propres, mais également le niveau de richesse du département.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces disparités : densité de la circulation, climat, phénomènes d'inondation, présence de grands ouvrages (tunnels, ponts), ressources financières disponibles, ancienneté et état des infrastructures (ce qui joue sur les dépenses nécessaires à leur entretien ou remise à niveau), largeur et aménagements des routes, etc.

<sup>21</sup> La vitesse excessive ou inad适应ée est un facteur d'accident mortel très présent sur routes hors agglomération, notamment chez les jeunes adultes (cf. Cerema, 2020, base FLAM sur les accidents mortels en 2015)

<sup>22</sup> Sur la période considérée les voitures radars contrôlant automatiquement des véhicules qui les croisent ou les doublent avec une marge de 10 km/h n'étaient pas déployés France entière.



*Figure 28 : Évolution moyenne des dépenses d'investissement sur les routes départementales en milliers d'euros par kilomètre selon le cluster PDSR d'appartenance (2012-2017) - source ofgl*

Une analyse complémentaire des niveaux moyens d'investissement (2012-2017) en équipements routiers selon les stratégies locales de sécurité routière adoptées révèle des écarts marqués. Alors que les CD en gestion “essentielle” n’investissent en moyenne que 4,2 k€/km, ceux en gestion “globale” mobilisent près de 7,1 k€/km, soit un effort supérieur. Ces écarts, suggèrent que la stratégie SR n'est pas indépendante des capacités financières des territoires. Si les stratégies SR les plus structurées sont généralement observées dans les départements dotés de niveaux d'investissement plus élevés, cette relation n'est pas mécanique.

À partir de ce modèle conceptuel plusieurs questions concernant l'impact des politiques locales, des politiques nationales, des caractéristiques socio-économiques et de la tendance temporelle sur l'évolution des accidents mortels hors-agglomération peuvent être testées via des modèles statistiques permettant de répondre aux questions suivantes :

- **Question 1** : Les politiques locales SR sont-elles un facteur explicatif significatif de la baisse du taux d'accidentalité mortelle hors-agglomération ?
- **Question 2** : Les conseils départementaux partageant les contextes d'action locaux semblables (c'est à dire appartenant au même cluster « pdsr\_cd\_clust ») ont-ils un niveau d'accidentalité (« nb\_acci\_mortel\_HA ») comparable ?
- **Question 3** : La mise en œuvre d'une politique locale de SR (effets combinés de l'ensemble des variables explicatives) produit-elle des effets similaires quelles que soient les caractéristiques du département « pdsr\_cd\_clust » ?
- **Question 4** : La tendance générale à la décroissance du nombre d'accidents mortels HA est-elle la même quelles que soient les caractéristiques du département « pdsr\_cd\_clust » ?
- **Question 5** : Les effets combinés des politiques locales de sécurité routière et des caractéristiques socio-économiques permettent-ils de mieux expliquer les disparités territoriales des accidents mortels hors-agglomération ?
- **Question 6** : Les interactions entre politiques locales de sécurité routière et contextes socio-économiques suffisent-elles, à elles seules, à expliquer les disparités territoriales d'accidents mortels hors agglomération ?
- **Question 7** : L'intégration de la mesure liée au déploiement des dispositifs de contrôle automatisé (CA) permet-elle d'améliorer l'explication des disparités territoriales d'accidents mortels hors agglomération, au-delà des effets liés à l'interaction entre les politiques locales de sécurité routière et les contextes territoriaux ?

### 3.5.3 Modèle statistique

#### Démarche et fondements méthodologiques :

L'estimation du modèle empirique suit une **démarche progressive et itérative** qui consiste à tester plusieurs modèles successifs, à vérifier leurs hypothèses, et à évaluer leur pertinence à la fois en termes de capacité explicative, de complexité, de performance statistique et de facilité d'interprétation des effets estimés. Cette approche s'inscrit dans le cadre des modèles linéaires généralisés (GLM), dont l'objectif est de modéliser des relations entre une variable dépendante et plusieurs prédicteurs tout en s'adaptant à la distribution spécifique de la variable étudiée.

Les modèles GLM supposent que la variable de réponse (c'est-à-dire la variable dépendante) suit une loi de la famille exponentielle et que son espérance est reliée à une combinaison linéaire des prédicteurs via une fonction de lien appropriée (McCullagh and Nelder, 1989). Pour les données de comptage en sécurité routière, les GLM sont particulièrement appropriés, et notamment la régression binomiale négative, qui permet de corriger les problèmes fréquents de sur-dispersion – c'est-à-dire lorsque la variance de la variable dépendante est sensiblement supérieure à sa moyenne. Dans notre cas, cette approche est justifiée par la nature de la variable dépendante analysée (nombre d'accidents mortels hors-agglomération, « nb\_acci\_mortel\_HA »), qui présente justement une telle surdispersion (Figure 29). Les modèles de comptage comme la binomiale négative sont largement reconnus pour leur robustesse dans l'analyse des phénomènes d'accidentalité (Hall et Tarko, 2019).

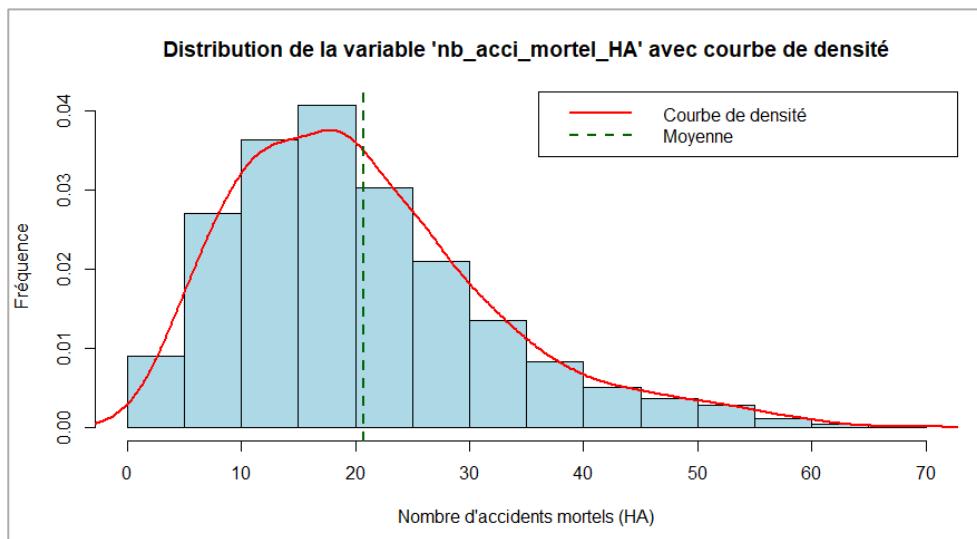


Figure 29 : Histogramme de distribution de la variable dépendante (nb\_acci\_mortel\_HA)

#### Modèles linéaires généralisés mixtes (GLMM) :

L'analyse de l'évolution temporelle de la variable « nb\_acci\_mortel\_HA » à l'aide du Boxplot<sup>23</sup> (Figure 30) met en évidence les observations suivantes :

- **Tendance globale** : une tendance baissière globale des accidents mortels et une homogénéisation au fil du temps ;
- **Asymétrie et valeurs extrêmes** : une présence de données atypiques (points au-delà des moustaches<sup>24</sup>) indique une asymétrie dans la distribution. Cela signifie que certains CD enregistrent des nombres exceptionnellement élevés d'accidents mortels HA ;
- **Réduction de la variabilité** : l'étendue des boîtes (interquartile range ou IQR) diminue progressivement. En 2007, la distribution était plus étendue, tandis qu'en 2017, elle est plus resserrée. Cela indique une convergence de la mortalité entre les différents CD.

<sup>23</sup> Un boxplot, ou diagramme en boîte, est une représentation graphique utilisée en statistique pour résumer et visualiser la distribution d'une variable numérique. Il permet de repérer rapidement des tendances, des asymétries, et des valeurs extrêmes (outliers).

<sup>24</sup> Les moustaches sont des lignes qui s'étendent à partir de la boîte pour indiquer la plage de valeurs considérées comme non aberrantes. Toute valeur qui dépasse les extrémités des moustaches est considérée comme une valeur extrême ou outlier.

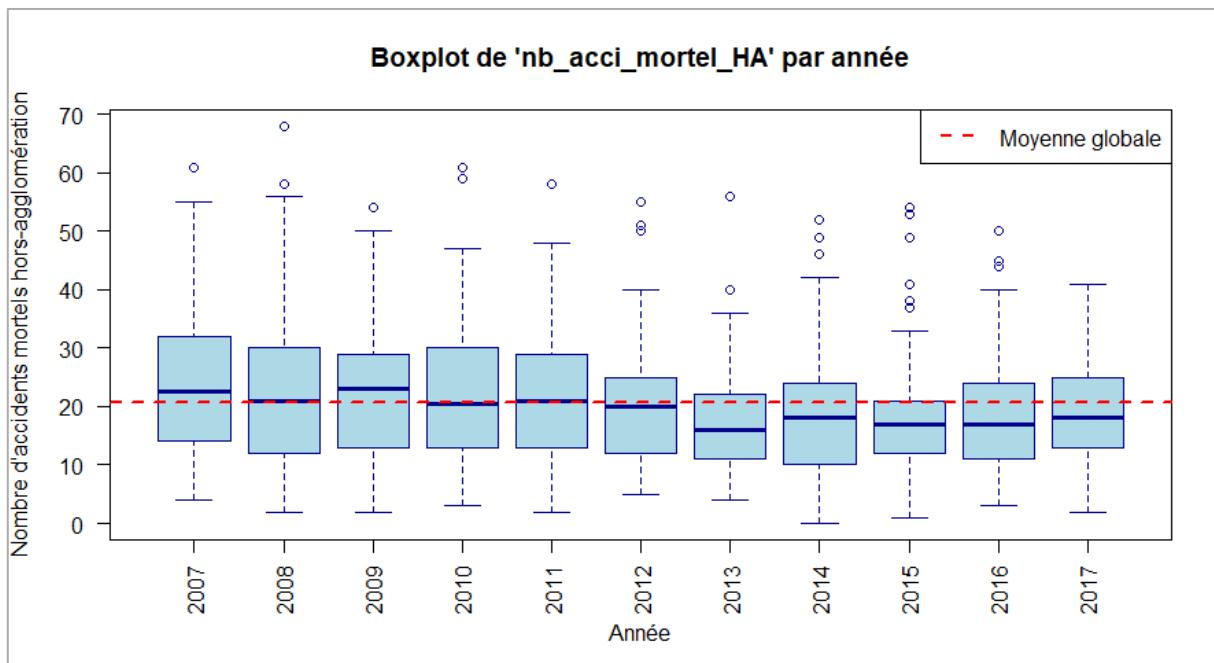


Figure 30 : Diagramme en boite de l'évolution annuelle du nombre d'accidents mortels HA

Ces caractéristiques renforcent la pertinence des modèles envisagés pour analyser les facteurs influençant les accidents mortels et pour prédire les effets des politiques locales de sécurité routière mises en œuvre. Les modèles Modèle Linéaire Généralisé Mixte (GLMM) en particulier semblent bien adaptés pour capturer les effets contextuels et les interactions. En intégrant des effets aléatoires, les **GLMM-NB** permettent de modéliser la variabilité non observée entre les CD, offrant ainsi une meilleure précision dans l'estimation des effets fixes tout en tenant compte de la structure hiérarchique des données.

Plus concrètement les GLMM-NB permettent d'intégrer à la fois :

Des **effets fixes** représentent les facteurs explicatifs principaux observés du modèle. Il s'agit de facteurs connus, mesurables et supposés avoir le même effet sur l'ensemble des CD étudiés. L'analyse intègre à la fois les politiques locales de sécurité routière (*policy\_clust*), appréhendées à travers des clusters de stratégies mises en œuvre, et leurs interactions avec les caractéristiques structurelles des territoires, représentées par des catégories socio-économiques départementales (*pdsr\_cd\_clust*). Elle prend également en compte des variables d'envergure nationales ou systémiques, telles que le niveau de déploiement des dispositifs de contrôle automatisé (CA) ou les investissements consacrés à l'amélioration des infrastructures routières.

Les effets fixes dans la construction des modèles se concentrent principalement sur les politiques locales de sécurité routière. Ces politiques, et potentiellement leurs interactions avec des caractéristiques locales comme les clusters socio-économiques des départements (*pdsr\_cd\_clust*), permettent de modéliser comment des stratégies spécifiques influencent les résultats en matière d'accidentalité. En d'autres termes, les effets fixes représentent des variables explicatives mesurables, appliquées de façon systématique pour tous les départements, qui permettent de modéliser directement les facteurs connus influençant les accidents.

Des **effets aléatoires** en revanche, servent à tenir compte de la variabilité non observée entre les unités d'observation — ici, les CD. Ces spécificités locales, qui incluent des caractéristiques propres aux CD (comme les différences dans la composition socio-économique ou la gestion locale) sont prises en compte par les effets aléatoires. Les effets aléatoires modélisent donc cette part de variance contextuelle ou spécifique à chaque territoire, que le modèle ne peut expliquer uniquement à partir des effets fixes.

L'introduction de politiques nationales (comme le déploiement des dispositifs de contrôle automatisé, (CA)) ou encore celle du niveau d'investissement sur l'infrastructure routière dans ce cadre visent deux objectifs :

- Vérifier si la variabilité qui reste inexpliquée par les effets fixes peut l'être en partie par des effets aléatoires, c'est-à-dire des différences structurelles ou contextuelles spécifiques aux clusters ou départements.
- Évaluer si ces politiques nationales produisent des effets au niveau local.

Ainsi, les effets aléatoires jouent un rôle clé dans la modélisation en capturant une partie de la variance qui ne peut être attribuée aux politiques locales ou nationales directement incluses dans le modèle (effets fixes). Cette distinction entre les deux types d'effets est cruciale pour modéliser de manière réaliste les variations observées dans les données.

Ainsi, les GLMM offrent une réponse statistique adaptée à la nature des données disponibles : comptage, sur-dispersion, dépendance intra-départementale et hétérogénéité contextuelle. Ce type de modèle est fortement recommandé pour les analyses en sécurité routière (Hashemi and Archilla, 2022), et plus généralement pour toute analyse d'évaluation de politiques publiques à granularité territoriale fine.

### 3.5.4 Résultats de la modélisation

Afin de mieux comprendre l'impact des différents facteurs territoriaux et temporels sur les accidents mortels hors agglomération, plusieurs modèles statistiques ont été estimés selon une approche itérative, introduisant progressivement les effets des politiques locales, des contextes départementaux et de leur interaction. Toutefois, la plupart de ces modèles intermédiaires, bien qu'utiles à des fins exploratoires, présentaient une utilité prédictive limitée et n'apportaient pas d'éléments substantiellement nouveaux à l'analyse stratégique. Il a donc été choisi de se concentrer, dans le présent rapport, sur le modèle GLMM avancé (modèle 8), qui constitue l'aboutissement du processus de modélisation. Ce modèle intègre à la fois les effets combinés des politiques et des contextes, ainsi qu'un levier national majeur — le déploiement des dispositifs de contrôle automatisé (CA) — et les investissements consentis en voirie, permettant une lecture plus complète et opérationnelle des disparités territoriales. Les résultats détaillés des modèles intermédiaires sont disponibles en Annexe E

#### Modèle GLMM avancé : impact des politiques SR selon contexte, investissement voirie et dispositifs CA

Afin d'affiner davantage l'analyse des politiques locales de sécurité routière, le modèle mixte d'impact des politiques SR selon le contexte introduit deux variables aléatoires : les dépenses moyennes en équipements RRD par km entre 2012 et 2017 (depenses\_moy\_rrd\_equip\_k\_euro\_km\_2012\_2017) et le niveau de dotation du réseau hors-agglomération en dispositifs de contrôle automatisé (CA) exprimé en nombre d'équipements déployé pour 1 000 km de linéaire (dot\_csa\_rrd\_k\_km\_HA)<sup>25</sup>. Ce modèle GLMM avancé (équation mathématique ci-dessous) vise à examiner dans quelle mesure ces dépenses relatives à l'infrastructure routière et les équipements de contrôle de vitesse influencent le nombre d'accidents mortels et interagissent avec d'autres variables explicatives du modèle.

$$\log(\text{nb\_acci\_mortel\_HA}_i) = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k (\text{policy\_clust} \times \text{pdsr\_cd\_clust})_k + \beta_{\text{annee}} \cdot \text{annee}_i \\ + b_{\text{dot\_csa\_rrd\_k\_km\_HA},i} + b_{\text{depenses\_moy\_rrd\_equip\_k\_euro\_km\_2012\_2017},i} + \log(\text{trafic\_Mrds\_veh\_km\_RRD\_fcd}_i)$$

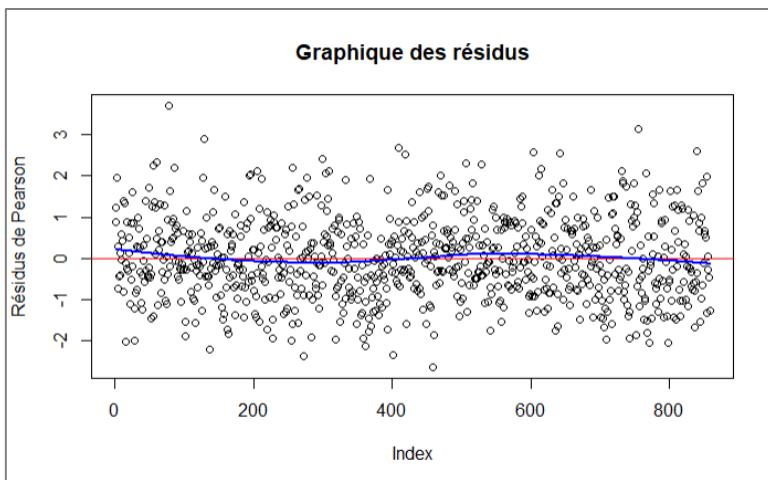
<sup>25</sup> Il est à noter que nous avons procédé préalablement à une vérification de la colinéarité entre les variables (VIF) pour s'assurer que les coefficients sont interprétables.

## **Performance et qualité d'ajustement du Modèle GLMM avancé :**

Le modèle présente une performance globale robuste, avec un paramètre de dispersion (Theta) de 495,00. Les critères d'information AIC (5296,1) et BIC (5419,7) témoignent d'une amélioration significative par rapport aux différents modèles testés ([Tableau 8](#)) dans cet exercice de modélisation ([Annexe E](#)) traduisant un meilleur compromis entre qualité d'ajustement et complexité. Le R<sup>2</sup> conditionnel élevé (0,687) indique que l'intégration des effets aléatoires liés aux investissements en voirie et aux dispositifs de contrôle automatisé permet d'expliquer une large part de la variance totale des accidents mortels hors-agglomération. En comparaison, le R<sup>2</sup> marginal plus faible (0,278) reflète l'effet plus modeste des variables fixes seules. Enfin, la réduction notable de l'erreur quadratique moyenne (RMSE = 4,57) confirme une meilleure capacité prédictive du modèle final. Ces résultats soulignent l'intérêt d'intégrer les facteurs contextuels et infrastructurels pour affiner l'analyse de l'impact des politiques locales de sécurité routière.

Indicateur	Valeur
Paramètre de dispersion (Theta)	495.0
AIC (Akaike Information Criterion)	5296.1
logLik (Log-Likelihood)	-2622.0
R <sup>2</sup> Conditionnel	0.687
R <sup>2</sup> Marginal	0.278
RMSE (Root-Mean-Square Error)	4.57

Le graphique des résidus de Pearson (Figure 31) montre une dispersion globalement aléatoire, bien que quelques résidus extrêmes (> |3|) indiquent la présence potentielle d'outliers ou un léger sous-ajustement local. Aucun motif clair d'hétéroscédasticité (comme un effet entonnoir) n'est observé. Quant au Q-Q plot (Figure 32), il présente des écarts mineurs aux extrémités (queues de distribution), ce qui est courant pour des données de comptage et reste acceptable pour un modèle Négatif Binomial, bien que ces déviations devraient être surveillées si elles s'avéraient plus prononcées. Ces observations suggèrent que le modèle est globalement bien ajusté.



*Figure 31 : graphique des résidus – Modèle GLMM avancé*

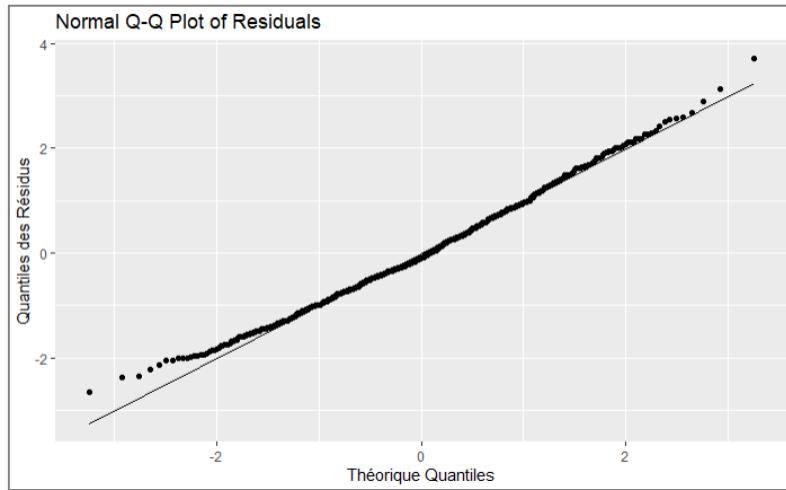


Figure 32 : Normal Q-Q Plot des Résidus - Modèle GLMM avancé

### Résultats des effets fixes :

Le modèle examine comment les politiques locales de sécurité routière, classées en quatre types (`policy_clust`), interagissent avec six contextes socio-territoriaux départementaux (`pdsr_cd_clust`), ce qui donne 24 combinaisons possibles. La référence choisie correspond à une politique dite "globale" appliquée dans un département très urbain à forte densité (combinaison `policy_clust4:pdsr_cd_clust6`). Cette combinaison de référence n'apparaît pas dans le tableau des coefficients (Tableau 6), car elle sert de base de comparaison pour toutes les autres. L'intercept estimé à 1,43 représente le logarithme du taux moyen d'accidents mortels hors-agglomération, ajusté par unité de trafic (ici par milliard de véhicules.km), dans cette situation de référence. Les coefficients des autres combinaisons indiquent donc des écarts relatifs, exprimés sur une échelle logarithmique, par rapport à cette base.

Variable	Estimate	Std. Error	z-value	p-value	Significativité
(constante)	1.428618	0.248276	5.754	8.71e-09	***
année	-0.126066	0.008367	-15.067	< 2e-16	***
<code>policy_clust1:pdsr_cd_clust1</code>	0.743403	0.294458	2.525	0.011581	*
<code>policy_clust2:pdsr_cd_clust1</code>	0.966510	0.321612	3.005	0.002654	**
<code>policy_clust3:pdsr_cd_clust1</code>	0.606789	0.320836	1.891	0.058588	.
<code>policy_clust4:pdsr_cd_clust1</code>	0.794730	0.303638	2.617	0.008861	**
<code>policy_clust1:pdsr_cd_clust2</code>	1.111947	0.293852	3.784	0.000154	***
<code>policy_clust3:pdsr_cd_clust2</code>	1.227464	0.293864	4.177	2.95e-05	***
<code>policy_clust4:pdsr_cd_clust2</code>	0.980245	0.280929	3.489	0.000484	***
<code>policy_clust1:pdsr_cd_clust3</code>	0.734926	0.282164	2.605	0.009198	**
<code>policy_clust2:pdsr_cd_clust3</code>	1.399640	0.318573	4.393	1.12e-05	***
<code>policy_clust3:pdsr_cd_clust3</code>	0.852897	0.350082	2.436	0.014839	*
<code>policy_clust4:pdsr_cd_clust3</code>	0.909154	0.280007	3.247	0.001167	**
<code>policy_clust1:pdsr_cd_clust4</code>	1.126288	0.353692	3.184	0.001451	**
<code>policy_clust2:pdsr_cd_clust4</code>	1.078684	0.312963	3.447	0.000568	***
<code>policy_clust3:pdsr_cd_clust4</code>	1.059378	0.349120	3.034	0.002410	**
<code>policy_clust4:pdsr_cd_clust4</code>	1.030094	0.304684	3.381	0.000723	***
<code>policy_clust1:pdsr_cd_clust5</code>	0.863266	0.302661	2.852	0.004341	**
<code>policy_clust2:pdsr_cd_clust5</code>	1.045180	0.280480	3.726	0.000194	***
<code>policy_clust3:pdsr_cd_clust5</code>	0.641344	0.292539	2.192	0.028355	*
<code>policy_clust4:pdsr_cd_clust5</code>	0.723760	0.274593	2.636	0.008395	**
<code>policy_clust2:pdsr_cd_clust6</code>	1.371833	0.423461	3.240	0.001197	**
<code>policy_clust3:pdsr_cd_clust6</code>	0.702209	0.432302	1.624	0.104301	

Tableau 6 : Résultats des coefficients (effets fixes) du modèle GLMM avancé

### Interprétation des effets fixes :

L'effet négatif et très significatif de l'année (-0,126,  $p < 0,001$ ) traduit une tendance globale à la baisse des accidents au fil du temps. Pour illustrer les différences entre contextes territoriaux à politique constante, prenons la politique "globale" (policy\_clust4) : dans un CD très urbain à forte densité (référence), le taux moyen d'accidents est d'environ 4,2 par milliard de véhicules.km, soit  $\exp(1,43) \approx 4,2$ . En revanche, appliquée dans un département rural peu dense (pdsr\_cd\_clust1), où le coefficient d'interaction est de 0,79, ce taux atteint  $\exp(1,43+0,79) \approx 9,1$ , soit plus du double de la référence. De même, dans un contexte rural à PIB élevé (pdsr\_cd\_clust3), avec un coefficient proche de 0,90, le taux est d'environ 6,7, soit 1,5 fois celui de la situation urbaine de référence. Ces exemples montrent que l'efficacité apparente d'une politique donnée varie fortement selon le contexte socio-territorial où elle est mise en œuvre.

Il convient toutefois de préciser que ces effets fixes ne tiennent pas compte de la variabilité expliquée par les effets aléatoires du modèle, qui capturent des différences non observées entre départements ou autres facteurs. Pour une interprétation complète et ajustée des prédictions, il est donc nécessaire de considérer les effets marginaux intégrant ces composantes aléatoires.

### Résultats des coefficients (effets aléatoires) du modèle GLMM avancé :

Le modèle intègre deux effets aléatoires qui quantifient la variabilité de l'impact de certaines variables structurelles selon les départements. Dans un modèle GLMM, les effets aléatoires permettent de modéliser l'hétérogénéité territoriale non expliquée par les effets fixes, en capturant les différences spécifiques à chaque unité (ici, chaque CD).

Variables	(Intercept)	Variance (Intercept)	Std. Dev. (Intercept)
dot_csa_rrd_k_km_HA		0.001317	0.03629
depenses_moy_rrd_equip_k_euro_km_2012_2017		0.115543	0.33992

### Interprétation des effets aléatoires :

- « **dot\_csa\_rrd\_k\_km\_HA** » (variance = 0,0013 ; écart-type = 0,0363) : cet **effet aléatoire est très faible**, ce qui indique que la densité des dispositifs de contrôle automatisé (CA) sur le réseau hors agglomération a un effet relativement homogène sur les taux d'accidents mortels, sans grande variation selon les départements. Autrement dit, leur présence semble jouer un rôle constant, modeste mais stable dans le temps et l'espace. En effet, les études nationales (ONISR, Cerema) estiment que les radars ont contribué à environ 10–20 % de la baisse de la mortalité routière entre 2003 et 2012. Dans notre champ spécifique (accidents mortels hors agglomération sur routes départementales), on peut raisonnablement estimer, par un raisonnement empirique, que leur contribution à la baisse annuelle dans notre champ spécifique est probablement nettement inférieure à celle observée au niveau national, autour de 1 à 2 %, et qui concerne une période différente (à partir de 2017). Cela confirmerait que les gains importants liés aux radars ont été constatés lors des premières années du lancement et que son effet se maintient au cours du temps.
- « **depenses\_moy\_rrd\_equip\_k\_euro\_km\_2012\_2017** » (variance = 0,1155 ; écart-type = 0,3399) : cet effet présente une variabilité bien plus marquée, suggérant que l'effet des dépenses départementales en équipements de voirie varie significativement d'un territoire à l'autre. Cela peut refléter des différences d'efficacité selon les types d'aménagements réalisés, leur adaptation au contexte local, ou encore des effets indirects de politiques d'investissement plus larges. Dans certains départements, un investissement élevé en voirie pourrait s'accompagner d'une baisse marquée des accidents, tandis que dans d'autres, les effets seraient plus neutres voire contre-productifs en l'absence de mesures complémentaires (contrôle, régulation, etc.).

Ces résultats confirment que la politique de sécurité routière doit être envisagée dans une approche intégrée et contextualisée. Tandis que les dispositifs CA jouent un rôle relativement stable mais limité

dans la réduction des accidents sur le réseau routier départemental hors-agglomération sur la période étudiée, les investissements en infrastructure routière présentent des effets très variables, qui dépendent largement de leur adaptation locale et de leur articulation avec d'autres mesures (contrôle, sensibilisation). La cohérence stratégique entre ces leviers d'action et la qualité de leur mise en œuvre sont ainsi déterminantes pour maximiser la sécurité routière sur les routes départementales.

### **Interprétation des effets marginaux :**

Le graphique des effets marginaux (Figure 33) illustre la variation de l'impact des différentes stratégies locales de sécurité routière selon les contextes territoriaux socio-économiques. Les chiffres encadrés sur le graphique correspondent au nombre de CD (n) observés dans chaque combinaison stratégie-territoire, ce qui donne une idée de la représentativité des estimations. Dans ce modèle statistique, les effets marginaux représentent la valeur moyenne prédictive du nombre d'accidents mortels hors agglomération, ajustée par unité de trafic et neutralisant l'influence des autres variables explicatives (notamment l'exposition au trafic, la densité des radars automatiques, les investissements en voirie, et l'évolution dans le temps).

Les résultats confirment que l'efficacité des politiques de sécurité routière est fortement conditionnée par le contexte territorial. La performance des politiques dépend donc de leur adéquation au contexte d'action départemental. Autrement dit, ce sont bien les interactions entre le type de politique locale et les caractéristiques du territoire qui expliquent les écarts de performance observés.

Ainsi, les stratégies dites « Gestion Globale » (policy\_clust 4, courbe rouge) et « Gestion Proactive » (policy\_clust 3, courbe verte), qui sont plus préventives et intégrées, tendent à être les plus performantes, en particulier dans les départements ruraux à PIB élevé (groupe 3), où elles contribuent à une baisse plus importante des accidents mortels hors agglomération. À l'inverse, la stratégie « Gestion Réactive » (policy\_clust 2, courbe jaune), moins stratégique et anticipatrice, est associée à des effets marginaux plus élevés, ce qui indique une efficacité moindre, voire un impact négatif, surtout dans les territoires urbains très denses (cluster 6).

Enfin, pour certaines combinaisons, l'absence ou la rareté des données conduit à une estimation moins robuste des effets marginaux, invitant à la prudence dans l'interprétation pour ces cas spécifiques.

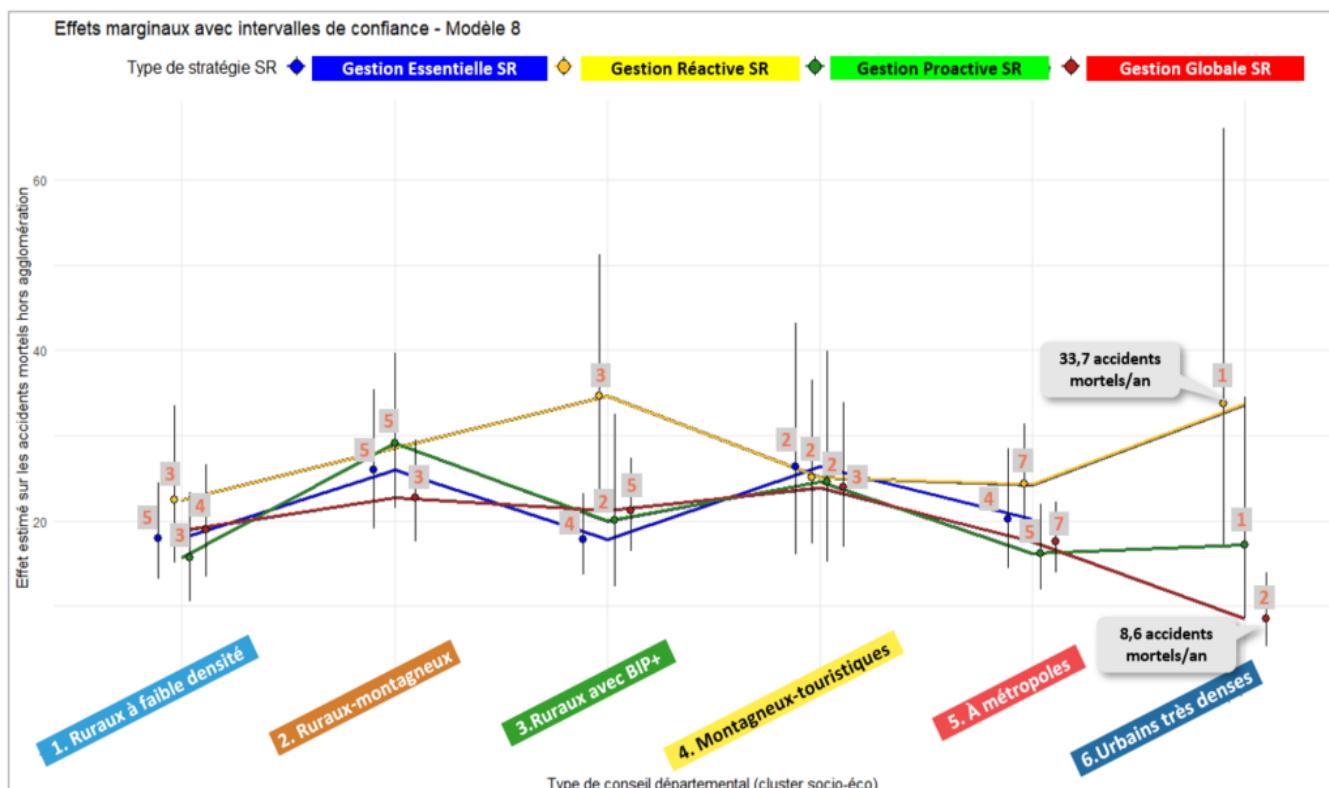


Figure 33 : Effets marginaux des stratégies de sécurité routière selon les contextes socio-économiques sur les accidents mortels hors-agglomération (Modèle GLMM avancé)

### **Tableau des effets marginaux du modèle GLMM avancé :**

Le tableau ci-après (Tableau 7) présente les **effets marginaux estimés** par le modèle GLMM avancé. Ces effets correspondent aux valeurs moyennes attendues du nombre d'accidents mortels hors-agglomération, selon les stratégies locales de sécurité routière mises en œuvre (variable policy\_clust, valeurs de 1 à 4) et selon le contexte socio-territorial départemental (variable pdsr\_cd\_clust, valeurs de 1 à 6).

