

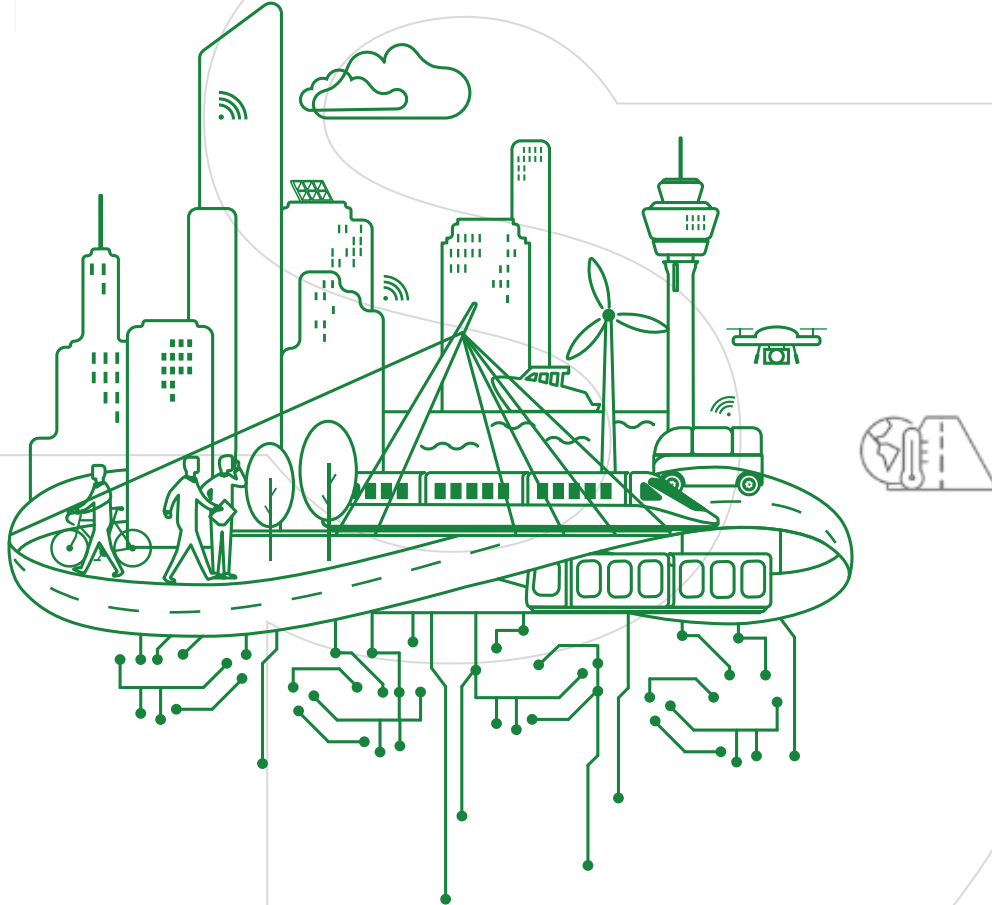


MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES

Liberté
Égalité
Fraternité



setec



Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN



RÉSEAU ROUTIER NATIONAL

*Diagnostic stratégique de vulnérabilité
au changement climatique*

Présentation à la CTT
Gestion de patrimoine et Résilience
des infrastructures de transport

04/06/2024

Présentation confidentielle
A ne pas diffuser
Sans accord de la DMR

CONSTAT ET ENJEUX



27 août 2023
 Vallée de la Maurienne, 10000 m³
 de rochers se détachent et
 obstruent l'A43



Inondation autoroute A9
 14 septembre 2021



Tempête Alex
 Vallée de la Roya
 2/3 octobre 2020



ENJEUX ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Enjeu patrimonial, financier et fonctionnel

L'État en tant que gestionnaire d'un réseau de 21 073 km qui est valorisé à 311 Mds € doit optimiser ses interventions entre des politiques préventives d'adaptation et des actions curatives.

Cela concerne les risques de destruction d'ouvrages et parties du réseau mais aussi leur vieillissement accéléré et les technologies utilisées lors du renouvellement des parties usées et des équipements. Il s'agit également dans une moindre mesure de prévenir les pertes de fonctionnalité du réseau.

