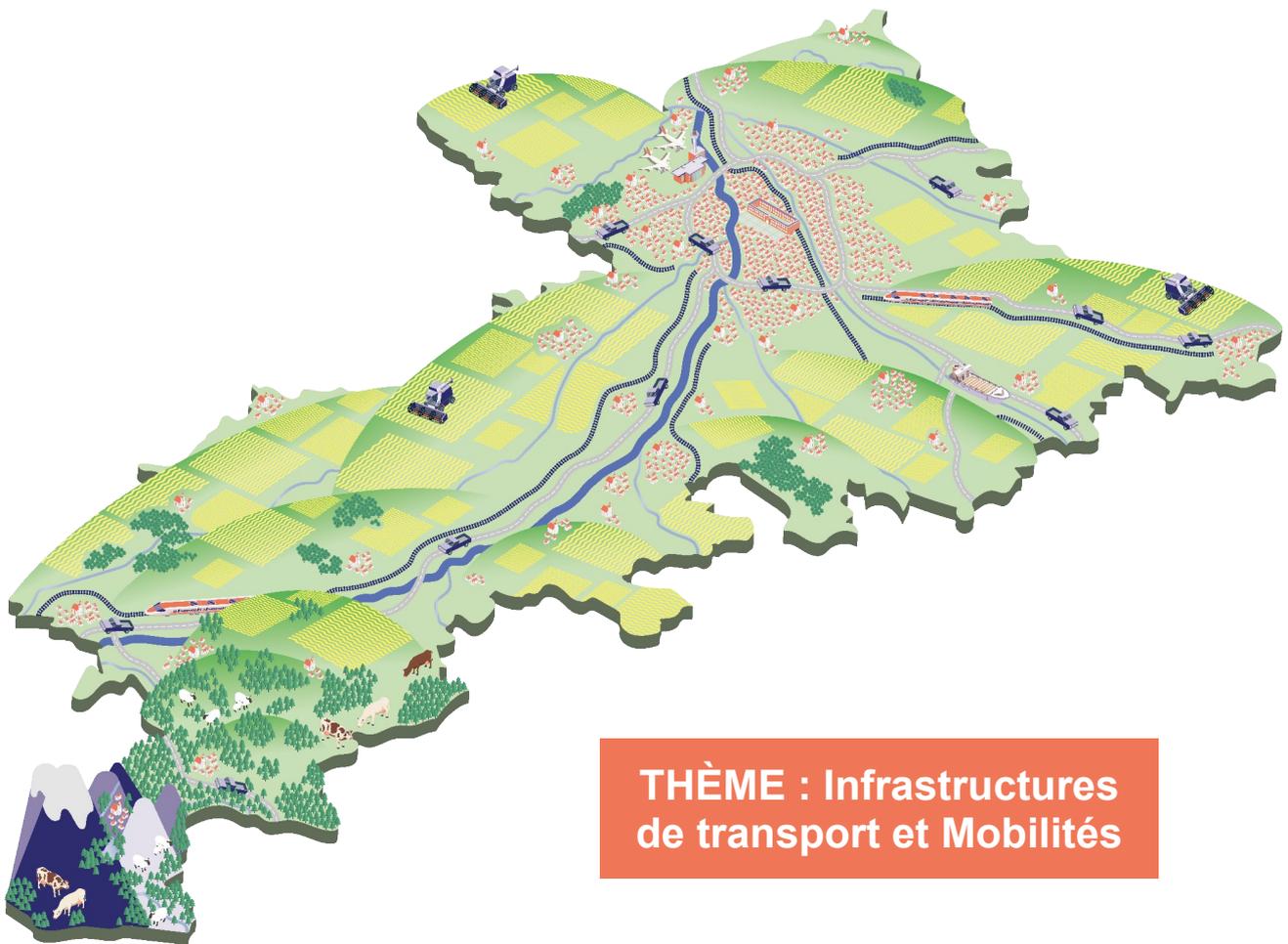


Diagnostic des vulnérabilités au changement climatique des territoires haut-garonnais

Analyse des vulnérabilités



**THÈME : Infrastructures
de transport et Mobilités**

CONTEXTE ET ENJEUX

Le changement climatique impose des défis croissants aux systèmes de mobilité, révélant leur vulnérabilité face à des phénomènes climatiques de plus en plus intenses et variés. Les infrastructures de transport, souvent conçues selon des références climatiques et de risques naturels aujourd'hui obsolètes, subissent des impacts directs comme les inondations, les tempêtes ou les sécheresses.

Les mobilités ont une place centrale dans la société : elles assurent non seulement le déplacement quotidien des populations, mais aussi le fonctionnement de l'économie et l'accès aux secours.

Or, ces mêmes transports, en représentant une part majoritaire des émissions de gaz à effet de serre en France, participent activement à l'aggravation du problème climatique. Ainsi, le secteur se trouve au croisement de deux dynamiques : il subit les effets du changement climatique tout en contribuant à son accélération.

Cette double contrainte met en lumière la nécessité d'un diagnostic approfondi pour évaluer les vulnérabilités des systèmes de transports tout en le mettant en regard de la nécessaire décarbonation des mobilités.

1 FACTEURS CLIMATIQUES CONCERNES

Augmentation des températures

- Augmentation des températures moyennes saisonnières (+4,1 °C en moyenne en 2100)
- Amplification du phénomène d'îlot de chaleur urbain
- Canicules plus fréquentes (avec +15 à 20 jours de fortes chaleurs en 2100)
- Nombre accru de jours chauds et de nuits tropicales (multiplication par 6 à 10 des nuits tropicales en 2100)
- Forte robustesse des indicateurs de températures

Perturbations des régimes de précipitations

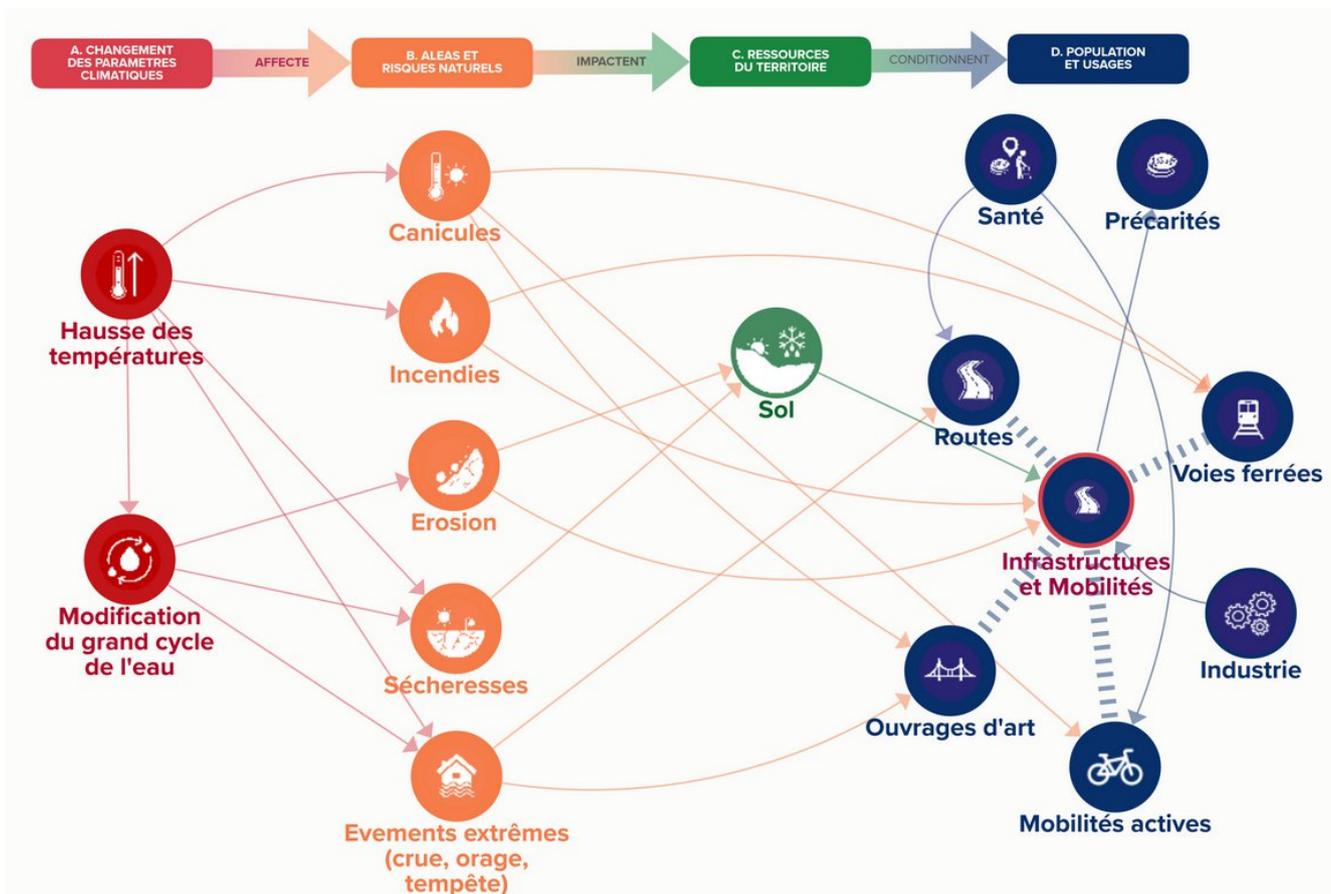
- Intensification des événements extrêmes
- Grande variabilité interannuelle
- Diminution des chutes de neige et fonte accélérée
- Faible robustesse des indicateurs liés aux précipitations, notamment concernant l'évolution des débits des cours d'eau

Phénomènes extrêmes

À l'horizon 2050, on prévoit une augmentation de la fréquence des précipitations extrêmes (multiplication par 3), des tempêtes moins fréquentes mais plus violentes, ainsi qu'une intensification de la grêle (taille des grêlons avec dégâts plus importants).

Le schéma page suivante propose une visualisation des « chaînes d'impacts » autour des transports et mobilités. Les mobilités sont impactées par les vulnérabilités identifiées dans d'autres fiches et influencent d'autres thématiques, telles que l'industrie (des impacts sur les transports impactent la logistique industrielle mais aussi le transport des travailleurs et des matières dangereuses) ou les précarités.

Elle est accessible en ligne dans une version interactive plus détaillée à l'adresse suivante : <https://kumu.io/CeremaOCC/chaines-dimpacts-haute-garonne#kumu-mobilites> .



2 ÉLÉMENTS DE SENSIBILITÉ

Quelques caractéristiques du territoire qui impactent la mobilité et les déplacements :

- Le nord du département connaît un développement démographique rapide qui génère un accroissement des besoins de déplacements et renforce la pression sur les réseaux routiers structurants de l'agglomération toulousaine ainsi que sur ses principaux accès.
- Un territoire complexe à desservir qui s'étend sur près de 160 km le long de la Garonne, avec des zones de relief important au sud.

La Haute-Garonne demeure un territoire très dépendant de la voiture, surtout en zone rurale, et dépend donc fortement des infrastructures routières.