Autrement dit, chaque cellule du tableau reflète l'estimation du modèle pour une combinaison précise de stratégie SR et de type de territoire, tous les autres facteurs étant contrôlés. Ces prédictions sont exprimées en nombre d'accidents mortels annuels par milliard de véhicules-kilomètres parcourus, et s'accompagnent d'une estimation de l'incertitude (erreur standard, intervalles de confiance).

**Remarque :** Les cellules marquées "NonEst" signalent les combinaisons pour lesquelles le modèle n'a pas pu produire d'estimation fiable, faute de données empiriques suffisantes (combinaisons absentes de l'échantillon). C'est le cas par exemple de policy\_clust 1 dans les territoires très urbains (pdsr\_cd\_clust 6) ou de policy\_clust 2 dans les territoires ruraux-montagneux (pdsr\_cd\_clust 2).

policy_clust	pdsr_cd_clust	N	response	SE	df	asympt.LCL	asympt.UCL
1	1	5	17.98470	2.848372	Inf	13.185365	24.53095
2	1	3	22.48005	4.600278	Inf	15.052509	33.57265
3	1	3	15.68818	3.191707	Inf	10.529272	23.37473
4	1	4	18.93192	3.309875	Inf	13.439363	26.66923
1	2	5	25.99919	4.091436	Inf	19.098887	35.39252
2	2	0	NonEst	NA	NA	NA	NA
3	2	5	29.18290	4.592986	Inf	21.436852	39.72792
4	2	3	22.79096	2.985203	Inf	17.630741	29.46148
1	3	4	17.83290	2.392618	Inf	13.709365	23.19672
2	3	3	34.66598	6.924612	Inf	23.435485	51.27823
3	3	2	20.06577	4.952937	Inf	12.369423	32.55085
4	3	5	21.22697	2.751221	Inf	16.465082	27.36604
1	4	2	26.37475	6.646267	Inf	16.095003	43.22009
2	4	2	25.14861	4.803942	Inf	17.294801	36.56894
3	4	2	24.66775	6.056126	Inf	15.245890	39.91224
4	4	3	23.95586	4.234885	Inf	16.940938	33.87552
1	5	4	20.27491	3.515935	Inf	14.432765	28.48187
2	5	7	24.31999	3.175404	Inf	18.828861	31.41252
3	5	5	16.23976	2.516268	Inf	11.986444	22.00235
4	5	7	17.63489	2.077162	Inf	13.999488	22.21433
1	6	0	NonEst	NA	NA	NA	NA
2	6	1	33.71528	11.575213	Inf	17.202448	66.07899
3	6	1	17.25890	6.107792	Inf	8.625400	34.53399
4	6	2	8.55160	2.123157	Inf	5.256718	13.91171

Tableau 7 : Tableau des effets marginaux estimés par le modèle GLMM avancé

### Clés de lecture du tableau :

- **Effectifs CD (N)** : nombre d'observations empiriques ayant servi à calibrer la combinaison dans le modèle. Lorsque N = 0, la combinaison n'est pas observée dans les données.
- **Effets marginaux (response)** : Les chiffres indiquent l'impact estimé d'une politique de sécurité routière spécifique dans un cluster donné. Par exemple, pour policy\_clust = 1 « Gestion Essentielle » et pdsr\_cd\_clust = 1 « CD ruraux à faible densité », l'effet marginal est de 17,98, ce qui signifie que, selon le modèle GLMM avancé, l'interaction entre cette politique SR et ce cluster territorial pourrait prédire environ 18 accidents mortels hors-agglomération par milliard de véhicules-kilomètre parcourus. Si une valeur est marquée "nonEst", cela signifie que le modèle n'a pas pu estimer un effet marginal pour cette combinaison spécifique de politique SR et de cluster territorial car la combinaison est inexistante dans notre échantillon. Le modèle n'a pas d'observations empiriques directes pour ces deux combinaisons : « policy\_clust1:pdsr\_cd\_clust6 » ; « policy\_clust2:pdsr\_cd\_clust2 ».
- **Précision des estimations (SE)** : L'écart-type est relativement faible pour les valeurs estimées, ce qui signifie que les résultats sont relativement robustes. Par exemple, l'effet marginal pour policy\_clust = 1 et pdsr\_cd\_clust = 1 est de 17,98 avec un écart-type de 2,85, ce qui indique que l'incertitude autour de cette estimation est modérée.
- **Degrés de liberté associés à l'estimation (df)** : La mention "Inf" (infinis) résulte d'une approximation asymptotique fréquente dans les modèles mixtes, notamment lorsqu'il y a un grand nombre de groupes ou d'observations pondérées.
- **Intervalles de confiance (asymp.LCL et asymp.UCL)** : Ces intervalles donnent un cadre à l'incertitude de l'estimation. Par exemple, pour policy\_clust = 1 et pdsr\_cd\_clust = 2, l'effet marginal est de 25,00 avec un intervalle de confiance allant de 19,10 à 35,39, ce qui signifie que l'impact réel se situe dans cette plage avec 95 % de certitude.

Les résultats montrent que l'efficacité des stratégies de sécurité routière varie fortement selon le contexte territorial. Il n'existe donc **pas de politique optimale unique** : les effets sont différenciés, ce qui souligne la nécessité d'une adaptation locale des politiques publiques.

Les résultats montrent des écarts entre combinaisons, suggérant qu'**aucune politique ne s'impose quel que soit le contexte**. Ces résultats soulignent l'importance d'un **ajustement des politiques aux spécificités territoriales**. Les stratégies dites « proactives » et « globales » sont globalement plus efficaces pour réduire les accidents mortels, notamment dans les départements urbains denses et à métropoles. En revanche, la stratégie « réactive » montre des performances moindres, voire contre-productives, particulièrement dans les territoires urbains à forte densité.

Cette **nécessité d'adaptation locale** est particulièrement visible dans les zones montagneuses touristiques (cluster 4), où les deux-roues motorisés (2RM) représentent 34 % des tués (+11 points vs. moyenne départementale). La configuration routière spécifique (virages serrés, dénivellés marqués et des conditions de visibilité réduites) combinée à un trafic saisonnier accru y crée des risques particuliers que les politiques standards peinent à résorber.

### Quelle stratégie pour quel territoire ? Ce que nous apprend le modèle

Le graphique ci-dessus (Figure 34) illustre les taux de mortalité routière prédis (hors agglomération) par le modèle GLMM avancé, pour chaque combinaison de contexte départemental (6 types de clusters) et de stratégie testée (4 types de politiques de sécurité routière). Chaque panneau correspond à un cluster territorial spécifique, et les barres représentent les taux moyens prédis pour chaque politique testée. Le nombre d'observations empiriques (n) utilisées pour chaque combinaison est indiqué au-dessus de chaque barre. Cela permet d'évaluer la robustesse de l'estimation : plus ce nombre est élevé, plus la prédiction repose sur des données empiriques solides. La stratégie encadrée en rouge est celle identifiée comme optimale dans le contexte considéré, car elle présente le taux de mortalité simulé le plus faible. Les barres pour lesquelles aucune donnée empirique n'est disponible (n = 0) correspondent à des extrapolations du modèle. Ces cas nécessitent donc une interprétation prudente, en raison du manque de données directes qui augmente le risque d'erreur.

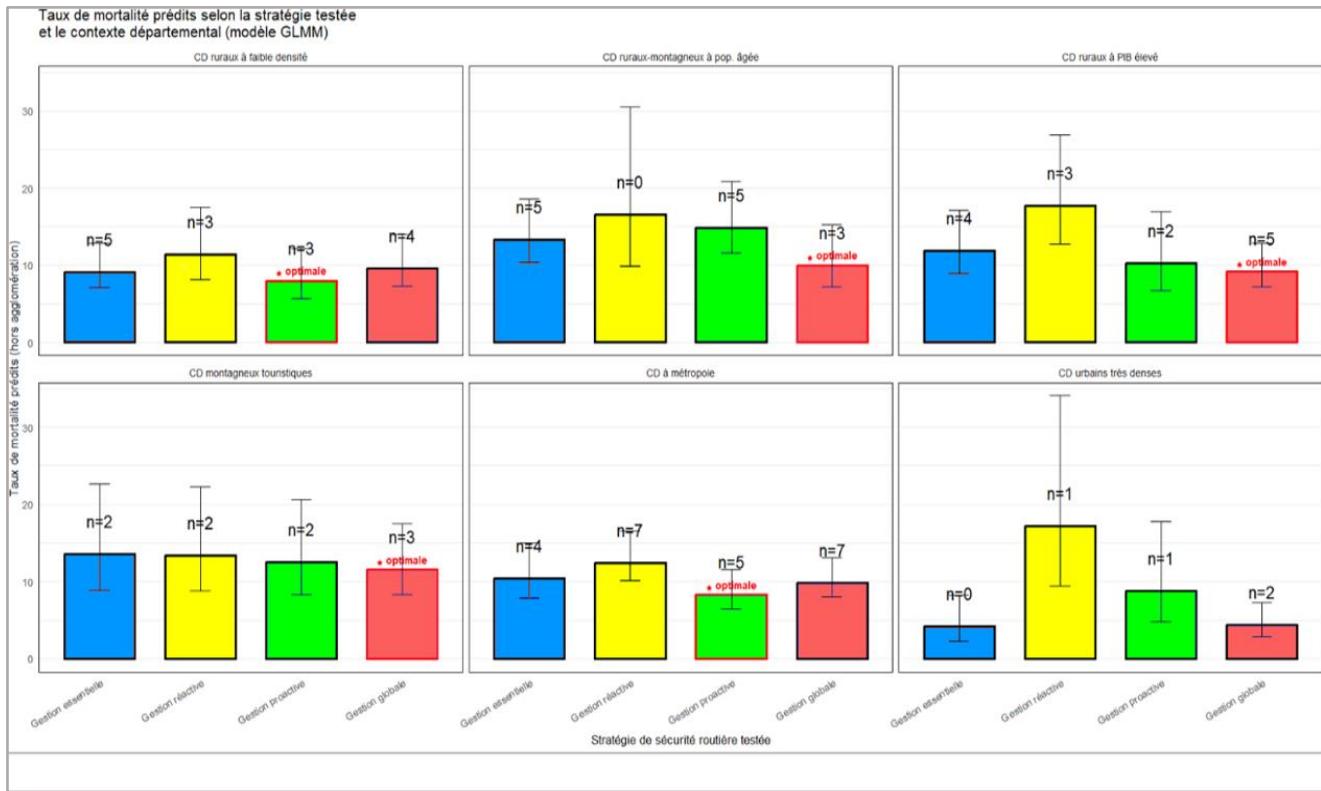


Figure 34 : Stratégie SR locale recommandée par le modèle GLMM pour chaque type de territoire

L'analyse révèle un alignement peu satisfaisant entre les politiques de sécurité routière actuellement mises en œuvre par les conseils départementaux (CD) et celles identifiées comme optimales par le modèle : seuls 19 CD sur 78 (soit 24 %) appliquent la stratégie considérée comme la plus adaptée à leur contexte. Ce décalage stratégique est particulièrement marqué dans les clusters 2 (ruraux-montagneux à forte population âgée) et 3 (ruraux à PIB élevé), où une majorité de CD (respectivement 10 sur 13 et 9 sur 14) devraient, selon le modèle, adopter une gestion globale de la sécurité routière, alors qu'en réalité une diversité de stratégies est observée, souvent moins ambitieuses.

Le cluster 5 (départements à métropole) présente également une forte hétérogénéité, la gestion proactive y étant systématiquement plus performante selon le modèle, ce qui suggère une sous-exploitation de cette approche. À l'inverse, dans le cluster 4 (montagneux-touristiques), les écarts de performance simulés entre les stratégies sont faibles, et le gain marginal moyen estimé en cas de changement de politique est très réduit (+0,04), ce qui suggère que les marges de manœuvre y sont réduites en raison probablement de contraintes structurelles spécifiques (réseau sinueux, saisonnalité du trafic, tourisme intense) et une approche SR conventionnelle centrée principalement sur des mesures de sécurité routière classique (réglementation, contrôle, aménagements standards), moins intégrée à des logiques proactives de gestion du risque. Dans ce contexte, l'effet marginal d'un changement de stratégie pourrait être limité et des leviers complémentaires, hors du champ classique des politiques SR (sensibilisation ciblée, innovations technologiques, exploitation de données massives), pourraient être plus efficaces pour réduire le risque d'accident mortel.

### 3.5.5 Conclusion des différentes modélisations

Les modélisations successives (modèles 1 à 8) ont démontré que les politiques locales de sécurité routière (SR) en milieu interurbain influencent significativement la réduction des accidents mortels, une fois contrôlés l'exposition au trafic et les dynamiques temporelles. Cependant, leur efficacité n'est ni uniforme, ni universelle : elle varie fortement selon les spécificités territoriales (géographiques, socio-économiques et infrastructurelles).

Le modèle GLMM avancé (modèle 8) s'impose comme le plus performant, avec un AIC de 5296,1 et un BIC de 5419,7, ce qui traduit une meilleure adéquation aux données (Tableau 8). Ce gain de performance s'explique par l'intégration des interactions politiques/territoires, révélant que l'efficacité d'une stratégie dépend de son adéquation au contexte local et la prise en compte des investissements

en voirie et des CA, bien que leur impact soit modeste. Ce modèle capture donc plus finement la complexité des interactions entre politiques locales et dynamiques territoriales offrant une précision accrue des prédictions.

Modèle testé (formule)	npar	AIC	BIC	logLik	Deviance	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
mod3_glmm_policy_clust: nb_acci_mortel_HA ~ +policy_clust + annee + (1   pdsr_cd_clust) + offset(log(trafic_Mrds_veh_km_RRD_fcd))	7	6045.7	6079.0	-3015.8	6031.7	-	-	-
mod4_glmm_policy_clust: nb_acci_mortel_HA ~ +policy_clust + (1 + annee   pdsr_cd_clust) + offset(log(trafic_Mrds_veh_km_RRD_fcd))	8	6061.4	6099.4	-3022.7	6045.4	0.00	1	1
mod5_glmm_policy_clust: nb_acci_mortel_HA ~ +policy_clust * pdsr_cd_clust + (1   annee) + offset(log(trafic_Mrds_veh_km_RRD_fcd))	24	5984.3	6098.4	-2968.2	5936.3	109.09	16	6.664e-16
mod6_glmm_policy_clust: nb_acci_mortel_HA ~ policy_clust:pdsr_cd_clust + (1   annee) + offset(log(trafic_Mrds_veh_km_RRD_fcd))	24	5984.3	6098.4	-2968.2	5936.3	0.00	0	-
mod7_glmm_policy_clust: nb_acci_mortel_HA ~ policy_clust:pdsr_cd_clust + annee + (1   dot_csa_rrd_k_km_HA) + offset(log(trafic_Mrds_veh_km_RRD_fcd))	25	5878.8	5997.7	-2914.4	5828.8	107.51	1	< 2.2e-16
mod8_glmm_policy_clust: nb_acci_mortel_HA ~ policy_clust:pdsr_cd_clust + annee + (1   dot_csa_rrd_k_km_HA) + (1   depenses_moy_rrd_equip_k_euro_km_2012_2017) + offset(log(trafic_Mrds_veh_km_RRD_fcd))	26	5296.1	5419.7	-2622.1	5244.1	584.69	1	< 2.2e-16

Tableau 8 : Tableau comparatif de la performance et qualité d'ajustement des différents modèles statistiques testés

À partir de ce cadre de modélisation, plusieurs questions formulées dans le modèle conceptuel ont pu être testées, validées ou infirmées empiriquement, **en voici les principaux enseignements :**

- Les modèles soutiennent que **les politiques de sécurité routière ont un effet différencié** et que le **contexte territorial est un déterminant clé**. Certaines stratégies, efficaces dans un territoire donné, ne le sont pas nécessairement dans un autre. Par exemple, un modèle spécifique de politique locale de sécurité pourrait être plus pertinent pour un territoire rural ou périurbain, tandis qu'une autre stratégie serait préférable pour une zone plus urbaine ou à forte densité de trafic. En cela, on ne peut établir de jugement définitif sur une stratégie donnée.
- L'analyse révèle que **les dispositifs de contrôle automatisé (CA)**, tels que diffusés actuellement sur le territoire bien que contribuant à la baisse des accidents mortels, **présentent un effet structurellement limité** (-1 % à -2 % par an). Cette influence modeste, bien que statistiquement significative, confirme que les leviers d'action locaux – qu'il s'agisse des politiques départementales de sécurité routière ou des aménagements infrastructurels – restent les déterminants prédominants de la réduction de l'accidentalité sur la période étudiée.
- Le modèle révèle un **décalage marqué entre les politiques de sécurité routière mises en œuvre et les stratégies optimales identifiées par le modèle**, avec seulement 24 % des départements appliquant une approche parfaitement adaptée à leur contexte. Les territoires ruraux, en particulier, présentent un potentiel d'amélioration important, le modèle recommandant systématiquement une politique globale là où des approches moins ambitieuses dominent. À l'inverse, les zones métropolitaines sous-utilisent les stratégies proactives pourtant identifiées comme les plus efficaces, tandis que les territoires touristiques montagneux, du fait de contraintes structurelles fortes, voient leur marge de progression limitée avec les outils conventionnels de sécurité routière. Les choix faits localement sont probablement modulés par un ajustement entre une volonté politique et des capacités financières des conseils départementaux.

Un exemple concret de cette nécessaire adaptation réside dans les accidents hors-agglomération impliquant des deux-roues motorisés (2RM). Les résultats ont montré que, dans le cluster 4, qui regroupe des zones montagneuses et touristiques, ces accidents sont particulièrement sensibles aux facteurs liés aux infrastructures routières. En effet, en moyenne sur les 10 ans (2007-2017), 34 % des tués dans ce cluster 4 « montagneux-touristiques » sont des usagers 2RM, soit +11 pts par rapport aux

autres clusters territoriaux. Ces territoires attirent les 2RM par leur attrait touristique (itinéraires 2RM très réputés, le sentiment de liberté de circuler dans la nature, aspect loisir et maîtrise technique), cependant les conditions de conduite, souvent plus difficiles (virages serrés, des pentes raides et des conditions de visibilité réduites), en raison du relief, rendent les 2RM plus vulnérables aux accidents. Les politiques de sécurité routière dans ces territoires intègrent cette spécificité 2RM bien que les possibilités d'actions sur l'infrastructure restent limitées. Il faut continuer à se concentrer sur l'amélioration des infrastructures adaptées aux spécificités locales, comme la signalisation, l'entretien des routes ou encore la gestion des flux touristiques.

Pour les conseils départementaux, en tant que gestionnaires des routes, ces résultats soulignent que l'efficacité d'une politique SR ne réside pas seulement dans son ambition ou ses moyens, mais surtout dans son adéquation au territoire concerné. Il est essentiel de développer des stratégies différencierées, combinant mesures préventives, aménagements adaptés et actions ciblées selon les besoins locaux. Une approche territorialisée, reposant sur une compréhension fine des risques propres à chaque zone, est donc la clé pour maximiser l'impact des politiques de sécurité routière.

## 4 CONCLUSION

### 4.1 Synthèse des résultats

Ce rapport a permis de documenter de manière inédite les **effets différenciés des politiques locales de sécurité routière** des conseils départementaux sur les accidents mortels hors agglomération, en tenant compte à la fois de la **diversité des contextes départementaux** et de la pluralité des leviers d'action. S'appuyant sur une base de données construite à l'échelle des conseils départementaux, l'analyse statistique s'est fondée sur une **modélisation par effets mixtes (GLMM)** permettant de capter l'interaction entre les stratégies réellement mises en œuvre et les spécificités structurelles des territoires.

Les résultats confirment que les politiques locales de sécurité routière ont bien un effet significatif sur la mortalité routière, au-delà des effets de contexte. Mais surtout, cet **effet n'est ni uniforme ni automatique** : il dépend fortement de la cohérence entre la stratégie suivie et les caractéristiques propres au territoire, qu'il s'agisse de la densité de population, de la topographie, du trafic routier, du degré de ruralité ou encore du profil socio-économique et socio démographique de la population. En d'autres termes, une politique dite "proactive" ou "globale" ne produit pas les mêmes résultats dans un département de montagne faiblement peuplé que dans un département urbain dense. **Les stratégies de type « globale » et « proactive » émergent de la modélisation comme les plus performantes**, laissant espérer une réduction des accidents mortels de 10 à 17% dans les territoires ruraux à fort potentiel économique, tandis que les approches réactives montrent des limites marquées en milieu urbain dense. Ces résultats soulignent l'importance cruciale d'adapter les interventions aux caractéristiques locales - qu'il s'agisse de la configuration du réseau, des flux de circulation ou des profils d'usagers. L'exemple des zones montagneuses touristiques, où les deux-roues motorisés représentent 34% des tués, illustre particulièrement cette nécessité de solutions sur mesure.

Ce constat met en lumière la nécessité d'un ajustement stratégique, c'est-à-dire la capacité des acteurs locaux à adapter leur mode de gestion de la sécurité routière aux enjeux spécifiques de leur territoire. Or, la modélisation a montré que cet **alignement entre politique mise en œuvre et stratégie optimale reste à ce jour partiel** : seuls 24 % des conseils départementaux appliquent la stratégie identifiée comme la plus efficace dans leur contexte par le modèle. Cela suggère d'importantes marges d'optimisation, notamment dans certains clusters territoriaux où l'écart entre stratégie actuelle et stratégie optimale est particulièrement marqué. Toutefois, les choix faits localement sont probablement en grande partie un ajustement entre une volonté politique et les capacités financières des conseils départementaux, ce qui pose la question du financement éventuel de cette optimisation.

Au-delà des stratégies locales, l'étude souligne également le rôle non négligeable de deux leviers systémiques susceptibles de renforcer ou d'atténuer les effets des politiques locales :

Le déploiement des **dispositifs de contrôle automatisé (CA)**, mesure nationale structurante, joue un rôle important de dissuasion sur les comportements à risque. Son effet s'avère significatif dans le modèle final mais relativement homogène à la baisse des accidents mortels : selon notre modèle, **leur effet différencié entre départements est très faible** (variance aléatoire  $\approx 0,0013$ ), ce qui confirme qu'ils ont joué un rôle structurant mais peu discriminant. En se référant aux méta-analyses nationales (ONISR, Cerema, Elvik, 2014), on peut estimer que les radars ont contribué à hauteur de 10 à 20 % à la baisse de la mortalité routière en France entre 2003 et 2012 ; dans notre périmètre spécifique (RDD hors agglo, accidents mortels), leur effet annuel est probablement plus limité ( $\approx 1$  à 2 % par an), mais concernant une période d'intervention différente. L'application de la loi 3DS devrait faire évoluer le rôle des conseils départementaux relativement au déploiement du contrôle automatisé permettant peut-être une politique différenciée mieux adaptée aux réseaux de chaque conseil départemental.

Les **investissements consentis en infrastructures routières**, notamment en équipements et aménagements de sécurité sur le réseau départemental, ont quant à eux un **effet différencié plus marqué**. La variance expliquée par ces dépenses dans le modèle GLMM est plus importante, suggérant un rôle significatif dans l'explication des écarts territoriaux de performance. En s'appuyant sur la littérature (Elvik, 2014), on peut estimer que les investissements ont contribué à hauteur de 5 à 7 % à la baisse annuelle des accidents mortels sur RDD sur la période étudiée.

Enfin, les caractéristiques structurelles des départements (démographie, topographie, densité de réseau, etc.) ainsi que les dynamiques socio-économiques et comportementales locales expliquent également une part importante de la variabilité observée. Ces résultats rappellent l'importance de concevoir les politiques de sécurité routière dans une **logique territorialisée et adaptée aux contextes spécifiques**. Cependant, leur succès dépend de ressources adéquates et d'une capacité à intégrer les enjeux locaux dans les stratégies de sécurité routière. Des recommandations concrètes pour améliorer l'harmonisation des données et renforcer les partenariats locaux seront cruciales pour assurer la durabilité des efforts de réduction des accidents sur les réseaux départementaux.

## 4.2 Limites

Plusieurs limites méthodologiques doivent être soulignées pour nuancer la portée des résultats présentés.

Tout d'abord, **la difficulté à appréhender l'antériorité des politiques locales de sécurité routière** constitue une limite majeure. Ces politiques s'inscrivent dans des temporalités longues, souvent marquées par une progressivité des actions et des effets différés dans le temps. Or, les données disponibles, en particulier celles issues du questionnaire PDSR, ne permettent pas toujours de retracer avec précision **la chronologie de mise en œuvre des mesures**, ni l'**intensité réelle ou la fréquence des interventions** déployées. Si ces données signalent l'existence ou non de dispositifs thématiques (radars pédagogiques, opérations de sensibilisation, aménagements, etc.), elles n'indiquent ni l'année de lancement, ni la durée, ni l'ampleur des programmes engagés. Ce manque d'information limite partiellement l'évaluation dynamique des politiques et limite les possibilités d'analyse causale rigoureuse.

Par ailleurs, **la qualité des données sur l'exposition au risque constitue une seconde limite importante**. L'indicateur de trafic utilisé est issu de données *Floating Car Data* (FCD), dont le taux de pénétration reste modeste (estimé entre 3 et 5 % du parc de véhicules). Ces données brutes nécessitent des opérations d'extrapolation complexes afin d'estimer le volume global de trafic annuel par département. Or, les **hypothèses sous-jacentes à ces extrapolations** – qu'il s'agisse de pondérations par typologie de véhicule, de coefficients de redressement géographiques ou temporels – ne sont pas toujours documentées ou maîtrisées, ce qui peut introduire des biais non négligeables. Cette incertitude rejaillit directement sur la **robustesse du dénominateur** dans le calcul du taux d'accidents mortels hors agglomération (accidents rapportés au trafic estimé).

Enfin, des limites plus générales tiennent à la nature même de l'approche utilisée. **Les modèles statistiques retenus permettent de dégager des relations structurelles significatives**, mais ils restent contraints par les variables disponibles et les effets contextuels difficilement observables (comme l'engagement politique local, les compétences des agents ou encore l'acceptabilité sociale des mesures). Par conséquent, certaines **dimensions qualitatives ou institutionnelles**, susceptibles d'influer fortement sur l'efficacité des politiques SR, ne sont que partiellement prises en compte. Il s'agit par exemple :

- de la gouvernance interne des politiques départementales (clarté des responsabilités entre services, stabilité des équipes, articulation avec les acteurs locaux et nationaux),
- de la capacité d'ingénierie et d'expertise mobilisable en interne ou via des prestataires,
- de la culture de l'évaluation et du suivi dans les services techniques (existence d'indicateurs, de diagnostics territorialisés, de plans d'action formalisés),
- ou encore de la priorité politique effectivement accordée à la sécurité routière dans les arbitrages budgétaires et les choix d'investissement.

Ces éléments, **difficilement quantifiables**, jouent pourtant un rôle structurant dans la capacité d'un conseil départemental à conduire une stratégie cohérente, continue et adaptée aux enjeux locaux. Leur absence dans le modèle statistique limite donc la portée explicative des résultats.

## 4.3 Recommandations

Les résultats présentés dans ce rapport révèlent que les performances en matière de sécurité routière varient significativement selon la combinaison entre le type de territoire et la stratégie adoptée. Il ne s'agit pas ici de classer ou de hiérarchiser les départements, mais d'objectiver les écarts de performance afin d'en tirer des enseignements utiles aux décideurs. En effet, des stratégies similaires peuvent produire des effets très différents selon les contextes locaux — densité de population, topographie, structuration du réseau ou organisation interne des services techniques. À l'inverse, certains profils territoriaux semblent particulièrement réceptifs à certaines approches stratégiques, qu'il s'agisse d'interventions proactives, de gestions intégrées, ou de ciblages thématiques précis. Ces constats soulignent la nécessité d'adapter les politiques départementales aux réalités territoriales, sans chercher à imposer un modèle unique.

- **Territorialisation des politiques de sécurité routière** : Les résultats plaident en faveur d'une territorialisation accrue des politiques de sécurité routière, ajustée aux spécificités locales. Il est essentiel de prendre en compte les différences marquées de dynamiques d'accidentnalité, de pratiques de mobilité et de contraintes d'intervention. Une politique efficace dans un département dense, urbanisé et bien équipé ne sera pas transposable dans un territoire rural, à réseau étendu, peu fréquenté et souvent moins souvent entretenu. La territorialisation n'est pas une complexité supplémentaire, mais une condition d'efficacité. Chaque département devrait ainsi définir une stratégie en fonction de ses caractéristiques géographiques, socio-économiques, socio démographiques, budgétaires et techniques.
- **Renforcement des stratégies adaptées aux milieux ruraux** : Les territoires à faible densité, souvent confrontés à des contraintes géographiques (relief, isolement), une population vieillissante, et un réseau routier étendu mais peu structurant, affichent des performances moindres. Ces territoires appellent un effort spécifique en matière de lisibilité du réseau, de signalisation, de jalonnement, et de gestion proactive des risques. Pour améliorer la performance des politiques dans ces zones, il est nécessaire de renforcer leur marge d'adaptation stratégique et de leur fournir des outils adaptés à leur capacité opérationnelle, dans une logique de subsidiarité.
- **Combinaison d'approches stratégiques** : Les politiques les plus performantes semblent être celles qui combinent plusieurs registres d'action : prévention, gestion de la sécurité de l'infrastructure, interventions ciblées, amélioration des comportements, analyse des données. Une stratégie efficace devrait inclure des inspections de sécurité régulières, des diagnostics partagés, des plans d'action multithématisques, et une évaluation continue des effets.
- **Investissements ciblés dans les infrastructures routières** : Les résultats du modèle suggèrent que les politiques les plus performantes combinent des mesures structurelles et comportementales, notamment dans les territoires à fort enjeu. Même si l'étude ne permet pas d'isoler directement l'impact des équipements de sécurité, les configurations les plus efficaces incluent souvent une composante active de gestion de la sécurité de l'infrastructure. À ce titre, les investissements ciblés dans les dispositifs de sécurité passive (glissières, balisage, zones de récupération) apparaissent comme des leviers pertinents, à condition d'être fondés sur des diagnostics locaux de risque et évalués dans le temps.
- **Amélioration de la coordination entre acteurs** : Une meilleure articulation entre conseils départementaux, services de l'État (préfectures, DSR), forces de l'ordre et services de secours (SDIS) est indispensable pour accroître l'efficacité des politiques. Cela suppose une gouvernance clarifiée, des échanges de données facilités et une mutualisation des ressources d'ingénierie.
- **Renforcement de la connaissance et des outils d'aide à la décision** : La performance des politiques SR repose aussi sur la qualité des données disponibles. Il est recommandé de renforcer la collecte, la fiabilisation et l'analyse des données locales d'accidentnalité. L'intégration de données issues des véhicules connectés (FCD), de systèmes d'information géographique (SIG) ou encore de données comportementales peut aider à mieux cibler les actions, en particulier dans les zones sensibles. Cela suppose également de doter les départements d'outils

d'évaluation plus robustes et de capacité d'analyse renforcée, en lien avec des partenaires techniques.

Ce travail montre qu'il n'existe pas de solution unique en matière de sécurité routière. L'efficacité d'une politique repose moins sur le nombre d'outils mobilisés que sur leur adéquation aux enjeux spécifiques du territoire et leur intégration dans une stratégie cohérente et continue.

Les résultats soulignent que la performance dépend largement de la capacité des départements à adapter leurs interventions aux réalités locales : niveau de trafic, état du réseau, sinuosité, densité de population, ou marges budgétaires disponibles. Autant de facteurs qui orientent les choix et conditionnent leur efficacité.

La territorialisation des politiques de sécurité routière apparaît ainsi comme un levier central. Elle implique une connaissance fine des contextes, une coordination renforcée entre acteurs, et une culture partagée de l'évaluation et de l'adaptation.

Pour répondre aux écarts de performance observés, il devient essentiel de renforcer l'ingénierie territoriale, diffuser les pratiques efficaces et créer un cadre national incitatif mais modulable. C'est à ces conditions que les politiques de sécurité routière pourront durablement s'ajuster aux réalités locales et maximiser leur impact.

## 5 ANNEXES

### 5.1 Bibliographie

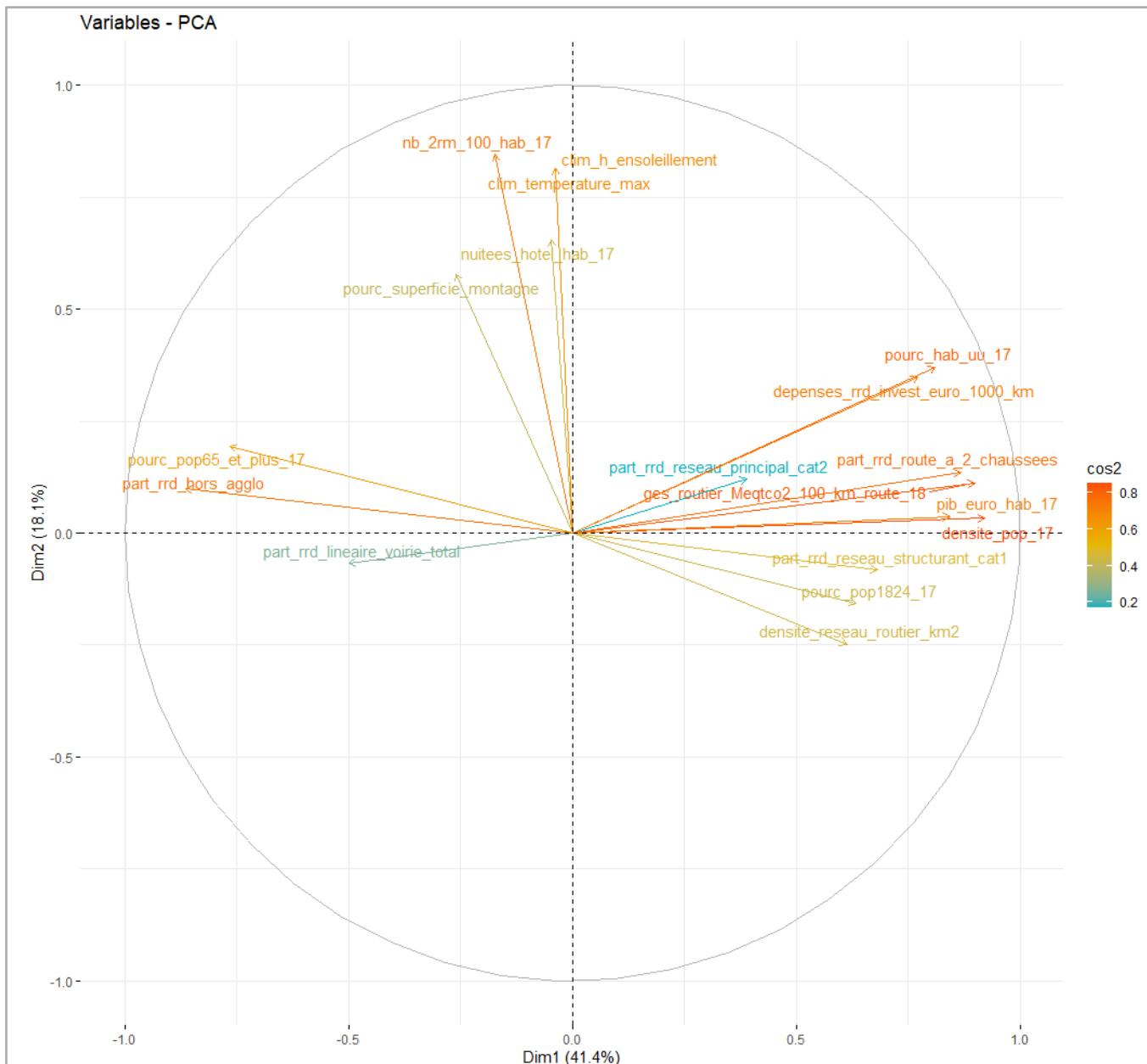
- Carnis, L., & Blais, E. (2013). An assessment of the safety effects of the French speed camera program. *Accident Analysis & Prevention*, pp. Pages 301-309.
- Cerema. (2020). *Abaissement de la vitesse maximale autorisée à 80 km/h, Rapport final d'évaluation*.
- Elvik, R. e. (2004). *The Handbook of Road Safety Measures*. Emerald Group Publishing.
- Hall, T. , & Tarko, AP. . (2019, Jul). Adequacy of negative binomial models for managing safety on rural local roads. *Accident Analysis & Prevention*, pp. 48-158.
- Josse, J. and Husson, F. (2016). missMDA: A Package for Handling Missing Values in Multivariate Data Analysis. *Journal of Statistical Software*, pp. 1–31.
- Nilsson, G. . (2004). *Traffic safety dimensions and the power model to describe the effect of speed on safety*. und Institute of Technology.
- Carnis, L., Garcia, C., 2024. Does the 80 km/h speed limit save lives in France? *Journal of Safety Research* 88, 326–335. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2023.11.019>
- Elvik, R., Høye, A., Vaa, T., Sørensen, M., 2009. *The handbook of road safety measures*, Second edition. ed, Related books. Emerald, Bingley, UK. <https://doi.org/10.1108/9781848552517>
- Hashemi, M., Archilla, A.R., 2022. Complementary Goodness of Fit Procedure for Crash Frequency Models. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2205.01279>
- McCullagh, P., Nelder, J.A., 1989. *Generalized Linear Models*. Springer US, Boston, MA. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-3242-6>
- ONISR, 2018. Accidentalité sur les routes bidirectionnelles hors agglomération : Enjeux relatifs au réseau principal. ONISR.
- Pagès, J., 2004. Analyse factorielle de données mixtes. *Revue de Statistique Appliquée* 52, 93–111.
- Varin, B., Dubos, N., Violette, E., Ledoux, V., 2022. Les accidents mortels sur routes bidirectionnelles hors agglomération en 2015 - Analyse de la base de données FLAM, Cerema. Cerema.