Objectifs stratégiques

- Obtenir un diagnostic général du RRN permettant de **sensibiliser les gestionnaires** aux enjeux du changement climatique
- Permettre aux décideurs d'apprécier et de **hiérarchiser les risques** que fait peser le changement sur ces infrastructures et d'en **estimer les impacts économiques**
- Donner aux différents services une **boîte à outils** et des éléments techniques de connaissance pour prioriser et orienter des études plus opérationnelles, pour identifier des besoins en investigations ou diagnostics complémentaires, et finalement **pour leur permettre en place leurs stratégies** d'adaptation
- Inciter les autres gestionnaires routiers à **engager des démarches analogues** ainsi que fournir des préconisations d'ordre méthodologique, déclinables notamment à d'autres échelles territoriales à destination des gestionnaires
- Identifier, définir et hiérarchiser de premières **solutions d'adaptation** susceptibles de faire évoluer la stratégie de modernisation du réseau et les politiques d'entretien et d'exploitation

ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ DE L'INFRASTRUCTURE : 3 ÉTAPES POUR UN DIAGNOSTIC MACROSCOPIQUE

1



Étude des projections climatiques

Selon scénarios TRACC

Et selon un panel d'aléas

Forte chaleurs, feux de végétation,
retrait/gonflement des argiles
inondations par ruissellement ou
débordement....

2 a / 2 b



Analyse et notation des sensibilités physiques et fonctionnelles des infrastructures du RRN

Collecte de données sur le réseau RRN –
mise au point de la granulométrie

Mise au point des matrices
de notations des sensibilités
physiques et **fonctionnelles**

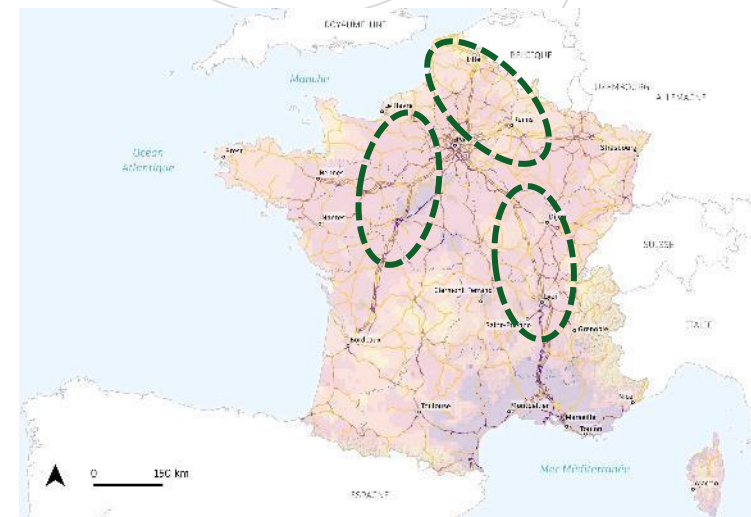
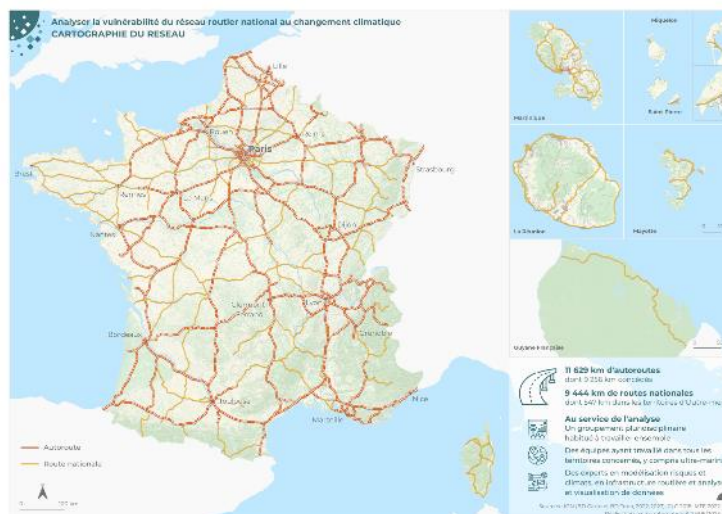
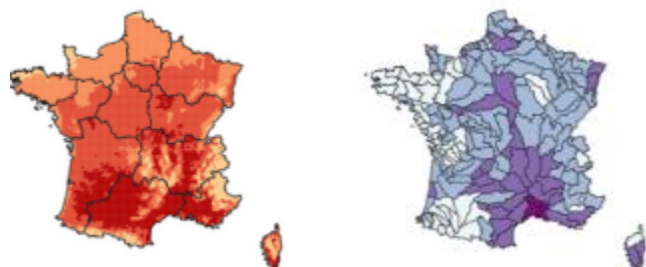
3