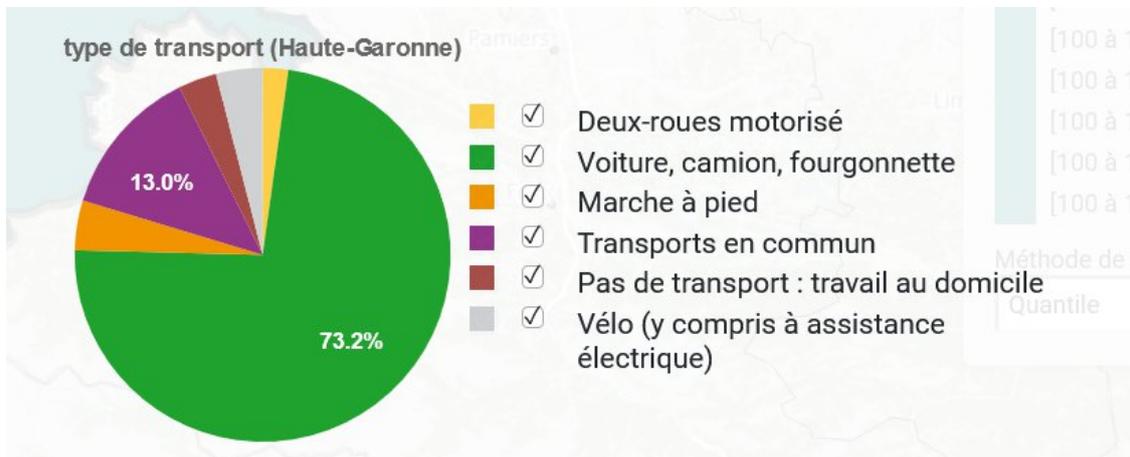
Le département possède 6 156 km de routes départementales, avec des interventions fréquentes pour gérer les coulées de boue et les conséquences des vents violents. Ce réseau joue un fort rôle de désenclavement, surtout dans le sud du département.

D'après les résultats de la dernière enquête mobilité certifiée Cerema (EMC²) de la grande agglomération toulousaine, la part modale de la voiture augmente d'autant plus qu'on s'éloigne du centre de Toulouse : de 31% à l'intérieur du périphérique, elle passe à 64% en première couronne, à plus de 70% des déplacements en deuxième couronne et au-delà.

En ce qui concerne les déplacements domicile travail, ils sont effectués en voiture à 73%, avec des disparités territoriales importantes : la part des transports publics dans les déplacements représente presque 20% sur Toulouse métropole quand ils représentent moins de 3% dans les communautés de communes les plus rurales ou de montagne (Pyrénées haut-garonnaises, Coeur et coteaux de Comminges, Cagire Garonne Salat).

A l'échelle départementale, le nombre de trajet domicile travail est en baisse mais les déplacements pour le loisir hors des heures de pointe est en hausse (source : Entretiens CD31).

La mobilité dans la zone métropolitaine est bien différente du reste du département avec une plus forte proportion de transports en commun et de modes actifs, ce qui génère des réflexions sur la sensibilité des déplacements « doux » au changement climatique, surtout dans des zones fortement soumises à la surchauffe urbaine.



Parts modales des déplacements domicile - travail en Haute-Garonne – Source : [Terristory](#)

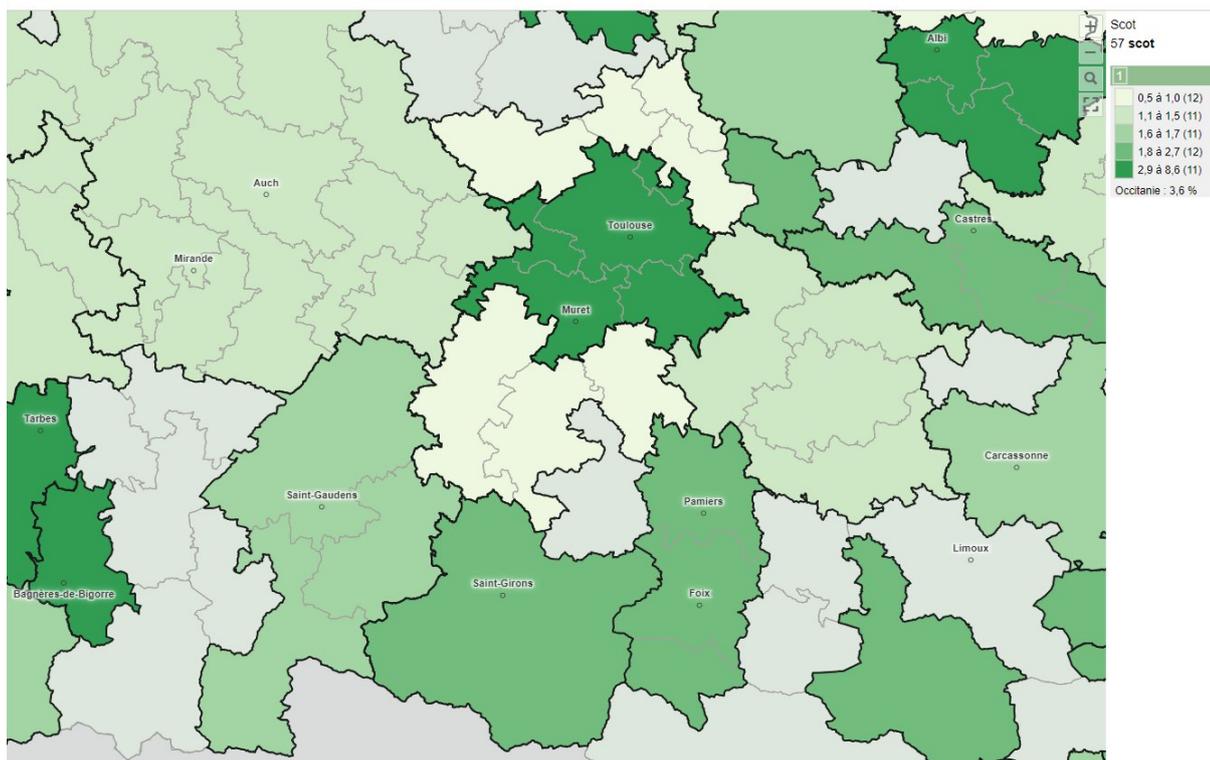
3 VULNÉRABILITÉS

3.1 Vulnérabilités de la pratique des modes actifs

La pratique des modes actifs est impactée par les événements météorologiques extrêmes (particulièrement les canicules, et dans une moindre mesure car moins fréquent les fortes pluies, vent/tempêtes, grêle).

Les tranches d'âge les plus sensibles (personne âgées, jeunes) qui utilisent le plus la marche sont exposés à ces événements. Les personnes en situation de handicap peuvent également rencontrer des difficultés de déplacements accentués par ces événements extrêmes. Les femmes qui font le plus de déplacements en modes actifs sont également les plus exposées aux phénomènes météorologiques extrêmes.

La métropole toulousaine, avec 7,3% de part modale pour le vélo dans les trajets domicile-travail, est la plus sensible aux fortes chaleurs et aussi la plus exposée (multiplication par 6 du nombre de canicules à l'horizon 2050, sans prise en compte de la surchauffe urbaine).



Carte 1 : Part modale du vélo pour les trajets domicile-travail par SCOT en 2021 (source PictoStat)

3.2 Vulnérabilités de l'usage des transports en commun

L'usage des transports en commun est impacté par le changement climatique majoritairement à cause des infrastructures (Cf. 3.3 Vulnérabilités des routes et 3.5 Vulnérabilités du rail).

Pour les spécificités des transports en commun, il serait intéressant de connaître précisément le taux d'équipement en climatisation des transports en commun (les bus en priorité). **Le sujet des fortes chaleurs pose aussi la question de l'adaptation des zones d'attente et de transit (arrêts de bus, quais de gare)**, sur lesquelles nous ne disposons toutefois pas de données à l'échelle départementale permettant d'approfondir l'analyse.

La densité de déplacements sur l'agglomération toulousaine va aller croissante. La part importante des transports collectifs augmente la criticité d'une éventuelle interruption des réseaux de transport. Toutefois dans le cadre de la présente étude, la vulnérabilité spécifique des réseaux de transports en commun n'a pas été approfondie.

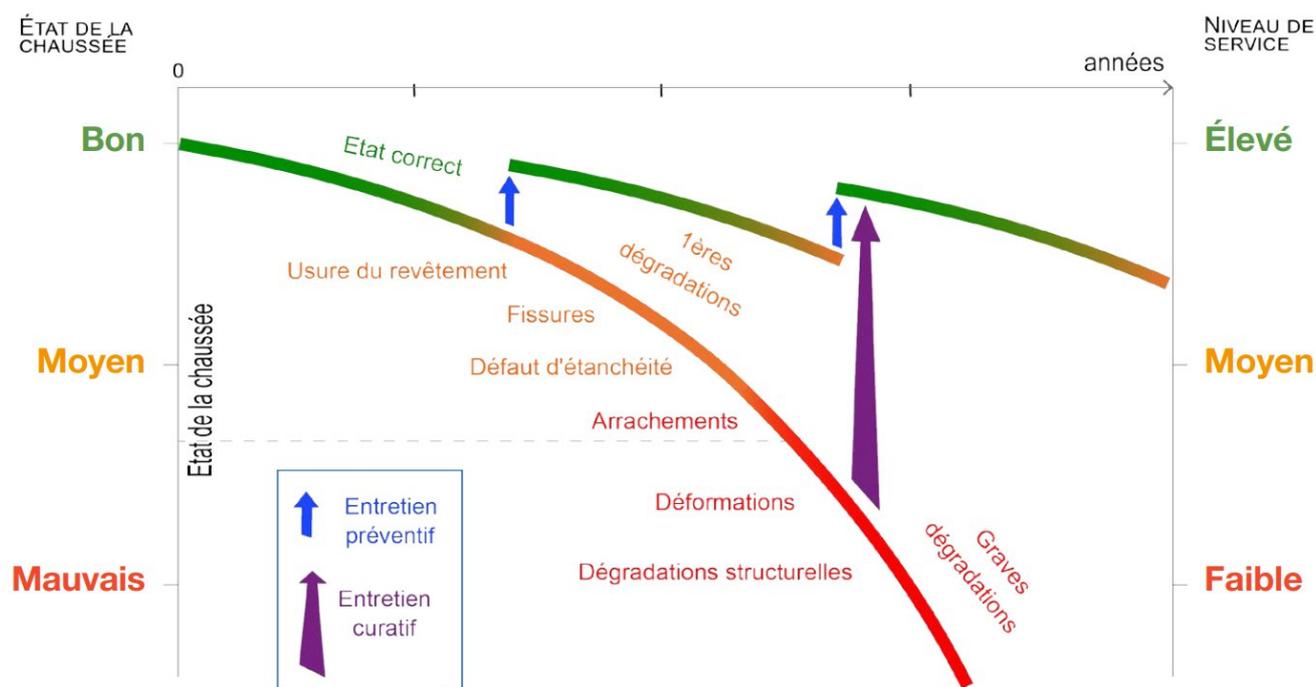
3.3 Vulnérabilités du réseau routier

Les routes de Haute-Garonne vont être sensibles à plusieurs aléas liés au changement climatique :

- Les augmentations et variations de températures : les extrêmes chauds et les cycles de gel/dégel qui vont se multiplier. La diminution du nombre de cycles de gel/dégel va limiter le vieillissement accru des infrastructures de transport mais les risques de dilatation dans le cas de fortes chaleurs va augmenter. Les canicules entraînent du ressuage (remontée de liant) et un risque d'arrachement par plaque.
- L'intensification des sécheresses :

- qui va fragiliser les écosystèmes dont la forêt et accentuer les risques de coupure du réseau routier lors d'incendies ou de tempêtes ;
- qui va entraîner une augmentation de certains risques naturels comme les mouvements de terrain ainsi que les risques liés au retrait gonflement d'argiles ;
- Une évolution du risque inondation avec une incertitude plus grande liée à la difficile anticipation des précipitations.