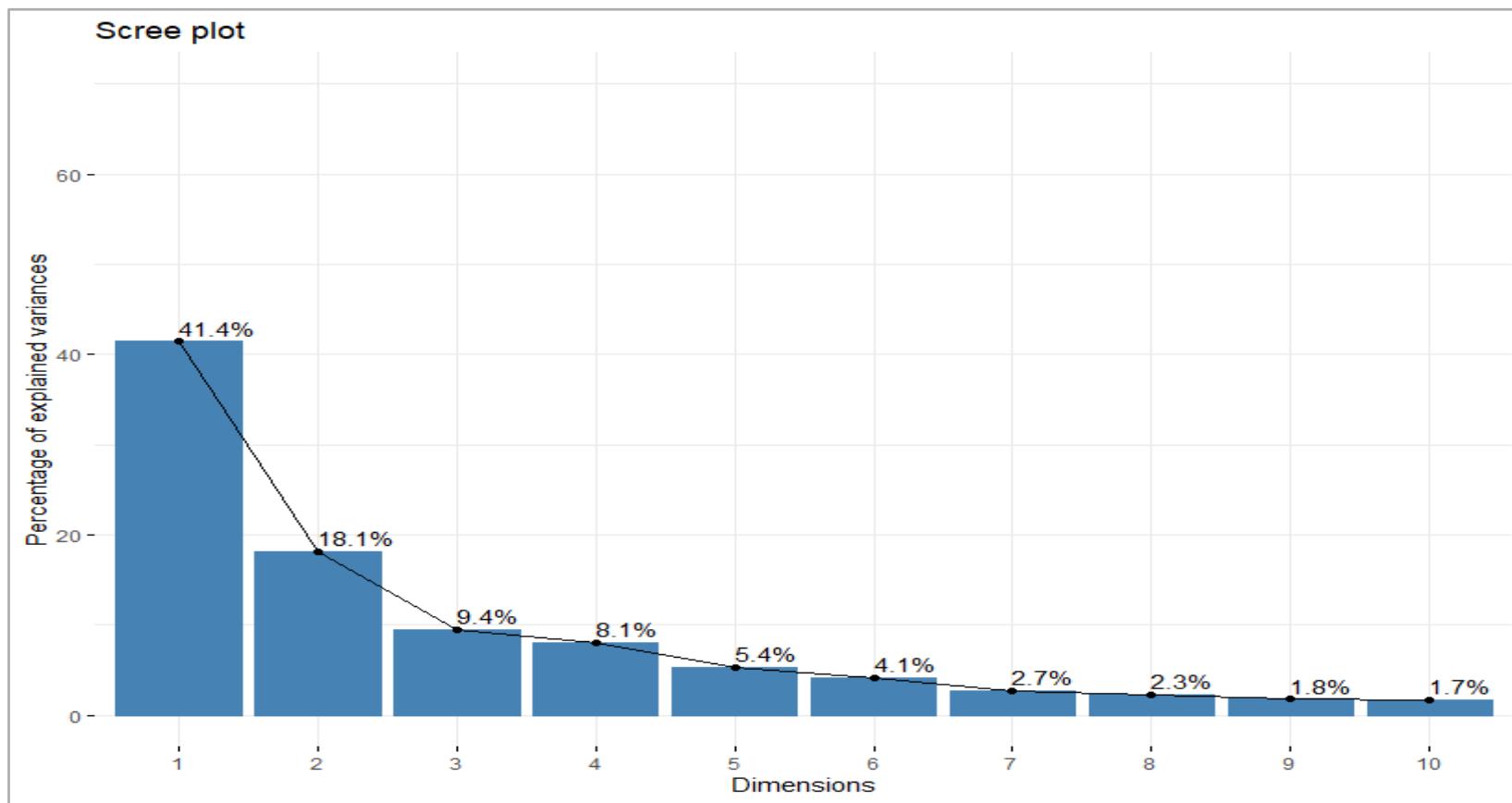
## 5.2 Annexe A

### 5.2.1 Les 32 variables initiales sélectionnées pour la classification

Variables mobilisées pour la classification socio-économique	Nom de la variable
1. Superficie totale du département en kilomètre carré	superficie_dep_km2
2. Pourcentage de la superficie de montagne	pourc_superficie_montagne
3. Précipitations en millimètres (2017)	clim_precipit_mm
4. Température minimale (2017)	clim_temperature_min
5. Température maximale (2017)	clim_temperature_max
6. Ensoleillement en nombre d'heures (2017)	clim_h_ensoleillement
7. Population du département (2017)	pop_tot_17
8. Densité de population	densite_pop_17
9. Pourcentage de la population habitant une unité urbaine (2017)	pourc_hab_uu_17
10. Pourcentage de la population 18-24 ans (2017)	pop1824_17
11. Pourcentage de la population âgée de plus de 65 ans (2017)	pourc_pop65_et_plus_17
12. PIB en euro par habitant (2017)	pib_euro_hab_17
13. Ventes de carburants par personne (2017)	vente_carburant_hab_m3_17
14. Nuitées d'hôtel par personne (2017)	nuitees_hotel_hab_17
15. Taux de chômage (2017)	pourc_chomage_17
16. Part modale usagers transports en commun dans les déplacements domicile-travail (2019)	mob_pourc_partmodale_tc_19
17. Part modale usagers 2RM dans les déplacements domicile-travail (2019)	mob_pourc_partmodale_2rm_19
18. Nombre de 2RM par personne (2017)	nb_2rm_100_hab_17
19. Nombre de véhicules par personne (2017)	nb_vl_100_hab_17
20. Emissions de gaz à effet de serre hors puits (PRG) secteur routier en million d'équivalent tonne CO <sub>2</sub> pour 100 kilomètres de route (2018)	ges_routier_Meqtco2_100_km_route_18
21. Linéaire réseau routier départemental en kilomètres (2017)	lineaire_rrd_km_17
22. Pourcentage de départementales parmi le linéaire routier	part_rrd_lineaire_voirie_total
23. Densité du réseau routier	densite_reseau_routier_km2
24. Pourcentage de routes structurantes parmi le linéaire total RD	part_rrd_reseau_structurant_cat1
25. Pourcentage de routes principales parmi le linéaire total RD	part_rrd_reseau_principal_cat2
26. Pourcentage de routes secondaires parmi le linéaire total RD	part_rrd_reseau_local_cat3
27. Pourcentage de routes à deux chaussées séparées parmi le linéaire total RD	part_rrd_route_a_2_chaussees
28. Pourcentage du linéaire hors-agglomération parmi le linéaire total RD	part_rrd_en_aggro
29. Pourcentage du linéaire en agglomération parmi le linéaire total RD	part_rrd_hors_aggro
30. Dotation hors-agglomération en dispositifs de contrôle automatisé pour 1000 kilomètres de RD	dotation_dispositif_csa_1000_km_17
31. Dépenses d'investissement en euro pour 1000 kilomètres de RD	depenses_rrd_invest_euro_1000_km
32. Dépenses de fonctionnement en euro pour 1000 kilomètres de RD	depenses_rrd_fonction_euro_1000_km

## 5.2.2 Graphiques des résultats de l'ACP et classification





Les résultats du diagramme d'éboulis des valeurs propres indiquent que les 5 premières composantes représentent 82,4 % de la variance totale. Les deux premières composantes contiennent quant à elles 59,5% de l'information.

### 5.2.3 Tableau des données

Ce tableau donne les valeurs brutes des moyennes des principales variables par groupe

	Nb départements	% superficie de montagne	Température maximale	Ensoleillement en heures	Densité de la population habitants/km <sup>2</sup>	% population en unité urbaine	% population de 18-24 ans	% population de plus de 65 ans	PIB en euro par habitant	Nombre 2RM *100/personne	Nuitées d' hôtel par personne	Emissions GES en MeqtCO <sub>2</sub> *100/km	Densité réseau routier km <sup>2</sup>	% RRD parmi linéaire total	% RDD structurant	% RDD principal	% RD à 2 chaussées séparées	% RD hors-agglomération	Dépenses invest RRD en euros *1000/km
1. Ruraux à faible densité	18	0,11	15,28	1743	46	0,49	0,06	0,23	7103	1,13	0,20	8,58	1,63	0,46	0,11	0,28	0,006	0,87	4,21
2. Ruraux-montagneux à forte population âgée	15	0,40	18,09	2070	49	0,53	0,06	0,26	6896	1,41	0,22	6,01	2,05	0,34	0,11	0,31	0,007	0,90	4,91
3. Ruraux à PIB+	17	0,16	17,01	1936	80	0,65	0,07	0,23	12871	1,23	0,24	8,58	2,25	0,30	0,13	0,33	0,013	0,84	6,28
4. Montagneux-touristiques	11	0,75	19,28	2467	103	0,78	0,07	0,23	12629	1,95	0,69	12,45	1,45	0,38	0,14	0,33	0,020	0,84	13,25
5. À métropoles	27	0,15	16,25	1832	185	0,78	0,09	0,19	28968	1,07	0,25	15,42	2,20	0,34	0,15	0,32	0,021	0,77	7,92
6.Urbains à très forte densité de population	4	0,00	17,10	2005	683	0,96	0,09	0,16	48972	1,25	0,24	29,73	3,24	0,23	0,29	0,43	0,104	0,66	32,70
7.Petite couronne parisienne	3	0,00	16,11	1721	7228	1,00	0,09	0,14	83108	1,08	0,30	55,06	10,36	0,16	0,38	0,47	0,305	0,26	187,48
France Métropolitaine	95	0,24	16,87	1949	352	0,68	0,07	0,22	19120	1,27	0,29	12,92	2,29	0,35	0,14	0,32	0,03	0,81	13,78
Min		0,00	8,00	1462	15	0,21	0,05	0,12	1795	0,81	0,07	3,24	0,89	0,14	0,00	0,19	0,00	0,23	1,81
Max		1,00	20,93	2859	9144	1,00	0,11	0,30	144171	2,95	1,24	63,62	10,53	0,62	0,48	0,60	0,34	0,95	201,09
Médiane		0,01	16,58	1861	82	0,67	0,07	0,22	13620	1,19	0,23	10,00	2,05	0,34	0,13	0,30	0,01	0,84	6,03

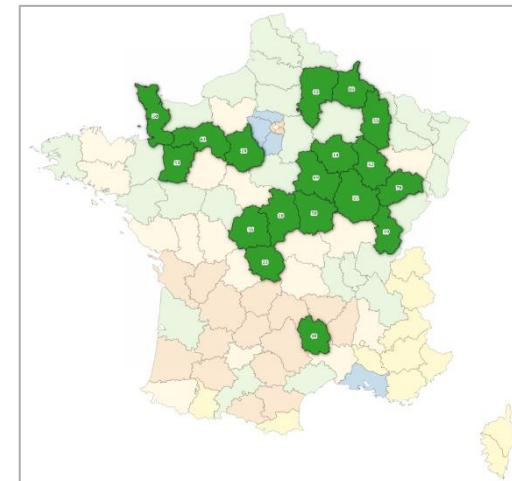
## 5.2.4 Groupe 1 : Conseils départementaux ruraux à faible densité

Ce groupe est constitué de 18 conseils départementaux. Il se distingue de la moyenne nationale par de nombreuses variables en-dessous de la moyenne nationale. Les conseils départementaux de ce cluster se situent, en majorité, dans la moitié nord de la France. Ils bénéficient d'un moindre ensoleillement que le reste des départements français. À caractère principalement rural et avec une faible densité, la population de ce cluster réside en majorité en dehors des unités urbaines.

On note une part importante du réseau RD parmi le linéaire total (46 %). Ce groupe rassemble les départements avec les linéaires RD en gestion les plus longs de France.

02. Aisne
08. Ardennes
10. Aube
18. Cher
21. Côte-d'Or
23. Creuse
28. Eure-et-Loir
36. Indre
39. Jura
48. Lozère
50. Manche
52. Haute-Marne
53. Mayenne
55. Meuse
58. Nièvre
61. Orne

70. Haute-Saône
89. Yonne

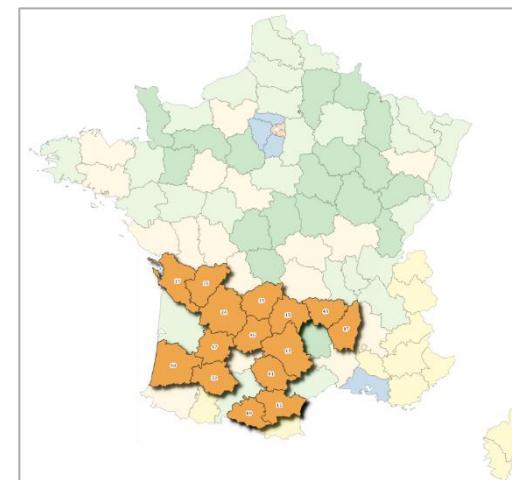


## 5.2.5 Groupe 2 : Conseils départementaux ruraux-montagneux à forte population âgée

Ce groupe est constitué de 15 conseils départementaux. Il se distingue de la moyenne nationale par une majorité de variables en-dessous de la moyenne nationale. Les 3 variables en-dessus sont : la superficie classée montagne (40 % contre 24 %), la part de la population de plus de 65 ans (26 % contre 22 %) et le nombre de 2RM pour 100 pers. (1,41 contre 1,27). À faible densité de population, les départements de ce groupe se situent dans la moitié sud de la France et ils bénéficient d'un ensoleillement plus important que le reste des départements français.

On note une part importante du linéaire RD hors-agglomération (90 %). La densité du réseau routier est proche de la moyenne nationale mais y supporte un trafic relativement faible (trafic matérialisé par la variable émission GES).

07. Ardèche
09. Ariège
11. Aude
12. Aveyron
15. Cantal
16. Charente
17. Charente-Maritime
19. Corrèze
24. Dordogne
32. Gers
40. Landes
43. Haute-Loire
46. Lot
47. Lot-et-Garonne
81. Tarn

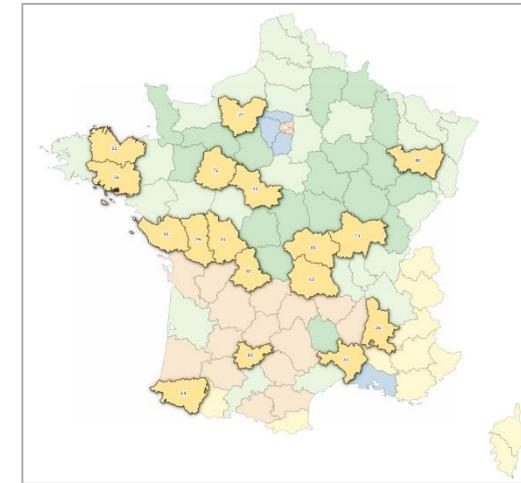


## 5.2.6 Groupe 3 : Conseils départementaux ruraux-dynamiques (PIB+)

Ce groupe est constitué de 17 conseils départementaux. Il se distingue de la moyenne nationale par une majorité de variables en-dessous de la moyenne nationale. Il est caractérisé cependant avec plus de dynamisme économique comparé aux deux premiers groupes ruraux.

On note une part importante du linéaire RD hors-agglomération (84 %). La densité du réseau routier est proche de la moyenne nationale mais y supporte un trafic relativement modéré. La part du réseau RD à chaussées séparées est deux fois supérieure à celle du groupe 2.

- |                          |
|--------------------------|
| 03. Allier               |
| 22. Côtes-d'armor        |
| 26. Drôme                |
| 27. Eure                 |
| 30. Gard                 |
| 41. Loir-et-Cher         |
| 56. Morbihan             |
| 63. Puy-de-dôme          |
| 64. Pyrénées-Atlantiques |
| 71. Saône-et-Loire       |
| 72. Sarthe               |
| 79. Deux-Sèvres          |
| 82. Tarn-et-Garonne      |
| 85. Vendée               |
| 86. Vienne               |
| 87. Haute-Vienne         |
| 88. Vosges               |

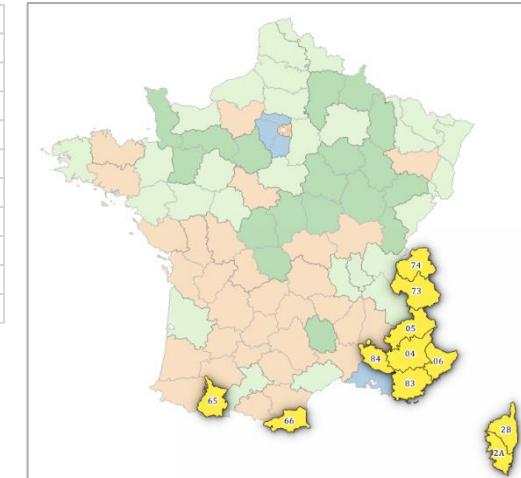


## 5.2.7 Groupe 4 : Conseils départementaux montagneux-touristiques

Ce groupe est constitué de 11 conseils départementaux. Il se distingue de la moyenne nationale par de nombreuses variables au-dessus de la moyenne nationale. Les conseils départementaux de cette famille se situent dans la moitié sud de la France dont certains sont littoraux. À caractère montagneux et touristique, ce groupe bénéficie d'un très bon ensoleillement, d'une population plus urbaine et d'une part plus importante de possession de 2RM que la moyenne nationale.

On note un niveau d'investissement important sur le réseau routier départemental constitué de nombreuses routes classées en moyenne et haute-montagne. La densité du réseau routier est faible avec un niveau de fréquentation du réseau proche de la moyenne nationale.

- |                             |
|-----------------------------|
| 04. Alpes de Haute Provence |
| 05. Hautes-Alpes            |
| 06. Alpes-Maritimes         |
| 65. Hautes-Pyrénées         |
| 66. Pyrénées-Orientales     |
| 73. Savoie                  |
| 74. Haute-Savoie            |
| 83. Var                     |
| 84. Vaucluse                |
| 2A. Corse-du-Sud            |
| 2B. Haute-Corse             |

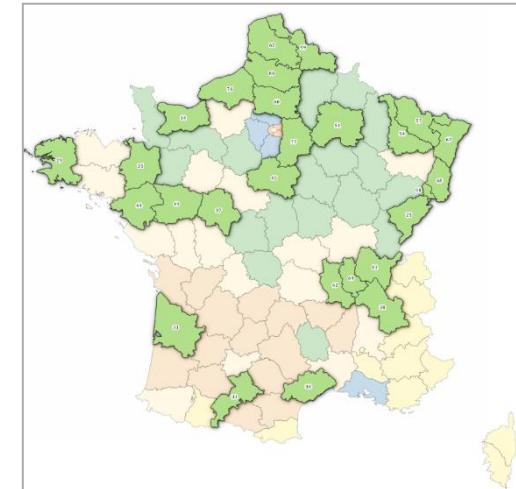


## 5.2.8 Groupe 5 : Conseils départementaux à « métropoles »

Ce groupe est constitué par 27 conseils départementaux. La plupart des indicateurs de ce groupe sont proches de la moyenne nationale. Cette famille se distingue par une densité de population élevée, une part importante de jeunes, résidant en grande majorité dans une unité urbaine. Les conseils départementaux de ce groupe abritent essentiellement des métropoles économiquement dynamiques et monopolarisées pour partie.

La densité du réseau routier est proche de la moyenne nationale avec un niveau de fréquentation du réseau supérieur à la moyenne nationale.

01. Ain	57. Moselle
14. Calvados	59. Nord
25. Doubs	60. Oise
29. Finistère	62. Pas-de-Calais
31. Haute-Garonne	67. Bas-Rhin
33. Gironde	68. Haut-Rhin
34. Hérault	69. Rhône
35. Ille-et-Vilaine	76. Seine-Maritime
37. Indre-et-Loire	77. Seine-et-Marne
38. Isère	80. Somme
42. Loire	90. Territoire-de-Belfort
44. Loire Atlantique	
45. Loiret	
49. Maine et Loire	
51. Marne	
54. Meurthe-et-Moselle	

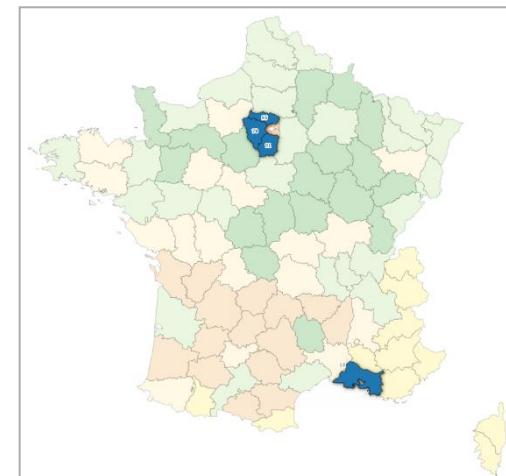


## 5.2.9 Cluster 6 : Conseils départementaux urbains à très forte densité de population

Ce groupe est constituée de 4 conseils départementaux. La plupart des indicateurs de ce groupe sont assez différents de la moyenne nationale. Il s'agit de départements très urbanisés avec un fort PIB.

Ils disposent d'un réseau routier avec un niveau très élevé d'émissions GES dû au trafic routier. La part du réseau structurant parmi le linéaire total RD est élevée (29 %) ainsi que la part des routes à deux chaussées séparées (10 %) par rapport à la moyenne nationale (3 %).

13. Bouches du Rhône
78. Yvelines
91. Essonne
95. Val-d'Oise

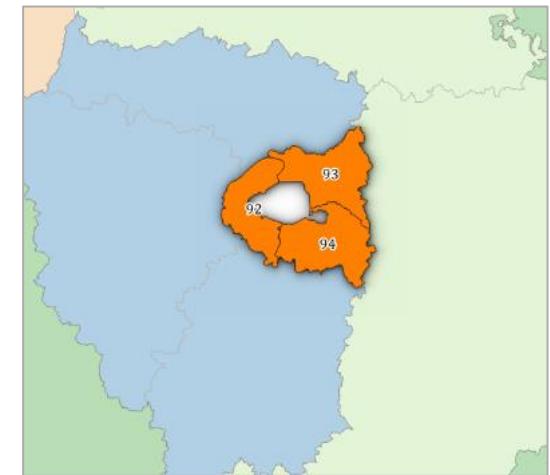


## 5.2.10 Groupe 7 : Conseils départementaux de la petite couronne parisienne

Ce groupe est constituée de 3 conseils départementaux. Ces conseils départementaux de la petite couronne parisienne ont été exclus des calculs permettant de faire l'ACP par choix méthodologique car ils étaient très spécifiques.

Ce groupe se caractérise par cinq indicateurs particulièrement plus élevés que la moyenne : densité de la population, PIB, émissions GES, part du réseau structurant RD, niveau d'investissement sur le réseau RD et Part des routes à deux chaussées séparées parmi le linéaire total RD.

- |                       |
|-----------------------|
| 92. Hauts-de-Seine    |
| 93. Seine-Saint-Denis |
| 94. Val-de-Marne      |



## 5.3 Annexe B

### 5.3.1 Questionnaire PDSR



Paris, le 6 décembre 2023

*Cher* Madame la Présidente, Monsieur le Président,

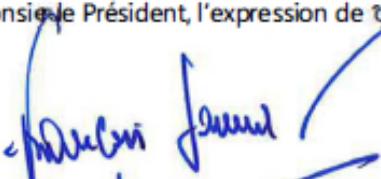
Gestionnaires de plus de 375 000 kilomètres de routes, les Conseils départementaux ont développé des politiques importantes de sécurité routière, dont les initiatives les plus probantes méritent d'être mieux connues et valorisées. Notamment celles liées à l'amélioration de la sécurité de l'infrastructure. C'est la raison pour laquelle Départements de France et le Centre d'Etudes et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (Cerema) sont convenus dans leur convention de partenariat de travailler notamment sur le thème de la sécurité routière.

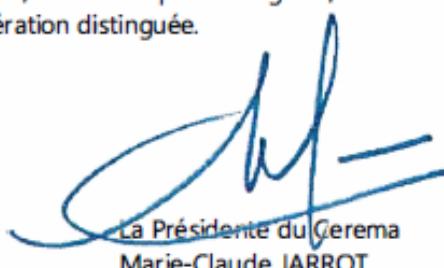
Dans le cadre de l'appel à projet Sécurité Routière de 2022, le Cerema pilote conjointement avec l'Université Gustave Eiffel (UGE) un projet de recherche intitulé : Politiques Départementales de Sécurité Routière (PDSR). Ce projet bénéficie d'un soutien financier de la part de la Délégation à la Sécurité Routière (DSR), il vise à caractériser et à documenter les politiques de sécurité routière menées par les Conseils départementaux et leurs bonnes pratiques.

Afin de rassembler et valoriser les informations nécessaires, un questionnaire a été conçu et testé par des référents sécurité routière des Départements. Ces données permettront de disposer d'une bonne connaissance des politiques mises en œuvre. Les résultats globaux de cette recherche seront partagés avec Départements de France, sachant par ailleurs que le Cerema s'engage à préserver l'anonymat des données collectées.

Nous vous prions donc de bien vouloir apporter votre concours à cette démarche en facilitant la réponse de vos services au questionnaire ci-joint dans un délai de quatre semaines après réception de ce courrier. Les réponses devront être adressées par mail à l'adresse suivante : [enquete.pdsr@cerema.fr](mailto:enquete.pdsr@cerema.fr) ; par ailleurs M. Ayman ZOUBIR responsable de cette enquête pourra répondre aux éventuelles questions (CEREMA/DTecTV/DMEPS/SD) / Tél. 06 62 68 74 96.

Vous remerciant par avance de votre aide récieuse, nous vous prions d'agréer, Madame la Présidente, Monsieur le Président, l'expression de toute considération distinguée.

  
Le Président de Départements de France  
François SAUVADET

  
La Présidente du Cerema  
Marie-Claude JARROT



SÉCURITÉ  
ROUTIÈRE VIVRE,  
ENSEMBLE



Université  
Gustave Eiffel



## PDSR – Questionnaire à l'intention des Conseils Départementaux

Le projet Politiques Départementales de Sécurité Routière (PDSR) vise à caractériser et à donner de la visibilité aux politiques et aux pratiques des conseils départementaux en matière de sécurité routière. La recherche s'appuie sur une approche prenant en compte la diversité des territoires (géographique, démographique, économique...) et des politiques menées.

Dans ce cadre, une enquête nationale soutenue par l'Assemblée des Départements de France propose une démarche compréhensive des politiques, actions et pratiques de sécurité routière menées pendant la décennie (2007-2017) mais aussi de la politique actuelle portée par les conseils départementaux en tant que gestionnaires du réseau routier départemental. L'objectif est de mieux caractériser ces politiques de sécurité routière pour les volets préventif, réactif et proactif : relation avec les partenaires, organisation, stratégie et planification, entretien et exploitation, suivi continu de la sécurité d'un réseau, patrouillage, inspection des itinéraires, suivi de l'accidentalité, aménagements SR, identification de configurations à risque...

Nous vous remercions de bien vouloir renseigner les 7 volets de ce questionnaire, dans la mesure des informations dont vous disposez ou que vous pouvez aisément produire.

A l'issue de l'enquête une restitution anonymisée des résultats sera organisée avec la formulation de recommandations en termes de bonnes pratiques SR.

### Modalités pratiques

### PDSR

**Services destinataires du questionnaire :** services gestionnaires du réseau routier : chargés de la politique de sécurité routière ; mission/unité/cellule/bureau/coordination sécurité routière ; direction voirie, exploitation, entretien des routes et infrastructures ; pôle sécurité, exploitation et gestion.

**Confidentialité du traitement des données :** le traitement et l'analyse des réponses collectées ne désignera en aucun nommément un conseil départemental. L'analyse des réponses tiendra à dégager les similitudes ou les différences d'approche constatées en matière de politique locale de sécurité routière. Les données individuelles ne feront l'objet d'aucune transmission. Seule une exploitation globale des données collectées est prévue préservant ainsi l'anonymat des réponses.

**Délais de réponse :** une réponse est souhaitée à l'issue de 4 semaines à date de réception du présent questionnaire.

Pour toute question relative au contenu du questionnaire, veuillez contacter :

M. Ayman ZOUBIR (CEREMA/DTecTV/DMEPS/SR) / Tél. 06 62 68 74 96 / E-mail : [enquete.pdsr@cerema.fr](mailto:enquete.pdsr@cerema.fr)

### Renseignements pratiques

Numéro du département	
Contacts contributeurs au questionnaire (nom, prénom, fonction et service concerné)	
Téléphone	
E-mail pro référent SR	
J'autorise le Cerema à utiliser l'adresse e-mail du référent SR pour lui diffuser les résultats de l'enquête PDSR	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Linéaire kilométrique RRD géré actuellement (km)	
Hiérarchisation de votre réseau : Quelle est la date de votre dernière révision de la classification du réseau routier ?	
Hiérarchisation actuelle de votre réseau : combien de catégories de routes structurent votre réseau routier départemental ? Pouvez-vous en préciser la part du linéaire kilométrique correspondant ?	Catégorie 1 : _____ km Catégorie 2 : _____ km Catégorie 3 : _____ km ...
Pouvez-vous préciser quels critères sont utilisés pour distinguer ces catégories (trafic, profil en travers, fonctionnel...) ?	

## 1. Organisation et partenaires

**1. Disposez-vous d'un service interne sécurité routière ?**

- Oui
- Non

**2. Si oui, pouvez-vous indiquer depuis quand ce service existe et quels sont les moyens humains affectés actuellement à la sécurité routière au sein de vos services techniques ?**

Détaillez ici : année de création du service, nombre d'agents, service d'appartenance et fonctions

**3. Y-a-t-il une réorganisation en cours de ce service SR au sein de votre direction des routes ?**

- Oui
- Non

Si oui merci de détailler les évolutions prévues et raisons associées :

**4. Les agents participent ils à des formations SR pour assurer leur maintien/montée en compétences ?**

- Oui
- Non

Si oui, précisez ici sur quelle périodicité et le type de formation proposée (interne, PFC, CEREMA, ...):

**5. Existe-il des échanges/réunions de coordination en interne concernant la politique SR ?**

	Échanges/réunion de coordination ?	Si oui, à quelle fréquence ?
Unités Territoriales Routières (Entretien & exploitation)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Mensuelle <input type="checkbox"/> Trimestrielle <input type="checkbox"/> Annuelle <input type="checkbox"/> Irégulière
Service programmation des Grands Projets	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Mensuelle <input type="checkbox"/> Trimestrielle <input type="checkbox"/> Annuelle <input type="checkbox"/> Irégulière
Service de maîtrise d'œuvre	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Mensuelle <input type="checkbox"/> Trimestrielle <input type="checkbox"/> Annuelle <input type="checkbox"/> Irégulière
Ingénierie et Appui Territorial	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Mensuelle <input type="checkbox"/> Trimestrielle <input type="checkbox"/> Annuelle <input type="checkbox"/> Irégulière
Commission permanente aux élus	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Mensuelle <input type="checkbox"/> Trimestrielle <input type="checkbox"/> Annuelle <input type="checkbox"/> Irégulière

**6. Avez-vous des échanges/réunions de coopération sur le volet SR avec vos partenaires ?**

	<b>Echanges/réunion de coopération ?</b>	<b>Si oui, à quelle fréquence ?</b>	<b>Si oui, sous quelle forme ces échanges sont-ils organisés/formalisés ? (Plusieurs choix possibles)</b>
Prefecture (ODSR)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Mensuelle <input type="checkbox"/> Trimestrielle <input type="checkbox"/> Annuelle <input type="checkbox"/> Irrégulière	<input type="checkbox"/> Réunions <input type="checkbox"/> Autre (précisez) :
Conseil régional	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Mensuelle <input type="checkbox"/> Trimestrielle <input type="checkbox"/> Annuelle <input type="checkbox"/> Irrégulière	<input type="checkbox"/> Convention particulière <input type="checkbox"/> Autre (précisez) :
Communes et EPCI	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Mensuelle <input type="checkbox"/> Trimestrielle <input type="checkbox"/> Annuelle <input type="checkbox"/> Irrégulière	<input type="checkbox"/> Mission conseil-assistance intégré au service <input type="checkbox"/> Mission conseil-assistance dans les unités territoriales <input type="checkbox"/> Convention d'aménagement <input type="checkbox"/> Autre (précisez) :
Forces de l'ordre	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Mensuelle <input type="checkbox"/> Trimestrielle <input type="checkbox"/> Annuelle <input type="checkbox"/> Irrégulière	<input type="checkbox"/> Réunions post-accident <input type="checkbox"/> Autre (précisez) :
Autres gestionnaires routiers	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Mensuelle <input type="checkbox"/> Trimestrielle <input type="checkbox"/> Annuelle <input type="checkbox"/> Irrégulière	<input type="checkbox"/> Réunions ponctuelles <input type="checkbox"/> Protocole d'échange d'information <input type="checkbox"/> Autre (précisez) :
SDIS (service départemental d'incendie et de secours)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Mensuelle <input type="checkbox"/> Trimestrielle <input type="checkbox"/> Annuelle <input type="checkbox"/> Irrégulière	<input type="checkbox"/> Transmission de données <input type="checkbox"/> Relevés d'intervention <input type="checkbox"/> Autre (précisez) :
Associations usagers	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Jamais	<input type="checkbox"/> Mensuelle <input type="checkbox"/> Trimestrielle <input type="checkbox"/> Annuelle <input type="checkbox"/> Irrégulière	<input type="checkbox"/> Réunions post-accident <input type="checkbox"/> Commission consultative des usagers de la route <input type="checkbox"/> Autre (précisez) :

## 2. Analyse des enjeux et diagnostic SR

### 7. Avez-vous déjà réalisé :

Si oui, merci de préciser la date de la dernière étude d'enjeux/diagnostic SR ?		
Etudes d'enjeux SR	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	Précisez l'année : _____
Diagnostics SR	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	Précisez l'année : _____

### 8. Quelle méthode utilisez-vous pour identifier les itinéraires à risque élevé/gravité anormale (diagnostics sécurité des sections) ?