Évaluation de la vulnérabilité physique et fonctionnelle du RRN

Définition des zones prioritaires
d'adaptation

Éléments d'aide à la décision pour les
gestionnaires



ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ DE L'INFRASTRUCTURE : +3 ÉTAPES VERS UN PROGRAMME D'ADAPTATION

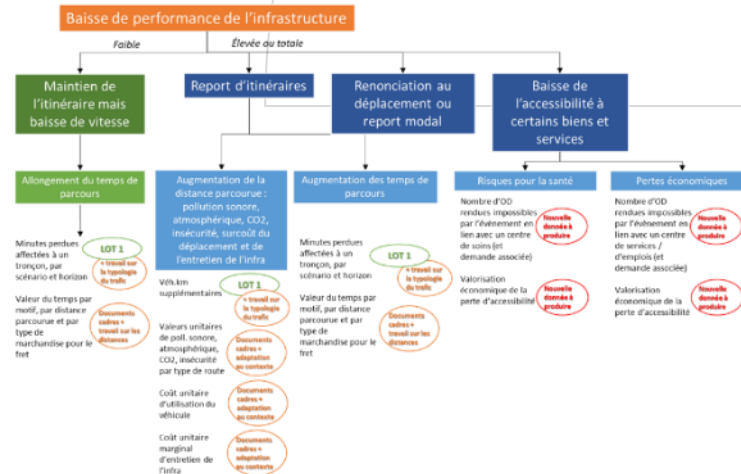
4 (TO)

Identifier des pistes d'adaptation

- Proposer un catalogue de mesures d'adaptation préventives ou curatives des composantes du réseau, relatives à l'exploitation, la maintenance, les travaux, la conception ou l'évolution de l'organisation et des outils du gestionnaire
- Proposer des indicateurs quantitatifs de hiérarchisation et de priorisation des actions, par exemple en identifiant des zones prioritaires d'action
- Préciser des solutions d'adaptation sur les zones prioritaires et identifier des besoins d'études complémentaires (secteurs sensibles ou sections à enjeux)

5 (lot2)

Définition de la note méthodologique d'évaluation du coût des dégradations du changement climatique



6 (lot2)

Évaluation du coût des dégradations et estimation simplifiée du coût économique des pertes de fonctionnalité

Éléments d'aide à la décision pour les gestionnaires

Schémas X, horizon temporel Y

Indicateurs produits par le lot 1 en cas de lot 2		Production lot 2					
Tronçon / objet n° du SCA	TMA reporté En véhicules par typologie de trafic (VP/PS et courte/longue distance)	Temps perdu En minutes par typologie de trafic (VP/PS et courte/longue distance)	Temps perdu En €	Effets sur la sécurité En €	Effets sur les externalités environnementales En €	Surcoût d'utilisation des véhicules En €	Surcoût d'entretien de l'infrastructure En €
1							
2							
3							
4							
...							
8							

L'étude n'est pas une fin en soi mais elle est une étape dans un processus qui doit permettre à la DMR et aux SCA d'effectuer les choix stratégiques et de construire leurs plans d'adaptation au changement climatique du réseau routier dont elles sont responsables





EXPOSITION AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Identification des indicateurs quantifiables et pertinents



- **Température moyenne**



- **Extrême chaud de la température maximale**
- **Nombre de jours de forte chaleur**



- **Extrême froid de la température minimale**
- **Nombre de jours de grand froid**



- **Nombre de jours de gel**
- **Nombre de jours sans dégel**
- **Cycles gel/dégel**



- **Amplitude Thermique extrême**



- **Vitesse du vent fort**
- **Nombre de jours de vents forts**



- **Nombre de jours avec une sensibilité feu météo fort**



- **Précipitations moyennes**
- **Nombre de jours de pluie par an**



- **Précipitations journalières extrêmes sur les jours de pluie**
- **Nombre de jours par an de précipitations extrêmes**