De plus, les dégradations accrues dues au changement climatique participent à une accélération du vieillissement des chaussées. Les coûts d'entretiens des réseaux routiers et ferrés vont augmenter. Le rapport 2024 de l'Observatoire National des Routes montre que le changement climatique induit une « dette grise ». En effet, les coûts des réparations sur le réseau routier n'augmentent pas de manière linéaire avec la dégradation mais de façon quasi exponentielle :



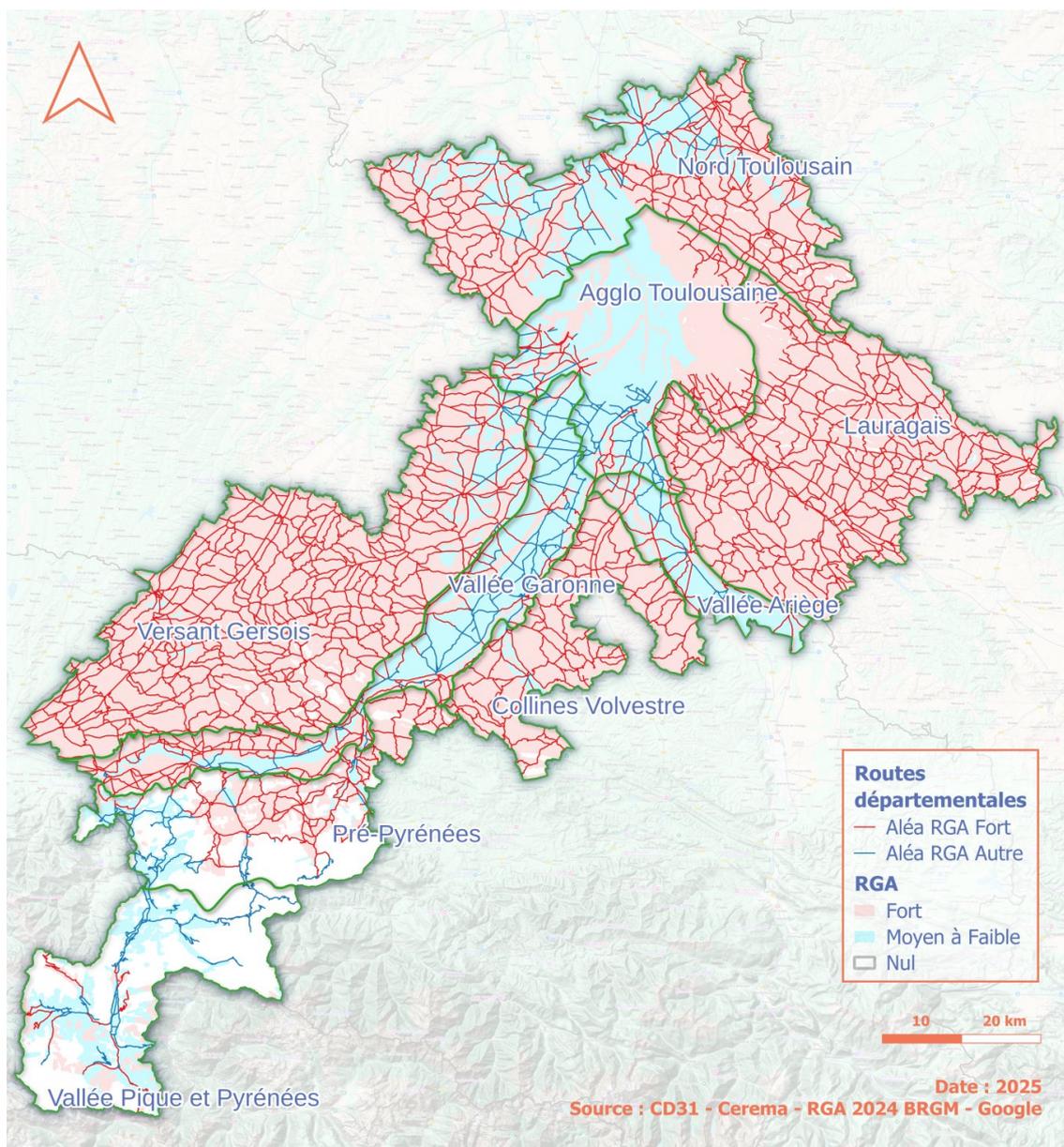
C'est pourquoi il est proposé de suivre une méthodologie d'analyse des vulnérabilités des routes départementales à plusieurs aléas liés au changement climatique, dans le but de maximiser les entretiens préventifs sur les zones les plus vulnérables afin de limiter la dette grise engendrée par le changement climatique.

- **Production d'une carte sur le réseau de RD soumis à un risque RGA fort**

Méthode : croisement réalisé à partir de la carte RGA du BRGM

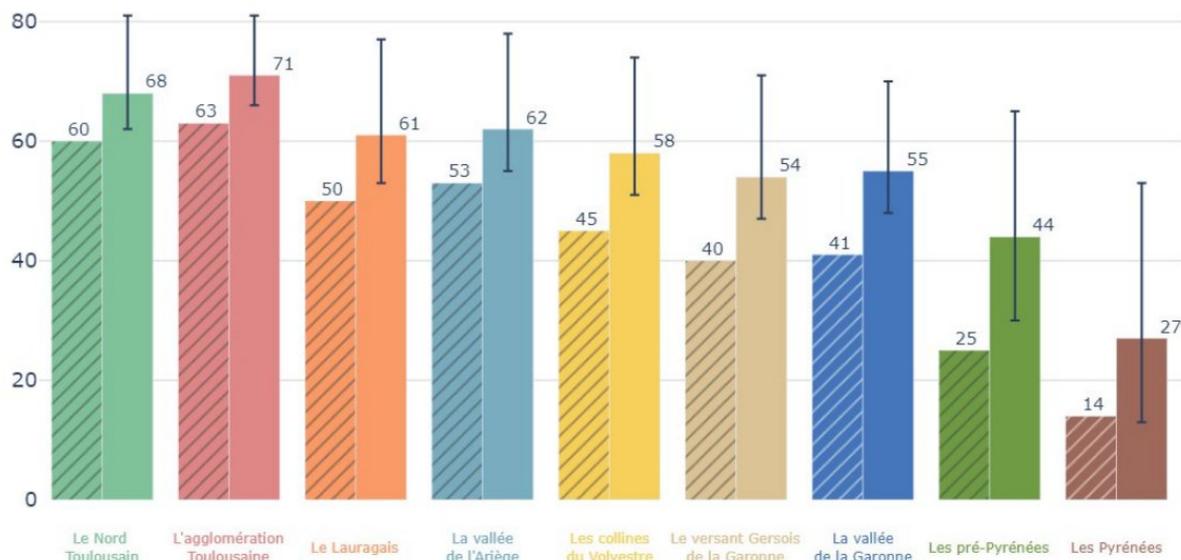
Analyse : Le risque retrait gonflement des argiles peut impacter la structure des routes et/ou fissurer leurs couches superficielles, engendrant des désordres plus ou moins graves, de la simple dégradation accélérée de la surface jusqu'à l'effondrement de la route. Ce risque est aggravé avec l'augmentation des sécheresses à venir. Les territoires de vallée de la Garonne et de l'Ariège sont les moins concernés par ce phénomène, tout comme les deux entités pyrénéennes. **Les territoires les plus sensibles et les plus exposés (autour de 60 jours de sol sec en été en 2050) sont le Lauragais, les collines du Volvestre et le versant gersois de la Garonne.**

Pour aller plus loin : Inclure le réseau communal, qui par construction (chaussée plus fine et plus âgée) sera plus impactée par les retraits-gonflements. Les services du CD disposent de cartes d'inventaire des fissures recensées sur le réseau. Il reste un travail d'analyse à engager pour valider si ces fissures sont liées au RGA, aux coulées de boues ou à une combinaison de plusieurs phénomènes.



Carte 2 : Cartographie des routes départementales de Haute-Garonne vis à vis de l'aléa RGA
 Source des données : BRGM, Traitements : Cerema 2024

Ete



Graphique 1 : Nombre de jours avec sol sec en été, Source : portrait climatique

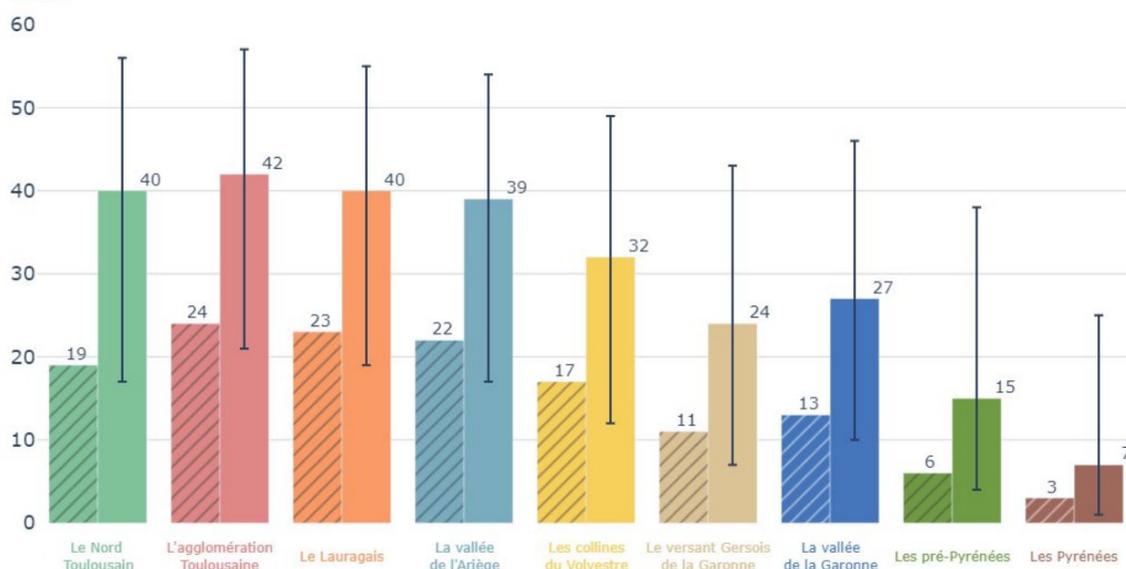
- **Production d'une carte sur le réseau de RD soumis à un risque incendie**