- Déclinaison méthodologique CEREMA (adaptation SURE<sup>1</sup>)
- Propre méthodologie au cas par cas
- Pas spécifiquement formalisée

### 9. Conduisez-vous des contrôles/audits de sécurité routière :

	Contrôles/audits SR	Si oui, à quelle fréquence ?	Si oui, sous quelle modalité ?
Signalisation verticale et horizontale (en dehors du programme de renouvellement de cette dernière)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Tous les ans sur réseau principal <input type="checkbox"/> Sur signalement <input type="checkbox"/> Autre (précisez) : _____	<input type="checkbox"/> En régie <input type="checkbox"/> Externalisé
Adhérence des couches de roulement	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Tous les ans sur réseau principal <input type="checkbox"/> Sur signalement <input type="checkbox"/> Autre (précisez) : _____	<input type="checkbox"/> En régie <input type="checkbox"/> Externalisé
Dispositifs de retenue	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Tous les ans sur réseau principal <input type="checkbox"/> Sur signalement <input type="checkbox"/> Autre (précisez) : _____	<input type="checkbox"/> En régie <input type="checkbox"/> Externalisé
Projet routier (conception)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Systématique au moment de la réflexion initiale <input type="checkbox"/> Autre (précisez) : _____	<input type="checkbox"/> En régie <input type="checkbox"/> Externalisé
Aménagement routier (préalable à la mise en service)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Systématique préalablement à la mise en service <input type="checkbox"/> Autre (précisez) : _____	<input type="checkbox"/> En régie <input type="checkbox"/> Externalisé
Aménagement routier (début d'exploitation)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Systématique en début d'exploitation <input type="checkbox"/> Autre (précisez) : _____	<input type="checkbox"/> En régie <input type="checkbox"/> Externalisé

### 10. Au-delà des normes, principes et recommandations de la documentation technique routière française (DTRF), votre conseil départemental possède-t-il son propre référentiel technique ?

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

### 11. Travaillez-vous avec des intervenants extérieurs dans le cadre d'approches innovantes en SR (ex. expérimentation de nouveaux dispositifs innovants SR, dispositifs embarqués et véhicules connectés pour détecter des zones potentiellement accidentogènes...) ?

- Oui
- Non

<sup>1</sup> SURE : Sécurité des Usagers sur les Routes Existantes

Si oui, pouvez-vous en citer quelques exemples :

**12. Vos services ont-ils mis en place une démarche d'inspection de sécurité routière sur votre réseau ?**

- Oui, en reprenant la procédure des ISRI (d'Inspection de Sécurité Routière des Itinéraires)
- Oui, en suivant une approche interne (à préciser dans les commentaires)
- Non

Faites le commentaire de votre choix ici :

**13. Si oui, ces inspections sont-elles réalisées par :**

- Vos unités territoriales routières
- Votre service de sécurité routière
- Un prestataire externe

**14. Si oui, quelle part du réseau est-elle concernée par les inspections de type ISRI ?**

Merci de le préciser ici :

Part du réseau principal inspecté : %

Part du réseau secondaire inspecté : %

**15. Utilisez-vous l'outil TRAxy (anciennement Concerto) dans le cadre de votre démarche SR ?**

- Oui
- Non, nous disposons d'un autre outil (précisez) : \_\_\_\_\_
- Non

**16. Si oui, quelle utilisation en faites-vous ? (Plusieurs choix possibles)**

- Corrections
- Consultation
- Exploitation
- Autre (précisez) : \_\_\_\_\_

**17. Effectuez-vous un bilan de l'accidentalité ?**

- Oui
- Non

**18. Si oui, suivant quelle périodicité ? (Plusieurs choix possibles)**

- Mensuelle
- Trimestrielle
- Annuelle
- Pluriannuelle (5 ans)

**19. Avez-vous votre propre observatoire SR (tableau de bord, suivi statistique, ...) permettant de suivre l'évolution des accidents ?**

- Oui
- Non

**20. Si oui, depuis quand cet observatoire existe-t-il ?**

- Depuis plus de 20 ans
- Depuis 15 ans
- Depuis 10 ans
- Moins de 10 ans

**21. Recueillez-vous d'autres types de données dans le cadre de cet observatoire (ex. trafics, vitesses) ?**

- Oui
- Non

Si oui, précisez ici le type de données recueillies :

**22. Quel type d'indicateurs d'accidentalité routière utilisez-vous ? (Plusieurs choix possibles)**

- Densité d'accidents par RD
- Localisation (hors ou dans agglomération)
- Localisation des ZAAC (zone d'accumulation des accidents corporels)
- Nombre accidents mortels
- Part des accidents avec chocs frontaux
- Part des accidents contre obstacles latéraux
- Taux d'accidents par RD
- Taux de gravité pour 100 accidents
- Typologie des usagers
- Autre(s) (précisez) : \_\_\_\_\_

**23. Indépendamment des données BAAC, vos services départementaux établissent-ils leur propre base de données d'accidents (ex. données accidents stockées dans un outil SIG qui inclut les données de l'infrastructure et ses dépendances, presse locale, fiche de renseignement rempli par vos centres routiers départementaux, ...)?**

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

Si oui, précisez ici le type de données recueillies :

**24. Si oui, ces données sont-elles partagées avec vos centres routiers départementaux ?**

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

**25. Avez-vous des remontées d'informations sur les accidents matériels, presque accidents/incidents (force de l'ordre, vos centres/agences routières, SDIS, assurances, municipalités) ?**

- Oui
- Non

Si oui, précisez ici dans quel cadre s'effectue ces remontées d'informations :

### 3. Politique de planification

**26.Votre politique globale SR s'appuie-t-elle sur un document de référence produit par le conseil départemental qui précise les grandes orientations/objectifs de sécurisation du réseau ?**  
 (Exemple : délibération de l'assemblée départementale, feuille de route validée par une commission départementale de sécurité routière, ...)

- Oui  
 Non

**27.Si oui, pouvez-vous en citer le ou les documents de référence, la période couverte et les trois principaux objectifs fixés ?**

Merci de citer ici ces documents :

Période couverte :

Objectifs fixés :

- 1.
- 2.
- 3.

**28.Si oui, quelle périodicité de révision/actualisation de votre stratégie SR ?**

Merci de préciser ici la périodicité :

**29.Si non, faites-vous référence aux documents élaborés/coproduits par/avec les services de l'État (DGO, PDASR, diagnostics territoriaux...) pour définir votre stratégie ?**

- Oui  
 Non

Merci d'apporter ici plus de précisions :

**30.Parmi les enjeux SR identifiés pour le(s)quel(s) :**

Enjeu SR identifié	Avez-vous déployé un programme spécifique ?	Si oui, avez-vous relevé/constaté des gains de sécurité ?	Si oui, merci de citer 2 ou 3 exemples d'ajustements/contre-mesures mises en œuvre ?
<input type="checkbox"/> Adhérence des revêtements	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<input type="checkbox"/> Routes à fortes pentes/déclivités	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<input type="checkbox"/> Obstacles latéraux	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<input type="checkbox"/> Sécurisation des agents d'exploitation en intervention (aménagement spécifique, ...)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<input type="checkbox"/> Sécurisation des intersections	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<input type="checkbox"/> Sécurité des ouvrages d'art	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<input type="checkbox"/> Sécurité des points d'arrêt scolaires	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<input type="checkbox"/> Signalisation horizontale (lisibilité marquage au sol, taux de recouvrement,)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	

<input type="checkbox"/> Signalisation verticale (ex. cohérence signalisation virage, mâts/supports à sécurité passive, ...)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<input type="checkbox"/> Trafic agricole	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<input type="checkbox"/> Traversées d'agglomération (ex. traitement des transitions rase campagne/agglomération, dispositifs de modération de vitesse, ...)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<input type="checkbox"/> Créneaux de dépassement (création, prolongement, sécurisation)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<input type="checkbox"/> Sorties de voie (ex. accotements revêtus, dispositifs d'alerte sonore contre l'hypovigilance, ...)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<input type="checkbox"/> Virages (lisibilité, visibilité, dévers, rayon de courbure, ...)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<input type="checkbox"/> Vitesse (abaissement VMA, ...)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<input type="checkbox"/> Autre (précisez) : _____		<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	

31. Comment le pôle chargé de la programmation SR intègre les remontées de terrain (avis/observations) émises par vos unités territoriales routières concernant la sécurité d'un aménagement ?

Merci de le préciser ici :

32. Quels sont les moyens financiers annuels actuels consacrés à la mise en œuvre de la politique SR (hors investissement courant lier à l'entretien et l'exploitation du réseau) ?

Merci de le préciser ici :

33. Dans le cadre de l'utilisation du produit des amendes liés aux dispositifs de contrôle automatisé, quels sont les projets subventionnés dans les communes et leur groupement retenus par le conseil départemental ? (Plusieurs choix possibles)

- Aménagements de virages dangereux
- Aménagements de parcs de stationnement
- Aménagements des carrefours
- Dispositifs de ralentissement des véhicules
- Sécurisation des cheminement piétonniers
- Sécurisation des points d'arrêt des transports publics
- Sécurisation des voies cyclables
- Sécurité aux abords des collèges
- Autre(s) (précisez) : \_\_\_\_\_

## 4. Actions de sécurité routière

34. Menez-vous des actions concrètes complémentaires pour sécuriser votre réseau (hors actions liées à l'exploitation, l'entretien et la maintenance régulière du réseau) ?

Précisez ici des exemples de quelques actions :

35. Dans le cadre d'avis consultatifs liés à l'urbanisme, la sécurité routière est-elle prise en compte (autorisation d'accès, restrictions, aménagements des accès existants ou à créer, ...) ?

- Oui
- Non

Si oui, précisez ici des exemples de prise en compte de la sécurité routière dans le cadre de ces avis consultatifs :

36. Menez-vous des actions de prévention (ex. journée de sensibilisation ciblée sur le risque routier...) ?

- Oui
- Non

Si oui, précisez ici le type d'action mis en œuvre :

## 5. Actions après un accident

37. En complément du suivi statistique (BAAC), avez-vous mis en place un suivi spécifique des accidents graves ou mortels survenus sur votre réseau routier départemental ?

- Oui
- Non

38. Si oui, depuis quand effectuez-vous ce suivi et sous quelle forme s'organise-t-il ?

Précisez ici l'année à partir de laquelle effectuez-vous ce suivi : \_\_\_\_\_

Forme d'organisation du suivi : (plusieurs choix possibles)

- À partir de données issues d'enquêtes post-accident (type Réagir, ECPR, fiche RETEX)
- À partir de données issues de réunions multipartenaires d'analyse d'accident (type CDSR)
- À partir des procès-verbaux (PV) des forces de l'ordre
- À l'aide d'autres données (précisez) : \_\_\_\_\_

39. Avez-vous identifié, à partir de ce suivi, la part d'accidents pour laquelle une amélioration de la conception de l'infrastructure ou de ces dépendances réduirait la gravité de l'accident ?

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

Si oui, merci de préciser ici cette part :

**40. Si oui, quels sont les éléments d'infrastructure pour lesquels vous avez identifié des possibilités d'amélioration suite à ce suivi ? (Plusieurs choix possibles)**

- Absence de possibilité de récupération/évitement
- Conception du virage (dévers, rayon de courbure, ...)
- Défaut d'adhérence de la couche de roulement
- Dimensionnement favorisant les vitesses élevées et(/ou ?) les pertes de contrôle
- Dispositif de retenue
- Lisibilité
- Proximité d'alignements d'arbres (distance au bord de chaussée D < 2 m)
- Visibilité
- Autre (précisez) : \_\_\_\_\_

**41. Suite à ce suivi, avez-vous diligenté des ajustements à titre préventif sur l'infrastructure ou sur ses dépendances ?**

- Oui
- Non

Si oui, précisez ici le **type d'ajustement** mis en place : (Plusieurs choix possibles)

- Abaissement de la VMA
- Mise en place d'un dispositif de retenue
- Reprise d'adhérence
- Reprise d'un dispositif de retenue
- Reprise de dévers virage
- Suppression d'arbres
- Têtes d'aqueduc
- Autre (précisez) : \_\_\_\_\_

## 6. Facteurs limitatifs, verrous et mesures prioritaires

**42. Y-a-t-il des entraves/points de blocage relatifs à votre capacité d'action SR ?**

Merci de le préciser ici :

**43. Avez-vous des difficultés à identifier les itinéraires/sections à enjeux SR ?**

Merci de le préciser ici :

**44. Avez-vous des difficultés à prioriser les itinéraires/sections à enjeux SR ?**

Merci de le préciser ici :

**45. Auriez-vous des besoins d'outils-référentiels adaptés en sécurité routière (guides, fiches outils, partage d'expériences réussies) ?**

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

Si oui, précisez quels sont vos besoins :

46. Avez d'autres points que vous souhaiteriez signaler concernant les démarches de sécurité routière ?

Commentaire libre :

## 7. Prospective

La France et l'Union européenne se sont engagées pour la décennie en cours (2019-2030) pour une réduction de 50% du nombre de tués et de blessés graves avec une vision zéro à l'horizon 2050. L'approche mise en avant par l'Union européenne est l'approche système sûr.

Question ouverte :

47. Quels sont les 3 suggestions d'évolutions/mesures à mettre en place d'après vous qui faciliteraient la contribution des conseils départementaux à l'atteinte de ces objectifs de réduction de l'accidentalité ?

- 1.
- 2.
- 3.

Un grand merci pour votre participation à cette enquête.  
Une synthèse des réponses sera réalisée et vous sera ensuite communiquée.

## Enjeux

## PDSR

Le réseau routier départemental concentre 63% de la mortalité routière annuelle (2019) alors qu'il ne représente 34% du linéaire routier national. Plus de deux-tiers de cette mortalité routière est survenue hors-agglomération concentrée sur un quart du réseau RD. La recherche Secubidi (amélioration de la sécurité des routes bidirectionnelles) s'est attachée à travailler sur les facteurs accidents mortels de l'année 2015. Elle a pu confirmer que les facteurs infrastructures sont présents dans moins du tiers des accidents mortels sur les bidirectionnelles interurbaines. Cette approche concernait le territoire national. Depuis la décentralisation du réseau routier et ses transferts, les conseils départementaux ont développé leurs propres politiques de sécurité de leurs infrastructures.

## 5.4 Annexe C

### 5.4.1 Compte rendu visite terrain CD21

Visite terrain CD21	PDSR
<b>Intervenant :</b> Ayman ZOUBIR (CEREMA/DTecTV/DMEPS/SD) – Chef de Projet	
<b>Date de l'entretien :</b> du 16/05/2023 au 17/05/2023	
<b>Lieu :</b> Conseil départemental de la Côte-d'Or– Direction de la Stratégie et des Études routières	
<b>Interviewés :</b> Manuel MAS – Chargé de mission SR - Service de la Sécurité routière et du Patrimoine	
<b>Autres personnes rencontrés/interviewés :</b> Laurent BOURIANT (Directeur DSER) - Germinal GARCIA (Responsable du service de la sécurité routière et du Patrimoine) - Sylvain MENONE (Responsable du Service de la Programmation et des Grands Projets) – Julien ROUET (responsable du CIGT) – Maud BONNEMAIN – Arnaud HORY (chef d'équipe mission technique SR) – Sébastien LUBLEAU (technicien dispositifs de retenue) – Jérôme GROSSMANN (technicien marquage) - David COTE (technicien signalisation verticale)	

**Objectif de l'entretien :** la visite s'inscrit dans une **démarche compréhensive des politiques et actions SR** menées par le conseil départemental de la Côte d'Or en tant que gestionnaire du réseau routier départemental et partenaire du projet PDSR.

#### 1. Historique des politiques SR mise en place par le CD durant les années (2007-2017) : Quels résultats des plans d'actions déployés sur cette période et quels gains de sécurité constatés ?

La Côte-d'Or est un département rural divisé en quatre grands ensembles topographiques : le Morvan au sud-ouest, les plateaux de Langres-Châtillonnais dans la moitié nord-ouest, la plaine de la Saône au sud-est (la partie la plus urbanisée, avec un réseau de routes départementales classées RGC – routes à grande circulation), et l'Auxois au centre-ouest. Regroupant 700 communes et couvrant une superficie de 8 700 km<sup>2</sup>, la Côte-d'Or est classée quatrième département de France métropolitaine. Le territoire est bien desservi par de nombreuses autoroutes. Le réseau routier départemental représente 5 673 km (dont 1 130 km en agglomération), ce qui place la Côte-d'Or parmi les dix départements disposant du linéaire de routes départementales le plus important. Les enjeux en matière d'accidentalité mortelle se situent essentiellement hors agglomération (80 % des cas). Le réseau est classé en quatre catégories (A, B, C, D). Le réseau structurant de catégorie « A » représente un linéaire de 1 250 km. Nous allons par ailleurs reprendre la gestion de l'A38 à partir d'avril 2024.

#### Politique SR :

Au tout début, quand la démarche DGO (Document Général d'Orientation) avait été lancée par les services de l'État il y a maintenant 15 ans, nous nous y sommes pleinement investis. Nous avons confié à un bureau d'études spécialisé la réalisation du DGO avec une analyse fine des accidents. Trois enjeux avaient été identifiés, toujours d'actualité pour certains : les virages avec une sur-accidentalité par rapport à la moyenne nationale, les obstacles latéraux (un enjeu fort pour le Département), notamment les arbres, et des anomalies dans les accidents avec véhicule seul.

Pour nos diagnostics Sécurité Routière (SR), nous externalisons le travail : particulièrement pour notre réseau de catégorie « A », nous avons besoin d'identifier les problématiques et générer des pistes d'actions/traitements.

Une fois identifiées, ces actions sont soumises à la validation de notre Président, puis entérinées par l'Assemblée Départementale, le cas échéant. Par exemple, le traitement des obstacles latéraux a fait l'objet d'une démarche spécifique en ce qui concerne l'élagage et l'abattage des arbres (généralement implantés très proches de la chaussée, risque routier avéré, si impossibilité de mettre une glissière de sécurité), qui sont désormais basés, au-delà des critères SR, sur des études phytosanitaires afin de se conformer aux nouvelles lois (loi sur la biodiversité). Cette démarche d'abattage suscite parfois des contestations des élus locaux et des défenseurs des arbres. Elle a été validée par notre Président, cette démarche incluant une politique de replantation systématique (depuis un an) pour chaque arbre abattu. C'est le cas pour la RD970 : 70 arbres prévus pour abattage et replantation au-delà des 4 mètres.

## Résultats :

Nos dernières évaluations montrent une amélioration de la situation sur l'enjeu « virage » identifié dans le DGO, notamment de nuit. Concernant cette thématique, nous avions lancé en 2015 une démarche d'analyse des virages par itinéraire sur le réseau de catégorie « A », dont le but était d'homogénéiser notre signalisation verticale des virages, suite au constat d'une sur-signnalisation.

Si depuis 20 ans l'accidentalité et la mortalité sur le Réseau Routier Départemental (RRD) ont été divisées par 4, nous avons l'impression d'atteindre un plancher de verre en termes de baisse de la mortalité (1/4 de l'accidentalité), notamment au regard de l'analyse des causes qui met en avant quasi systématiquement le comportement des conducteurs : drogue, alcool, défaut d'attention... Une sur-représentation de la jeunesse qui se maintient au fil des années interroge notre capacité à agir sur ce public.

## Les CDSR – Collèges départementaux de sécurité routière :

Les CDSR sont une démarche entreprise il y a maintenant 12 ans (220 CDSR ont été tenus depuis 2009) à l'initiative de notre Président. C'est une instance de veille partenariale qui consiste à organiser une réunion collégiale après la survenue de chaque accident mortel sur notre RRD hors agglomération (action réactive). Nous nous sommes notamment inspirés de la démarche initiée par le Conseil Départemental de la Seine-Maritime (CD76) en 2007. Le maire du territoire concerné par l'accident est sollicité par les services pour accueillir la réunion, avec la participation du Conseiller Départemental concerné, des forces de l'ordre, des services de secours (SDIS21), du correspondant SR de la préfecture ou de la DDT, ainsi que des collègues du territoire. Un délai de plusieurs mois s'avère nécessaire afin de permettre aux forces de l'ordre de mener à bien les investigations utiles à la compréhension de l'accident. Il s'agit pour les services départementaux de déterminer si la voirie a été un élément déclencheur ou un facteur aggravant de l'accident. L'enveloppe de crédits dénommée « REAGIR », dédiée aux interventions ponctuelles de SR, permet de financer ces collègues.

Lors de ces séances, qui durent généralement une heure, nous décortiquons l'accident avec des photos, des informations sur les circonstances, les usagers impliqués, l'infrastructure (conformité de la signalisation, mesures d'adhérence, âge de l'enrobé...), le trafic et l'accidentalité sur les cinq dernières années de la section concernée. En conclusion de la réunion, nous demandons aux participants (hors gestionnaires RDD) de se positionner sur la responsabilité du ruban routier (exemple : adhérence de la couche de roulement) et des dépendances de l'infrastructure (principalement les obstacles latéraux : arbres) dans le déclenchement ou l'aggravation de l'accident. Il est à noter que dans 40 % des cas, un CDSR a donné lieu à des préconisations ou propositions à l'issue de la réunion, l'infrastructure routière n'ayant jamais été incriminée comme origine de l'accident. Les conclusions des comptes rendus de ces CDSR nous conduisent dans certains cas à réfléchir sur l'amélioration de la sûreté de l'infrastructure lorsqu'elle est désignée comme facteur contributif à l'avènement ou l'aggravation de l'accident. Le schéma classique est celui d'un véhicule seul, perte de contrôle, vitesse et/ou alcool, finissant sur un obstacle ou en tonneau, survenu un soir ou un week-end, pour un motif de déplacement généralement lié aux loisirs. En réaction à ces CDSR, nous pouvons être amenés à diligenter des travaux mineurs : remplacement d'un panneau « cédez le passage » par un « stop », mise en place d'une glissière, abattage d'un arbre implanté sur notre domaine routier (dans 75 % des cas) ou commanditer des études spécifiques pour modifier des carrefours, reprendre des virages dont le dévers n'était pas conforme (défaut de conception), ou programmer des sécurisations d'itinéraire.

## La Commission Sécurité Routière :

Une Commission Sécurité Routière présente l'Observatoire de la Sécurité Routière de la Côte-d'Or avec les chiffres de l'année n-1 devant les institutionnels et les médias. Y sont exposés l'accidentologie en termes statistiques selon les types de routes (VMA 80 et VMA 90), leur évolution et les actions mises en œuvre pour aménager l'infrastructure et la rendre plus sûre.

## Le Concours sur la sécurité routière :

Un concours sur la sécurité routière (Prix Christian Myon) est destiné à récompenser ou encourager les mesures et actions mises en œuvre par des acteurs de la sécurité routière. Ce concours est réservé aux communes, communautés de communes, entreprises, associations, écoles, collèges, lycées et établissements d'enseignement supérieur de Côte-d'Or. Ce concours a été initié par notre Président à la suite d'un accident mortel ayant entraîné le décès du Conseiller Départemental qui a donné son nom à ce concours. Les candidats envoient leur dossier sur un projet ou une action menée permettant d'agir sur le comportement des usagers. Ils présentent ensuite leur projet devant un jury composé de deux Conseillers Départementaux, du Président de l'association des maires de Côte-d'Or et de quatre représentants des services de l'État, de l'Éducation nationale, du monde de l'entreprise et d'associations œuvrant dans le domaine de la sécurité routière. À l'issue de ces entretiens, le jury établit un classement afin d'attribuer un ou plusieurs prix d'une valeur maximale de 5 000 euros pour les projets ou actions menés. Les prix sont remis lors d'une cérémonie en présence du Président du Conseil départemental, du jury, des médias et des récipiendaires.

## **2. Les politiques SR menées actuellement : Quelle organisation ? Quels enjeux ? Quelle stratégie d'action adoptée de réduction de l'accidentalité et de diminution des risques (infrastructure) ?**

Même si nous avons pu identifier des itinéraires qui posent problème, aujourd'hui notre principale difficulté est de savoir comment identifier les secteurs à enjeux pour prioriser notre action. Contrairement à la politique des années précédentes où nous avions à traiter des points noirs bien identifiés, comme les ZAAC (zones d'accumulation d'accidents corporels) sur les pénétrantes de Dijon (traitement par renforcement des accotements avec des surlargeurs revêtues), la question de la priorisation globale des secteurs à enjeux nous semble aujourd'hui moins évidente.

Nous participons par ailleurs à l'appel à partenaires du Cerema « Comment identifier les itinéraires à fort enjeux ? » pour être accompagnés (CEREMA/DTerCE) dans ce travail de hiérarchisation.

### **Rapport d'activité annuel**

Le dernier bilan global SR (2022), qui fait l'objet d'un rapport au sein du Conseil Départemental, met en évidence une forte augmentation des usagers deux roues motorisées (2RM) dans le nombre d'accidents mortels sur les RD (6 motards tués pour 19 accidents corporels). Face à ce constat, les représentants de la Fédération française des motards en colère (FFMC) ont été invités à se joindre aux prochaines réunions CDSR.

*(Trois exemples de CDSR ont été revus et des exemplaires ont été fournis, ainsi qu'un bilan CDSR de la période 2009-2020).*

À noter que dans notre département, plus de 1 156 km de routes départementales sont repassés à la VMA 90 en mars 2020 (42 itinéraires au format « marquage axe + rives » ont fait l'objet d'une étude, soit un quart du réseau). Ce relèvement de la vitesse à 90 km/h, à la demande de notre Président, a été validé par le Préfet et la CDSR (commission départementale de sécurité routière) suite à la loi LOM. Un engagement de transparence a été pris par notre Président afin d'assurer un suivi de l'accidentalité sur ce réseau à 90 km/h, en créant fin 2020 un observatoire de la SR consultable par le grand public, avec un suivi mensuel de l'accidentalité sur RRD et l'évolution des vitesses (comparaison avec le bilan de l'année n-1).

### **3. Comment les actions de sécurisation de l'infrastructure sont-elles intégrées dans les programmes de prévention, d'entretien et de développement du réseau ?**

#### **SR et programmation des grands projets :**

La SR, au niveau du service programmation des grands projets, est traitée principalement sur deux axes :

- **Renouvellement des couches de roulement** : une programmation motivée par la conservation du patrimoine et la SR. Le budget annuel représente entre 10 et 15 M €.
- **Nouveaux aménagements** : cela va de l'aménagement d'un simple tourne à gauche entre deux RD, un traitement d'un carrefour au traitement d'une déviation complète d'une agglomération avec des budgets qui varient entre 100 k EUR à 30 M €.

Nos principales opérations de sécurisation du réseau concernent : des interventions sur la largeur de la voie, de la largeur de la bande revêtue, la reprise des dévers et les virages. Un travail particulier est mené sur les accotements revêtus (zone de récupération allant de 0.75 – 2,00 mètres – ref. ARP 2022). Les études françaises (INRETS) et européennes nous expliquent que les surlargeurs adjacentes à la chaussée permettent une récupération du véhicule en cas de perte de contrôle, de déviation de la trajectoire ou de manœuvre d'évitement limitant ainsi le risque de mortalité routière de 20 à 30 %. Il a noté que dans 40 % des cas, les déviations de trajectoire sont faibles.

#### **Signalisation horizontale (SH) :**

Les études de marquage routier (distances de visibilité, V15, réflectométrie via ECODYN, ...) sont systématiquement reprises quand il y a renouvellement de la couche de roulement. Ces études font partie de la programmation liée à l'exploitation du réseau sachant que nous pouvons être amenés à réaliser une étude ciblée dans le cadre de notre démarche RACA (Route Autrement pour une Conduite Adaptée). En ce qui concerne l'entretien, le marquage est repris annuellement pour environ un tiers du linéaire de notre réseau.

En dispositifs spécifiques SR, nous déployons systématiquement du marquage de rive sur les BDD (bande dérasée de droite) revêtues appartenant au réseau de catégorie « A ». Nous nous appuyons sur les recommandations de l'ARP 2 (guide Cerema – aménagements des routes principales éd. 2022) pour le dimensionnement et les spécificités techniques permettant un usage en BDM bande dérasée multifonctionnelle : zone de récupération et cyclistes. Nous utilisons également du marquage VNTP (Visibilité de nuit par temps de pluie) ainsi que des bandes préfabriquées notamment les flèches directionnelles. Dans le cadre de la VMA 90, nous déployons aussi depuis 2020 du marquage à protubérance en axial (les lignes continues ou mixtes). Ce dispositif (déployé sur 250 km) émet un bruit perceptible par l'usager lorsqu'il roule dessus et lui indique qu'il sort de son couloir de circulation. Enfin, un dernier exemple d'action SH consiste à déployer systématiquement sur le réseau de catégorie « A » une ligne continue 50 ou 150 mètres en entrée d'agglomération afin de marquer la transition entre le rase-compagnie et l'urbain (transition parfois non suggérée par l'environnement urbain).

#### **Dégâts au domaine public et autres expertises SR :**

Un dossier technique est monté à chaque occasion de dégât constaté sur le domaine public notamment pour les dispositifs de retenue (ex. glissière métallique GS4, obstacles latéraux, ...) afin d'évaluer s'il est nécessaire de les maintenir, les faire évoluer (prolonger ou raccourcir) ou les changer totalement suivant les nouveaux dispositifs ou nouvelles règles. L'ensemble de ces dossiers sont centralisés au niveau d'un SIG où nos agences peuvent avoir une vision globale. C'est vraiment une veille technique permettant d'optimiser la SR en cas d'erreur. Si on remarque par exemple que dans le cadre d'un dossier de dégâts liés à la déformation d'une glissière suite à un accident et que dans l'année qui suit cette même glissière subit une déformation au même endroit ça peut déclencher une veille sur la couche de roulement. Beaucoup de nos RD sont bordurées par des alignements d'arbres. Nous effectuons régulièrement des études phytosanitaires pour étayer la politique d'abattage.

#### **Suppression des stationnements longitudinaux en « encoche » sur le réseau départemental de catégorie « A »**

Ce programme a été déployé suite à un accident mortel survenu sur ces zones de stationnement non aménagés où des véhicules peuvent se garer constituant de potentiels obstacles latéraux temporaires. Ces stationnements en encoche sont remplacés par de véritables aires de repos plus sécurisantes avec une présignalisation adaptée.

**4. Sur quelle base se fait la hiérarchisation de votre réseau ? Comment sont priorisés les itinéraires ou tronçons à enjeux SR ?**

Nos actions se concentrent prioritairement sur le réseau de catégorie A voir B. Ces catégories de réseau concentrent les accidentalités corporelles et mortelles du fait de leur niveau de fréquentation (trafic). La méthodologie adoptée privilégie une démarche par itinéraire ou tronçon, notamment suite à des enjeux identifiés dans le cadre d'études précédentes ou des préconisations du DGO. Historiquement, depuis 15 ans, nous avons priorisé notre action sur les grandes pénétrantes sur Dijon pour résorber des zones d'accumulation d'accidents.

**5. Quelles sont les moyens humains et financiers déployés sur ce volet SR et comment sont-ils optimisés ?**

Dans notre direction de la stratégie et des études routières nous avons une organisation similaire aux services techniques des autres conseils départementaux :

- Service de l'Infrastructure
- Service de la programmation des grands projets
- Service des ouvrages d'art
- Entretien et exploitation avec le CIGT et les 5 agences territoriales

En ce qui concerne la SR, l'organisation du **service sécurité routière et patrimoine** : un chef de service, un adjoint et 5 techniciens :

- 1 technicien SV (signalisation verticale) et directionnelle
- 1 technicien SH (signalisation horizontale)

**Support technique apporté aux communes par la MiCA :**

La MiCA, créée en 2012, est la mission de conseil et d'assistance mise à disposition des collectivités par le CD21. Elle est constituée de spécialistes qui les conseillent dans leurs projets : voirie et aménagement d'espace public, bâtiment. Concernant le volet SR en matière de RD, les prestations principales concernent le traitement des RD en traversée d'agglomération (repenser la circulation dans le cœur de l'agglomération, rénover la couche de roulement d'une voie communale, aménager des places de stationnement). Il s'agit d'un premier conseil permettant aux collectivités d'appréhender les solutions techniques, leur coût, leur financement et leur mise en œuvre. Cet accompagnement peut se prolonger par une Assistance à Maîtrise d'Ouvrage au travers de l'Agence Technique Départementale, dénommée « Ingénierie Côte-d'Or » portée par le Département et mise en place en 2020. Cette assistance peut même aller jusqu'à la maîtrise d'œuvre pour des « petits » travaux routiers.

## **6. Quels sont les référentiels utilisés pour les diagnostics SR lors de la réalisation des audits SR? Quel est le rythme d'actualisation de ces démarches ?**

### **Guide virages**

Une reprise du guide Sétra (2002, « Comment signaler un virage ? ») notamment la qualification des virages (des déclassements ont été opérés sur les classes théoriques du guide) et la signalisation verticale (vitesse d'approche, vitesse de sortie, rayon, pente, cône de visibilité) a été produite en interne en 2015.

### **Les ISRI :**

Pour nos pré-diagnostic de sécurité d'itinéraires nous nous sommes basés sur la méthode ISRI, une démarche à la base visuelle à laquelle nous avons intégré une démarche SURE (c'est-à-dire couplé à la thématique accident). Nos premières études remontent à 2012. Ces inspections sont faites en interne par nos propres moyens humains et matériels via les ISRI'Cam (pour le relevé de la route et ses dépendances). Ce qui est important dans ces inspections, c'est d'associer les collègues des autres services afin d'avoir un regard neuf et non biaisé. Les pistes d'action ou d'amélioration déclinées suite à ces pré-diagnostic se font en relation avec la politique du Conseil Départemental et nous permettent de dégager des thématiques prioritaires. Dans nos pré-diagnostic, nous croisons systématiquement ces éléments avec les données liées aux zones d'accumulation d'accidents, aux trafics (28 stations SIREDO maintenues et entretenues), à l'environnement, à l'historique de la couche de roulement, aux mesures d'adhérence et aux dévers.