- **Inondation par débordement de cours d'eau**
- **Inondation par ruissellement**
- **Inondation par remontée de nappes**



- **Submersion marine (temporaire)**
- **Submersion marine (permanente)**



- **Glissements de terrain**
- **Chutes de blocs**



- **Nombre de jours avec sol sec**
- **Retrait Gonflement des Argiles**

EXPOSITION AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Caractérisation des niveaux d'exposition

Exemple : **Aléa « Fortes Chaleurs »**

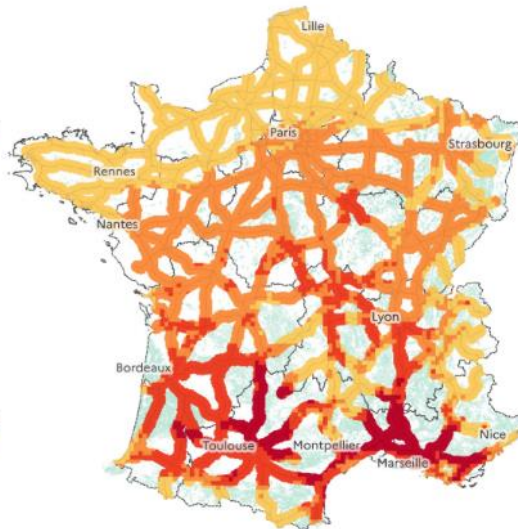
Exposition :

- Faible
- Moyenne
- Forte
- Très Forte

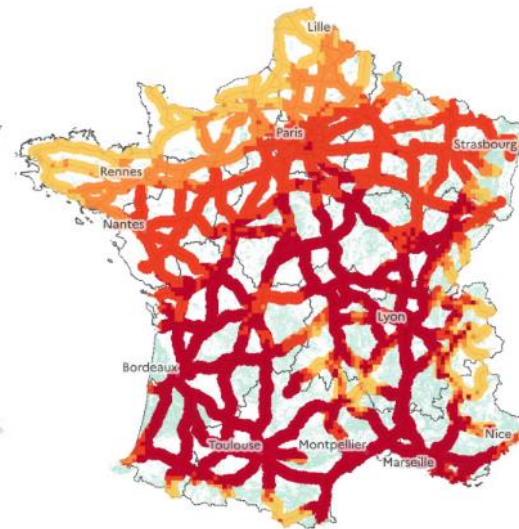
Période de référence (1980-2005)]



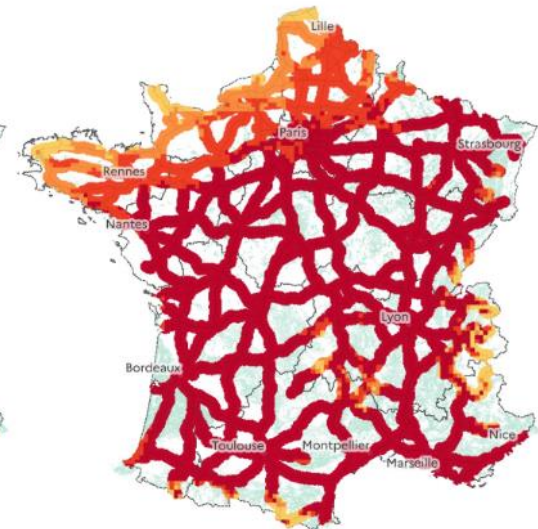
TRACC +2°C (Horizon 2050)



TRACC +3°C (Horizon 2100)



Vision extrême (modèle "max" du +3°C)



CARACTÉRISATION DU RÉSEAU ROUTIER NATIONAL

Classification du réseau

Collecte des données

Structuration de la base
de données Infrastructure

Construction d'un tableur d'impact

RÉSEAU ROUTIER NATIONAL	Famille	Composants
	Linéaire routier	Couche de roulement
		Couche d'assise
		Plateforme
		Déblais
		Remblais
	Assainissement et ouvrages hydrauliques	Assainissement longitudinal
		Ouvrages de traitement des eaux
		Ouvrages d'assainissement ponctuels
		Ouvrages d'assainissement transversaux
	Ouvrages d'art	Ponts courants
		Ouvrages d'art non courants ou exceptionnels
		Murs de soutènement
		Tunnels
		Tranchées couvertes
		Écrans acoustiques
		Autres ouvrages de protection
	Équipements	Pylônes
		PPHM
		PMV
		Caméras, capteurs et compteurs
		Réseaux d'exploitation
		Dispositifs de retenue
	Aménagements et bâtiments	Passages à niveau
		Aires
		Gares de péages
		Centres d'exploitation et bâtiments administratifs
		Accès de service et de secours