Méthode : croisement réalisé à partir de la BD Forêt

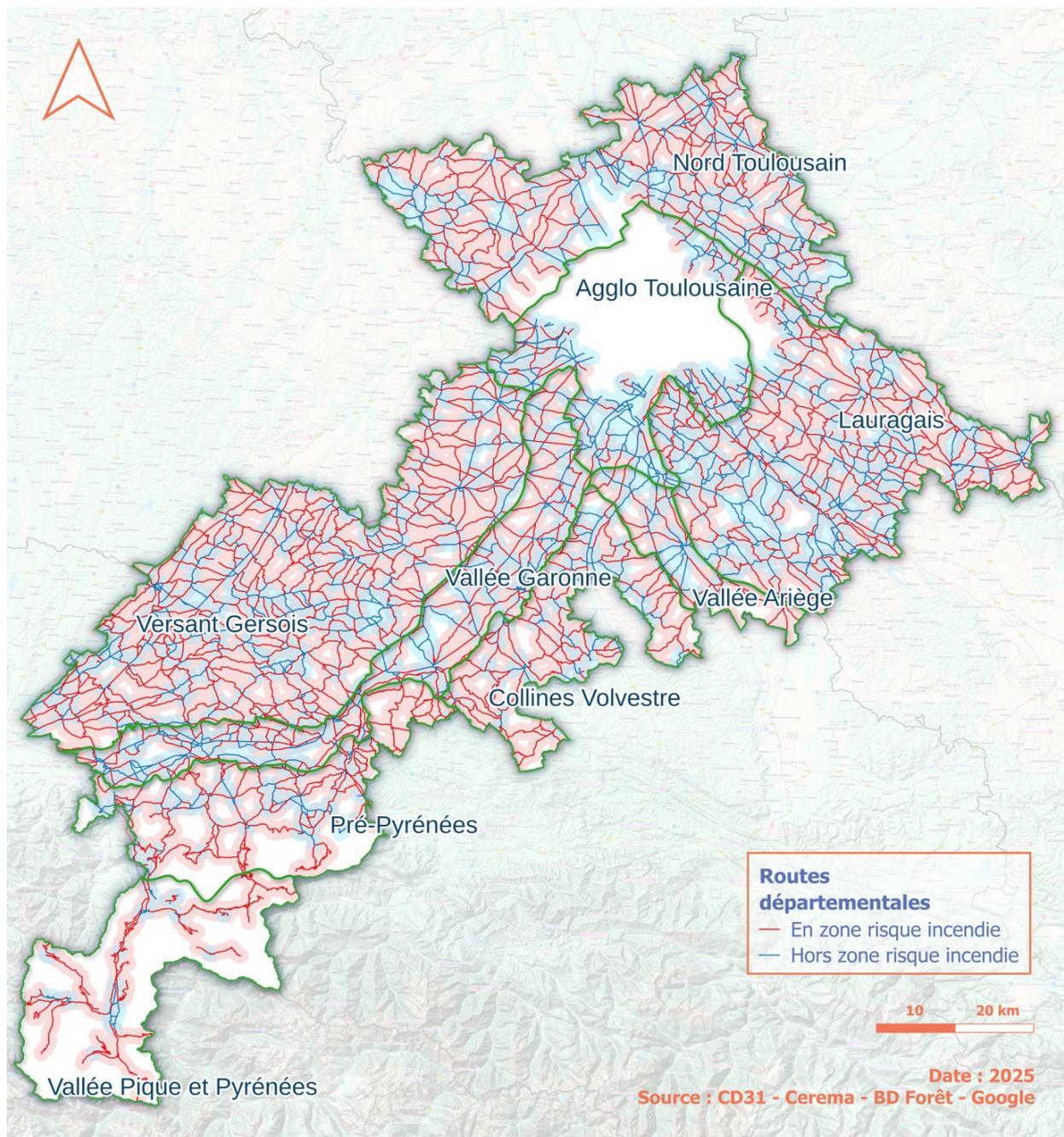
Analyse : La proximité de la forêt peut avoir un impact sur les routes en cas d'incendie ou de tempête. Il est donc important de localiser la partie du réseau départemental à proximité de formations végétales. Le croisement proposé avec la BD Forêt rappelle que le risque de feu de végétation ne se limite pas aux grandes forêts du territoire (Buzet, Bouconne par exemple) mais qu'il sera présent partout sur le territoire. **Avec près de 40 jours par été à fort risque météorologique d'incendies, les territoires du Lauragais, de la vallée de l'Ariège et du Nord Toulousain seront retenus comme les plus vulnérables à cet aléa.**

Pour aller plus loin : Filtrer dans la BD Forêt les éléments de végétation les plus à même de générer des incendies.

Ete



Graphique 2 : Nombre de jours à Indice Feu Météo supérieur ou égal à 20 en été



Carte 3 : Routes départementales de Haute-Garonne vis à vis de l'aléa incendie.
Source des données : BD Forêt, Traitements : Cerema 2024

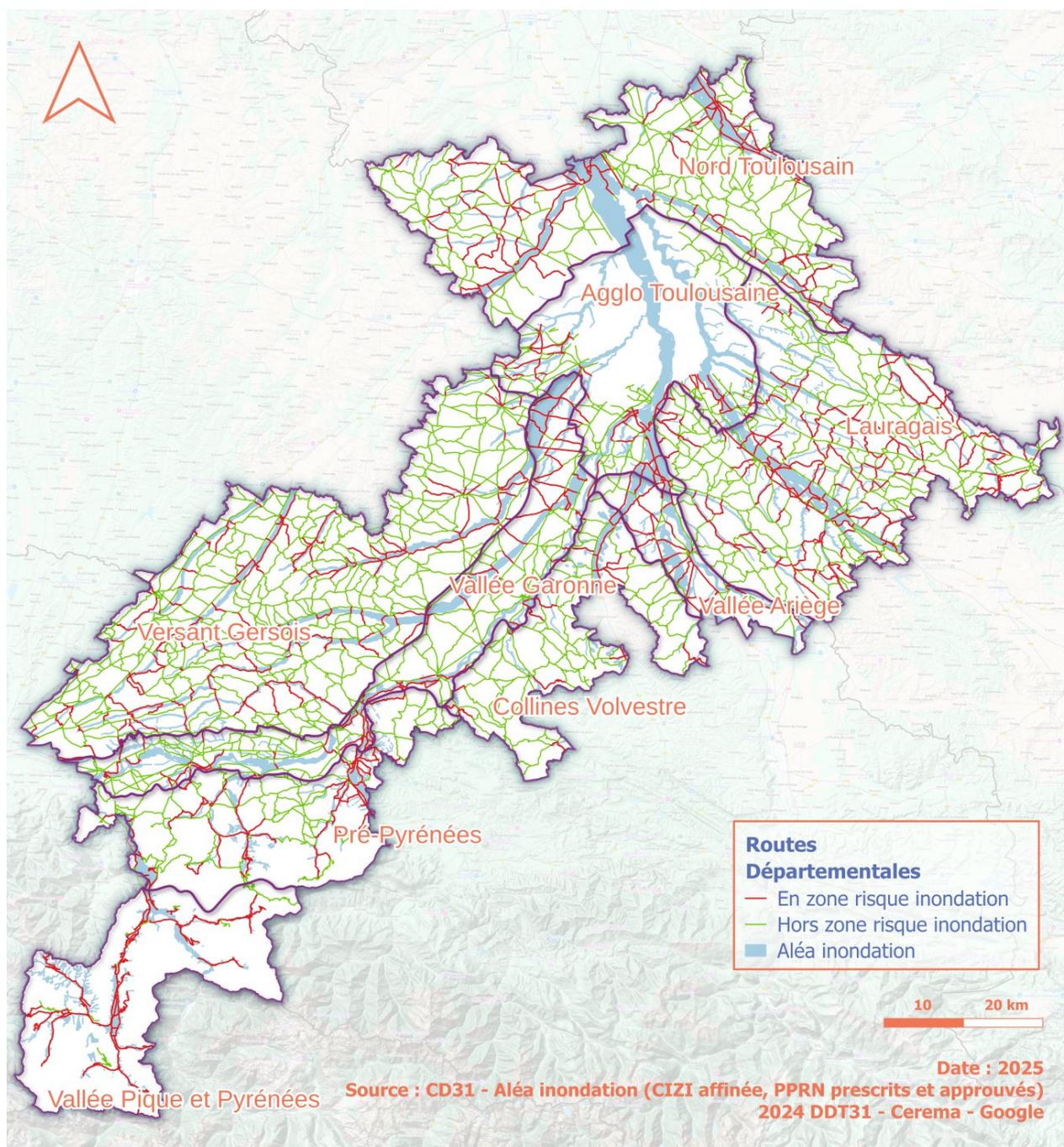
- **Production d'une carte sur le réseau de RD soumis à un risque d'inondation**

Méthode : croisement réalisé à partir de l'enveloppe des zones soumises à aléa inondation dans les PPRI (plans de prévention du risque inondation) approuvés.

Analyse : Cette production identifie les secteurs qui mériteraient une analyse plus approfondie de la sensibilité sachant que dans le domaine des inondations, il est délicat de faire des projections fiables d'autant qu'aucune tendance nette en matière d'évolution du risque ne se dégage des observations sur les dernières années. **Les vallées de l'Ariège, de la Garonne et le Nord-Toulousain apparaissent les plus exposés au risque inondation.**

Pour aller plus loin : Filtrer dans les PPRI selon le type et le niveau d'aléa.

L'imperméabilisation des sols et la sécheresse vont augmenter le risque d'inondations par ruissellement. Il serait intéressant d'approfondir la localisation des zones les plus soumises à ce risque ruissellement. Toulouse Métropole a engagé une étude pour mieux connaître ce risque.



Carte 4 : Routes départementales de Haute-Garonne vis à vis de l'aléa inondation .
Source des données : PPRI + CIZI, préfecture 31 - Traitements : Cerema 2024

- Production d'une carte sur le réseau de RD soumis à un risque mouvement de terrain

Méthode : croisement réalisé à partir de la BD MVT du Conseil départemental

Analyse : Les mouvements de terrain de type effondrement, glissement ou autre ne concernent qu'une faible part du réseau routier du Département. Le Lauragais est le plus concerné avec 11 tronçons de RD proches d'événements de mouvement de terrain. Les cycles de sécheresse et de pluies intenses vont renforcer cet aléa.