### **Formation :**

Un effort important a été consacré à la formation interne des agents chargés de la pose de la signalisation verticale (balises/chevrons de signalisation routière codifiée J1 et J4) dans les agences territoriales (flyer virage fourni aux techniciens et agents de terrain). Nos techniciens participent régulièrement (tous les 2 ans) aux formations ENPC (Ecole Nationale des Ponts et Chaussées) dédiées à la sécurité routière (6-7 modules).

## **7. Comment les données TRAxy sont-elles prises en compte ? Les circonstances des accidents mortels sont-ils identifiés ?**

Pour alimenter l'observatoire SR ainsi que le bilan annuel d'accidentalité sur RRD, nous avons recours à TRAxy. Nous utilisons beaucoup la partie géolocalisation pour les extractions et nous corrigons souvent (via conventionnement) les localisations des accidents au regard de notre connaissance du réseau. Ces corrections sont validées quasi-systématiquement par l'ODSR au niveau de la préfecture pour ensuite être versé à la base officielle.

## **8. Expérimentations : sections équipées de dispositifs SR, quel impact sur la diminution de l'accidentalité ?**

Dernièrement, nous avons réalisé des tests avec MICHELIN DDI afin de classer les zones en fonction des mesures de freinage et d'accélération captées par une flotte de véhicules volontaires pour caractériser le risque routier associé. Le repérage des zones rouges nous permet de cibler des zones spécifiques avec de potentiels enjeux de SR.

Nous avons également expérimenté récemment des dispositifs de retenue amovibles notamment les DOR (Dispositif à Ouverture Rapide), nouveau dispositif de mise en sécurité normée CE et proposé par notre prestataire AXIMUM. Ce dispositif a été déployé au niveau de la RD901 dans une courbe annexée à un bief où nous avions une glissière avec écran motard avec une nécessité de garantir l'accès au bief. Nous nous appuyons sur les recommandations du Cerema, notamment pour équiper les virages en écran motards (en dessous d'un rayon extérieur de 250 mètres, il est préconisé de mettre un écran motard) même si ces recommandations appliquées au RRN ne sont pas imposées aux Conseils Départementaux.

Enfin, un travail est en cours avec ENEDIS sur les obstacles latéraux, notamment les poteaux électriques positionnés à moins de 4 mètres de la bordure de chaussée ou sur la trajectoire de sortie de route, notamment en virage. Nous examinons ensemble comment nous pourrions retravailler sur un redéplacement des poteaux les plus problématiques, notamment ceux identifiés dans notre base RAC (relevé d'accident corporel).

## **9. Quelles attentes avez-vous vis-à-vis du projet PDSR**

Nous attendons du PDSR un apport de type benchmark sur les initiatives déployées par d'autres Départements. Jusqu'à présent, nous utilisions l'indice de risque dénommée IAL (indicateur d'accidentologie locale), qui tient compte de la décomposition entre les différents réseaux (autoroutes, routes nationales, départementales et voirie urbaine), et du trafic correspondant. Etabli par l'ONISR sur cinq années glissantes, il nous permettait d'avoir une comparaison entre Départements voisins (Yonne, Saône-et-Loire). Nous pouvions ainsi nous situer par rapport à la moyenne nationale (base 1) et estimer si nous étions en sous ou sur-risque d'accidentalité.

## 5.4.2 Compte rendu visite terrain CD91

### Visite terrain CD91

PDSR

**Intervenant :** Ayman ZOUBIR (CEREMA/DTecTV/DMEPS/SR) – Chef de projet PDSR

**Date de l'entretien :** 10/05/2023

**Lieu :** Conseil départemental de l'Essonne – Direction des Infrastructure et de la Voirie

**Interviewés :** Michael LANGLET – Directeur / Françoise PROTAT – Cheffe du secteur Sécurité Routière

**Objectif de l'entretien :** la visite s'inscrit dans une démarche compréhensive des politiques et actions SR menées par le conseil départemental de l'Essonne en tant que gestionnaire du réseau routier départemental et partenaire du projet PDSR.

#### 1. Historique des politiques SR mise en place par le CD durant les années (2007-2017) : Quels résultats des plans d'actions déployés sur cette période et quels gains de sécurité constatés ?

##### Quelques repères historiques de notre politique locale SR :

Les principales orientations de notre politique SR sont issues de la délibération adoptée en assemblée départementale en janvier 2015. Elle définit le volet SR de la politique départementale avec 5 pistes d'action pour résorber d'ici 2020 les zones les plus accidentogènes du RRD (doc à transmettre) :

- Traitement des points noirs : notamment la création d'un sens giratoire et d'un accès direct entre la RN 20 et la RD 207
- Assurer l'amélioration continue de la SR sur l'ensemble du réseau par le biais d'inspections routières des itinéraires. La démarche ISRI a été officiellement lancée en 2017 avec 3 difficultés principales au démarrage :
  1. Externalisation de la prestation car personnel non disponible en interne.
  2. Production d'une inspection au-delà des préconisations attendues par une ISRI qui a pour unique vocation de relever des événements de la route, de ses abords et de son environnement (anomalies) qui peuvent influer sur le comportement de l'usager (référentiel Cerema kit ISRI cam et tableaux modèles).
  3. Pas de prévisions de moyens humains et financiers spécifiques/dédiés aux ISRI : réalisation de plusieurs ISRI entre 2017-2021 mais temporalité plus longue de traitement des points spécifiques d'amélioration de l'infrastructure. L'année 2023 sera consacrée à l'exploitation des ISRI réalisés.
- Améliorer la sécurité aux points d'arrêt scolaire (réalisé)
- Traitement des obstacles latéraux : importants moyens mis en place
- Optimiser le management de SR : maintenir la méthode actuelle pour l'élaboration du PDASR avec une lettre d'appel à projet (réalisé).

Après deux études d'enjeux (2003-2007 et 2008-2013) portant sur les dix dernières années, nous avons pu identifier et prioriser les itinéraires et les interventions SR en termes de moyens et de programmation. Des ratios SR (2007-2011) ont été mis en place sur la base d'une étude d'enjeux en milieu interurbain et un bilan d'accidentologie.

Une des thématiques phare identifiée concerne l'amélioration du guidage notamment par le déploiement de balises afin de renforcer la perception des aménagements. Une deuxième politique thématique concerne la restauration de l'adhérence basée sur des auscultations d'adhérence en section courantes ou sur des points particuliers comme les giratoires. Enfin, une troisième politique thématique, la plus importante du point de vue budgétaire (300-600 k EUR/an), concerne le traitement des obstacles latéraux (TOL). Le déploiement des dispositifs de retenue a été basé sur une étude réalisée en 2015 permettant de prioriser les itinéraires à équiper.

Ces politiques, déployées depuis les 15 dernières années, rentrent toutes dans une vision de gestion préventive de la SR. L'évaluation des incidences de ces politiques en termes de baisse de l'accidentalité et de la gravité est difficilement appréhendable car, d'une part, nous ne disposons pas de statisticiens pour faire ce travail et d'autre part ne n'avons pas de valeurs de référence au niveau national pour pouvoir situer les indicateurs d'accidentalité observés sur notre RRD par rapport aux autres départements semblables ou à la moyenne nationale. Globalement, en termes d'évolution statistique de la mortalité nous sommes, depuis quelques années, sur trajectoire en plateau avec un nombre constant de tués sur RRD rapporté au nombre d'habitants dans le département.

Plus récemment, nous nous sommes intéressés à d'autres méthodes d'évaluation permettant de justifier l'intérêt de nos politiques SR notamment par la réalisation d'une évaluation ciblée avant/après sur un aménagement SR en particulier. Nous sommes en train de discuter en ce moment (marché en cours de rédaction) avec MICHELIN DDI pour faire des bilans d'aménagement SR avant/après via des données d'usagers afin d'observer d'éventuels évolutions dans les comportements de conduite.

## 2. Les politiques SR menées actuellement : Quelle organisation ? Quels enjeux ? Quelle stratégie d'action adoptée de réduction de l'accidentalité et la diminution du risque liée à infrastructure ?

Dans le département de l'Essonne, contrairement à un certain nombre de départements qui disposent d'un observatoire ODSR rattaché au conseil départemental, nous n'avons pas une mission dédiée/préservée SR. Cette année nous sommes en pleine réorganisation de la direction des Infrastructures et de la Voirie (en particulier le service sécurité et gestion de la route). Notre objectif est de monter un vrai pôle dédié SR qui va être positionné sur le management de la SR. Actuellement on était dans un service qui gère à la fois la SR, l'exploitation, la signalisation et les équipements de la route.

Organisation de la direction :

- 3 unités territoriales routières (UT N-O, N-E et Sud)
- Un service sécurité et gestion de la route
- Un service grands projets
- Un service de maîtrise d'œuvre (ingénierie)

Jusqu'à récemment, les éléments dont nous disposons au niveau du secteur SR (les diagnostics et études d'enjeux) n'étaient pas partagés avec l'exploitant local au niveau des UT. Dans notre mode d'organisation actuelle nous disposons au niveau de chaque UT un contrôleur en charge de la programmation des travaux sur un secteur géographique défini.

Notre objectif est également de monter un observatoire SR de façon à pouvoir publier un rapport d'activité annuel où seront répertoriées l'ensemble des inspections et des diagnostics SR réalisés, les actions thématiques et budgets mis en œuvre et aussi éditer (sur le modèle de la préfecture exemple fourni) une cartographie spécifique des accidents sur notre réseau. Un autre élément que nous souhaitons mettre en place à travers cet observatoire, c'est une instance de dialogue avec les associations et fédérations des usagers vulnérables (piétons, cyclistes et motards) dans l'idée d'avoir derrière une capacité de mener des diagnostics particuliers qui nous sont demandés par les associations. Par exemple nous rencontrons un comité d'usagers cyclistes 3 fois par an pour examiner les points noirs vélo (principalement les grands giratoires construits les années 80-90 et les discontinuités cyclables).

Concernant la **politique d'implantation des radars**. Le département participe au comité départemental de sécurité routière (CDSR) pour faire remonter les besoins de radars essentiellement sur la RN20 car on a diminué la VMA pour les poids lourds (PL) pour la faire passer de 90 à 70km/h avec l'objectif de limiter le transit et la problématique SR. Ces besoins ont été suivis de faits avec l'implantation de radars spécifique à cette problématique.

Cependant, les propositions d'implantation des radars faites par le département ne sont globalement pas prises en compte contrairement aux propositions faites par les forces de l'ordre (FO). De manière générale, on constate qu'il n'y a pas systématiquement une étude objectivée ni de bilan annuel du CDSR de l'**incidence d'implantations des radars sur l'évolution des comportements des usagers**.

Suite à une remontée du bloc local (commune et CC), un radar de chantier (mobile) a été installé récemment (mi-avril 2023) sur notre demande sur une section de la RN20 (traversée d'agglomération de Boissy sous St-Yon limité à 70km/h avec une configuration rectiligne 2x2 voies avec DBA axial continue sur 1,1km) dans l'objectif est de mesurer l'incidence du radar (sur quelle distance) sur la baisse des vitesses. Les mesures que nous avons effectuées montrent que 85% des usagers roulaient au-dessus de 80 km/h (V85 94-96 km/h en moyenne). (Copie PPT du diagnostic Cerema). Des bilans à 3 et à 6 mois sont prévus afin d'évaluer l'incidence du radar sur la baisse des vitesses et voir s'il serait nécessaire de envisager des aménagements particuliers de sécurisation. A noter qu'une des particularités du profil en travers de la traversée d'agglo est l'existence de deux voies latérales de part et d'autre qui permettent plusieurs fonctions (insertion sur la RN20 à partir des voies communales, voie de décélération, accès privatifs VL de riverains, stationnement PL..). Le diagnostic effectué par le Cerema a identifié des dysfonctionnements ponctuels et des situations de quasi-accident (les données TRAx indiquent qu'il y a eu 6 accidents corporels non mortels entre 2016-2021, proportion qui pourrait être considérée comme modeste relativement au trafic important supporté par la RN20).



### 3. Sur quelle base se fait la hiérarchisation de votre réseau ? Comment sont priorisés les itinéraires ou tronçons à enjeux SR ?

Nos méthodes peuvent varier en fonction des thématiques traitées. Pour les obstacles latéraux, par exemple, notre recensement sera basé à dire d'experts. Pour la restauration de l'adhérence on va baser nos priorisations sur les CR des campagnes d'auscultations de notre réseau.

Concernant les diagnostics SR (on en réalise 4 à 5 par an), ils peuvent émaner d'une réaction aux demandes des élus ou quand nous sollicitons directement nos exploitants pour savoir quels sont les itinéraires qui souhaitent prioriser en diagnostic SR.

#### 4. Quelles sont les moyens humains et financiers qui y sont déployés sur ce volet SR et comment sont-ils optimisés ?

Actuellement, le pôle SR est composé de 3 agents dont une Cheffe de secteur SR et deux autres agents dont une qui s'occupait exclusivement des dispositifs routiers de retenue (agents non rencontrés). L'évolution en cours du service s'oriente vers une organisation avec une équipe à 3 agents permanents qui vont s'occuper à la fois de la gestion préventive et programmatique SR avec les missions suivantes :

- Suivre l'évolution de l'accidentalité
- Définir des thématiques sur lesquelles il faut mettre des moyens
- Traitements des accidents mortels ou potentiellement l'infrastructure est mise en cause (groupe REAGIR)
- Recenser les missions et commandes auprès de l'exploitant
- Spécifier les techniques à mettre en œuvre
- Mettre en place d'un processus d'évaluation

Concernant les moyens financiers, nous sommes actuellement sur un budget d'investissement SR chiffré à 2,9 M EUR. Ce budget est constant depuis quelques années et les élus n'osent pas le faire baisser. A noter que le budget SR annuel issu de la délibération 2014 était de l'ordre de 2,2 M EUR et le budget d'entretien et d'exploitation du réseau, hors grands projets routiers, est de l'ordre de 25 M EUR. Toutefois, il n'y a pas eu d'analyse à posteriori pour estimer si le budget dédié est suffisant ou pas au regard de l'évolution des indicateurs d'accidentalité sur notre réseau. Ci-après un aperçu des différentes rubriques des lignes de budget SR :

- Un budget d'étude de l'ordre de 200 K EUR pour réaliser les diagnostics SR d'itinéraire et des études locales d'assistance aux communes
- Un budget de l'ordre de 250 K EUR pour réaliser les auscultations de chaussées
- Un budget travaux dédié aux aménagements continues (zones de récupérations, reprise de virage, mise en œuvre des ISRI, lutte anti contre-sens ou dérive, DBA sur bretelles de sorties des 2x2 voies)
- Un budget destiné au programme « *aménagements sur sites particuliers* »
- Restauration de l'adhérence : 300-500 K EUR annuel
- Traitement des obstacles latéraux : (300-600 k EUR annuel)
- Remise à jour de la signalisation routière horizontale et verticale

A noter également que la région Île-de-France peut financer à hauteur de 50% des aménagements SR quand c'est justifié par de l'accidentalité corporelle avérée et identifiée (prise en compte du nombre d'accidents corporels survenus sur les zones accidentogènes durant les 5 dernières années). Exemple d'une transformation d'une intersection accidentogène en giratoire afin d'améliorer la lisibilité et la visibilité de l'infrastructure et diminuer les vitesses (RD35 Nozay).

Concernant la réalisation des ISRI en régie nous avons besoin de passer par une phase de formation au matériel et trouver le bon dimensionnement des équipes avec le bon mode d'organisation.

## 5. Quels sont les référentiels utilisés pour les diagnostics SR lors de la réalisation des audits SR ? Quel est le rythme d'actualisation de ces démarches ?

Nos principaux référentiels pour nos démarches de diagnostic SR sont le Cerema (anciennement guides Sétra). Concernant la méthode ISRI, nous nous sommes inspirés du département de la Gironde (CD33) qui avait fait une demande d'adaptation de la méthode ISRI au RRD notamment sur les routes bidirectionnelles et routes étroites (guide référentiel « *ISRI Gironde* ») avec l'accompagnement du Cerema en mettant en place un panel d'inspecteurs ISRI dans ses équipes CRD (centre routiers départementaux). Nous avons tout intérêt que les ISRI soient produites en interne par nos agents du service voirie et infrastructure (en dehors du service SR et de leur zone d'intervention). Cela donne une homogénéité de la pratique et une connaissance partagée en interne sur la sûreté de l'infrastructure.

Les études d'enjeux sont produites en se basant sur la méthodologie de la démarche SURE. Pour l'étude d'enjeux 2003-2007, une classification par typologie d'accidents et une comparaison à la moyenne sur le RRD a été produite dont l'objectif est de parvenir à une classification de nos RD qui posent problème (calcul des densités et des taux d'accidents par itinéraire RD, démonstration avec un exemple d'un tableau Excel réalisé en 2015 sur la RN20 et une cartographie de priorisation des itinéraires à traiter au sens de la démarche SURE) et une localisation des zones les plus accidentogènes.

Nous avons cependant une difficulté méthodologique pour relancer ces études d'enjeux (deux ans de réflexion pour l'engagement d'une nouvelle étude d'enjeux) notamment pour se situer par rapport à un référentiel/tendance national de comparaison (valeurs de référence en termes de taux et de densités d'accidents) concernant la hiérarchisation des itinéraires (même difficulté relatée par nos prestataires). Nous sommes actuellement sur une analyse brute à l'intérieur du département qui compare l'évolution de nos ratios d'accidentalité sur notre propre RRD. Nous ne savons pas si nous avons un intérêt à mettre davantage de moyens (par rapport à une moyenne nationale) alors que nous sommes peut-être au niveau d'un palier déjà bas ?

Nous avons deux types d'inspection et d'audit : les ISRI qui constituent un premier niveau d'analyse et un deuxième niveau matérialisé par les diagnostics SR par itinéraire. La programmation des diagnostics SR par itinéraire est déclenchée par deux processus :

- Une remontée du bloc local (communes, forces de l'ordre)
- Des éléments transmis par l'exploitant estimant qu'il y a nécessité à intervenir sur la sécurité de l'infrastructure

Concernant le premier processus, la difficulté est que globalement l'observation émise sur les aspects SR émane d'un ressentie souvent exagéré. Inversement dans le cas du deuxième processus, le constat fait est sous-estimé car les équipes terrain sont habitués.

Maintenant nous demandons à nos collègues en charge des travaux de faire un point sur TRAxy pour savoir si nous sommes sur une zone particulière en termes d'accidentalité notamment les sections présentant les densités d'accidents graves ou mortels les plus élevés. L'idée étant de responsabiliser l'exploitant sur cette thématique SR à chaque fois qu'il y a des travaux programmés sur la voirie.

Nous cherchons actuellement à renforcer les moyens consacrés à ces diagnostics, tout en parvenant à objectiver les priorités. En termes de management de la SR nous sommes face à un vrai sujet : comment arriver à préserver notre programmation objective de diagnostic des enjeux politiques ? Comment intégrer les actions SR avec la programmation d'entretien et de développement de l'infrastructure prévue par les unités territoriales (management global) ? Ce que nous cherchons à faire est d'avoir une vision de massification de nos chantiers afin de systématiser le traitement des aspects SR afin d'optimiser les moyens financiers mobilisées au moment des travaux programmés sur l'infrastructure. Maintenant nous demandons à nos collègues de faire un point sur TRAxy pour savoir si nous sommes sur une zone particulière.

## **6. Comment les données TRAxy sont-elles prises en compte ? Les circonstances des accidents mortels sont-ils identifiés ?**

Les données TRAxy (anciennement Concerto) sont mobilisées essentiellement pour le **suivi de l'accidentalité** généralement sur des périodes de référence de 5 ans. Ce travail est fait en lien avec le CDSR (comité départemental de sécurité routière) de la préfecture pour réaliser le bilan annuel de l'accidentalité. Ce qui nous concerne c'est les accidents survenus sur notre réseau départemental. Nous souhaitons que les données TRAxy puissent être mobilisées d'avantage pour les études d'enjeux afin de nous aider à prioriser nos actions sur les linéaires à enjeux.

Notre méthodologie consiste de déterminer à partir des diagnostics réalisés quels sont les **grandes causes de l'accidentalité** (source) et définir par la suite dans le budget les thématiques à traiter.

Il serait intéressant au regard des spécificités de notre réseau d'intégrer un paramètre de congestion du réseau. Sur nos routes par rapport à d'autres départements, nous avons tendance à observer beaucoup d'accidents matériels et peu d'accidents corporels. Une tendance liée notamment à la spécificité de la configuration territoriale du département de l'Essonne (1/3 urbaine au nord et 2/3 rurale au sud du département).

## **7. Quels sont les types aménagements de sécurité mise en place suites aux diagnostics (sécurité latérale, rectifications de virages, des dégagements de visibilité, protection des usagers vulnérables, dispositifs passifs ? Avez-vous déjà produit en interne un guide technique d'aménagements SR ou un référentiel départemental ?**

Nous menons actuellement une étude avec le Cerema pour trouver des solutions sur la problématique SR liée aux giratoires notamment pour les usagers cyclistes. Nos collègues de la direction des mobilités ont pu recenser les giratoires qui posaient problème après consultation des associations cyclistes.

Nous sommes également sollicités pour le traitement des cheminements et traversées piétonnes hors agglomération. Nous nous basons sur l'expertise des associations de piétons via les remontés issus des comités d'usagers pour déterminer les niveaux de fréquentation et les origines-destinations de ces cheminements et les problématiques SR qu'ils suscitent.

## **8. Expérimentations : sections équipées de dispositifs SR (ex. DAS), quel impact sur la diminution de l'accidentalité ?**

Concernant des dispositifs d'alerte sonore (DAS), nous nous sommes renseignés auprès de nos collègues du conseil départemental de la Haute-Garonne et du Bas-Rhin sur les expériences conduites dans le cadre du projet européen ROADSENSE. Nous avons pu déployer des DAS en 2021 sur des zones particulières de notre réseau (des virages problématiques, en rive sur des tronçons avec des alignements d'arbres trop proches et en axe sur d'autres itinéraires). Cette expérimentation permet de tester l'efficacité du dispositif en prévention de sorties involontaires de voie de circulation liée à l'hypovigilance par alerte routière audio-tactile.

Le déploiement de ces équipements via une convention d'innovation avec AXIMUM (équipement non encore certifié) a été réalisé suite à une évaluation théorique issue de Concerto concernant le taux de collisions frontales observées parmi les accidents corporels survenus sur les routes bidirectionnelles (entre un quart et un tiers des victimes selon la gravité sur la période 2014-2018) et une étude Cerema qui montrait que près de 45 % des accidents liés à une perte de contrôle de la trajectoire serait dû à des défauts de guidage. Après déploiement des DAS, des tests de trajectographies avant/après ont été réalisés via des observations (comptage du nb de véhicules en trajectoire correcte/traversé la ligne blanche). Les premiers retours de cette expérimentation sont plutôt décevants à cause d'un problème de mise en œuvre : manque d'alignement des dispositifs, un phénomène de décollement de ces derniers et une insatisfaction relatée de la part de la catégorie d'usagers des 2RM (FFMC) pour inconfort et risque de glissement.

Un deuxième exemple de démarche partenariale nous sommes en train de mettre en place à travers une action d'étude en collaboration avec les élus locaux et le Cerema DTerNC dans le cadre de la démarche RACA (route autrement pour une conduite adaptée) dont le but consiste à objectiver des situations d'insécurité routière (bretelles d'insertion trop courte, une traversée d'agglomération...). Il s'agit de la départementale RN20, axe stratégique 2x2 voies ayant le niveau de trafic le plus élevé du réseau (TMJA 25 000 véh/j par sens). L'objectif est d'avoir des phases d'instrumentation, de tester plusieurs aménagements et voir à chaque fois quel est l'incidence sur les comportements.

En agglomération on peut recourir aussi à des expérimentations avant pérennisation des aménagements où nous intervenons auprès des communes (qui détiennent le pouvoir de police de circulation) pour les assister à comprendre les enjeux SR en traversée d'agglomération. Ça consiste par exemple à faire des comptages par des mesures de vitesse, mise en place de coussins berlinois pour simuler des trapézoïdaux, des plateaux traversants ou des balises pour simuler des chicanes. Généralement, il y a une phase d'observation de ces aménagements qui peut durer jusqu'à 6 mois afin d'évaluer l'efficacité des dispositifs en vue ou pas d'une pérennisation.

Nous mobilisons aussi des données comportementales à travers la participation récente au projet SVRAI (sauver des vies par le retour d'analyse sur incident) en dotant 25 véhicules d'un dispositif EDR (enregistreur de données routières) afin de détecter les zones de quasi-accident sur notre réseau. Un premier rendu a été réalisé par Logiraod (start-up éditrice de logiciels d'analyses et de gestion du patrimoine routier) accompagné par Technologies Nouvelles et le Cerema.

## **9. Quelles attentes avez-vous vis-à-vis du projet PDSR ?**

Nous attendons que PDSR puisse nous apporter une aide dans nos études d'enjeux et nous permettre de mieux dimensionner nos budgets et avoir des éléments de justification auprès de nos élus. Pour évaluer correctement les évolutions de nos indicateurs d'accidentalité (taux d'accidents), il nous faudra une référence nationale (taux moyen d'accidents sur RRD) pour voir si nous avons une accidentalité en deçà de cette moyenne et redimensionner notre politique en fonction.

Nous attendons aussi un retour du questionnaire prévu auprès des conseils départementaux plutôt sur des aspects méthodologiques : comment les départements gèrent les évaluations des aménagements et leurs politiques pour éventuellement avoir des préconisations pour l'ensemble des départements ?

## 5.5 Annexe D

### 5.5.1 Statistiques descriptives données questionnaire PDSR

Nom de la variable	Description	Modalités*/Score**		Effectifs Dép. N=80	Répartition (%)
		*1=Oui ; 0=Non ; 2=NSP	**Variable continue		
cluster_PDSR	Variable avec modalités*	1		15	19%
	CD ruraux à faible densité	2		13	16%
	CD ruraux-montagneux pop. Agée	3		14	18%
	CD ruraux PIB+	4		9	11%
	CD montagneux-touristiques	5		23	29%
	CD à métropole	6		4	5%
	CD urbains à très forte densité pop.	7		2	3%
cluster_ILSR	Variable avec modalités*	1		13	16%
	Dép. de montagne	2		25	31%
	Dép. ruraux à faible densité de pop.	3		7	9%
	Dép. méditerranéens	4		11	14%
	Dép. monopolarisés	5		16	20%
	Dép. multipolarisées	6		6	8%
	Dép. à très forte densité de pop.	7		2	3%
longueur_reseau_classes_RRD	Petite couronne parisienne				
	Longueur kilométrique du réseau routier départementale en gestion	[1] De 200 à 2000 Km [2] De 2000 à 4000 Km [3] De 4000 à 6000 Km [4] De 6000 à 8000 Km		7	9%
				30	38%
				35	44%
				8	10%
Part_cat1_RRD_c	Part du réseau routier structurant par rapport à l'ensemble du linéaire routier départemental en gestion	[1] De 3 à 10% [2] De 10 à 15% [3] De 15 à 20% [4] Plus de 20%		25	31%
				22	28%
				13	16%
				20	25%
Organisation et partenaires	Q1_service_SR_CD	Disposez-vous d'un service interne sécurité routière ? *1=Oui ; 0=Non	0 1	17 63	21% 79%
	Q4_formation_SR_agents_CD	Les agents participent-ils à des formations SR pour assurer leur maintien/montée en compétences ?	0 1	13 67	16% 84%
	Q5_politique_SR_echange_interne_UTR	Existe-il des échanges/réunions de coordination en interne avec les UTR concernant la politique SR ?	0 1	6 74	8% 93%
	Q5_politique_SR_echange_interne_GP	Existe-il des échanges/réunions de coordination en interne avec le service Grand Projets concernant la politique SR ?	0 1 NA	14 62 4	18% 78% 5%

	<i>Existe-il des échanges/réunions de coordination en interne avec le service de maîtrise d'œuvre concernant la politique SR ?</i>	0 1 <b>NA</b>	13 63 4	16% 79% 5%
<b>Q5_politique_SR_echange_interne_IAT</b>	<i>Existe-il des échanges/réunions de coordination en interne avec l'Ingénierie et l'Appui Territorial concernant la politique SR ?</i>	0 1 <b>NA</b>	18 53 9	23% 66% <b>11%</b>
<b>Q5_politique_SR_echange_interne_CPE</b>	<i>Existe-il des échanges/réunions de coordination en interne Ingénierie la commission permanente aux élus concernant la politique SR ?</i>	0 1 <b>NA</b>	33 44 3	41% 55% 4%
<b>Q5_niveau_politique_SR_echange_interne</b>	<i>Gouvernance interne SR &gt; Agrégation de plusieurs variables ; score à points cumulatifs, variable continue** :</i> <i>Q5_politique_SR_echange_interne_UTR,</i> <i>Q5_politique_SR_echange_interne_GP,</i> <i>Q5_politique_SR_echange_interne_SMO,</i> <i>Q5_politique_SR_echange_interne_IAT,</i> <i>Q5_politique_SR_echange_interne_CPE,</i> <i>Q24_partage_donnees_UTR</i>	0 1 2 3 4 5 6	1 3 10 3 24 19 20	1% 4% 13% 4% 30% 24% 25%
<b>Q6_politique_SR_echange_externe_ODSR</b>	<i>Avez-vous des échanges/réunions de coopération sur le volet SR avec l'ODSR ?</i>	0 1	1 79	1% 99%
<b>Q6_politique_SR_echange_externe_Conseil_Regiol</b>	<i>Avez-vous des échanges/réunions de coopération sur le volet SR avec le conseil régional ?</i>	0 1 <b>NA</b>	54 24 2	68% 30% 3%
<b>Q6_politique_SR_echange_externe_communes_epci</b>	<i>Avez-vous des échanges/réunions de coopération sur le volet SR avec les communes et leurs groupements ?</i>	0 1 <b>NA</b>	14 65 1	18% 81% 1%
<b>Q6_politique_SR_echange_externe_FO</b>	<i>Avez-vous des échanges/réunions de coopération sur le volet SR avec les Forces de l'Ordre ?</i>	0 1	15 65	19% 81%
<b>Q6_politique_SR_echange_externe_GVO</b>	<i>Avez-vous des échanges/réunions de coopération sur le volet SR avec les autres gestionnaires routier ?</i>	0 1 <b>NA</b>	22 56 2	28% 70% 3%
<b>Q6_politique_SR_echange_externe_SDIS</b>	<i>Avez-vous des échanges/réunions de coopération sur le volet SR avec le SDIS ?</i>	0 1 <b>NA</b>	36 43 1	45% 54% 1%
<b>Q6_politique_SR_echange_externe_asso_usagers</b>	<i>Avez-vous des échanges/réunions de coopération sur le volet SR avec les associations d'usagers ?</i>	0 1 <b>NA</b>	34 44 2	43% 55% 3%
<b>Q6_niveau_echange_externe_inst</b>	<i>Gouvernance externe SR institutionnelle&gt; Agrégation de plusieurs variables ; score à points cumulatifs, variable continue** :</i> <i>Q6_politique_SR_echange_externe_ODSR,</i> <i>Q6_politique_SR_echange_externe_Conseil_Regiol,</i> <i>Q6_politique_SR_echange_externe_communes_epci,</i>	1 2 3 4	11 24 27 18	14% 30% 34% 23%

Analyse des enjeux et diagnostic

	<i>Gouvernance externe SR opérationnelle&gt; Agrégation de plusieurs variables ; score à points cumulatifs, variable continue** :</i>	0	3	4%
		1	7	9%
<b>Q6_niveau_echange_externe_ops</b>	<i>Q6_politique_SR_echange_externe_FO,</i>	2	17	21%
	<i>Q6_politique_SR_echange_externe_GVO,</i>	3	11	14%
	<i>Q6_politique_SR_echange_externe_SDIS,</i>	4	25	31%
	<i>Q6_politique_SR_echange_externe_asso_usagers</i>	5	17	21%
	<i>Q11_approche_innovante_SR</i>			
		0	38	48%
<b>Q7_etudes_enjeux_SR</b>	Avez-vous déjà réalisé des études d'enjeux SR ?	1	40	50%
		NA	2	3%
		0	18	23%
<b>Q7_diagnostic_SR</b>	Avez-vous déjà réalisé des diagnostics SR ?	1	61	76%
		NA	1	1%
	<i>Etudes SR &gt; Agrégation de deux variables ; variable à modalités :</i>			
<b>Q7_enjeux_diag_SR</b>	<i>Q7_etudes_enjeux_SR,</i>	[1]pas d'études SR	15	19%
	<i>Q7_diagnostic_SR</i>	[2]Etudes diag ou enjeux SR	29	36%
		[3]Etudes diag+enjeux SR	36	45%
	<i>Quelle méthode utilisez-vous pour identifier les itinéraires à risque élevé/gravité anormale (diagnostics sécurité des sections) ?</i>			
<b>Q8_methode_diag_SR</b>		[1] Adapt SURE	27	34%
		[2] Non formalisée	26	33%
		[3] Propre méthodo	24	30%
		NA	3	4%
<b>Q9_controle_audit_SR_SV-SH</b>	Conduisez-vous des contrôles/audits de sécurité routière pour la Signalisation verticale et horizontale (en dehors du programme de renouvellement de cette dernière) ?	0	19	24%
		1	61	76%
<b>Q9_controle_audit_SR_adherence_couches_roulement</b>	Conduisez-vous des contrôles/audits de sécurité routière pour l'adhérence des couches de roulement ?	0	19	24%
		1	60	75%
		NA	1	1%
<b>Q9_controle_audit_SR_dispositif_de_retenue</b>	Conduisez-vous des contrôles/audits de sécurité routière pour les dispositifs de retenue routiers ?	0	21	26%
		1	57	71%
		NA	2	3%
	<i>Niveau d'audit SR sur l'existant&gt; Agrégation de plusieurs variables ; score à points cumulatifs, variable continue** :</i>			
<b>Q9_niveau_controle_audit_SR_existant</b>	<i>Q9_controle_audit_SR_SV-SH,</i>	0	5	6%
	<i>Q9_controle_audit_SR_adherence_couches_roulement,</i>	1	15	19%
	<i>Q9_controle_audit_SR_dispositif_de_retenue,</i>	2	17	21%
		3	43	54%
<b>Q9_controle_audit_SR_projet_routier</b>	Conduisez-vous des contrôles/audits de sécurité routière pour les projets routier en phase de conception ?	0	12	15%
		1	66	83%
		NA	2	3%
<b>Q9_controle_audit_SR_amagement_routier_AMS</b>	Conduisez-vous des contrôles/audits de sécurité routière pour les aménagement routier (préalable à la mise en service) ?	0	24	30%
		1	55	69%
		NA	1	1%
<b>Q9_controle_audit_SR_amagement_routier_DE</b>	Conduisez-vous des contrôles/audits de sécurité routière pour les aménagements routier en début d'exploitation ?	0	40	50%
		1	36	45%