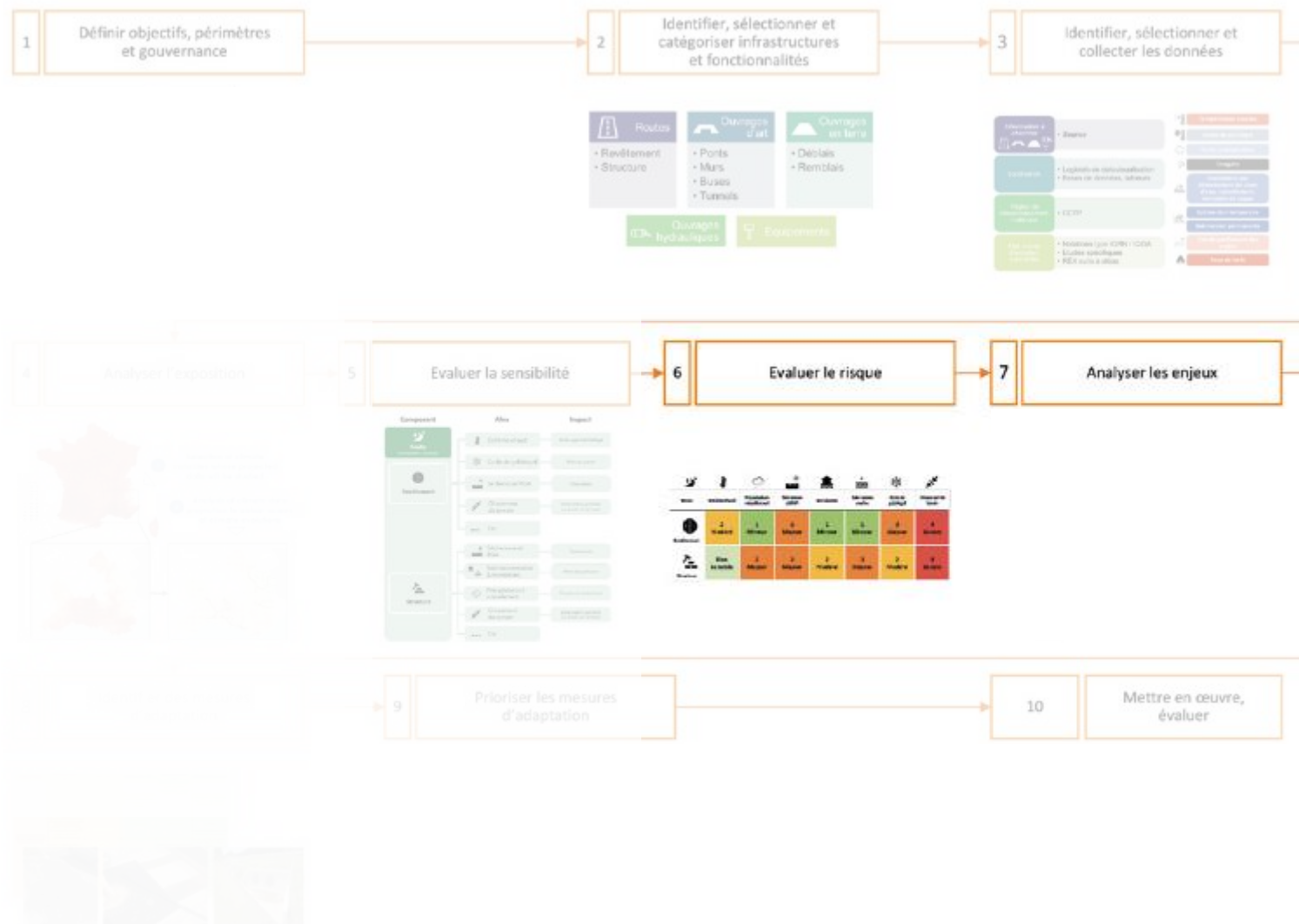
Figure 10 displays five circular maps showing the spatial distribution of sensitivity for different infrastructure types, based on the sensitivity analysis of the model. The maps are arranged in a grid, with the fifth map (Aménagements / Batiments) positioned below the others.