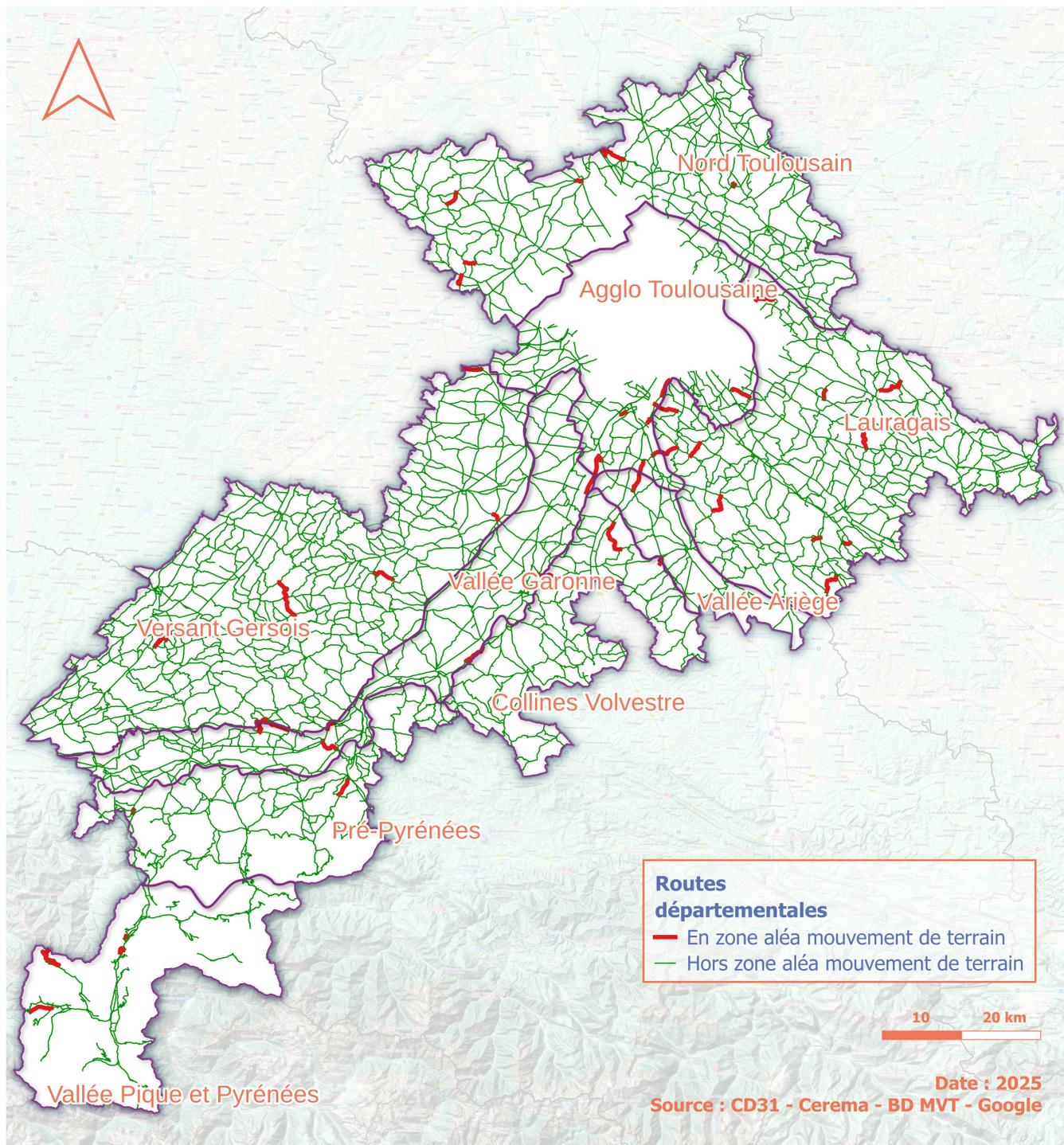
Pour aller plus loin : Filtrer dans la BD MVT les événements selon leur importance

Diagnostic des vulnérabilités au changement climatique des territoires haut-garonnais

Analyse des vulnérabilités - Thème : Mobilités

Juillet 2025

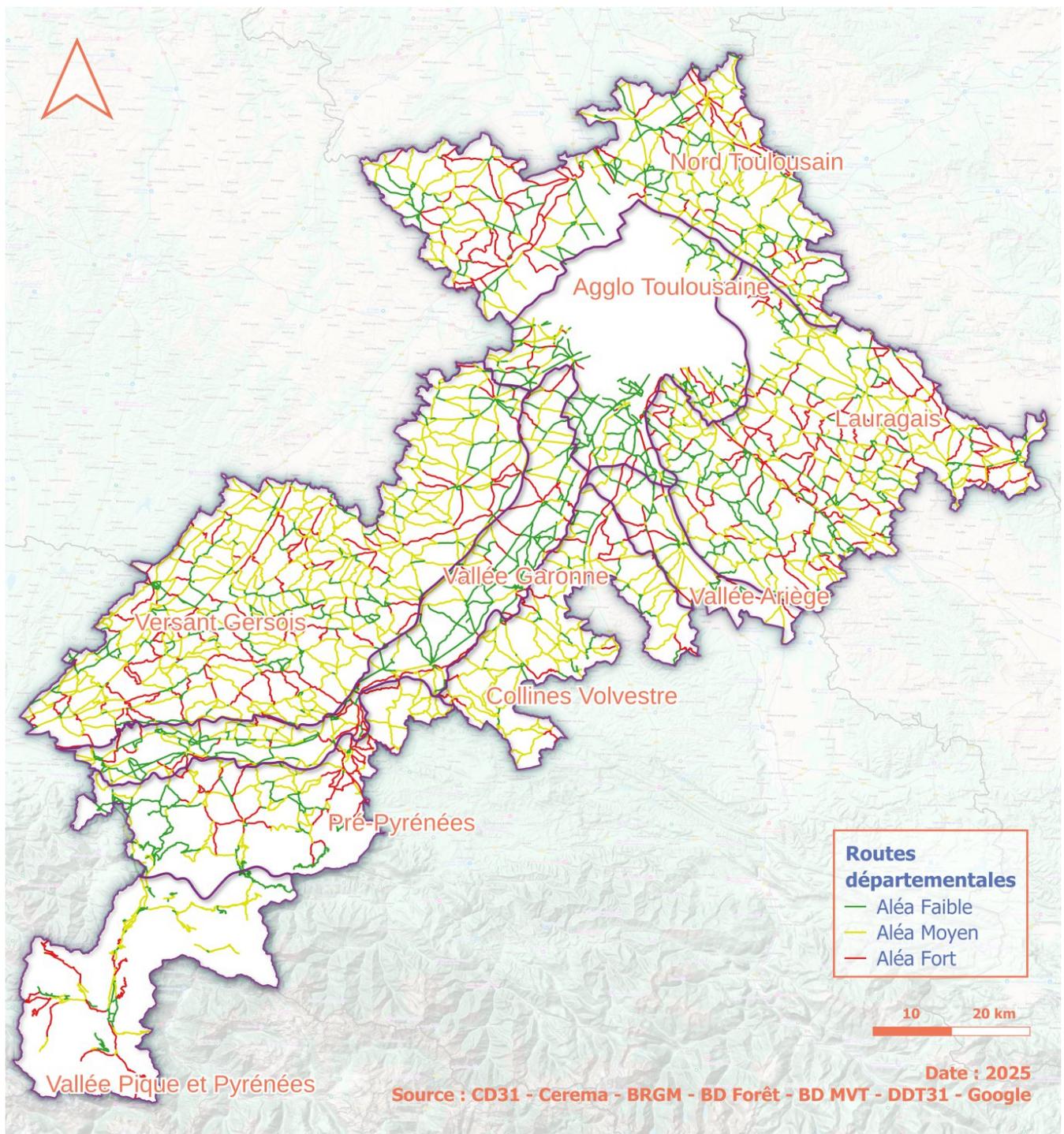
La plus grande violence des événements de mouvements de terrain en montagne implique de considérer l'aléa même si le nombre de routes concernées est faible.



Carte 5 : Routes départementales de Haute-Garonne vis à vis de l'aléa mouvement de terrain (événements connus), Cerema, 2024 . Source des données : BD MVT

- Production d'une carte synthétisant les niveaux d'aléas sur le réseau de RD

Méthode : Construction d'un indicateur de cumul de vulnérabilités (décompte entre 0 et 4 du nombre d'aléas pour chaque tronçon routier)



Carte 6 : Cumul de vulnérabilités sur les routes départementales de Haute-Garonne vis à vis du changement climatique, Cerema, 2024

Il apparaît ainsi :

- 11 tronçons routiers, représentant 30 km soit 0,5% du linéaire total (0,2% du nombre total de tronçons), sont exposés à un cumul des 4 aléas considérés => aléa « fort »
- 314 tronçons, représentant 651km soit 10,5% du linéaire total (5% des tronçons), sont exposés à 3 aléas => aléa « fort »
- 2026 tronçons, soit 3511km (56,5% du linéaire total et 32% du nombre total de tronçons), sont exposés à 2 aléas => aléa « moyen »
- 2933 tronçons, soit 1750km (28,2% du linéaire total et 46,4% des tronçons) sont exposés à 1 aléa => aléa « faible »
- 1035 tronçons, soit 272 km (soit 4,3% du linéaire total et 16,4% des tronçons) n'apparaissent pas directement exposés aux aléas analysés => aléa « faible »

Diagnostic des vulnérabilités au changement climatique des territoires haut-garonnais
Analyse des vulnérabilités - Thème : Mobilités

Juillet 2025

En synthèse, classification des entités en trois niveaux de vulnérabilité :

Faible : Vallées de la Garonne et de l'Ariège

Moyen : Pré-pyrénées, Volvestre, Versant gersois de la Garonne, Nord-Toulousain

Fort : Pyrénées, Lauragais

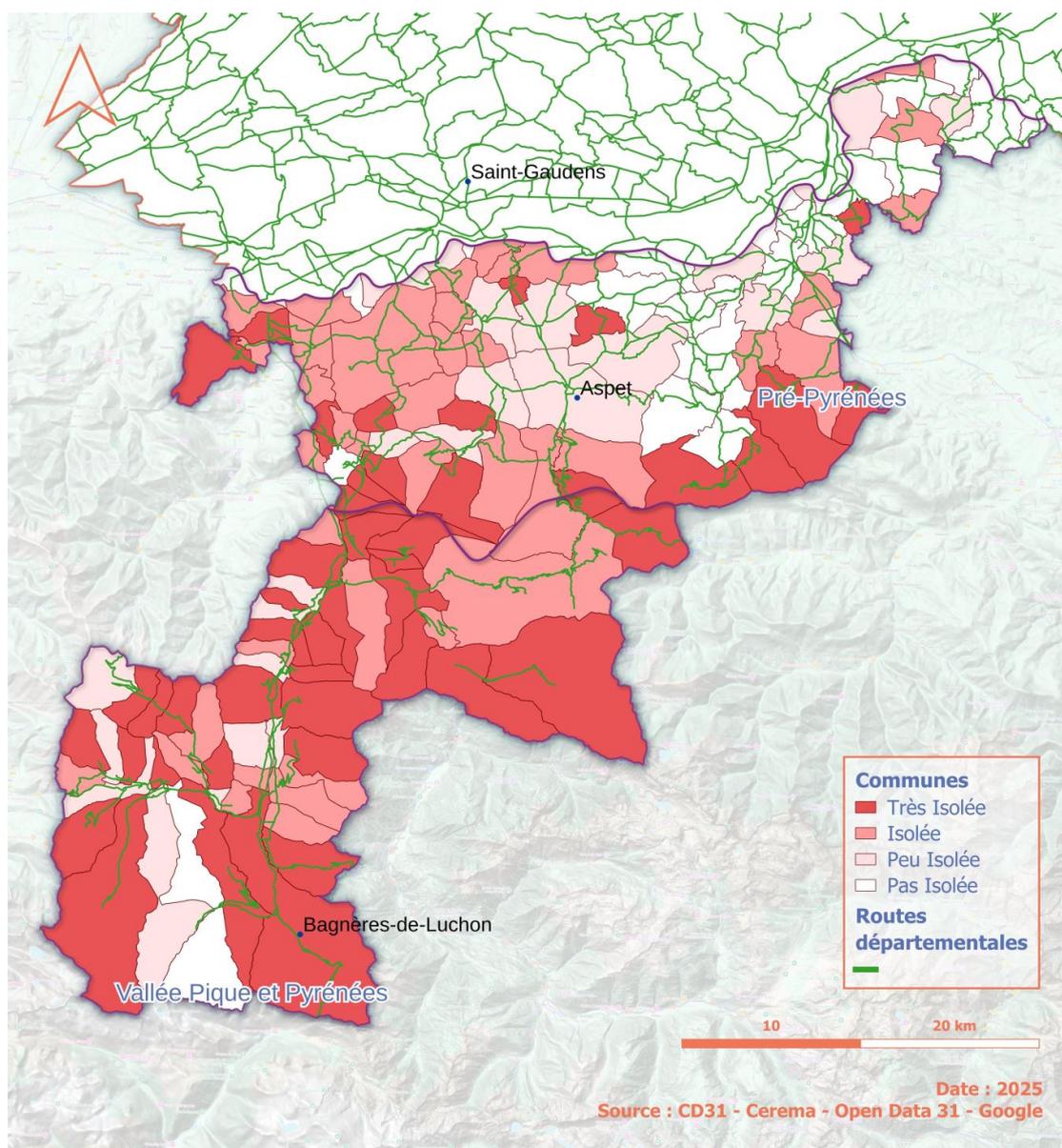
Pour aller plus loin : Il est envisageable de pondérer cet indicateur par le niveau de trafic de ces routes et par des informations relatives à la structure de chaussées, qui rend les routes plus ou moins vulnérables à des aléas comme le retrait-gonflement des argiles.