		NA	4	5%
	<i>Niveau d'audit SR sur les projets&gt; Agrégation de plusieurs variables ; score à points cumulatifs, variable continue** :</i>			
<b>Q9_niveau_controle_audit_SR_projet</b>	<i>Q9_controle_audit_SR_projet_routier,</i>	0	7	9%
	<i>Q9_controle_audit_SR_aménagement_routier_AMS,</i>	1	21	26%
	<i>Q9_controle_audit_SR_aménagement_routier_DE</i>	2	20	25%
		3	32	40%
<b>Q10_referentiel_tech_CD</b>	<i>Au-delà des normes, principes et recommandations de la documentation technique routière française (DTRF), vote conseil départemental possède-t-il son propre référentiel technique ?</i>	0	40	50%
		1	40	50%
<b>Q11_approche_innovante_SR</b>	<i>Travaillez-vous avec des intervenants extérieurs dans le cadre d'approches innovantes en SR ?</i>	0	40	50%
		1	40	50%
<b>Q12_inspection_SR</b>	<i>Vos services ont-ils mis en place une démarche d'inspection de sécurité routière sur votre réseau ?</i>	[1] ISRI [2] Approche interne [3] Non NA	16 21 41 2	20% 26% 51% 3%
<b>Q15_usage_TRAxy</b>	<i>Utilisez-vous l'outil TRAxy (anciennement Concerto) dans le cadre de votre démarche SR ?</i>	0	8	10%
		1	72	90%
<b>Q17_bilan_accidentalite</b>	<i>Effectuez-vous un bilan de l'accidentalité ?</i>	0	16	20%
		1	64	80%
<b>Q19_observatoire_SR</b>	<i>Avez-vous votre propre observatoire SR (tableau de bord, suivi statistique, ...) permettant de suivre l'évolution des accidents ?</i>	0	29	36%
		1	51	64%
<b>Q21_observatoire_SR_Autre_donnees</b>	<i>Recueillez-vous d'autres types de données dans le cadre de cet observatoire (ex. trafics, vitesses) ?</i>	0	16	20%
		1	50	63%
		NA	14	18%
<b>Q17_niveau_bilan_acci_observ_data_SR</b>	<i>Niveau de suivi accidentalité locale &gt;&gt; Agrégation de plusieurs variables ; score à points cumulatifs, variable continue** :</i>			
	<i>Q17_bilan_accidentalite,</i>	0	11	14%
	<i>Q19_observatoire_SR,</i>	1	17	21%
	<i>Q21_observatoire_SR_Autre_donnees</i>	2	8	10%
		3	44	55%
<b>Q24_partage_donnees_UTR</b>	<i>Ces données sont-elles partagées avec vos centres routiers départementaux ?</i>	0	9	11%
		1	47	59%
		NA	24	30%
<b>Q25_accidents_materiels_donnees</b>	<i>Avez-vous des remontées d'informations sur les accidents matériels, presque accidents/incidents (force de l'ordre, vos centres/agences routières, SDIS, assurances, municipalités) ?</i>	0	24	30%
		1	55	69%
		NA	1	1%

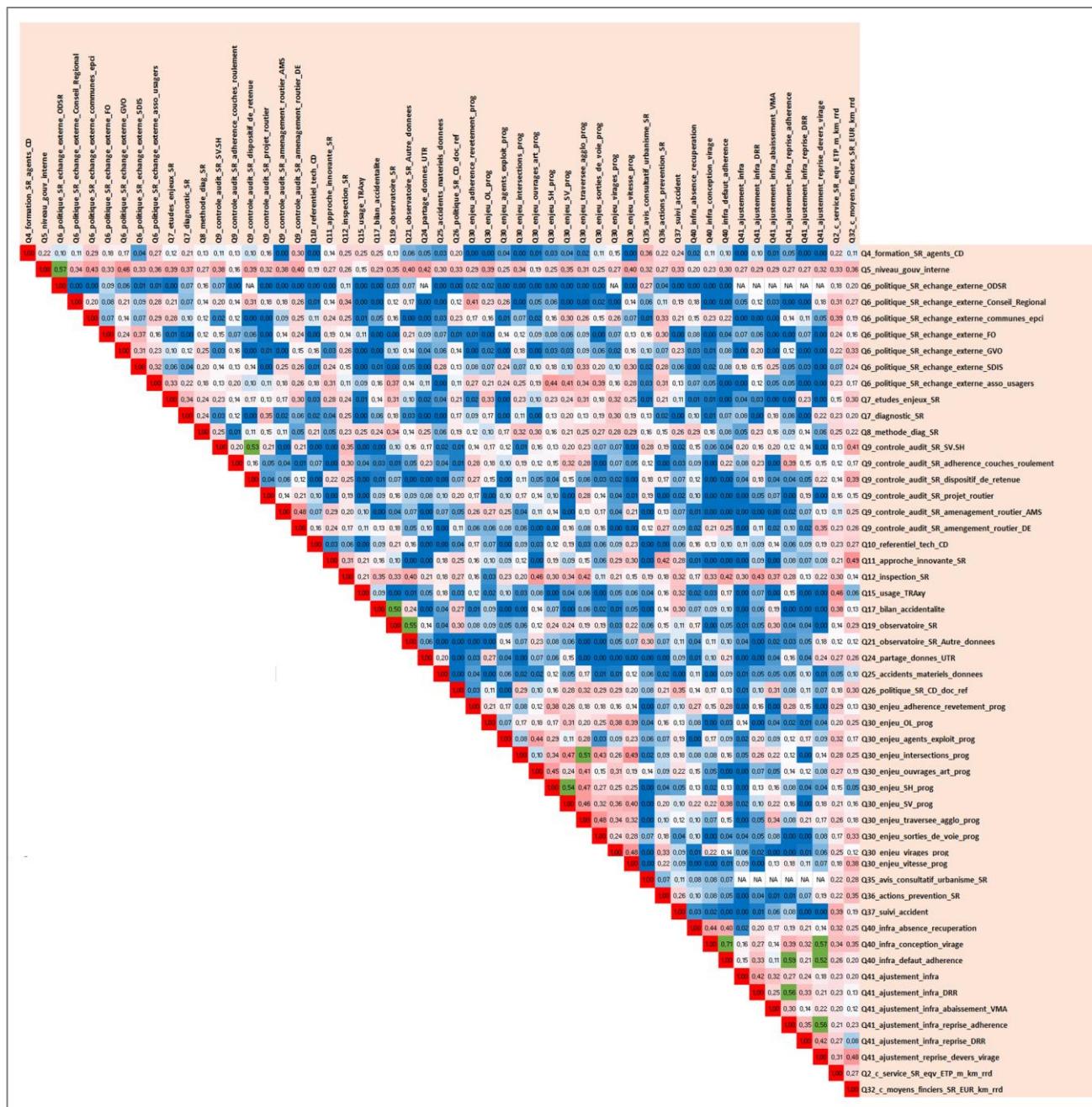
## Politique de planification et enjeux SR

<b>Q26_politique_SR_CD_doc_ref</b>	<i>Votre politique globale SR s'appuie-t-elle sur un document de référence produit par le conseil départemental qui précise les grandes orientations/objectifs de sécurisation du réseau ?</i>	0 1 <b>NA</b>	51 28 1	64% 35% 1%
<b>Q30_enjeu_adherence_revetement_prog</b>	<i>Avez-vous déployé un programme spécifique concernant l'adhérence des revêtements ?</i>	0 1 <b>NA</b>	39 27 14	49% 34% 18%
<b>Q30_enjeu_DL_prog</b>	<i>Avez-vous déployé un programme spécifique concernant les obstacles latéraux ?</i>	0 1 <b>NA</b>	29 42 9	36% 53% 11%
<b>Q30_enjeu_agents_exploit_prog</b>	<i>Avez-vous déployé un programme spécifique pour la sécurisation de vos agents d'exploitation en intervention ?</i>	0 1 <b>NA</b>	25 44 11	36% 53% 11%
<b>Q30_enjeu_intersections_prog</b>	<i>Avez-vous déployé un programme spécifique pour la sécurisation des intersections ?</i>	0 1 <b>NA</b>	31 37 12	39% 46% 15%
<b>Q30_enjeu_ouvrages_art_prog</b>	<i>Avez-vous déployé un programme spécifique pour la sécurité des ouvrages d'art ?</i>	0 1 <b>NA</b>	33 29 18	41% 36% 23%
<b>Q30_enjeu_scolaire_prog</b>	<i>Avez-vous déployé un programme spécifique pour la sécurité des points d'arrêt scolaires ?</i>	0 1 <b>NA</b>	46 14 20	58% 18% 25%
<b>Q30_enjeu_SH_prog</b>	<i>Avez-vous déployé un programme spécifique pour la signalisation horizontale (lisibilité marquage au sol, taux de recouvrement, ...) ?</i>	0 1 <b>NA</b>	21 49 10	26% 61% 13%
<b>Q30_enjeu_SV_prog</b>	<i>Avez-vous déployé un programme spécifique pour la signalisation verticale (ex. cohérence signalisation virage, mâts/supports à sécurité passive, ...) ?</i>	0 1 <b>NA</b>	27 44 9	34% 55% 11%
<b>Q30_enjeu_traversee_agglo_prog</b>	<i>Avez-vous déployé un programme spécifique pour les traversées d'agglomération (ex. traitement des transitions rase campagne/agglomération, dispositifs de modération de vitesse, ...) ?</i>	0 1 <b>NA</b>	35 33 12	44% 41% 15%
<b>Q30_enjeu_creneaux_depass_prog</b>	<i>Avez-vous déployé un programme spécifique pour les créneaux de dépassement (création, prolongement, sécurisation) ?</i>	0 1 <b>NA</b>	43 16 21	54% 20% 26%
<b>Q30_enjeu_sorties_de_voie_prog</b>	<i>Avez-vous déployé un programme spécifique pour les sorties de voie (ex. accotements revêtus, dispositifs d'alerte sonore contre l'hypovigilance, ...) ?</i>	0 1 <b>NA</b>	42 19 19	53% 24% 24%
<b>Q30_enjeu_virages_prog</b>	<i>Avez-vous déployé un programme spécifique pour les virages (lisibilité, visibilité, dévers, rayon de courbure, ...) ?</i>	0 1 <b>NA</b>	39 24 17	49% 30% 21%
<b>Q30_enjeu_vitesse_prog</b>	<i>Avez-vous déployé un programme spécifique pour la vitesse (abaissement VMA, ...) ?</i>	0 1 <b>NA</b>	36 29 15	45% 36% 19%

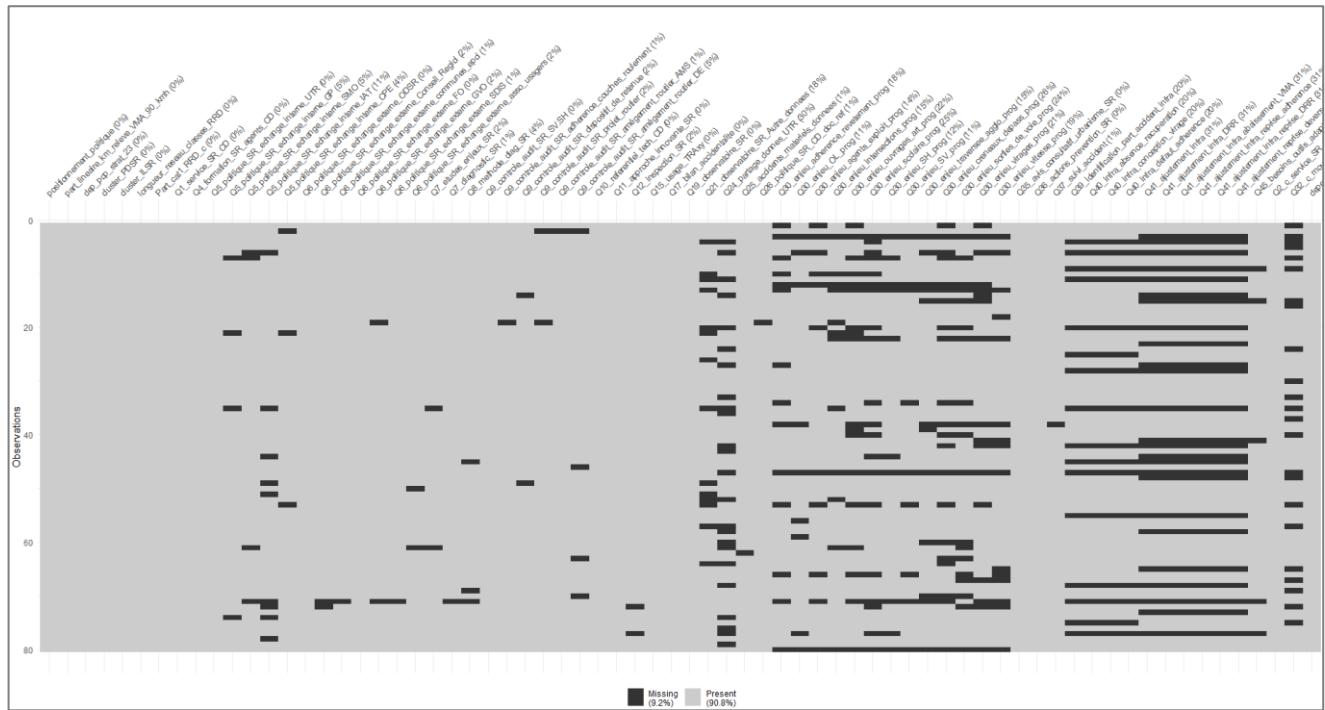
	Niveau de prise en compte des enjeux SR via des programmes thématiques spécifiques> Agrégation de plusieurs variables ; score à points cumulatifs, variable continue** : Q30_enjeu_adherence_revetement_prog, Q30_enjeu_adherence_revetement_prog, Q30_enjeu_DL_prog, Q30_enjeu_agents_exploit_prog, Q30_enjeu_intersections_prog, Q30_enjeu_ouvrages_art_prog, Q30_enjeu_scolaire_prog, Q30_enjeu_SH_prog, Q30_enjeu_SV_prog, Q30_enjeu_traversee_agglo_prog, Q30_enjeu_creneaux_depass_prog, Q30_enjeu_sorties_de_voie_prog, Q30_enjeu_virages_prog, Q30_enjeu_vitesse_prog	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	10 5 7 7 8 8 8 5 4 8 6 1 2 1	13% 6% 9% 9% 10% 10% 10% 6% 5% 10% 8% 1% 3% 1%
	<b>Q30_niveau_enjeu_SR_prog</b>			
<b>Actions SR</b>	<b>Q35_avis_consultatif_urbanisme_SR</b>	Dans le cadre d'avis consultatifs liés à l'urbanisme, la sécurité routière est-elle prise en compte (autorisation d'accès, restrictions, aménagements des accès existants ou à créer, ...)?	0 1	3 77
	<b>Q36_actions_prevention_SR</b>	Menez-vous des actions de prévention (ex. journée de sensibilisation ciblée sur le risque routier...)?	0 1	27 53
<b>Actions après un accident</b>	<b>Q37_suivi_accident</b>	En complément du suivi statistique (BAAC), avez-vous mis en place un suivi spécifique des accidents graves ou mortels survenus sur votre réseau routier départemental ?	0 1 NA	21 58 1
	<b>Q39_identification_part_accident_infra</b>	Avez-vous identifié, à partir de ce suivi, la part d'accidents pour laquelle une amélioration de la conception de l'infrastructure ou de ces dépendances réduirait la gravité de l'accident ?	0 1 2 NA	30 27 7 16
	<b>Q40_infra_absence_recuperation</b>	Quels sont les éléments d'infrastructure pour lesquels vous avez identifié des possibilités d'amélioration suite à ce suivi ? > Absence de possibilité de récupération/évitement	0 1 NA	42 22 16
	<b>Q40_infra_conception_virage</b>	Quels sont les éléments d'infrastructure pour lesquels vous avez identifié des possibilités d'amélioration suite à ce suivi ? > Conception du virage (dévers, rayon de courbure, ...)	0 1 NA	43 21 16
	<b>Q40_infra_defaut_adherence</b>	Quels sont les éléments d'infrastructure pour lesquels vous avez identifié des possibilités d'amélioration suite à ce suivi ? > Défaut d'adhérence de la couche de roulement	0 1 NA	44 20 16
	<b>Q41_ajustement_infra</b>	Avez-vous diligenté des ajustements à titre préventif sur l'infrastructure ou sur ses dépendances ?	0 1 NA	5 50 25
				6% 63% 31%

	<i>SR réactive &gt;agrégation de plusieurs variables, variable à modalités :</i> <i>Q37_suivi_accident,</i> <i>Q41_ajustement_infra</i>	[1]Pas de suivi_acci [2]Suivi_acci [3]Suivi_acci_ajust_infra	21 12 47	26% 15% 59%
<i>Q37_suivi_action_post_acci</i>		0 1 NA	16 39 25	20% 49% 31%
<i>Q41_ajustement_infra_DRD</i>	<i>Mise en place d'un dispositif de retenue</i>	0 1 NA	22 33 25	28% 41% 31%
<i>Q41_ajustement_infra_abaissement_VMA</i>	<i>Abaissement de la VMA</i>	0 1 NA	26 33 25	33% 41% 31%
<i>Q41_ajustement_infra_reprise_adherence</i>	<i>Reprise d'adhérence</i>	0 1 NA	29 25	36% 31%
<i>Q41_ajustement_infra_reprise_DRD</i>	<i>Reprise d'un dispositif de retenue</i>	0 1 NA	29 26 25	36% 33% 31%
<i>Q41_ajustement_reprise_devers_virage</i>	<i>Reprise de dévers virage</i>	0 1 NA	34 21 25	43% 26% 31%
<i>Q45_besoins_outils_adaptes_SR</i>	<i>Auriez-vous des besoins d'outils-référentiels adaptés en sécurité routière (guides, fiches outils, partage d'expériences réussies) ?</i>	0 1 2 NA	11 55 9 5	14% 69% 11% 6%
<i>Q2_c_service_SR_eqv_ETP_m_km_rrd</i>	<i>Quels sont les moyens humains affectés actuellement à la sécurité routière au sein de vos services techniques ?</i>	[1] Aucun ETP-SR [2] De 0,16 à 0,5 ETP-SR*1000 km RRD [3] De 0,50 à 1 ETP-SR*1000 km RRD [4] Plus d'un ETP-SR*1000 km RRD	12 23 20 25	15% 29% 25% 31%
<i>Q32_c_moyens_finciers_SR_EUR_km_rrd</i>	<i>Quels sont les moyens financiers annuels actuels consacrés à la mise en œuvre de la politique SR (hors investissement courant lier à l'entretien et l'exploitation du réseau) ?</i>	[1] De 3 à 120 EUR km [2] De 120 à 500 EUR km [3] Plus de 500 EUR km NA	22 18 17 23	28% 23% 21% 29%
<i>depenses_moyennes_rrd_equip_euro_km_2017-2022</i>		[1] De 2262 à 5000 EUR km [2] De 5000 à 8000 EUR km [3] Plus de 8000 EUR km	24 28 28	30% 35% 35%

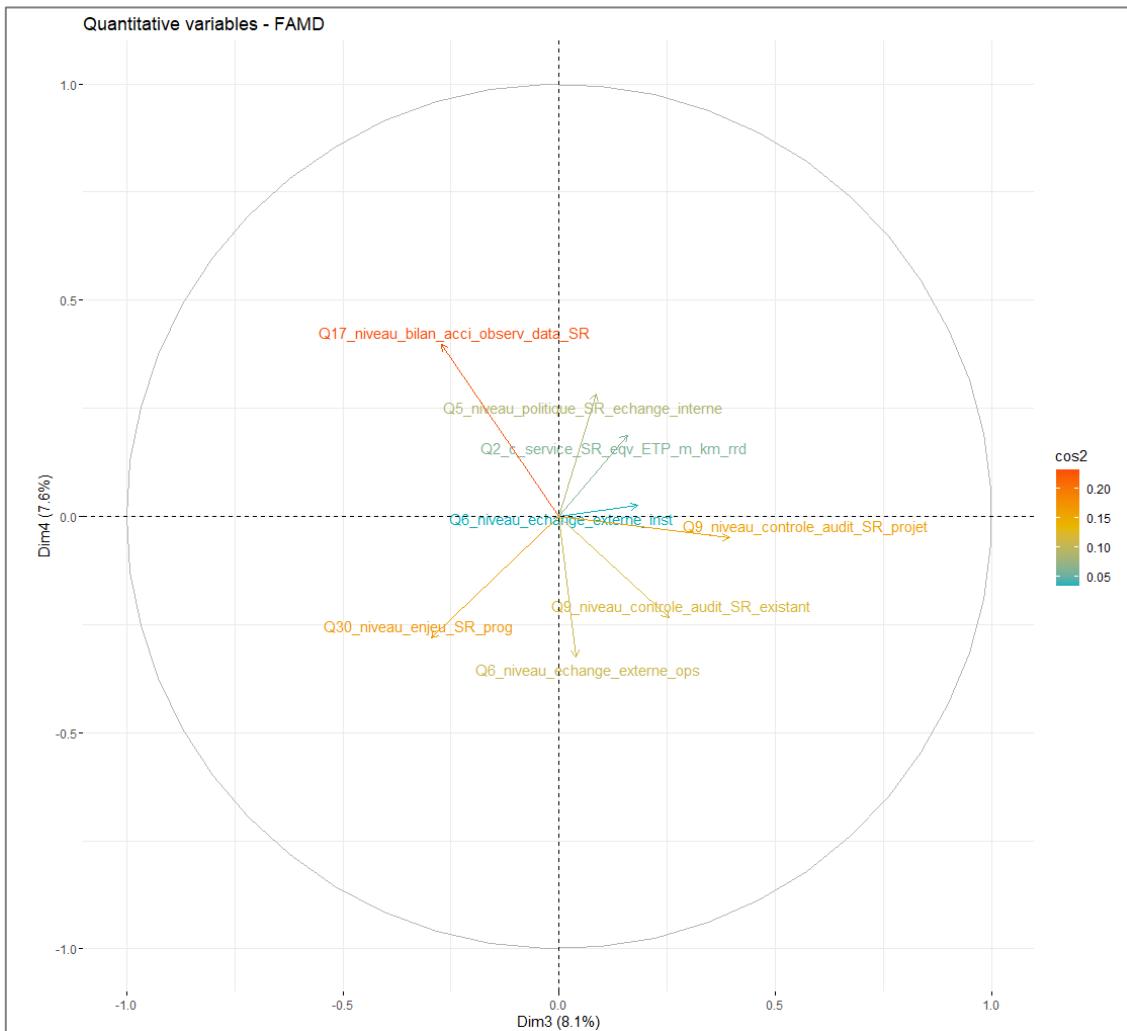
### 5.5.2 Matrice de corrélation (V de Cramer)

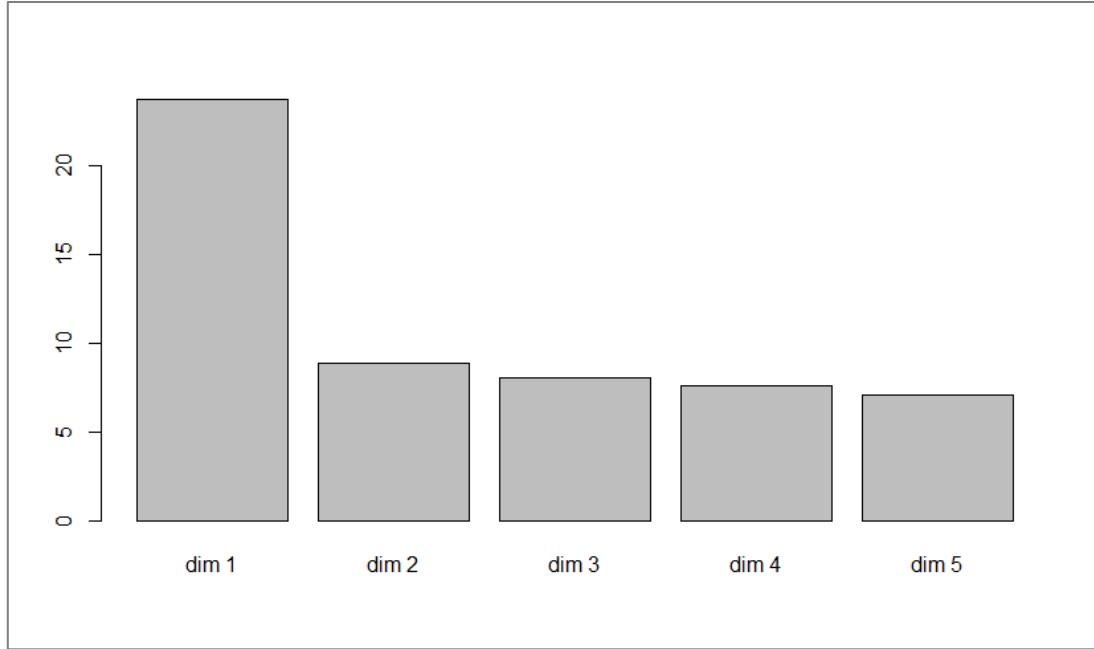


### 5.5.3 Diagramme des données manquantes

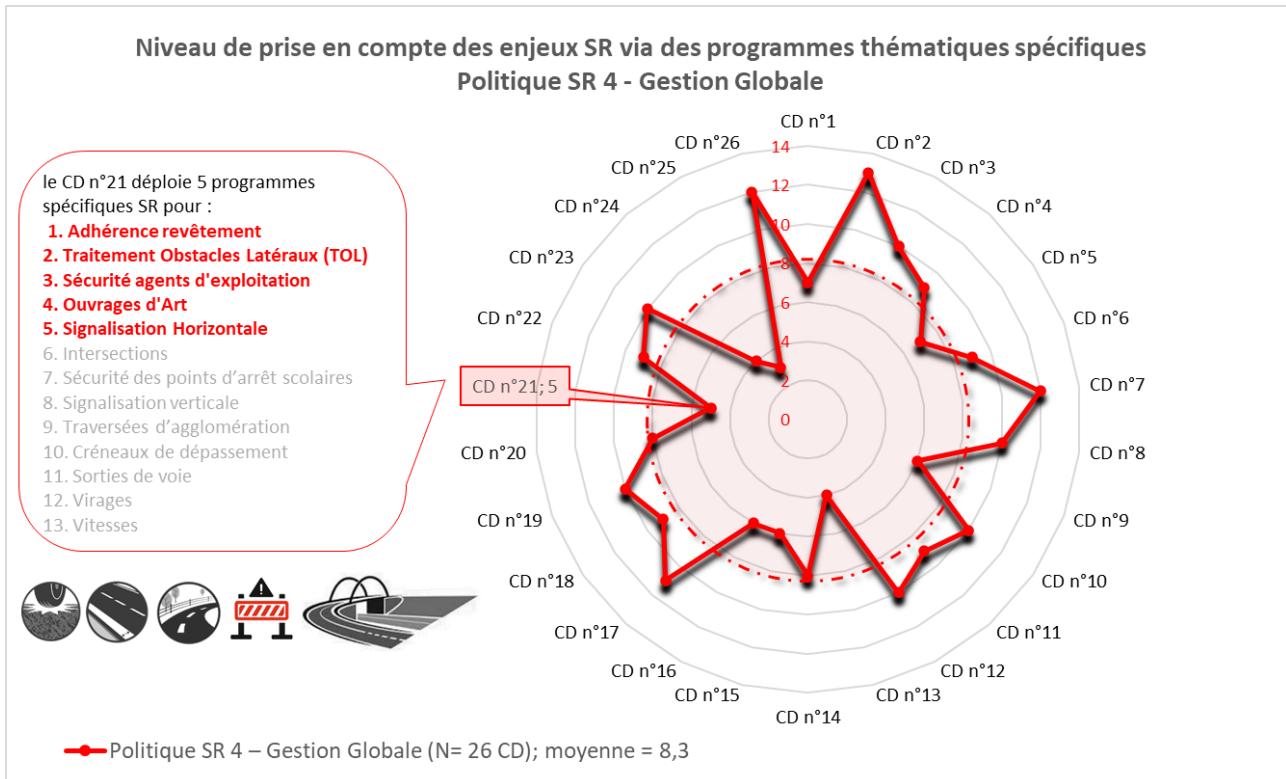


### 5.5.4 Graphique des résultats FAMD





### 5.5.5 Niveau de prise en compte des enjeux SR cluster 4



## 5.6 Annexe E

### 5.6.1 Autres modèles statistiques testés

#### 5.6.1.1 Modèle 1 : « GLM – Politique locale SR »

Un premier modèle simple, sans effet aléatoire, permet de tester la « Question 1 » : *Les politiques locales de sécurité routière sont-elles un facteur explicatif significatif ?* Il s'agit d'un modèle de régression GLM avec une distribution Négative Binomiale pour tenir compte de la surdispersion des données (nombre d'accidents de type comptage) :

$$\log(\mathbb{E}[\text{nb\_acci\_mortel\_HA}]) = \beta_0 + \sum_{i=2}^4 \beta_i \cdot \text{policy\_clust}_i + \beta_5 \cdot \text{annee} + \log(\text{trafic\_Mrds\_veh\_km\_RRD\_fc})$$

**$\text{Log}(E[\text{nb\_acci\_mortel\_HA}])$**  : Espérance conditionnelle du nombre d'accidents mortels hors-agglomération (nb\_acci\_mortel\_HA) sur routes départementales. Ce paramètre estimé par le modèle représentant la valeur attendue du « nb\_acci\_mortel\_HA<sub>i</sub> » conditionnellement aux prédicteurs fixes.

**$\beta_0$**  : constante du modèle, elle représente la valeur moyenne attendue de la variable dépendante pour la modalité de référence « policy\_clust1 » c'est-à-dire le taux des accidents mortels hors-agglomération dans la catégorie « policy\_clust1 » pour l'année de référence (2007), avec un ajustement basé sur le trafic.

**$\sum_{i=1}^4 \beta_i \text{policy\_clust}_i$**  : Somme des effets des différentes catégories de la variable « policy\_clust » (avec  $i$  allant de 1 à 4), variable catégorielle représentant les 4 stratégies locales de sécurité routière adoptées par les 78 conseils départementaux de l'échantillon.

- « policy\_clust1 » = "Politique SR 1 – Gestion Essentielle" (N= 20 CD) ;
- « policy\_clust2 » = "Politique SR 2 – Gestion Réactive" (N= 16 CD) ;
- « policy\_clust3 » = "Politique SR 3 – Gestion Pro-active" (N= 18 CD) ;
- « policy\_clust4 » = "Politique SR 4 – Gestion Globale" (N= 24 CD).

**$\beta_5$**  : Est le coefficient associé à l'effet de la variable temporelle « année » entre 2007-2017. Il permet de capter la tendance générale dans le temps des accidents mortels hors-agglomération, indépendamment des politiques locales. Une valeur négative indique une diminution des accidents au fil du temps.

**$\log(\text{trafic\_Mrds\_veh\_km\_RRD}_i)$**  : Terme d'ajustement logarithmique, aussi appelé offset. Il permet de contrôler l'exposition au risque en fonction du volume de circulation, exprimé en milliards de véhicules-kilomètres parcourus sur le réseau départemental (RRD). Cet offset est intégré sans coefficient, car il permet de normaliser le modèle en tenant compte du fait qu'un trafic plus élevé entraîne mécaniquement un plus grand nombre d'accidents.

#### Performance et qualité d'ajustement du Modèle 1

Indicateur	Valeur
Paramètre de dispersion	6.3263
Déviance résiduelle	865.58
AIC (Akaike Information Criterion)	6108.3
R <sup>2</sup> de Nagelkerke	0.212
RMSE (Root-Mean-Square Error)	10.97

- Dispersion des données** : Le paramètre de dispersion (Theta) de 6,326 indique une surdispersion des données, ce qui est typique pour des données de comptage avec beaucoup

de variabilité. La surdispersion justifie l'utilisation d'un modèle binomial négatif plutôt qu'un modèle Poisson standard.

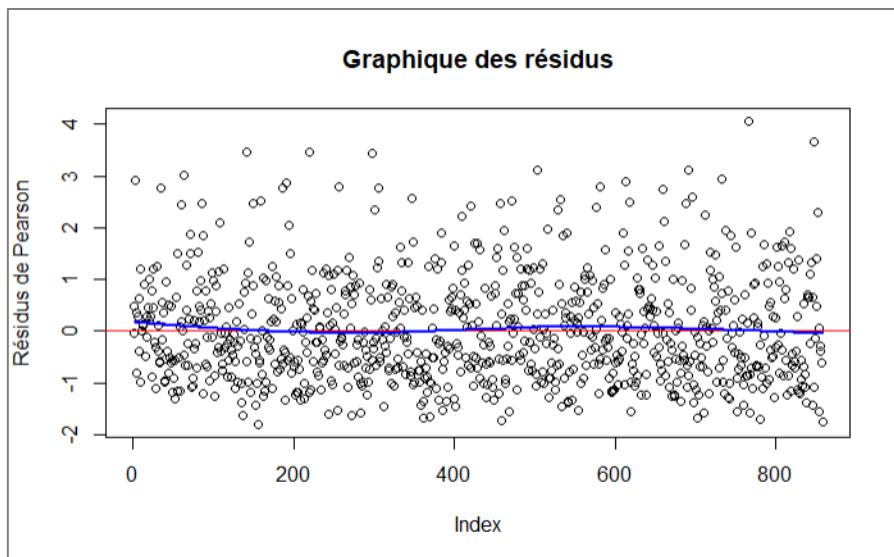


Figure 35 : graphique des résidus - Modèle 1

- AIC, ajustement global du modèle :** Le modèle présente un ajustement avec un AIC de (6108,3) et une déviance résiduelle de 865,58 (à comparer ultérieurement avec les autres modèles).
- R<sup>2</sup> (Nagelkerke's R<sup>2</sup>) :** Le R<sup>2</sup> de 0,212 est modéré, suggérant que bien que le modèle explique une portion significative de la variance des accidents mortels, mais qu'une part notable reste à expliquer. Il convient de noter que l'effet des politiques locales (policy\_clust) sur les accidents mortels HA est statistiquement significatif. Selon les stratégies de sécurité routière mises en œuvre, elles produisent des effets différenciés. A ce stade de l'analyse, la stratégie de type 2 est même associée à une augmentation de l'accidentalité routière.
- RMSE (Root Mean Square Error) :** l'erreur quadratique du modèle de 10,97 indique que, en moyenne, les prédictions du modèle s'écartent de 10,97 accidents mortels HA par rapport aux valeurs observées.