The infrastructure types are:

- Ouvrage Linéaires
- Assainissement/OH
- Equipements
- Ouvrage d'art
- Aménagements / Batiments

The legend indicates the sensitivity levels (Sensibilités de la maille vis à vis de chaque infrastructure) using a color scale from 1 (light green) to 4 (dark blue). The second legend indicates the global sensitivity (Sensibilité globale) from Maximum (blue) to Minimum (green).

APPLICATION DE LA MÉTHODOLOGIE CEREMA



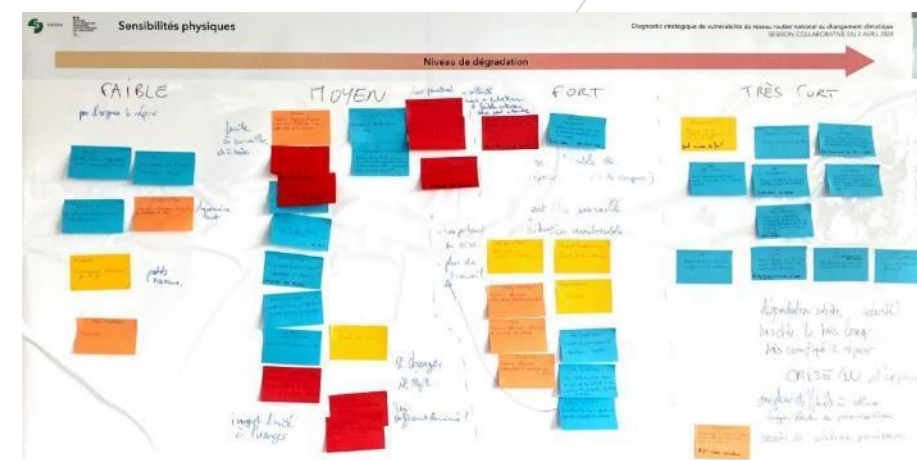
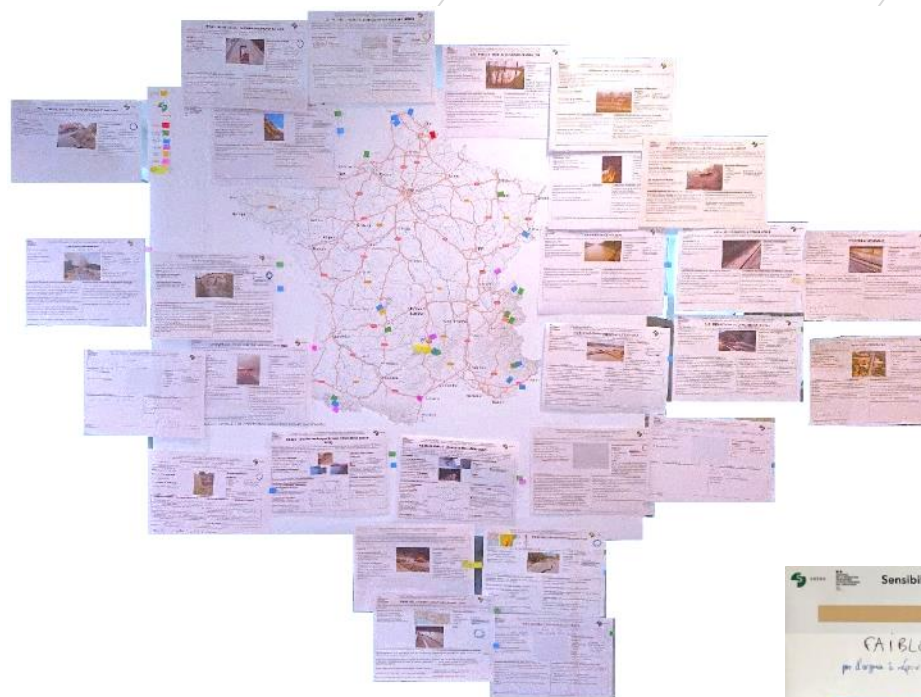
CROISEMENT DES EXPOSITIONS CLIMATIQUES AVEC SENSIBILITÉS PHYSIQUES/FONCTIONNELLES - CARTES DE VULNÉRABILITÉS