Analyses complémentaires :

Afin d'explorer un potentiel cumul de vulnérabilités, il est intéressant de se pencher sur les voies qui comportent des fragilités additionnelles, comme celles qui réalisent des fonctions de désenclavement du territoire. En effet, lors d'événements extrêmes, certaines connexions routières essentielles pourraient être coupées des impossibilités de secourir des administrés pourraient alors apparaître.

- **Production d'une carte de l'isolement des communes**

Méthode : Comptage par commune du nombre de connexions routières avec les communes voisines par des routes départementales (issues de l'opendata du CD31).



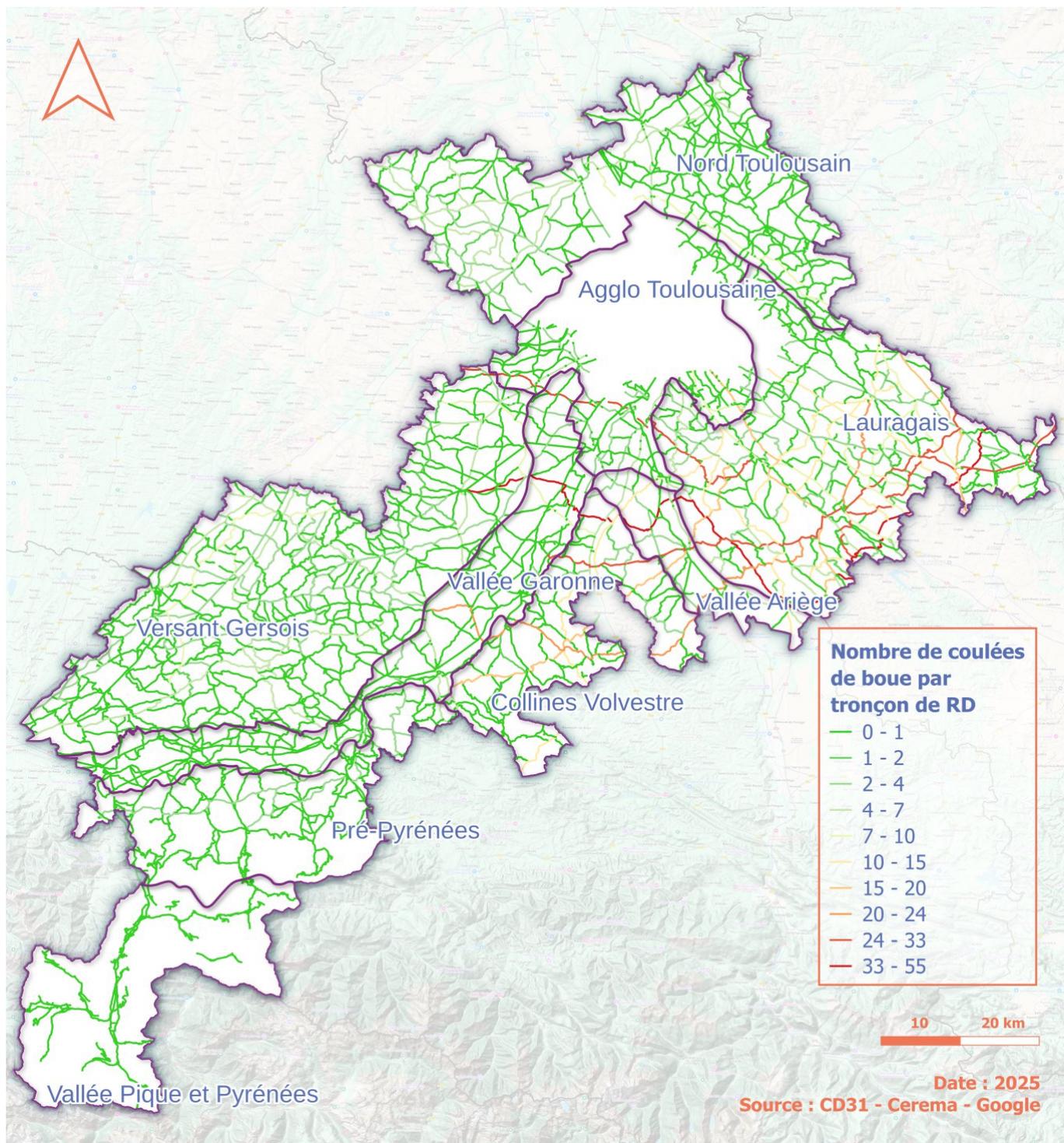
Carte 7 : Niveau d'isolement des communes des entités paysagères pyrénéennes de la Haute-Garonne, Cerema, 2024.

Le croisement de la cartographie des indicateurs intégrés avec les communes isolées donne une attention particulière sur les RD51D et RD618 dans la partie pyrénéenne du département, qui cumulent les 4 risques et une desserte de désenclavement.

- Production d'une carte des tronçons départementaux interceptés par des événements de coulée de boue

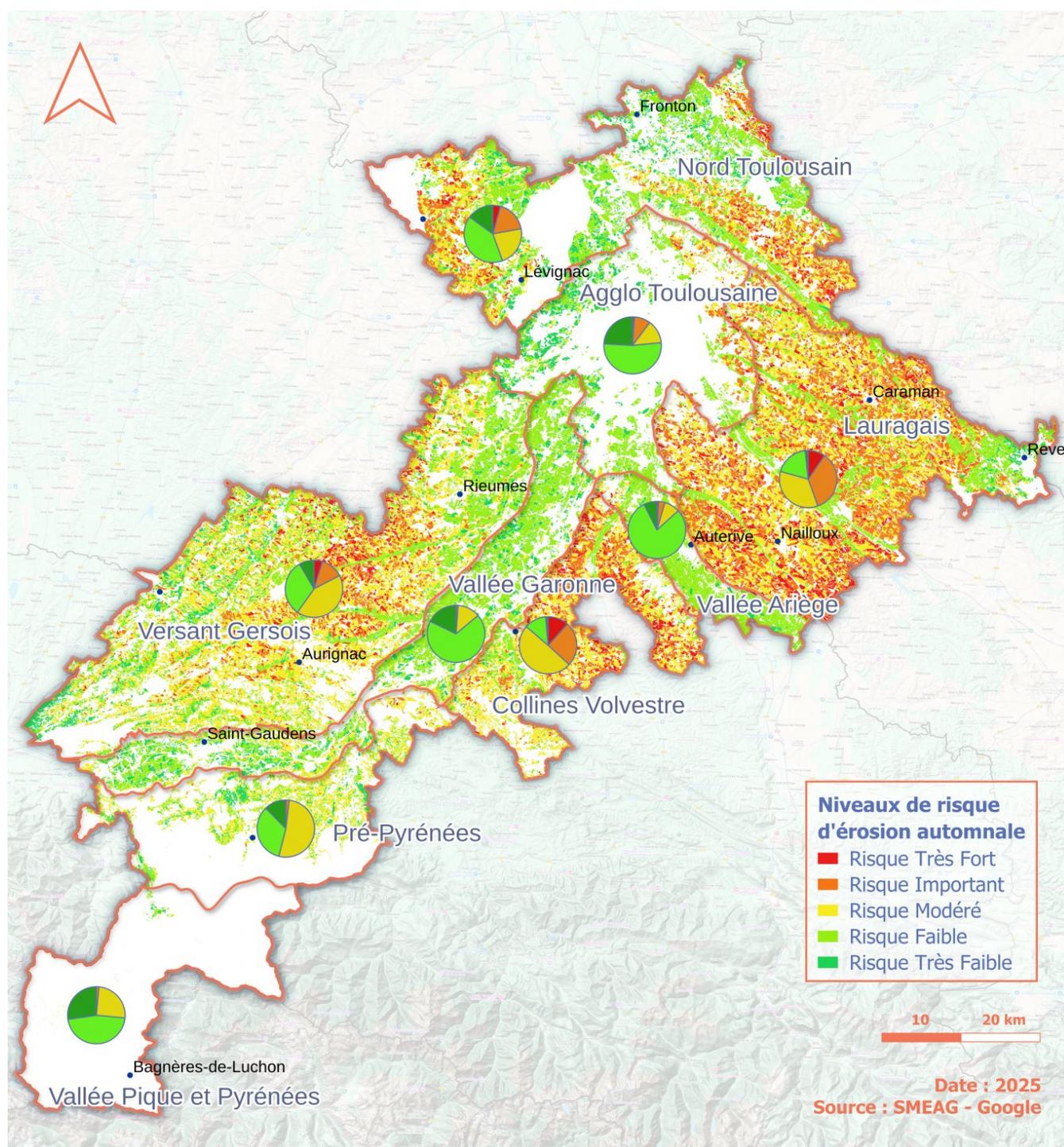
Méthode : Utilisation de la base de données des coulées de boue connues du CD31 pour compter les tronçons de route les plus touchés par les événements passés de coulée de boue.

Analyse : La carte répertoriant les interventions de la direction des routes permet d'identifier des zones sur lesquelles les coulées de boue fragilisent la continuité du réseau : **secteur Lauragais, secteur Boulogne sur Gesse, secteurs Auterive et Cadours** (source : Entretiens)



Carte 8 : Nombre de coulées de boue par tronçon de RD, 2025

A titre illustratif, cette carte des coulées de boue est cohérente avec les **données relatives au risque agricole d'érosion automnale** produite sur la base de données du SMEAG visible ci-dessous :



Carte 9 : Risque agricole d'érosion automnale, source SMEAG

De ces données ont été issus des pourcentages par entité territoriale de surface agricole soumises à des risques très fort et important pour hiérarchiser les entités :

	Pourcentage des surfaces agricoles soumises à un risque important ou très fort d'érosion automnale
Nord toulousain	22
Agglomération toulousaine	10
Lauragais	45
Vallée de l'Ariège	4
Versant gersois	17
Volvestre	37
Vallée de la Garonne	1
Pré-pyrénées	2
Pyrénées	1

Le Lauragais et le Volvestre apparaissent ainsi largement comme les plus vulnérables à l'érosion des sols et à ses conséquences en termes de coulées de boue et dégradations des infrastructures routières.