#### Résultats des coefficients du Modèle 1 « GLM – Politique locale SR » :

Variable	Estimate	Std. Error	z-value	p-value	Significativité
(Intercept)	2.42883	0.03221	75.416	< 2e-16	***
policy_clust2	0.18471	0.04699	3.931	8.46e-05	***
policy_clust3	-0.10570	0.04641	-2.278	0.0228	*
policy_clust4	-0.17051	0.04259	-4.004	6.23e-05	***
année	-0.12871	0.01580	-8.144	3.84e-16	***

:

#### Principales interprétations :

- Effet des politiques locales SR (policy\_clust) :** Certaines politiques SR sont associées à des réductions ou augmentations significatives du nombre d'accidents mortels hors-agglomération. En particulier, les coefficients estimés des stratégies « policy\_clust3 » et « policy\_clust4 » (respectivement, -0.10570 et -0.17051) montrent une réduction significative des accidents comparée à la politique de référence « policy\_clust1 » qui correspond à la stratégie « Gestion Essentielle SR ». Cela souligne que les effets des politiques locales ne sont pas homogènes et varient selon la stratégie mise en œuvre.

- Effet de la variable temporelle (année) :** une tendance générale et significative (p-value  $<3.84 \times 10^{-16}$ ) à la baisse ( $-0.128$ ) des accidents mortels HA au fil des années, ce qui peut être associé à la tendance de long terme des progrès obtenus en matière de sécurité routière, d'améliorations des infrastructures ou d'autres facteurs. En termes pratiques, une augmentation d'une unité de la variable « année » (correspondant à une année de plus) est associée à une diminution de  $(1-e^{-0.12871}) = -12,7\%$  du nombre d'accidents mortels HA toutes choses égales par ailleurs (y compris le trafic c.-à-d. à trafic constant).

Par ailleurs, il n'est pas possible d'interpréter de manière certaine l'effet de la tendance générale à la baisse des accidents observée au fil des années. Cette baisse est par construction attribuable à des facteurs externes non pris en compte dans le modèle, tels que les effets d'une politique nationale de baisse des vitesses à travers le déploiement progressif du contrôle automatisé (CA), des progrès technologiques en matière de sécurité automobile, ou encore des changements dans le comportement des conducteurs. De plus, l'effet de chaque politique locale pourrait varier selon l'année, ce qui nécessite une prise en compte de l'interaction potentielle entre les politiques SR locales, nationales et la dynamique temporelle pour affiner les résultats de ce premier modèle.

#### **Réponse à la question 1 : Les politiques locales de sécurité routière sont-elles un facteur explicatif significatif ?**

**Oui.** Le modèle GLM (négative binomiale) montre que les politiques locales de sécurité routière ont un effet statistiquement significatif sur le nombre d'accidents mortels hors agglomération, à trafic constant. Les politiques proactive et globale sont associées à une baisse significative des accidents ( $-10\%$  et  $-16\%$  environ) par rapport à la stratégie de référence (gestion essentielle). À l'inverse, la politique réactive est associée à une hausse significative ( $+18\%$ ). Une tendance temporelle générale à la baisse est également observée ( $-12,7\%$  par an), reflétant des dynamiques nationales.

Ce modèle confirme l'importance du type de stratégie locale, mais ne permet pas encore d'en isoler les effets propres par contexte. Les caractéristiques socio-économiques et géographiques des départements peuvent jouer un rôle significatif sur l'accidentalité. Pour mieux comprendre l'impact spécifique des politiques locales tout en prenant en compte ces facteurs contextuels, il est nécessaire de passer à un modèle plus complet permettant de mieux capturer les sources de variabilité dans les accidents mortels HA sur RD.

#### **5.6.1.2 Modèle 2 : « GLM – Politique locale SR & spécificités départementales »**

Le modèle 2 intègre les caractéristiques socio-économiques et géographiques afin d'obtenir une estimation plus précise des effets des politiques locales sur les accidents mortels HA. Il permet de répondre à la « Question 2 » : *les CD partageant les mêmes caractéristiques socio-économiques ont-ils un niveau d'accidentalité comparable ?*

$$\log(E[\text{nb\_acci\_mortel\_HA}]) = \beta_0 + \sum_{i=2}^4 \beta_i \cdot \text{policy\_clust}_i + \sum_{j=2}^6 \beta_j \cdot \text{pdsr_cd_clust}_j + \beta_7 \cdot \text{annee} + \log(\text{trafic_Mrds_veh_km_RRD_fcd})$$

#### **Explication des termes :**

$\sum_{j=2}^6 \beta_j \text{ pdsr_cd_clust}_i$  : somme des effets des différentes catégories de la variable « pdsr\_cd\_clust » (avec  $j$  allant de 2 à 6)

**pdsr\_cd\_clust<sub>i</sub>** : variable catégorielle représentée par 6 clusters identifiant les caractéristiques socio-économiques et de réseaux gérés par les conseils départementaux :

- pdsr\_cd\_clust1 = "CD ruraux à faible densité" (N= 15 CD) ;
- pdsr\_cd\_clust2 = "CD ruraux-montagneux à forte pop. âgée" (N= 13 CD) ;

- pdsr\_cd\_clust3= "CD ruraux PIB+" (N= 14 CD) ;
- pdsr\_cd\_clust4= "CD montagneux-touristiques" (N= 9 CD) ;
- pdsr\_cd\_clust5 = "CD à métropoles" (N= 23 CD) ;
- pdsr\_cd\_clust6 = "CD urbains à très forte densité de pop." (N= 4 CD)

### **Performance et qualité d'ajustement du Modèle 2 :**

Indicateur	Valeur
Paramètre de dispersion	7.2523
Déviance résiduelle	862,17
AIC (Akaike Information Criterion)	6029.3
R <sup>2</sup> de Nagelkerke	0.341
RMSE (Root-Mean-Square Error)	10.39

- **Dispersion des données (Theta)** : le paramètre de dispersion a légèrement augmenté à 7,25, ce qui montre que l'ajout des variables de spécificités locales a introduit une variabilité supplémentaire dans les données.
- **Ajustement globale du modèle** : Le modèle 2 a un AIC de 6029,3 et une déviance résiduelle de 862,17, ce qui représente une amélioration de l'ajustement par rapport au modèle 1(6108,3).
- **RMSE (Root Mean Square Error)** : l'erreur quadratique du modèle indique que, en moyenne, les prédictions du modèle s'écartent de 7,56 accidents mortels HA, une amélioration notable par rapport au modèle 1.
- **R<sup>2</sup> (Nagelkerke's R<sup>2</sup>)** : Le R<sup>2</sup> est de 0,341 ce qui montre une amélioration substantielle du pouvoir explicatif du modèle

### **Résultats des coefficients du Modèle 2 « GLM – Politique locale SR & spécificités départementales »**

Variable	Estimate	Std. Error	z-value	p-value	Significativité
(Intercept)	2.21384	0.04415	50.144	< 2e-16	***
policy_clust2	0.27368	0.04659	5.874	4.26e-09	***
policy_clust3	-0.10450	0.04467	-2.339	0.01932	*
policy_clust4	-0.12528	0.04148	-3.021	0.00252	**
pdsr_cd_clust2	0.40907	0.05366	7.624	2.46e-14	***
pdsr_cd_clust3	0.24006	0.05066	4.739	2.15e-06	***
pdsr_cd_clust4	0.31363	0.05833	5.376	7.60e-08	***
pdsr_cd_clust5	0.11617	0.04550	2.553	0.01067	*
pdsr_cd_clust6	-0.13577	0.07713	-1.760	0.07835	.
annee	-0.12802	0.01503	-8.518	< 2e-16	***

### **Principales interprétations :**

- **Effet des politiques locales SR (policy\_clust)** : l'effet des stratégies SR est toujours significatif, mais les coefficients associés aux stratégies policy\_clust3 et policy\_clust4 sont légèrement plus petits que dans le modèle 1, tandis que « policy\_clust2 », "Politique SR 2 – Gestion Réactive» est associée à une augmentation significative des accidents mortels par rapport à la politique de référence (policy\_clust1). L'ajout de « pdsr\_cd\_clust » dans le modèle 2 permet d'expliquer une partie de la variabilité qui était précédemment attribuée aux stratégies SR dans le modèle 1 soulignant que le contexte d'action a des effets sur les performances des stratégies mises en œuvre.

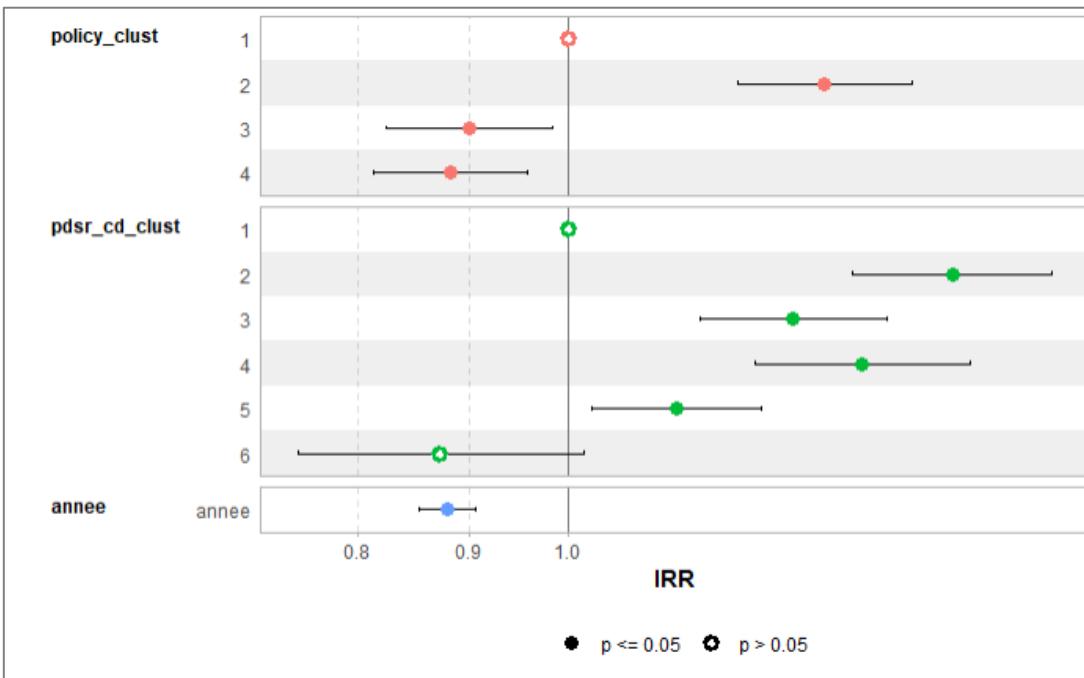


Figure 36 : Ratios d'incidence (IRR) estimés pour les effets de politiques locales SR, de contexte socio-économique et du temps sur les accidents mortels HA

- Effet des spécificités locales (pdsr\_cd\_clust) :** L'introduction de la variable « pdsr\_cd\_clust », représentant les spécificités socio-économiques et géographiques des départements, a un impact significatif sur le nombre d'accidents mortels HA. Les coefficients associés aux catégories « pdsr\_cd\_clust2 », « pdsr\_cd\_clust3 », « pdsr\_cd\_clust4 » et « pdsr\_cd\_clust5 » sont positifs. Ils indiquent que ces catégories sont associées à un accroissement des accidents mortels HA lorsqu'ils sont comparés à la catégorie de référence : « pdsr\_cd\_clust1 » = "CD ruraux à faible densité". Ces résultats suggèrent que les spécificités locales influencent les niveaux d'accidentalité. Le cluster 6 présente un signe négatif, même si la significativité statistique est plus faible ( $p\text{-value}=0,07$ ) suggérant probablement un effet protecteur du milieu urbain en réduisant les vitesses de choc.
- Effet de la variable temporelle (annee) :** Le coefficient de la variable « année » est légèrement modifié (-0,128), indiquant une tendance similaire à la baisse des accidents au fil des années, avec une diminution de 12 % par année, confirmant l'existence de progrès.

Le modèle 2 apporte une amélioration significative par rapport au modèle 1 en expliquant mieux la variabilité des accidents mortels hors-agglomération. L'intégration des spécificités locales (pdsr\_cd\_clust) permet de mieux capter les différences entre départements, offrant ainsi un modèle plus précis et un ajustement amélioré. Cela se traduit par des coefficients plus fiables pour les politiques de sécurité routière (policy\_clust), qui tiennent désormais compte des différences topographiques et socio-économiques des départements. Ces ajustements permettent d'obtenir des prédictions plus précises et d'améliorer la compréhension de l'impact des politiques locales sur les accidents mortels.

Cependant, bien que le modèle 2 ait amélioré l'explication de la série statistique en prenant en compte les spécificités locales (pdsr\_cd\_clust) en tant qu'effets fixes, il reste encore une variabilité intra-cluster inexpliquée. Cette variabilité non expliquée pourrait provenir du type de stratégie SR adoptée, de l'incidence d'une politique nationale SR ou d'une hétérogénéité non capturée entre les départements, malgré les spécificités géographiques et socio-économiques incluses dans le modèle.

Afin de mieux prendre en compte cette hétérogénéité non observée entre départements, notre stratégie de modélisation consiste à introduire des modèles à effets aléatoires (GLMM). Ces modèles permettent de capter la variabilité spécifique des départements en ajoutant un terme d'effet aléatoire pour chaque

cluster socio-économique (pdsr\_cd\_clust), ce qui permettra de mieux rendre compte des différences intra-clusters qui ne sont pas captées par les effets fixes dans le modèle 2.

### **Réponse à la question 2 : Les conseils départementaux partageant les mêmes caractéristiques socio-économiques ont-ils un niveau d'accidentalité comparable ?**

**Pas entièrement.** Le modèle 2 montre que les profils socio-économiques des départements influencent significativement le niveau d'accidentalité hors-agglomération, à trafic constant. Certains contextes présentent un sur-risque marqué (+30 à +36 %), notamment les territoires ruraux, montagneux ou à population âgée, tandis que les départements très urbains sont globalement moins exposés (-13 %).

Cependant, des écarts subsistent entre départements d'un même profil. Cela suggère que le contexte ne suffit pas à expliquer seul les différences d'accidentalité : la stratégie adoptée, les moyens mobilisés et les dynamiques locales jouent également un rôle déterminant.

#### **5.6.1.3 Modèle 3 : « GLMM – Politique locale SR & effets aléatoires (pdsr\_cd\_clust) »**

Le modèle 3 introduit un terme d'effet aléatoire pour « pdsr\_cd\_clust », permettant de modéliser la variabilité des accidents en fonction des différents clusters socio-économiques tout en contrôlant les effets des politiques locales et de l'année, il sera en mesure à répondre à la « Question 3 » : *La mise en œuvre d'une politique locale de sécurité routière produit-elle des effets similaires quels que soient les types de départements ?* Ce modèle doit permettre de mieux comprendre la variation des accidents entre départements ayant des caractéristiques socio-économiques similaires, et ainsi d'améliorer l'ajustement du modèle tout en permettant une meilleure estimation de l'impact des politiques de sécurité routière.

$$\log(\mathbb{E}(\text{nb\_acci\_mortel\_HA}_i)) = \sum_{j=1}^3 \beta_j \cdot \text{policy\_clust}_{ij} + \beta_4 \cdot \text{annee}_i + \sum_{m=1}^6 u_{0,m} \cdot 1(\text{pdsr\_cd\_clust}_i = m) \\ + \log(\text{trafic\_Mrds\_veh\_km\_RRD\_fcd}_i)$$

#### **Performance et qualité d'ajustement du Modèle 3 :**

Indicateur	Valeur
Paramètre de dispersion (Theta)	7.1845
Déviance résiduelle	6031.7
AIC (Akaike Information Criterion)	6045.7
BIC (Bayesian Information Criterion)	6079.0
logLik (Log-Likelihood)	-3015.8
R <sup>2</sup> Conditionnel	0.250
R <sup>2</sup> Marginal	0.140
RMSE (Root-Mean-Square Error)	10.38

#### **Ajustement globale du modèle :**

- **AIC** (6045,7) et **BIC** (6079,0) : Ces indices sont utilisés pour comparer la qualité d'ajustement entre différents modèles, tout en pénalisant la complexité. L'AIC et le BIC du modèle 3 sont légèrement meilleurs que ceux du modèle 2 (respectivement 6108,3 pour l'AIC et 6176,4 pour le BIC), indiquant que le modèle 3 avec effets aléatoires s'ajuste mieux aux données tout en étant plus parcimonieux.

- **Log-Likelihood** : Le log-likelihood du modèle 3 est -3015,8, ce qui est également mieux que celui du modèle 2 (-3034,9), suggérant que l'ajout des effets aléatoires améliore la capacité du modèle à s'ajuster aux données.
- **Deviance** : La déviance pour le modèle 3 est de 6031,7, qui est meilleure que celle du modèle 2 (6069,1), ce qui confirme une amélioration dans l'ajustement des données grâce à l'inclusion des effets aléatoires.
- **RMSE (Root Mean Square Error)** : Le RMSE pour le modèle 3 indique que les prédictions s'écartent en moyenne de 10,38 accidents mortels HA par rapport aux valeurs observées. Comparé au modèle 2 (RMSE = 10,97), le modèle 3 présente une légère amélioration de la précision des prédictions, ce qui suggère que l'ajout des effets aléatoires permet d'améliorer la capacité du modèle à prédire les accidents mortels en tenant compte des différences entre les clusters.
- **R<sup>2</sup> (Nagelkerke's R<sup>2</sup>) pour les GLMM :**
  - **R<sup>2</sup> marginal** : Le R<sup>2</sup> marginal pour le modèle 3 est 0,14, ce qui signifie que les effets fixes expliquent environ 14 % de la variance des accidents mortels HA. Ce chiffre est similaire à celui du modèle 2 (0,21), mais plus faible en raison de la distinction entre variance expliquée par les effets fixes et aléatoires.
  - **R<sup>2</sup> conditionnel** : Le R<sup>2</sup> conditionnel pour le modèle 3 est 0,25, ce qui signifie que les effets fixes et aléatoires combinés expliquent environ 25 % de la variance. Cela est supérieur au modèle 2, où le R<sup>2</sup> était de 0,21, montrant que l'ajout des effets aléatoires dans le modèle 3 permet d'améliorer l'explication de la variance totale des accidents mortels, capturant ainsi mieux la variabilité intra-cluster.

*Résultats des coefficients (effets fixes) du Modèle 3 « GLMM – Politique locale SR & effets aléatoires (pdsr\_cd\_clust) »*

Variable	Estimate	Std. Error	z-value	p-value	Significativité
(Intercept)	2.37753	0.07899	30.099	< 2e-16	***
policy_clust2	0.26666	0.04732	5.635	1.75e-08	***
policy_clust3	-0.10566	0.04512	-2.342	0.01920	*
policy_clust4	-0.12900	0.04188	-3.080	0.00207	**
annee	-0.12814	0.01517	-8.448	< 2e-16	***

**Principales interprétations :**

**Effets fixes :**

- **Effets des politiques locales SR (policy\_clust) :**
  - **policy\_clust2** (0,26666) : Ce coefficient est significativement positif ( $p < 0,001$ ), indiquant une augmentation du nombre d'accidents mortels pour cette catégorie par rapport à la catégorie de référence (policy\_clust1). Comparé au modèle 2 (0,273), où des effets positifs étaient également trouvés pour certaines stratégies, cette augmentation est cohérente avec les résultats du modèle 2.
  - **policy\_clust3** (-0,10566) et **policy\_clust4** (-0,129) : Ces coefficients sont significativement négatifs ( $p = 0,002$ ), indiquant une réduction des accidents mortels pour ces catégories. Comparé au modèle 2, les effets négatifs sont plus marqués dans le modèle 3, ce qui peut refléter un ajustement plus précis grâce à l'inclusion des effets aléatoires.
- **Effet de la variable temporelle** (année) : L'effet de la variable temporelle reste significatif avec un coefficient de -0,12814 ( $p < 0,001$ ), ce qui correspond à une réduction de 12 % des accidents

mortels par an. Cette tendance à la baisse est similaire à celle observée dans le modèle 2 (-0,12871), confirmant l'impact temporel quelle que soit la structure du modèle.

#### Résultats des coefficients (effets aléatoires) du Modèle 3 :

Variable (pdsr_cd_clust)	(Intercept)	Variance (Intercept)	Std. Dev. (Intercept)
pdsr_cd_clust1	-0.15394773	0.03066	0.1751
pdsr_cd_clust2	0.23536525	0.03066	0.1751
pdsr_cd_clust3	0.07652085	0.03066	0.1751
pdsr_cd_clust4	0.14338386	0.03066	0.1751
pdsr_cd_clust5	-0.04273209	0.03066	0.1751
pdsr_cd_clust6	-0.25720441	0.03066	0.1751

#### Effets aléatoires :

- Variance intra-cluster** : Le modèle 3 prend en compte les effets aléatoires pour capturer la variabilité intra-cluster. Les résultats montrent que la variance du groupe pdsr\_cd\_clust (intercept) est de 0,03, avec un écart-type de 0,17. Cela signifie qu'il existe une variabilité significative entre les départements, même après avoir contrôlé les effets fixes. Cette variabilité explique les différences entre les taux d'accidents mortels en fonction des spécificités locales non capturées par les variables explicatives fixes. Le modèle 2, bien qu'il inclue des spécificités locales, ne capte pas totalement cette variabilité intra-cluster. L'ajout des effets aléatoires dans le modèle 3 permet de mieux expliquer cette variabilité géographique et socio-économique, ce qui améliore l'ajustement global du modèle. Cette amélioration est particulièrement importante pour les clusters socio-économiques (pdsr\_cd\_clust), où les effets locaux jouent un rôle important.

Le modèle 3 avec effets aléatoires (GLMM) améliore de manière significative l'ajustement global des données par rapport au modèle 2. L'ajout des effets aléatoires permet de mieux capturer la variabilité intra-cluster, ce qui améliore les prédictions et l'explication de la variance totale des accidents mortels. En comparaison avec le modèle 2, le modèle 3 offre une meilleure précision des prédictions (réduction du RMSE) et explique une proportion plus élevée de la variance totale (meilleur R2 conditionnel). Les effets des politiques locales sont également mieux captés avec les effets aléatoires, permettant de mieux prendre en compte les spécificités géographiques et socio-économiques des départements.

#### Réponse à la question 3 : La mise en œuvre d'une politique locale de sécurité routière produit-elle des effets similaires quels que soient les types de départements ?

**Non.** Le modèle 3 (GLMM) montre que l'effet d'une même politique de sécurité routière varie selon les caractéristiques socio-économiques des départements.

En introduisant un effet aléatoire pour les groupes de départements similaires (clusters socio-économiques), le modèle améliore l'ajustement global et permet de mieux expliquer la variabilité des accidents mortels entre territoires. Cette approche révèle qu'à politique équivalente, les effets sur l'accidentalité ne sont pas uniformes d'un cluster à l'autre.

Autrement dit, une stratégie donnée (proactive, globale ou réactive) n'a pas partout le même impact : son efficacité dépend en partie du contexte local (démographie, réseau routier, densité, etc.).

#### 5.6.1.4 Modèle 4 : « GLMM – Politiques locales SR & pentes (année) et intercepts aléatoires (pdsr\_cd\_clust) »

Le modèle 4 inclus une interaction entre l'année et les clusters socio-économiques (pdsr\_cd\_clust) en ajoutant un terme aléatoire pour l'effet de la pente temporelle au niveau de chaque cluster de la variable pdsr\_cd\_clust. Cela permet de modéliser l'évolution spécifique des accidents mortels HA dans chaque département en fonction des politiques locales et de l'année, tout en tenant compte de la variabilité individuelle entre les départements.

Cette approche va offrir une plus grande flexibilité pour modéliser les tendances temporelles non seulement en fonction de la stratégie de sécurité routière adoptée localement, mais aussi en fonction des dynamiques propres à chaque CD.

$$\log(\mathbb{E}(\text{nb\_acci\_mortel\_HA}_i)) = \beta_0 + \sum_{j=1}^3 \beta_j \cdot \text{policy\_clust}_{ij} + u_{0,k}(\text{pdsr\_cd\_clust}_k) + u_{1,k}(\text{annee}_i)$$

$$+ \log(\text{trafic\_Mrds\_veh\_km\_RRD\_fcd}_i)$$

Résultats des coefficients (effets fixes) du Modèle 4 « GLMM – Politiques locales SR & pentes (année) et intercepts aléatoires (pdsr\_cd\_clust) »

Variable	Estimate	Std. Error	z-value	p-value	Significativité
(Intercept)	2.22630	0.15867	14.031	< 2e-16	***
policy_clust2	0.26952	0.04733	5.694	1.24e-08	***
policy_clust3	-0.10436	0.04516	-2.311	0.02085	*
policy_clust4	-0.12806	0.04190	-3.056	0.00224	**

#### Principales interprétations :

**Effets fixes** : Les effets fixes sont similaires à ceux du modèle 3, ce qui montre que les relations entre les prédicteurs et la variable dépendante nb\_acci\_mortel\_HA restent globalement inchangées. En termes de signification statistique et de direction des effets, il n'y a pas de grande différence par rapport au [modèle 3](#) :

- **policy\_clust2** (0,270) : Le coefficient pour la politique de sécurité routière du cluster 2 reste significatif ( $p = 1,24\text{e-}08$ ), mais légèrement plus élevé que dans le [modèle 3](#) (0,267).
- **policy\_clust3** (-0,104) : L'effet du cluster 3 est significatif ( $p = 0.02085$ ), mais l'importance du coefficient est plus faible par rapport au modèle 3 (-0,106).
- **policy\_clust4** (-0,128) : Le coefficient pour le cluster 4 reste significatif ( $p = 0,00224$ ), avec un léger déclin par rapport au modèle 3 (-0,129).
- **Année** (-0,128) : L'effet de l'année est significatif et similaire à celui du modèle 3 (-0,128 vs -0,128).

Résultats des coefficients (effets aléatoires) du Modèle 4 :

Variable (pdsr_cd_clust)	(Intercept)	annee	Variance (Intercept)	Std. Dev. (Intercept)	Variance (annee)	Std. Dev. (annee)	Corr (Intercept & année)
pdsr_cd_clust1	0.000776	-0.1344	0.05358	0.2315	0.01434	0.1197	-0.76
pdsr_cd_clust2	0.385289	-0.143	0.05358	0.2315	0.01434	0.1197	-0.76
pdsr_cd_clust3	0.227132	-0.121	0.05358	0.2315	0.01434	0.1197	-0.76
pdsr_cd_clust4	0.289487	-0.09	0.05358	0.2315	0.01434	0.1197	-0.76
pdsr_cd_clust5	0.108550	-0.12	0.05358	0.2315	0.01434	0.1197	-0.76
pdsr_cd_clust6	-0.126707	0.01	0.05358	0.2315	0.01434	0.1197	-0.76

### **Effets aléatoires :**

Le modèle 4 introduit des pentes aléatoires pour l'année et des intercepts aléatoires pour chaque groupe de la variable « pdsr\_cd\_clust ». Cela permet de modéliser la variabilité intra-cluster de manière plus fine.

- **Constantes aléatoires** pour les 6 groupes de pdsr\_cd\_clust varient de -0,1267 à 0.385, ce qui indique une hétérogénéité significative entre les départements en termes de niveau de base des accidents mortels hors-agglomération.
- **Pentes aléatoires** pour l'année varient de -0.143 à 0.013, avec des corrélations négatives modérées entre les effets d'intercept et de pente (-0.76). Cela suggère que dans certains clusters, l'impact de l'année (tendance dans le temps) est plus faible ou plus négatif, tandis que dans d'autres, l'impact est plus important.

L'inclusion des pentes aléatoires dans ce modèle permet de mieux capturer la variabilité intra-cluster, en particulier l'hétérogénéité dans la manière dont les départements réagissent à l'évolution des politiques de sécurité routière sur la période étudiée.

### **Performance et qualité d'ajustement du Modèle 4 :**

Indicateur	Valeur
Paramètre de dispersion (Theta)	7.1719
Déviance résiduelle	6045.4
AIC (Akaike Information Criterion)	6061.4
BIC (Bayesian Information Criterion)	6099.4
logLik (Log-Likelihood)	-3022.7
R <sup>2</sup> Conditionnel	0.260
R <sup>2</sup> Marginal	0.077
RMSE (Root-Mean-Square Error)	10.39

### **Qualité du modèle : R<sup>2</sup> et RMSE**

- **R<sup>2</sup> conditionnel** (0,26) : Il est plus élevé que dans le modèle 3 (0,25), ce qui indique une amélioration de l'explication de la variabilité des accidents mortels hors-agglomération grâce à l'introduction des effets aléatoires supplémentaires.
- **R<sup>2</sup> marginal** (0,08) : Il reste faible, suggérant que les prédicteurs fixes (politiques de sécurité routière et année) expliquent une proportion relativement faible de la variance dans le nombre d'accidents mortels hors-agglomération.
- **RMSE** (10,39) : La valeur du RMSE est similaire à celle du modèle 3 (10,38), indiquant que les performances de prédiction sont très proches entre les deux modèles.

Bien que le modèle 4 ait permis une meilleure prise en compte de la variabilité intra-cluster, il accroît cependant la complexité de ce dernier sans gain significatif en termes de performance comparé au [modèle 3](#). Il est possible qu'il existe des interactions entre les politiques de sécurité routière et les clusters socio-économiques des départements (variable pdsr\_cd\_clust). En d'autres termes, l'impact des différentes politiques de sécurité routière pourrait varier non seulement d'un département à l'autre, mais également en fonction des caractéristiques socio-économiques de chaque cluster.

### **Réponse à la question 4 : La tendance générale à la décroissance du nombre d'accidents mortels HA est-elle la même quelles que soient les caractéristiques du département « pdsr\_cd\_clust » ?**

**Non.** Le modèle 4 montre que la décroissance des accidents varie selon les clusters socio-économiques. Certaines zones voient une baisse plus rapide, d'autres moins ou pas du tout. Cette variabilité reflète l'impact différencié des politiques de sécurité routière selon le contexte local. Ainsi, la tendance générale n'est pas uniforme sur le territoire.

### 5.6.1.5 Modèle 5 : « GLMM – Politiques locales SR & interactions (policy\_clust\*pdsr\_cd\_clust) »

Le modèle 5 propose d'explorer ces interactions en introduisant un terme d'interaction entre la variable « policy\_clust » et « pdsr\_cd\_clust » dans la formule du modèle avec une structure de variance aléatoire pour l'évolution temporelle (année). Ce modèle permet ainsi d'examiner si les effets des politiques de sécurité routière sont modulés par les caractéristiques socio-économiques des clusters, et si cette variabilité affecte de manière significative le nombre d'accidents mortels hors-agglomération.

$$\log(\mathbb{E}[\text{nb\_acci\_mortel\_HA}_i]) = \beta_0 + \sum_{j=1}^3 \beta_j \cdot \text{policy\_clust}_j + \sum_{k=1}^6 \gamma_k \cdot \text{pdsr\_cd\_clust}_k + \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^6 \delta_{jk} \cdot (\text{policy\_clust}_j \times \text{pdsr\_cd\_clust}_k) \\ + \beta_4 \cdot \text{annee}_i + \log(\text{trafic\_Mrds\_veh\_km\_RRD\_fc}_i) + u_i + \epsilon_i$$

#### Résultats des coefficients (effets fixes) du Modèle 5

Variable	Estimate	Std. Error	z-value	p-value	Significativité
(Intercept)	2.15677	0.07344	29.366	< 2e-16	***
policy_clust2	0.22320	0.10262	2.175	0.02963	*
policy_clust3	-0.12716	0.10127	-1.256	0.20927	
policy_clust4	0.09756	0.09032	1.080	0.28007	
pdsr_cd_clust2	0.44787	0.08664	5.169	2.35e-07	***
pdsr_cd_clust3	0.27615	0.08902	3.102	0.00192	**
pdsr_cd_clust4	0.46543	0.11922	3.904	9.47e-05	***
pdsr_cd_clust5	0.21273	0.08870	2.398	0.01647	*
pdsr_cd_clust6	-0.79405	0.11521	-6.892	5.49e-12	***
policy_clust3:pdsr_cd_clust2	0.18243	0.13133	1.389	0.16480	
policy_clust4:pdsr_cd_clust2	-0.42183	0.13109	-3.218	0.00129	**
policy_clust2:pdsr_cd_clust3	0.22702	0.13825	1.642	0.10058	
policy_clust3:pdsr_cd_clust3	0.01755	0.14886	0.118	0.90613	
policy_clust4:pdsr_cd_clust3	-0.28850	0.12322	-2.341	0.01921	*
policy_clust2:pdsr_cd_clust4	-0.27411	0.17331	-1.582	0.11373	
policy_clust3:pdsr_cd_clust4	0.01656	0.16700	0.099	0.92100	
policy_clust4:pdsr_cd_clust4	-0.30589	0.15237	-2.008	0.04468	*
policy_clust2:pdsr_cd_clust5	-0.07076	0.12826	-0.552	0.58118	
policy_clust3:pdsr_cd_clust5	-0.15986	0.13052	-1.225	0.22063	
policy_clust4:pdsr_cd_clust5	-0.13239	0.11824	-1.120	0.26285	
policy_clust2:pdsr_cd_clust6	1.21894	0.17973	6.782	1.18e-11	***
policy_clust3:pdsr_cd_clust6	0.90247	0.19890	4.537	5.70e-06	***

#### Principales interprétations :

- **Effets fixes** : les effets fixes sont similaires à ceux du [modèle 3](#), ce qui montre que les relations entre les prédicteurs et la variable dépendante nb\_acci\_mortel\_HA restent globalement inchangées :
  - **policy\_clust2** (0,223) : Le coefficient pour la politique de sécurité routière du cluster 2 « Gestion Réactive SR » est significatif ( $p = 0,032$ ). Il reste cohérent avec les résultats du [modèle 4](#)
  - **policy\_clust3** (-0,127) : perd en significativité ( $p = 0,209$ )
  - **policy\_clust4** ( 0,098) : Le coefficient n'est pas significatif ( $p = 0,280$ ) contrairement au modèle 4.
  - **Effets de (pdsr\_cd\_clust)** : Les clusters géographiques 2, 3, 4 et 5 montrent des effets significatifs positifs ( $p < 0,05$ ), sauf pour le cluster 6, qui présente un effet négatif marqué ( - 0,79), ( $p < 0,001$ ).

- **Interactions (policy\_clust \* pdsr\_cd\_clust)** : Les interactions sont significatives dans les combinaisons suivantes :
  - policy\_clust4:pdsr\_cd\_clust2 (-0,422, p = 0,001)
  - policy\_clust4:pdsr\_cd\_clust4 (-0,306, p = 0,001)
  - policy\_clust2:pdsr\_cd\_clust6 (1,219, p < 0,001)
  - policy\_clust3:pdsr\_cd\_clust6 (-0,422, p < 0,001)

Par exemple les interactions négatives de policy\_clust4 (Gestion Globale SR) \* pdsr\_cd\_clust2 (CD ruraux-montagneux à forte pop. âgée) indiquent que dans certains clusters socio-économiques, certaines stratégies SR peuvent être moins adaptées ou moins efficaces. Cela pourrait s'expliquer par des différences dans les caractéristiques du réseau (trafic, géométrie de la route et de ses abords, équipement, etc.), les priorités locales ou la mise en œuvre des politiques SR. L'ajout des interactions permet de capturer des nuances locales supplémentaires. Cependant, certains termes deviennent non significatifs (policy\_clust2 ; policy\_clust4).