DÉMARCHE COLLABORATIVE

Logique de parcours via des ½ journées collaboratives (gestionnaires DIR et SCA) / 2 réalisées en avril et novembre 2024 / 2 à venir en 2025

- Atelier portant sur l'évolution du climat et de l'exposition aux aléas
- Atelier d'analyse des sensibilités physiques
- Atelier de partage d'expérience
- Atelier de présentation du websig
- Atelier de présentation de la méthodologie d'analyse fonctionnelle
- Atelier de présentation de la méthodologie d'agrégation à l'échelle de la maille
- A venir :
- Atelier sur les cartes de vulnérabilités (physiques et fonctionnelles)
- Atelier sur les solutions d'adaptation
- Atelier sur le lot 2



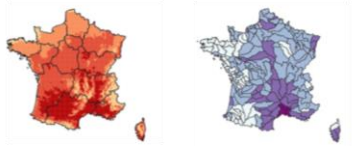
ETAPES STRUCTURANTES LOT 1

1 Risk Weather Tech

Étude des projections climatiques
Selon scénarios TRACC

Et selon un panel d'aléas

Forte chaleurs, feux de végétation,
retrait/gonflement des argiles
inondations par ruissellement ou
débordement...



Livrable
exposition
climatique

2 setec

Analyse et notation des sensibilités
physiques et fonctionnelles des
infrastructures du RRN

Collecte de données sur le réseau RRN –
mise au point de la granulométrie

Mise au point des matrices de notations
des sensibilités physiques et
fonctionnelles



Finalisation des
notes de
sensibilités +
Atelier miroir 2

3 setec

Évaluation de la vulnérabilité
physique et fonctionnelle du RRN

Définition des zones prioritaires
d'adaptation

Eléments d'aide à la décision pour les
gestionnaires



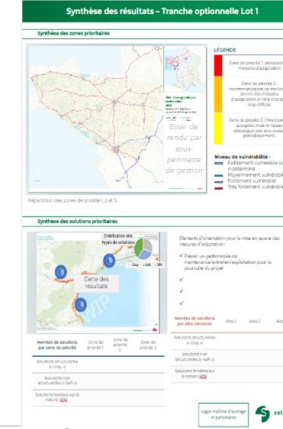
Livrable Analyse
de vulnérabilités

4 (TO) setec

Identification des mesures
d'adaptation

Définition d'un catalogue de solutions

Hierarchisation des zones prioritaires et
priorisation des mesures



Première
sur les so



Livrable Analyse
de vulnérabilités
– synthèse par
gestionnaire



Baisse de performance de l'infrastructure

Le diagramme est structuré en deux niveaux de performance (Faible et Élevée ou totale) et quatre types de impacts (Maintien de l'itinéraire, Report d'itinéraires, Renonction au déplacement, Baisse de l'accessibilité).

Niveau Faible :

- Maintien de l'itinéraire mais baisse de vitesse**
- Report d'itinéraires**
- Renonction au déplacement ou report modal**
- Baisse de l'accessibilité à certains biens et services**


Niveau Élevée ou totale :

- Allongement du temps de parcours**
- Augmentation de la dégradation environnementale (pollution sonore, atmosphérique, CO2, matériaux, services de déplacement et de l'entretien de l'itinéraire)**
- Augmentation des temps de parcours**
- Risques pour la santé**
- Pertes économiques**

Détails des impacts :

- Allongement du temps de parcours :** Moins de pertes affectées à un tronçon, par tronçon, par véhicule et kilomètre. **LOT 1** (à évaluer sur la base des données). **Valeur du temps par mode, par distance parcourue et par type de marchandises pour le fret.**
- Augmentation de la dégradation environnementale :** Moins de pertes affectées à un tronçon, par tronçon, par véhicule et kilomètre. **LOT 1** (à évaluer sur la base des données). **Valeurs unitaires (de pollution sonore, atmosphérique, CO2, matériaux par type de route).**
- Augmentation des temps de parcours :** Moins de pertes affectées à un tronçon, par tronçon et horizon. **LOT 1** (à évaluer sur la base des données). **Valeur du temps par mode, par distance parcourue et par type de marchandises pour le fret.**
- Risques pour la santé :** Nombre d'OD rendus responsables par l'augmentation des liens avec un centre de demande associée. **Rendement à évaluer à l'échelle du territoire.** **Valorisation économique de la perte d'accessibilité.**
- Pertes économiques :** Nombre d'OD rendus irresponsables par l'augmentation des liens avec un centre de services / d'emploi (et demande associée). **Rendement à évaluer à l'échelle du territoire.** **Valorisation économique de la perte d'accessibilité.**