- **Production d'une carte des surfaces de route du réseau départemental vulnérables aux chutes d'arbres.**

Le patrimoine arboré est très fragilisé par le changement climatique. Il est exposé à des variations brutales et rapides du climat, ce qui fragilise les arbres à la fois sur le volet sanitaire mais également en matière d'exposition aux différentes maladies comme le chancre coloré notamment. **La conséquence est un risque de chute d'arbres d'alignement plus important du fait de cette fragilisation.**

Méthode : Exploitation des données historiques de vent de l'ECMWF, du réseau routier de la BD Topo, d'imagerie satellitaire SPOT6/7, du MNT RGE Alti, du MNS Corel issu de la BD Ortho. La chaîne de traitement est schématisée en annexes. Sera livré au CD pour exploitation locale le fichier vecteur représentant pour tout le territoire les parties des routes qui sont proches d'arbres. Un extrait est présenté en annexe, tout comme la chaîne de traitement spécifiquement développée pour cette étude.

Analyse : Les zones les plus exposées à un fort vent moyen sont le Lauragais, l'agglomération toulousaine et le Nord toulousain. Les zones exposées aux plus fortes rafales sont le Lauragais et les Pyrénées. En terme de risque de chute d'arbres sur le linéaire routier, le Volvestre et les pré-Pyrénées sont les plus sensibles, avec près de 40% de la surface concerné par le risque de chute d'arbre. L'agglomération toulousaine et les vallées de l'Ariège et de la Garonne sont les moins sensibles. **Il en ressort que le Lauragais et le Volvestre sont les plus vulnérables au regard de ce paramètre.**

Pour aller plus loin : *Il est nécessaire de comprendre que des événements violents de type tempête ne suivront pas forcément le niveau d'exposition au vent détaillé dans le tableau et que le territoire sera touché dans sa globalité. Il serait cependant intéressant de classifier les parties de routes à proximité des arbres selon leur position vis à vis des couloirs de vent (détecter les crêtes, les expositions défavorables). Il serait aussi intéressant de croiser cette analyse avec la connaissance localisée des essences d'arbres et une cartographie des dégâts déjà causés par les différents ravageurs ou la sécheresse favorisés par le changement climatique afin d'identifier les secteurs plus susceptibles de connaître des dommages.*

	Pourcentage des surfaces de route sensible aux chutes d'arbres	Indice d'exposition au vent (moyen et rafales)	classe d'exposition au vent
Nord toulousain	22	1,05	Elevé
Agglomération toulousaine	13	1,08	Elevé
Lauragais	24	1,10	Elevé
Vallée de l'Ariège	19	1,10	Elevé
Versant gersois	33	0,96	Moyen
Volvestre	45	1,02	Moyen
Vallée de la Garonne	19	0,95	Moyen
Pré-pyrénées	40	0,89	Faible
Pyrénées	37	0,85	Faible

Voies navigables

Selon un [rapport de l'IGEDD](#), les principaux sujets de préoccupation liés au changement climatique pour les voies navigables sont de nature hydrologique : il leur faut donc s'adapter à l'allongement des périodes d'étiage sur nombre de cours d'eau, à la désaisonnalisation des régimes hydrologiques, à l'apparition de crues rapides liées à de fortes précipitations localisées, à la prolifération de certaines espèces invasives favorisée par le réchauffement des températures des cours d'eau et aux conséquences des modifications des niveaux des nappes sur la pérennité des digues.

Pour le moment les restrictions de navigation sont assez limitées mais à l'avenir les conflits d'usage de l'eau seront plus prégnants. Le faible niveau attendu des voies navigables peut limiter l'opérabilité en été de ces infrastructures avec des impacts touristiques et sur le développement de la logistique fluviale.

3.4 Vulnérabilités des ouvrages d'art

Les ouvrages sont vulnérables à la modification des différents paramètres climatiques (*source : Cerema*). Par exemple, l'augmentation des températures moyennes et extrêmes a des conséquences :

- Dilatations thermiques : Les matériaux couramment utilisés, comme l'acier et le béton, subissent des variations de longueur en fonction des changements de température. Cependant, leurs propriétés structurelles sont globalement insensibles aux variations thermiques dans les plages climatiques actuelles. Le béton bitumineux des chaussées est plus sensible, mais ne joue pas un rôle structurel crucial. Conséquences des variations thermiques :
 - Ouvrages avec appuis bloqués (ponts encastrés, portiques) : Les dilatations peuvent créer des contraintes supplémentaires, mais ces efforts restent modérés.
 - Ouvrages avec appuis libres : Si les dispositifs d'appui sont mal réglés, cela peut provoquer des dysfonctionnements, voire des chutes de tabliers. Une attention particulière est nécessaire pour les tabliers longs et les ponts mobiles.
- Joints de chaussée : L'augmentation des températures pourrait entraîner des problèmes avec les joints de dilatation des tabliers, notamment sur les ponts de grande longueur. Les joints doivent être ajustés progressivement, et les appareils d'appui surveillés.
- Le risque de vieillissement accéléré des voiries lié aux températures plus élevées sur des périodes plus longues de canicules : les canicules entraînent du ressuage (remontée de liant) et de risque d'arrachement par plaque.

- Retrait et fluage du béton : L'augmentation de la température peut accentuer le retrait du béton, particulièrement pour les structures précontraintes. Les effets hygrométriques associés à la hausse des températures moyennes restent encore incertains.
- Risques liés aux sols : Les sécheresses et les fortes pluies peuvent affecter les fondations et les murs de soutènement, notamment sur les sols argileux. Cela peut entraîner des tassements des appuis et des murs.
- Durabilité des ouvrages : Dans les zones soumises au gel, la baisse du nombre de jours de gel pourrait améliorer la durabilité des ouvrages, mais une augmentation des cycles gel/dégel en montagne pourrait poser problème. Les fondations des murs de soutènement et les routes en zones montagneuses pourraient aussi être fragilisées.
- Aciers anciens : L'élévation des températures peut légèrement réduire le risque de rupture fragile des anciens aciers, mais cela ne doit pas diminuer la vigilance quant à la qualité de ces matériaux.

En résumé, les impacts thermiques, bien que modérés sur les matériaux eux-mêmes, nécessitent des adaptations dans les dispositifs d'appui, les joints de chaussée, et une vigilance accrue vis-à-vis des sols et des cycles thermiques extrêmes, surtout pour les ouvrages plus anciens.

Les perturbations des régimes de précipitations et des débits des cours d'eau engendrent :

- Réduction probable du nombre de jours de pluie : Moins de jours de pluie favorise la réduction de la corrosion, ce qui est bénéfique pour la durabilité des ouvrages.
- Augmentation des épisodes pluvieux violents :
 - Fondations en bois : Les fondations anciennes avec des pieux en bois peuvent être affectées par l'alternance de périodes sèches et de fortes pluies, ce qui pourrait provoquer le pourrissement des pieux, notamment si les têtes de pieux sont exposées à des cycles de saturation et de dessèchement.
 - Assainissement et gestion des eaux : Lors de pluies intenses, les caniveaux risquent de déborder, bien que cela n'affecterait pas directement les tabliers des ponts. Toutefois, les systèmes d'assainissement pourraient être incapables d'évacuer les eaux, ce qui entraînerait des stagnations ou des écoulements d'eau sur la chaussée, posant des problèmes de sécurité pour les usagers.
 - Les épisodes pluvieux intenses risquent d'entraîner une sollicitation accrue des piles de ponts (les pluies et crues entraînent la mobilisation et l'accumulation d'embâcles sur un fleuve comme la Garonne qui présente un régime torrentiel en raison de la proximité des Pyrénées).
 - Murs de soutènement : Ces murs sont vulnérables à des précipitations violentes si leur système de drainage est insuffisant pour gérer les pressions d'eau. Cela pourrait mener à une rupture fragile et soudaine des murs, surtout en cas de surcharge hydraulique.
 - Ouvrages hydrauliques : De nombreux petits ouvrages, comme les buses métalliques, risquent de devenir insuffisants en termes de capacité hydraulique face à l'intensification des précipitations. Les travaux de réparation doivent tenir compte de l'évolution des conditions hydrologiques futures pour éviter les inondations. La réduction de la rugosité des matériaux de renfort peut compenser la diminution de section hydraulique.
- Risques liés aux fondations et aux remblais : Des réseaux d'évacuation inefficaces pourraient entraîner la formation de cavités dans les remblais adjacents et des glissements de terrain, affectant la stabilité des structures environnantes.
- Crues des rivières : Les pluies extrêmes peuvent provoquer des crues, impactant les ouvrages d'art. Cela pourrait mener à des affouillements des piles, des embâcles (accumulations de débris), et des chocs de corps flottants ou de navires à la dérive, endommageant potentiellement les structures.

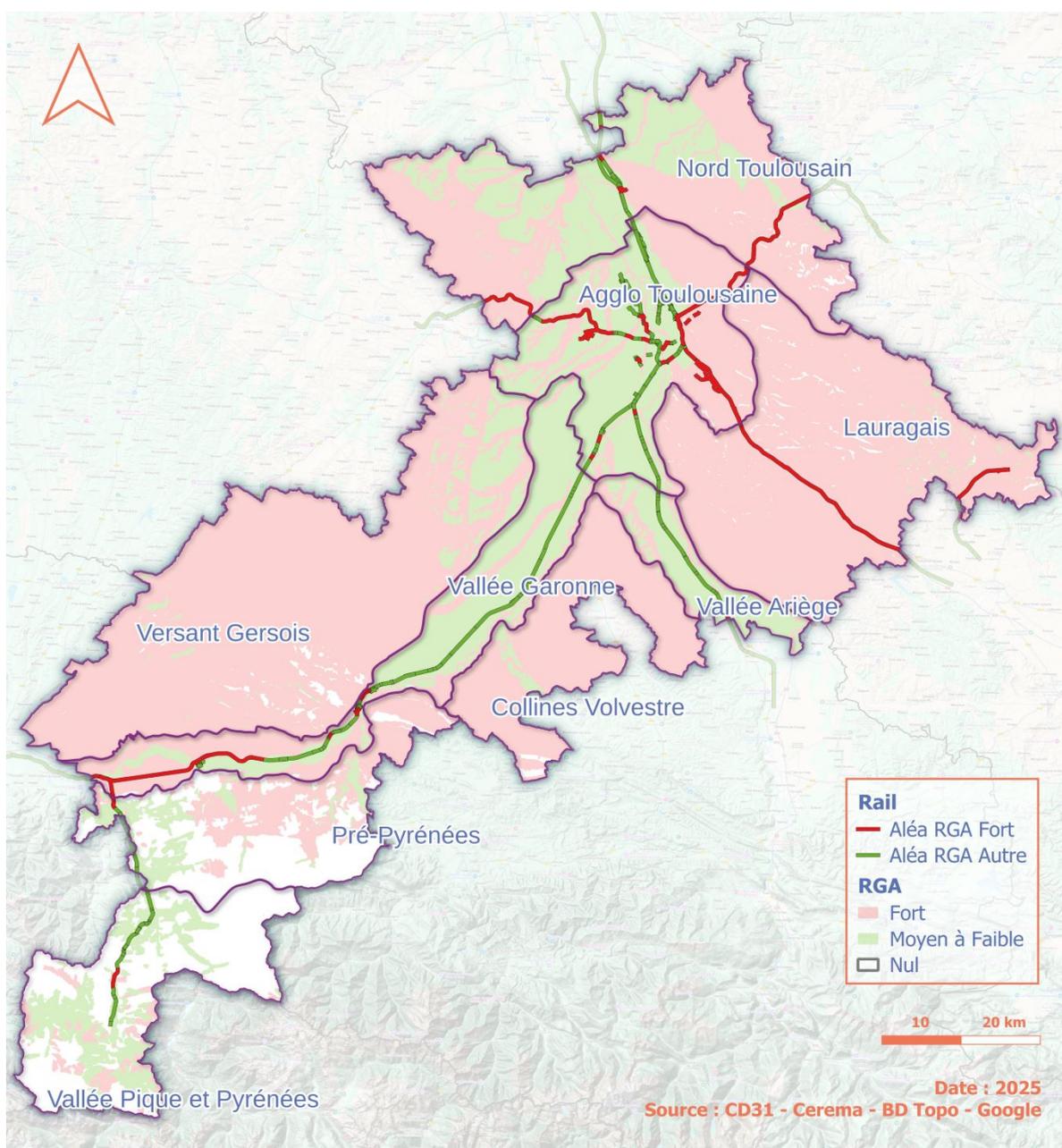
Pour les ouvrages d'art ou la voirie, les conditions d'interventions pour les équipes de terrain seront rendues de plus en plus complexes par le changement climatique ; les interventions sont programmées en fonction de la saison (la mise en place des enduits et enrobés sont programmées d'avril à septembre pour que les conditions météo permettent à la conformité des travaux et leur durabilité), les aléas climatiques pourront perturber les programmations de travaux et donc impacter l'efficacité des Diagnostic des vulnérabilités au changement climatique des territoires haut-garonnais
Analyse des vulnérabilités - Thème : Mobilités

équipes ; de plus, les canicules sévères et longues pourront engendrer des conditions de travail difficiles pour les équipes et générer des baisses de cadence significatives.