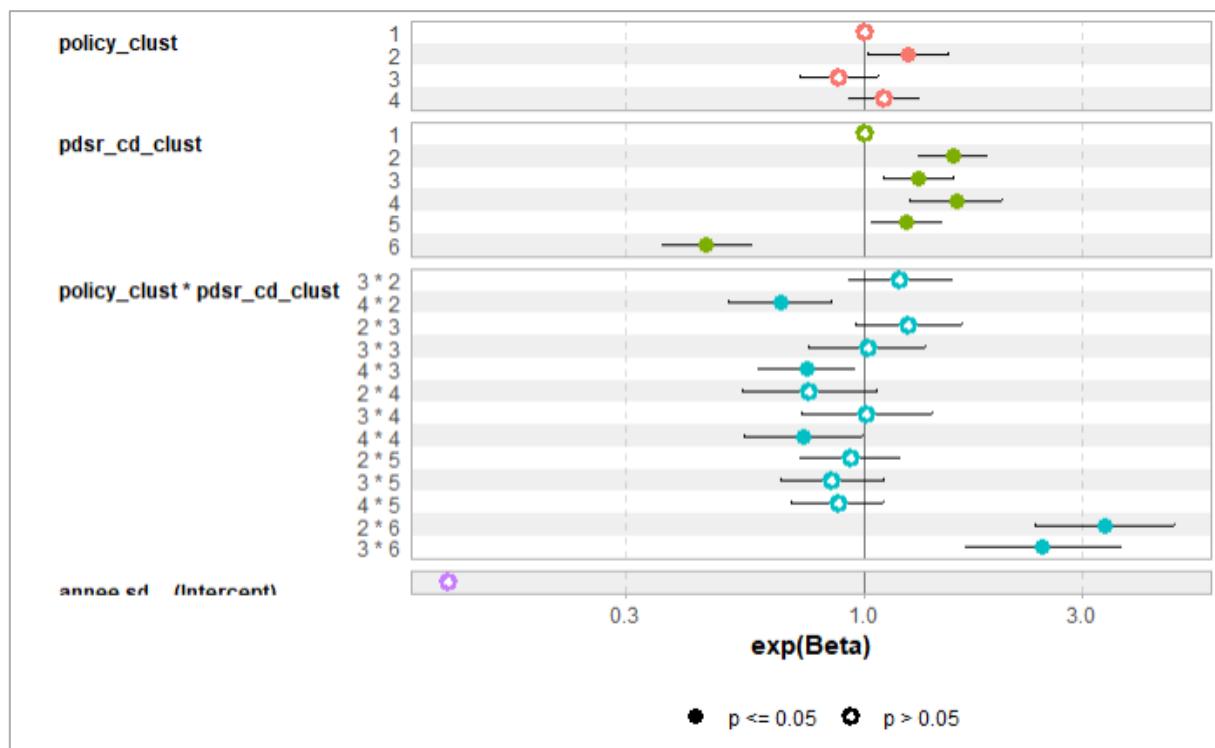


Figure 37 : effets d'interaction estimés ( $\exp(\text{Beta})$ ) entre politiques locales et contextes socio-économiques sur le nombre d'accidents mortels HA (modèle5)

#### Résultats des coefficients (effets aléatoires) du Modèle 5 :

Variable (annee)	(Intercept)	Variance (Intercept)	Std. Dev. (Intercept)
2007	0.172077604	0.01514	0.123
2008	0.125740452	0.01514	0.123
2009	0.113227960	0.01514	0.123
2010	0.089535715	0.01514	0.123
2011	0.079231306	0.01514	0.123
2012	0.004378743	0.01514	0.123
2013	-0.120864854	0.01514	0.123
2014	-0.056955734	0.01514	0.123
2015	-0.118826842	0.01514	0.123
2016	-0.141234017	0.01514	0.123
2017	-0.143444545	0.01514	0.123

**Effets aléatoires :** La variance de l'effet aléatoire pour l'année (0,015) est relativement faible, indiquant peu de variabilité inter-annuelle inexpliquée. L'amplitude des valeurs de l'intercept Les variations des effets aléatoires pour les années sont modérées, allant de 0,172 à -0,143. Cela indique qu'aucune année particulière ne s'écarte de manière drastique par rapport à la moyenne globale des années. Cela justifie le choix d'inclure l'année comme un effet aléatoire, mais cela ne représente pas un facteur clé dans les prédictions.

#### **Performance et qualité d'ajustement du Modèle 5 :**

Indicateur	Valeur
Paramètre de dispersion (Theta)	8.4647
Déviance résiduelle	5936.3
AIC (Akaike Information Criterion)	5984.3
BIC (Bayesian Information Criterion)	6098.4
logLik (Log-Likelihood)	-2968.1
R <sup>2</sup> Conditionnel	0.294
R <sup>2</sup> Marginal	0.237
RMSE (Root-Mean-Square Error)	9.64

**Performance globale :** Le modèle 5 améliore l'ajustement global, comme indiqué par une diminution notable de l'AIC (-77,1) et une meilleure log-vraisemblance. Une augmentation significative du R<sup>2</sup> marginal (+0.160) démontre que les interactions expliquent davantage de variance observée. L'analyse de l'erreur quadratique (RMSE) : 9,64 est légèrement meilleure que celle du modèle 4 (-7,2%). Cela confirme que l'inclusion des interactions dans le modèle améliore l'ajustement.

Le modèle 5 a permis d'évaluer à la fois les effets principaux des variables policy\_clust et pdsr\_cd\_clust, ainsi que leurs interactions. Les résultats ont montré que les interactions entre ces deux variables jouent un rôle déterminant dans l'explication des variations du nombre d'accidents mortels, tandis que certains effets principaux n'étaient pas significatifs. En dépit de la complexité du modèle 5, ses performances (AIC, BIC, R<sup>2</sup>) dépassent celles obtenues par le modèle 3 et 4.

Toutefois, les effets principaux et interactions du modèle 5 sont estimés séparément, rendant l'interprétation des coefficients plus complexe. Cela a motivé la transition vers le modèle 6 qui simplifie la structure en supprimant les effets principaux pour se concentrer exclusivement sur les interactions. Cette approche met en lumière l'influence combinée des politiques et des clusters PDSR sur les accidents, tout en conservant une performance statistique équivalente au modèle 5, renforçant ainsi l'interprétabilité et l'efficacité de l'analyse.

#### **Réponse à la question 5 : Les effets combinés des politiques locales de sécurité routière et des caractéristiques socio-économiques permettent-ils de mieux expliquer les disparités territoriales des accidents mortels hors-agglomération ?**

**Oui.** Le modèle 5 intègre explicitement les interactions entre stratégies locales de sécurité routière (policy\_clust) et contextes socio-économiques (pdsr\_cd\_clust), révélant que l'efficacité des politiques varie selon le contexte territorial. Ce modèle améliore significativement l'ajustement global par rapport aux modèles précédents, avec une baisse notable de l'AIC et une augmentation du R<sup>2</sup> marginal, montrant que la prise en compte des interactions capture mieux la variabilité spatiale des accidents mortels.

Contrairement au modèle 4 qui capture des variations temporelles par cluster, le modèle 5 montre que ce sont les interactions entre politiques locales et contextes territoriaux qui expliquent le mieux les disparités spatiales d'accidents mortels.

### 5.6.1.6 Modèle 6 : « GLMM – interactions entre politiques locales SR et contexte socio-économique »

Le modèle 6 se concentre exclusivement sur les effets d'interaction entre les variables « policy\_clust » (stratégies SR) et « pdsr\_cd\_clust » (clusters socio-économiques). Contrairement au modèle 5, qui inclut à la fois les effets principaux et les interactions, ce modèle part de l'hypothèse que les effets principaux individuels ne suffisent pas à expliquer les variations du nombre d'accidents mortels HA. Il permet ainsi de comparer directement les performances relatives de toutes les différencielles estimées pour chaque configuration territoriale. À cet égard, le modèle 6 introduit un effet aléatoire sur l'année afin de capturer les variations temporelles.

$$\log(E[\text{nb\_acci\_mortel\_HA}]) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i (\text{policy\_clust}_i : \text{pdsr\_cd\_clust}_j) \\ + (1|\text{année}) + \log(\text{trafic\_Mrds\_veh\_km\_RRD\_fcd})$$

#### Performance et qualité d'ajustement du Modèle 6 :

Indicateur	Valeur
Paramètre de dispersion (Theta)	8.4647
Déviance résiduelle	5936.3
AIC (Akaike Information Criterion)	5984.3
BIC (Bayesian Information Criterion)	6098.4
logLik (Log-Likelihood)	-2968.1
R <sup>2</sup> Conditionnel	0.294
R <sup>2</sup> Marginal	0.237
RMSE (Root-Mean-Square Error)	9.64

**Performance globale :** Le modèle présente un AIC de 5984,3, un R<sup>2</sup> marginal de 0,24 et un R<sup>2</sup> conditionnel de 0,29. L'erreur quadratique moyenne (RMSE : 9,64) indique un ajustement satisfaisant, bien que certaines nuances locales ne soient pas entièrement capturées.

#### Résultats des coefficients (effets fixes) du Modèle 6

Variable	Estimate	Std. Error	z-value	p-value	Significativité
constante	1.4603	0.1025	14.246	< 2e-16	***
policy_clust1:pdsr_cd_clust1	0.6965	0.1147	6.074	1.25e-09	***
policy_clust2:pdsr_cd_clust1	0.9197	0.1251	7.353	1.94e-13	***
policy_clust3:pdsr_cd_clust1	0.5693	0.1240	4.592	4.39e-06	***
policy_clust4:pdsr_cd_clust1	0.7941	0.1152	6.892	5.49e-12	***
policy_clust1:pdsr_cd_clust2	1.1444	0.1123	10.186	< 2e-16	***
policy_clust3:pdsr_cd_clust2	1.1996	0.1124	10.671	< 2e-16	***
policy_clust4:pdsr_cd_clust2	0.8201	0.1211	6.771	1.28e-11	***
policy_clust1:pdsr_cd_clust3	0.9726	0.1142	8.518	< 2e-16	***
policy_clust2:pdsr_cd_clust3	1.4229	0.1175	12.109	< 2e-16	***
policy_clust3:pdsr_cd_clust3	0.8630	0.1309	6.595	4.26e-11	***
policy_clust4:pdsr_cd_clust3	0.7817	0.1107	7.063	1.63e-12	***
policy_clust1:pdsr_cd_clust4	1.1619	0.1390	8.358	< 2e-16	***
policy_clust2:pdsr_cd_clust4	1.1110	0.1358	8.181	2.81e-16	***
policy_clust3:pdsr_cd_clust4	1.0513	0.1287	8.168	3.14e-16	***
policy_clust4:pdsr_cd_clust4	0.9536	0.1183	8.061	7.59e-16	***
policy_clust1:pdsr_cd_clust5	0.9092	0.1139	7.980	1.47e-15	***

policy_clust2:pdsr_cd_clust5	1.0617	0.1058	10.031	< 2e-16	***
policy_clust3:pdsr_cd_clust5	0.6222	0.1098	5.666	1.47e-08	***
policy_clust4:pdsr_cd_clust5	0.8744	0.1054	8.298	< 2e-16	***
policy_clust2:pdsr_cd_clust6	1.3446	0.1471	9.139	< 2e-16	***
policy_clust3:pdsr_cd_clust6	0.6777	0.1708	3.967	7.26e-05	***

### Principales interprétations :

- **Effets fixes** : Les effets fixes révèlent des relations significatives entre les prédicteurs et la variable dépendante, reflétant une dynamique similaire aux modèles précédents tout en se concentrant sur les interactions :

- **Effets des interactions (policy\_clust : pdsr\_cd\_clust)** : Les interactions significatives incluent :
  - policy\_clust2:pdsr\_cd\_clust1 (0,9197,  $p = 1,94e-13$ )
  - policy\_clust3:pdsr\_cd\_clust2 ( $1,1996, p < 2e-16$ )
  - policy\_clust4:pdsr\_cd\_clust5 (0,8744,  $p < 2e-16$ )

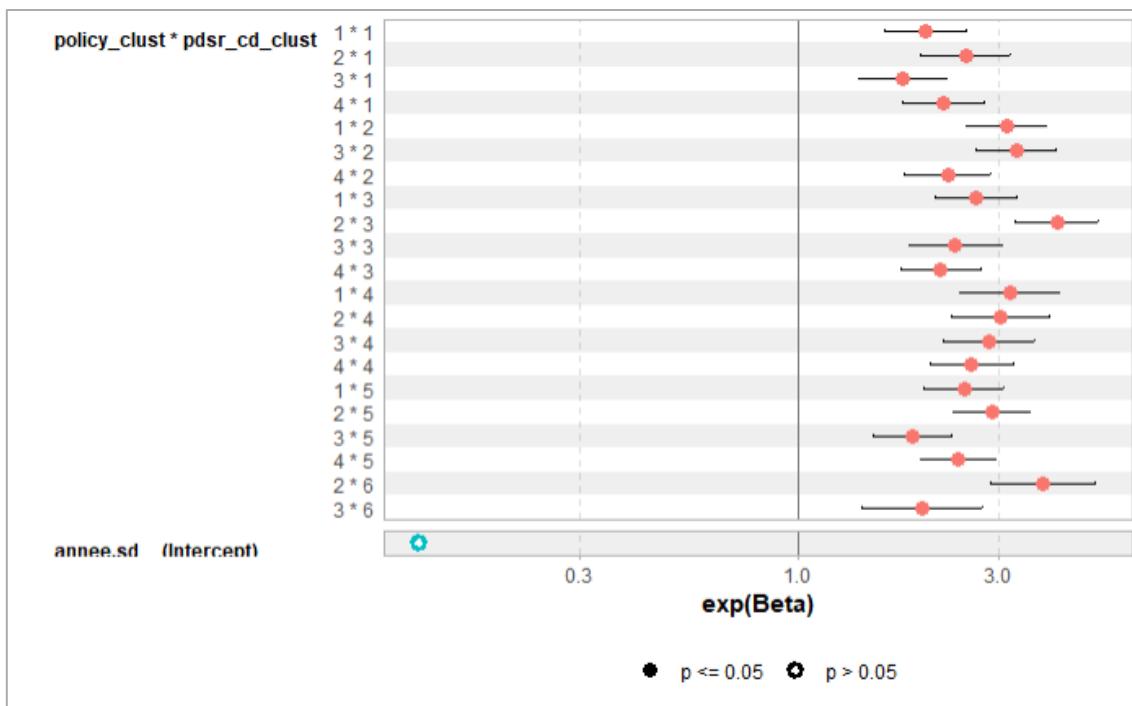


Figure 38 : effets d'interaction estimés ( $\text{exp}(\text{Beta})$ ) entre politiques locales et contextes socio-économiques sur le nombre d'accidents mortels HA (modèle6)

Par exemple, policy\_clust2 : pdsr\_cd\_clust6 (1,3446,  $p < 2e-16$ ) met en évidence une forte association entre la politique cluster 2 et les caractéristiques de certaines régions spécifiques. Cela indique que l'efficacité des politiques varie fortement selon les contextes socio-économiques et géographiques.

### Résultats des coefficients (effets aléatoires) du Modèle 6 :

Variable (année)	(Intercept)	Variance (Intercept)	Std. Dev. (Intercept)
2007	0.172077388	0.01514	0.123
2008	0.125740241	0.01514	0.123
2009	0.113227742	0.01514	0.123
2010	0.089535511	0.01514	0.123
2011	0.079231114	0.01514	0.123
2012	0.004378566	0.01514	0.123

<b>2013</b>	-0.120865026	0.01514	0.123
<b>2014</b>	-0.056955926	0.01514	0.123
<b>2015</b>	-0.118827009	0.01514	0.123
<b>2016</b>	-0.141234183	0.01514	0.123
<b>2017</b>	-0.143444713	0.01514	0.123

**Effets aléatoires :** La variance de l'effet aléatoire associé à l'année (0,015) est faible, ce qui suggère une variabilité interannuelle limitée. Dans ce modèle, l'année a été intégrée comme un effet aléatoire simple, supposé suivre une distribution normale de moyenne nulle et de variance constante. Le modèle estime ainsi une unique variance globale pour l'ensemble des années, à partir de laquelle sont dérivés les effets spécifiques à chaque année (valeurs de l'intercept). Les écarts observés sur la constante restent modérés et ne traduisent pas de variation significative liée à une année particulière. Cela confirme la pertinence de modéliser l'année comme un effet aléatoire, sans pour autant en faire un facteur explicatif majeur.

Le modèle 6 met en évidence l'impact significatif des politiques de sécurité routière et des contextes socio-économiques sur la réduction des accidents mortels. Les résultats montrent que les interactions entre les politiques de sécurité routière et les clusters socio-économiques influencent différemment les niveaux d'accidentalité mortelle.

Les politiques de gestion proactive et globale sont les plus efficaces pour réduire les accidents mortels, surtout dans les territoires urbains denses et certaines territoires ruraux (pdsr\_cd\_clust3 : CD ruraux PIB+). La politique réactive a tendance à augmenter le nombre d'accidents, en particulier dans les CD ruraux-montagneux et ruraux à faible densité. Enfin, la politique essentielle est modérément efficace dans la réduction des accidents et ne se distingue pas comme étant la plus performante dans aucun des clusters socio-économiques.

Toutefois, la performance globale du modèle, mesurée par le R<sup>2</sup> conditionnel (29,4 %) et le R<sup>2</sup> marginal (23,7 %), ainsi que son RMSE (9,64), indique qu'il reste une part importante de la variance non expliquée. De plus, l'effet aléatoire sur l'année ne capte qu'une faible portion de cette variance, suggérant que d'autres sources de variabilité méritent d'être explorées.

#### Réponse à la question 6 : Les interactions entre politiques locales de sécurité routière et contextes socio-économiques suffisent-elles, à elles seules, à expliquer les disparités territoriales d'accidents mortels hors-agglomération ?

**Oui.** Le modèle 6 montre que les disparités territoriales s'expliquent principalement par les effets combinés entre stratégies locales de sécurité routière et contextes socio-économiques. Contrairement au modèle 5, qui intègre à la fois les effets principaux (propres à chaque politique ou chaque contexte) et leurs interactions, le modèle 6 ne conserve que les effets spécifiques de chaque binôme politique-contexte. Cela permet **d'isoler la performance propre à chaque combinaison**, sans être influencé par l'effet moyen d'une politique ou d'un contexte pris isolément. Il en résulte une meilleure capacité explicative (R<sup>2</sup> marginal = 0,24 ; RMSE = 9,64), confirmant que la nature de l'interaction entre politique et contexte est un déterminant central des écarts d'accidentalité.

### 5.6.1.7 Modèle 7 : « GLMM – Politiques locales SR & interactions avec effets aléatoires (CA) »

Bien que le [modèle 6](#) montre que les disparités territoriales d'accidents mortels s'expliquent principalement par l'interaction entre politiques locales et contextes territoriaux, cela n'exclut pas que des mesures nationales puissent également jouer un rôle différenciant. Le modèle 7 explore ainsi si l'intégration du déploiement des dispositifs de contrôle automatisé (CA) améliore encore l'explication des écarts, en captant une part de variance non expliquée par les dynamiques locales.

Le modèle 7 explore ainsi si l'intégration du déploiement des dispositifs de contrôle automatisé (CA) améliore encore l'explication des écarts (dot\_csa\_rrd\_k\_km\_HA), en captant une part de variance non expliquée par les dynamiques locales. Cette variable mesure l'évolution du nombre de dispositifs de CA déployés par l'État, rapporté au linéaire routier géré, et permet de capturer l'incidence d'une politique nationale sur la sécurité routière à l'échelle départementale. Le modèle 7 conserve les interactions des clusters et le contrôle par le trafic.

Ce choix s'appuie sur le modèle théorique explicatif, qui postule que la mise en place d'un système de contrôle peut influencer directement les comportements des usagers de la route et, par extension, les niveaux d'accidentalité. L'intégration de cette variable vise à mieux comprendre les effets spécifiques de cette politique nationale, tout en explorant ses interactions potentielles avec les dynamiques locales décrites dans les clusters socio-économiques.

$$\log(\text{nb\_acci\_mortel\_HA}_i) = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k (\text{policy\_clust} \times \text{pdsr\_cd\_clust})_k + \beta_{\text{annee}} \cdot \text{annee}_i \\ + b_{\text{dot\_csa\_rrd\_k\_km\_HA},i} + \log(\text{trafic\_Mrds\_veh\_km\_RRD\_fcd}_i)$$

#### Performance et qualité d'ajustement du Modèle 7 :

Indicateur	Valeur
Paramètre de dispersion (Theta)	13.7391
Déviance résiduelle	5828.8
AIC (Akaike Information Criterion)	5878.8
BIC (Bayesian Information Criterion)	5997.7
logLik (Log-Likelihood)	-2914.4
R <sup>2</sup> Conditionnel	0.479
R <sup>2</sup> Marginal	0.299
RMSE (Root-Mean-Square Error)	7.55

#### Performance globale du modèle :

- AIC (5878,8), BIC (5997,7)** : Ces valeurs indiquent une bonne adéquation du modèle, mais elles pourraient être améliorées par l'ajout d'autres variables ou effets.
- R<sup>2</sup> conditionnel (0,479), R<sup>2</sup> marginal (0,3)** : Ces résultats montrent que le modèle explique environ 48 % de la variance totale dans le nombre d'accidents mortels (R<sup>2</sup> conditionnel), tandis que les variables fixes seules expliquent environ 30 % de la variance (R<sup>2</sup> marginal). Ces valeurs montrent une amélioration par rapport au modèle 6, où le R<sup>2</sup> conditionnel était de 29,4 %.
- RMSE (7,56)** : L'erreur quadratique moyenne est relativement faible comparé au modèle 6, indiquant un bon ajustement du modèle aux données. Le modèle semble donc fournir des prédictions raisonnablement précises du nombre d'accidents mortels.

## Résultats des coefficients (effets fixes) du Modèle 7

Variable	Estimate	Std. Error	z-value	p-value	Significativité
(constante)	1.41647	0.10193	13.896	< 2e-16	***
annee	-0.14440	0.01544	-9.352	< 2e-16	***
policy_clust1:pdsr_cd_clust1	0.75219	0.12057	6.238	4.42e-10	***
policy_clust2:pdsr_cd_clust1	0.99863	0.13357	7.476	7.63e-14	***
policy_clust3:pdsr_cd_clust1	0.70387	0.13200	5.332	9.70e-08	***
policy_clust4:pdsr_cd_clust1	0.86390	0.12452	6.938	3.98e-12	***
policy_clust1:pdsr_cd_clust2	1.21753	0.11978	10.164	< 2e-16	***
policy_clust3:pdsr_cd_clust2	1.30220	0.11873	10.968	< 2e-16	***
policy_clust4:pdsr_cd_clust2	0.90438	0.13083	6.913	4.76e-12	***
policy_clust1:pdsr_cd_clust3	1.02564	0.12198	8.408	< 2e-16	***
policy_clust2:pdsr_cd_clust3	1.44279	0.12510	11.533	< 2e-16	***
policy_clust3:pdsr_cd_clust3	0.98057	0.14799	6.626	3.45e-11	***
policy_clust4:pdsr_cd_clust3	0.70958	0.12085	5.872	4.31e-09	***
policy_clust1:pdsr_cd_clust4	0.91319	0.15166	6.021	1.73e-09	***
policy_clust2:pdsr_cd_clust4	1.16926	0.14473	8.079	6.53e-16	***
policy_clust3:pdsr_cd_clust4	1.09049	0.13684	7.969	1.60e-15	***
policy_clust4:pdsr_cd_clust4	0.93052	0.12474	7.460	8.67e-14	***
policy_clust1:pdsr_cd_clust5	0.85020	0.11877	7.159	8.15e-13	***
policy_clust2:pdsr_cd_clust5	1.05643	0.11160	9.466	< 2e-16	***
policy_clust3:pdsr_cd_clust5	0.65112	0.11689	5.570	2.54e-08	***
policy_clust4:pdsr_cd_clust5	0.84881	0.11092	7.653	1.97e-14	***
policy_clust2:pdsr_cd_clust6	1.44683	0.14180	10.203	< 2e-16	***
policy_clust3:pdsr_cd_clust6	0.73674	0.18376	4.009	6.09e-05	***

### Principales interprétations :

**Effets fixes :** Les effets fixes révèlent des relations significatives entre les prédicteurs et la variable dépendante, reflétant une dynamique similaire aux modèles précédents tout en se concentrant sur les interactions :

- **Effet de l'année (-0,14440, p < 2e-16) :** Un coefficient négatif indiquant qu'il y a une réduction générale du nombre d'accidents mortels au fil des années, ce qui pourrait refléter des améliorations dans la sécurité routière, les politiques de prévention ou d'autres facteurs sur la période étudiée.
- **Effets des interactions (policy\_clust : pdsr\_cd\_clust) :** notons ici que les coefficients des interactions sont à comparer avec la situation de référence sélectionnée par défaut par le logiciel et qui correspondrait à la combinaison policy\_clust4 : pdsr\_cd\_clust6, absente par ailleurs dans les résultats du modèle.
  - **policy\_clust2:pdsr\_cd\_clust6 (1,44683, p < 2e-16)** montre une forte augmentation du nombre d'accidents dans le cluster urbain à très forte densité de population lorsque la politique réactive est appliquée. Cela suggère que cette politique pourrait avoir un effet contre-productif dans les zones urbaines densément peuplées.
  - **policy\_clust3:pdsr\_cd\_clust3 (0,98057, p < 2e-16) et policy\_clust4:pdsr\_cd\_clust3 (0,70958, p < 2e-16)** montrent que les politiques proactive et globale sont plus efficaces dans les zones rurales à forte densité économique (pdsr\_cd\_clust3) pour réduire les accidents.

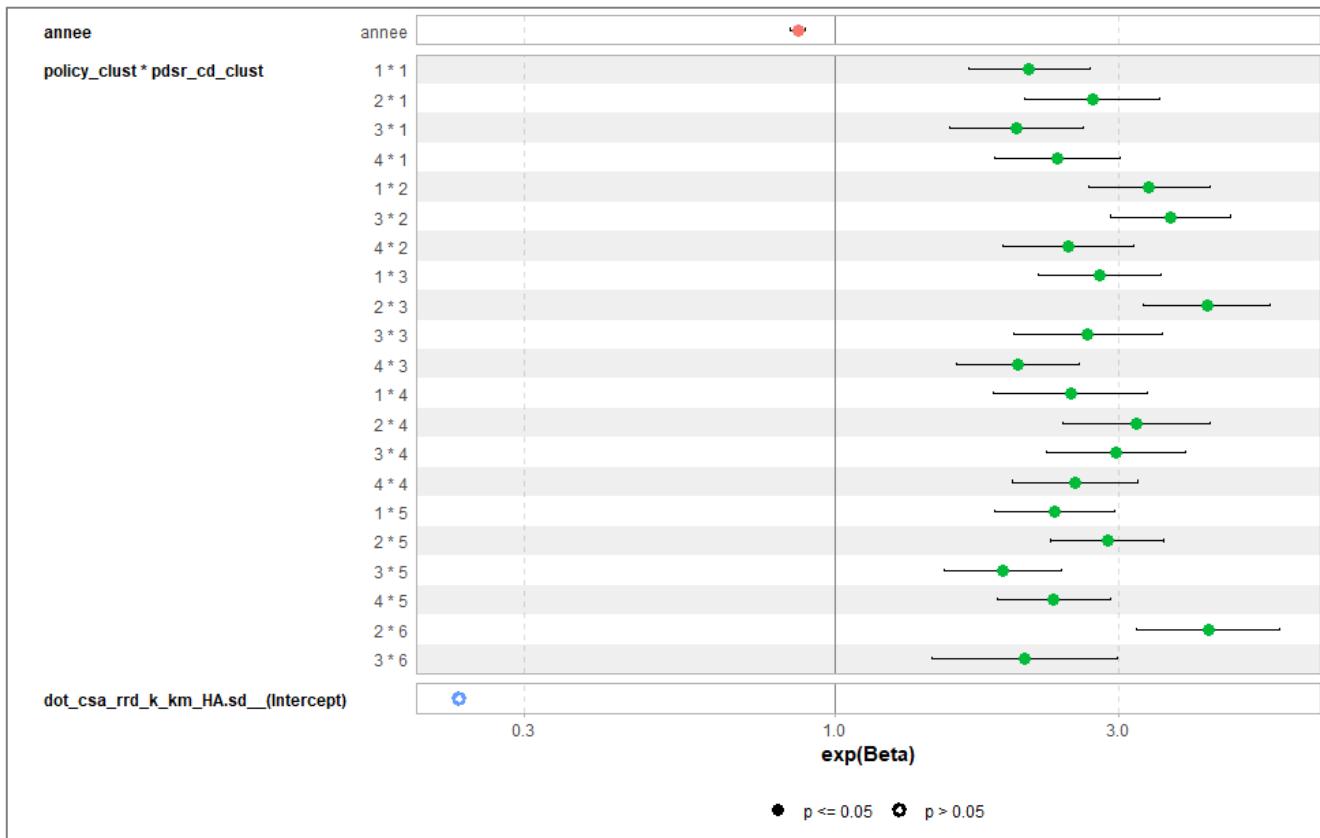


Figure 39 : Effets d'interaction estimés ( $\text{exp}(\text{Beta})$ ) entre politiques locales et contextes socio-économiques et effets aléatoires de la dotation CSA sur le nombre d'accidents mortels HA (modèle 7)

Résultats des coefficients (effets aléatoires) du Modèle 7 :

Variables	(Intercept)	Variance (Intercept)	Std. Dev. (Intercept)
dot_csa_rrd_k_km_HA		0.05364	0.2316

**Effets aléatoires : Variance de l'effet aléatoire pour  $\text{dot\_csa\_rrd\_k\_km\_HA}$  (0,05364, std dev = 0,2316) :** Cette variance est faible, indiquant que la variabilité interdépartementale (en fonction de la présence de dispositifs de contrôle de la vitesse automatisé) n'a qu'une influence modérée sur le modèle. Cela suggère que bien que la présence de dispositifs de CA ait un effet, cet effet reste secondaire dans l'explication des accidents mortels HA.

**Effets Marginaux Conditionnels :** les résultats des effets marginaux pour le modèle 7 montrent des tendances similaires mais avec des différences notables pour les policy clusters :

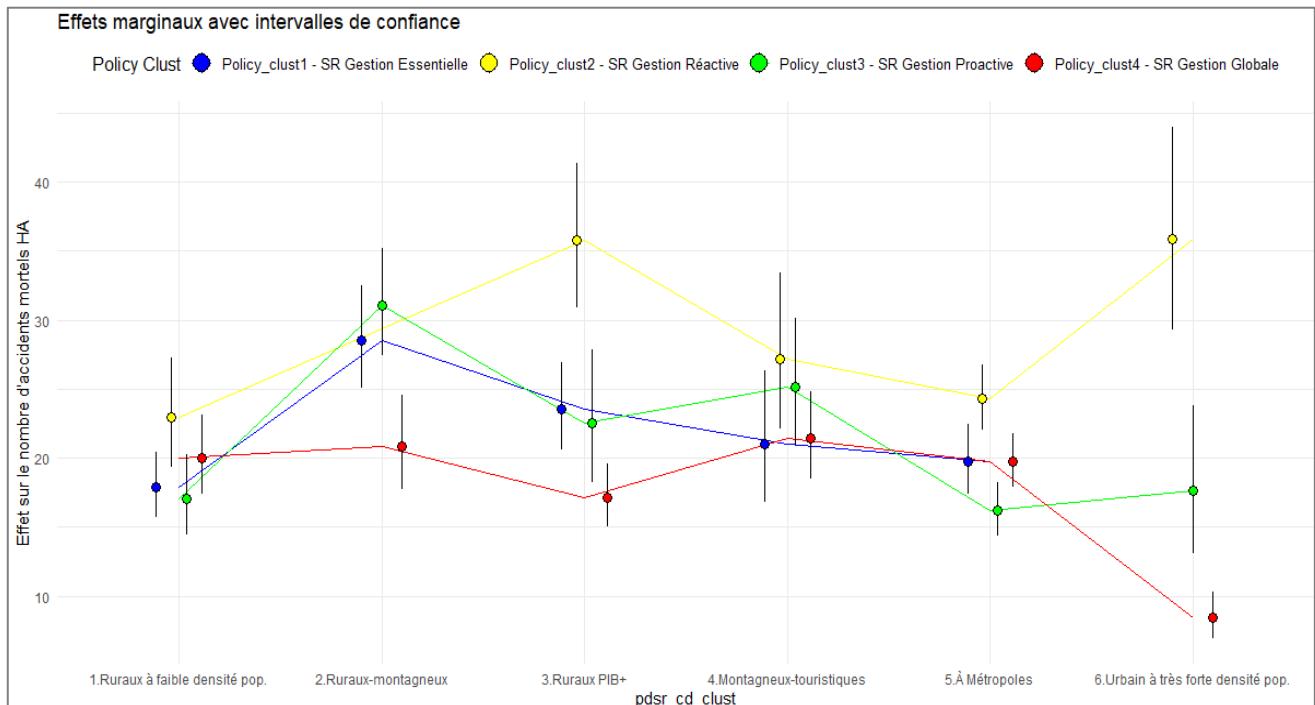


Figure 40 : Effets marginaux des stratégies de sécurité routière selon les contextes socio-économiques sur les accidents mortels hors-agglomération (Modèle 7)

Il est intéressant de noter que les écarts entre les groupes restent relativement similaires, mais les intervalles de confiance sont légèrement plus serrés dans le modèle 7, suggérant une meilleure précision des estimations. Le modèle 7 semble mieux capturer les différences entre les zones géographiques, avec des différences plus nettes entre les zones rurales et urbaines, comme en témoignent les valeurs ajustées dans les clusters ruraux à faible densité de population, ruraux montagneux, ou zones urbaines à forte densité de population. Les intervalles de confiance pour les estimations sont plus étroits dans le modèle 7.

#### Réponse à la question 7 : L'intégration de la mesure liée au déploiement des dispositifs de contrôle automatisé (CA) permet-elle d'améliorer l'explication des disparités territoriales d'accidents mortels hors agglomération, au-delà des effets liés à l'interaction entre les politiques locales de sécurité routière et les contextes territoriaux ?

Oui, le modèle 7 montre que l'intégration d'un facteur national – la dotation en dispositifs de contrôle automatisé (CA) – améliore l'explication des écarts d'accidentalité entre territoires. Ce modèle conserve les interactions entre politiques locales et contextes socio-économiques (déjà présentes dans le modèle 6), tout en ajoutant un effet aléatoire pour la variable CA, permettant de tenir compte de la variabilité départementale de cette politique nationale.

L'effet aléatoire associé à la dotation CA présente une variance faible (0,054), indiquant que cet effet est réel mais modéré. Toutefois, son inclusion améliore sensiblement la qualité du modèle : le R<sup>2</sup> marginal atteint 0,30 (contre 0,24 dans le modèle 6), et le R<sup>2</sup> conditionnel grimpe à 0,48, avec une baisse notable du RMSE (7,55 contre 9,64). De plus, les intervalles de confiance sur les effets marginaux sont plus resserrés, traduisant une meilleure stabilité des estimations.