Atelier miroir 3

6 (lot2)  setec

Eléments d'aide à la décision pour les gestionnaires

Scénario X, horizon temporel Y		Productions Lot 3						
Tranches d'âge / sexe / lots	Indicateurs produits par lot 1 en case d'âge 2				Productions Lot 3			
	TMIA temps En vol/min par typologie de trafic (VP70, et speed/energy distance)	Temps temps En vol/min par typologie de trafic (VP70, et speed/energy distance)	Temps perdus En €	Effets sur la sécurité En €	Effets sur les externalités environnementales En €	Succès d'attribution des slots En €	Succès d'attribution de l'infrastructure En €	Nombre d'arrêts de service incidents aux usagers En €
1								
2								
3								
4								
...								
n								

*Livrable note
méthodologique
et résultats de
l'estimation*

Atelier miroir 4

T3
2024

T4
2024

T1
2025

T2
2025

T3
2025

T4
2025...

FOCUS DROM-COM

- Difficultés d'homogénéisation des données en comparaison de la Métropole sur les données techniques
- Modèles climatiques différents sur ces territoires
- Analyse plus macroscopique - décalée dans le temps en comparaison de l'analyse métropole

Aléa Sécheresse

Période de référence (1980-2005)



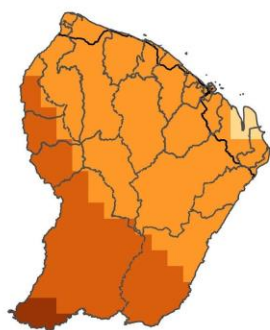
TRACC +2°C (Horizon 2050)



TRACC +3°C (Horizon 2100)



Scénario extrême (Max RCP8.5 2100)



— Réseau routier national
□ Limites communales

Nb de jours de sécheresse
(CDD 5 jours)

<= 40
40 - 50
50 - 60
60 - 70
> 70

0 100 km

Evolution de l'aléa Inondation par ruissellement

Période de référence (1980 - 2005)



TRACC +2°C (Horizon 2050)



TRACC +3°C (Horizon 2100)



TRACC +3°C (Scénario maximisant)



— Réseau Routier National

Aléa Ruissellement

1
2
3
4

0 5 10 15 20 km

ENSEIGNEMENTS STRATÉGIQUES À TIRER DE CES MISSIONS

Notre vision de l'accompagnement des MOA vers l'adaptation au changement climatique

1

Sensibilisation
et diagnostic

Conseil stratégique, pédagogie, concertation

2

Etude des
vulnérabilités

*Identification des sous-systèmes impactés et
caractérisation des criticités physiques
(infrastructures) et fonctionnelles
(organisation, disponibilité)*

3

Stratégie et
programmation

*Construction de la trajectoire d'adaptation et
de transformation des sous-systèmes
identifiés*

4

Mise en œuvre
et suivi du plan
d'action

*Volet opérationnel du plan d'action, suivi et
mesure des effets et ajustements de la
stratégie d'investissement et des solutions
d'adaptation*

3 piliers

- Adopter une démarche exploratoire et participative
- S'adapter à chaque réseau et à chaque gestionnaire
- Favoriser le partage et l'appropriation à tous les niveaux

Quelques conseils aux MOA désireux de travailler sur leurs stratégies d'adaptation

- Anticiper les diagnostics : définition des objectifs et collecte des données
- Favoriser la mise en perspectives des résultats macroscopiques et de l'expérience terrain
- Partager les résultats et les faire vivre pour amorcer une dynamique d'adaptation



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES

*Liberté
Égalité
Fraternité*



MERCI

MARINE LERICOLAIS - SETEC

Marine.lericolais@setec.com

François DOREY – SETEC

François.dorey@setec.com

Caroline DOLL – SETEC

Caroline.doll@setec.com