3.5 Vulnérabilités du rail

Selon un rapport de la Cour des Comptes, les fortes chaleurs dilatent les rails, ce qui perturbe l'opérabilité du réseau en cas de fortes chaleurs, et cause aussi des dysfonctionnements électriques. Le retrait gonflement argileux perturbent les voies, ouvrages d'art et même les supports des caténaires. Les écarts brusques de température sont aussi néfastes pour les infrastructures ferroviaires que les températures extrêmes. Les vulnérabilités sur les ouvrages d'art ferroviaires sont très similaires à celles des ouvrages d'art routier mentionnées précédemment.

Le nœud ferroviaire toulousain est le plus sensible à ces aléas vu la densité des lignes comparativement au reste du territoire. Il sera aussi le plus exposé aux fortes chaleurs.



Carte 10 : Réseau ferré vis à vis du risque de retrait-gonflement des argiles (source : BT Topo, BRGM)

Diagnostic des vulnérabilités au changement climatique des territoires haut-garonnais
Analyse des vulnérabilités - Thème : Mobilités

Juillet 2025

Le Lauragais et le Nord Toulousain sont fortement soumis à l'aléa RGA appliqué au réseau ferré. En général, les conséquences du changement climatique s'ajoutent à celles induites par le vieillissement du réseau ferré.

Enfin, **les aéroports sont aussi soumis au RGA et aux fortes chaleurs pour des questions opérationnelles**. Les impacts d'une difficulté d'opérabilité ponctuelle des infrastructures aéroportuaire étant très limités sur la société, ils ne seront pas davantage développés ici.

4 ANALYSE SYSTÉMIQUE

Le sujet des mobilités est impacté par les vulnérabilités identifiées dans d'autres fiches et il influence d'autres thématiques, notamment dans les analyses suivantes :

- Eau : approvisionnement en quantité et qualité, question de pollution
- Industrie : les vulnérabilités des mobilités affectent la logistique industrielle mais aussi le transport des travailleurs et des matières dangereuses.
- Énergie : Une industrie dépend de l'approvisionnement en énergie et plus particulièrement en électricité qui subira de plus fortes pressions à cause de la décarbonation et du changement climatique.

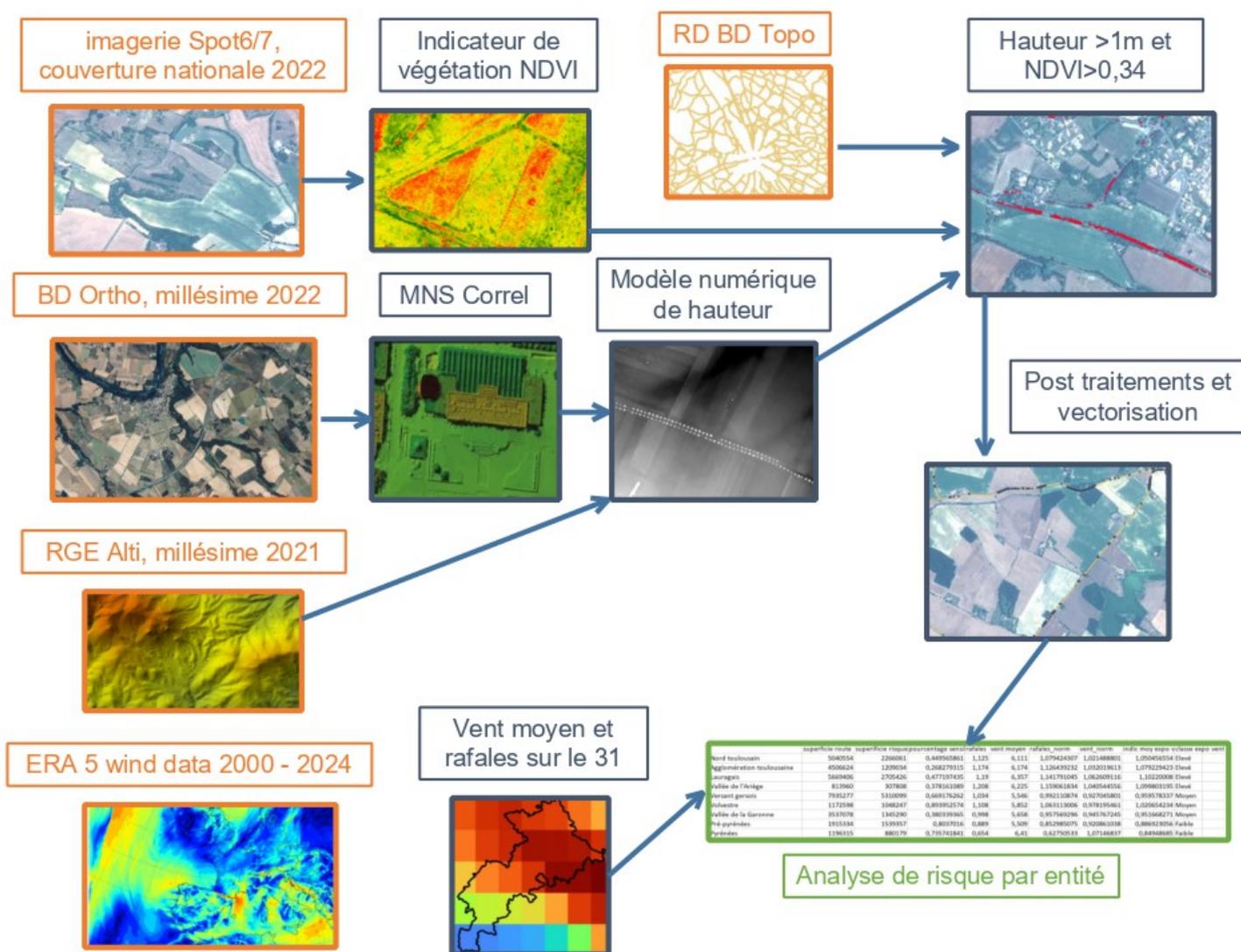
Tableau d'analyse synoptique des vulnérabilités pour la Mobilité

		MOBILITES	MOBILITES					MOBILITES	
		MODES ACTIFS	ROUTES DEPARTEMENTALES					RAIL	
Changements des paramètres climatiques et aléas/risques naturels principaux pesant sur la thématique		Augmentation du nombre de jours de forte chaleur	Augmentation du nombre de sécheresses	Augmentation du risque incendie	Augmentation des précipitations en hiver et du ruissellement	Augmentation du nombre de sécheresses	Perturbation du régime des événements extrêmes	Augmentation du nombre de sécheresses	Augmentation du nombre de jours de forte chaleur
VULNERABILITES :		Inconfort ou danger pour les pratiquants de modes actifs pendant les vagues de chaleur	Destabilisation des infrastructures routières par augmentation du retrait-gonflement argileux	Interception des routes départementales par des incendies	Risque inondation accru	Augmentation de l'aléa mouvement de terrain	Vulnérabilité aux chutes d'arbre	Destabilisation des infrastructures liées au rail par augmentation du retrait-gonflement argileux	Perturbations des infrastructures liées au rail par les fortes chaleurs
Indicateurs de sensibilités intrinsèques :		Part des modes actifs dans les déplacements	Indicateur de sol sec et routes en aléa RGA fort	Nombre de jours à risque météorologique d'incendies et routes à proximité de boisements	Routes en zonage PPRI	Indicateur de sol sec et routes proches de mouvements de terrain historiques	Historique du vent et cartographie des arbres sur le linéaire routier	Indicateur de sol sec et linéaire de voie en aléa RGA fort	Nombre de jours de forte chaleur et densité du réseau
Niveau de vulnérabilité	Echelle départementale/ grand territoire								
	Le Nord Toulousain								
	L'agglomération Toulousaine								
	Le Lauragais								
	La vallée d'Ariège								
	Les collines du Volvestre								
	Les collines et terrasses du Versant Gersois de la Garonne								
	La vallée de la Garonne								
	Les pré-Pyrénées								
	La vallée de la Pique Et les Pyrénées								

5 BIBLIOGRAPHIE

- Cerema - Impact du changement climatique sur les ouvrages d'art en France : conseils aux gestionnaires et concepteurs : Note d'information - Ouvrages d'art n° 05
- [Le rapport public annuel 2024, L'adaptation du réseau ferroviaire national au changement climatique \(ccomptes.fr\)](https://ccomptes.fr)

6 ANNEXE : MÉTHODOLOGIE DE PRODUCTION DE L'INDICATEUR DE RISQUE DE CHUTE D'ARBRES



Chaîne de traitement d'imagerie satellitaires développée pour l'étude de données climatiques et topographiques pour produire l'analyse de vulnérabilité du réseau de routes départementales de Haute-Garonne



Exemple de zonage sensible au phénomène de chute d'arbre en violet sur le réseau des RD. La donnée est produite sur tout le réseau et sera transmise aux services du CD

Diagnostic des vulnérabilités au changement climatique des territoires haut-garonnais

Analyse des vulnérabilités territoriales : Thème Infrastructures de transport et Mobilités

Références

N° d'affaire : 24-OC-0106

Partenaire : Département de la Haute-Garonne

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
V1	2 décembre 2024	
V2	11 mars 2025	Prise en compte des remarques du Conseil départemental
VF	15 juillet 2025	Version finale mise en forme

Nom	Service	Rôle	Date	Visa
Aurélien Mure	Dter Occitanie / Département Territoires / Groupe Observation satellitaire et changement climatique	Rédacteur	Le 10/06/2025	
Christophe Sabot	Dter Occitanie / Département Territoires / Groupe Transitions des Territoires	Relecteur	Le 10/06/2025	
Quentin Gautier	Dter Occitanie / Département Territoires	Relecteur et valideur	Le 15/07/2025	

Le Cerema est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique, présent partout en métropole et dans les Outre-mer grâce à ses 26 implantations et ses 2 400 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.

Site web : www.cerema.fr

