



Royaume du Maroc

Ministère de
l'Équipement et de l'Eau



المملكة المغربية
+٠٨٧٨٤٦ | ١٤٢٥٤٥
وزارة التجهيز والماء
+٠٤٥٤٤٥٠٤ | ١٤٤٤٥٠٨ ٤٤٥٤٠٤




الجمعية المغربية الدائمة لمؤتمرات الطرق
L'Association Marocaine Permanente des Congrès de la Route
The Permanent Moroccan Association of Road Congresses

 UNIVERSITÉ PRIVÉE DE FÈS
الجامعة الخاصة لفاس
PRIVATE UNIVERSITY OF FÈS

Vers des réseaux plus résilients : l'adaptation des infrastructures de transport

Margherita Pescarin, chargée d'études résilience, Cerema

Marie Colin, référente technique résilience des infras, Cerema

Séminaire international

L'accessibilité et la mobilité pour les zones urbaines et péri-urbaines : enjeux et opportunités pour les villes de demain

15 -17 octobre 2025 à Fès – Maroc

Aléas naturels : des coûts importants et des impacts multiples

Infrastructures prématurément vieilles, dégradées ou détruites



Organisation de l'exploitation perturbée



Politiques d'entretien impactées



Au cours des prochaines décennies, l'investissement supplémentaire nécessaire pour adapter les infrastructures de transport pourrait s'élever de plusieurs centaines de millions à plusieurs milliards d'euros par an

Etc.

Impacts sur circulations et usagers



La tempête Alex d'octobre 2020 a causé d'importants dégâts sur plus de 70 km de routes, pour un coût de réparation de 500 millions €

(CGEDD, IGA 2021)

(I4CE, 2024)

Une réduction de 30 à 50 % de la durée de vie des infrastructures est déjà observée dans les zones montagneuses en raison des conditions climatiques

(Cour des Comptes, 2022)

Aléas naturels : des coûts importants et de impacts multiples

Infrastructures prématurément vieilles, dégradées ou détruites



Organisation de l'exploitation perturbée



Politiques d'entretien impactées



Hausse des coûts de réparation, d'entretien, etc.



Impacts sur circulations et usagers



Impacts sur les territoires : desserte, économie, vie, etc.



Etc.

Aléas naturels : des impacts multiples

Au cours des prochaines décennies, l'investissement supplémentaire nécessaire pour adapter les infrastructures de transport pourrait s'élever de plusieurs centaines de millions à plusieurs milliards d'euros par an
(I4CE, 2024)

La tempête Alex d'octobre 2020 a causé d'importants dégâts sur plus de 70 km de routes, pour un coût de réparation de 500 millions €
(CGEDD, IGA 2021)

Entre 2009 et 2021, SNCF Réseau a connu 5 événements climatiques majeurs pour un coût total de 38 millions €, dont 25 millions € liés à la tempête Alex
(Cour des Comptes, 2024)

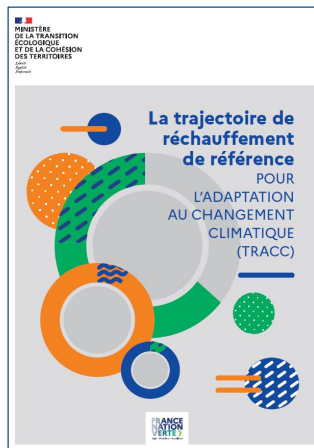
Le département de la Savoie dépense entre 6 et 8 millions d'euros par an pour gérer les aléas naturels sur ses routes. Ce coût pourrait atteindre 10 à 15 millions d'euros par an dans les prochaines années
(La Gazette des communes, 2025)

Le département du Nord-Pas-de-Calais estime que 10 % de ses routes ont été endommagées par les inondations de 2023
(La Gazette des communes, 2024)

Une réduction de 30 à 50 % de la durée de vie des infrastructures est déjà observée dans les zones montagneuses en raison des conditions climatiques
(Cour des Comptes, 2022)

Les scénarios d'évolution climatique

Trajectoire de Réchauffement de Référence - TRACC



Référence :
+1,1°C
par rapport à la
période
préindustrielle
(1850–1900)

+1,5°C +2°C



2030

+2°C +2,7°C



2050

+3°C +4°C



2100

Exemples d'impacts (monde)

+2,6°C



Température

journée la plus chaude de la décennie

x 3,1



Sécheresse

Une sécheresse qui survenait une fois par décennie se produira x plus souvent

x 1,8



Précipitations

Evénements extrêmes de pluie par décennie

+5,1°C



Température

journée la plus chaude de la décennie

x 5,1



Sécheresse

Une sécheresse qui survenait une fois par décennie se produira x plus souvent

x 2,8



Précipitations

Evénements extrêmes de pluie par décennie

Des aléas naturels



... de plus grande intensité / amplitude



... plus fréquents



... dans d'autres zones géographiques



... à d'autres périodes de l'année



... aux évolutions multiples / combinées

MÉTHODE ASAIT



Étude de vulnérabilité des réseaux routiers du Département de la Nièvre, Préfecture de la Nièvre (2019)

Réalisation d'une analyse de vulnérabilité macroscopique des réseaux routiers dans le cadre de la réalisation d'un PCAET

1 Définir objectifs, périmètres et gouvernance



2 Identifier, sélectionner et catégoriser infrastructures et fonctionnalités



3 Identifier, sélectionner et collecter les données



Étude de résilience du réseau routier national concédé et non concédé, DGITM (2023 – en cours)

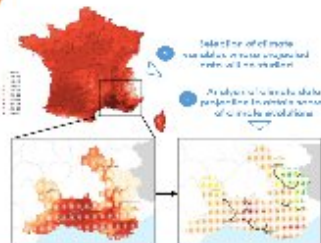
Analyse l'exposition, les risques et les enjeux sur l'ensemble du RRN, évaluer les coûts de l'inaction, identifier des solutions d'adaptation



Projet R&D - Diagnostic de vulnérabilité des infrastructures d'intérêt régional face au changement climatique en région Sud, Région PACA (2022 – en cours)

Réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité tous modes, partagé entre la Région, l'Etat et les gestionnaires d'infrastructures

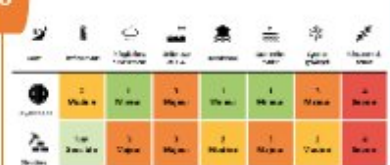
4 Analyser l'exposition



5 Évaluer la sensibilité



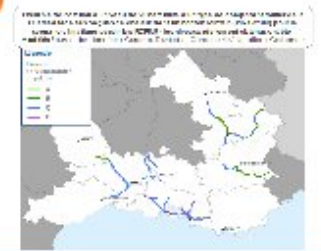
6 Évaluer le risque



Appui au cadrage de l'étude de résilience ferroviaire du réseau breton et ligérien, SNCF Réseau (2023 – en cours)

Identifier précisément les objectifs de résilience, réaliser une étude de résilience sur le réseau breton et ligérien, identifier des solutions d'adaptation

7 Analyser les enjeux



8 Identifier des mesures d'adaptation



9 Prioriser les mesures d'adaptation



10 Mettre en œuvre, évaluer



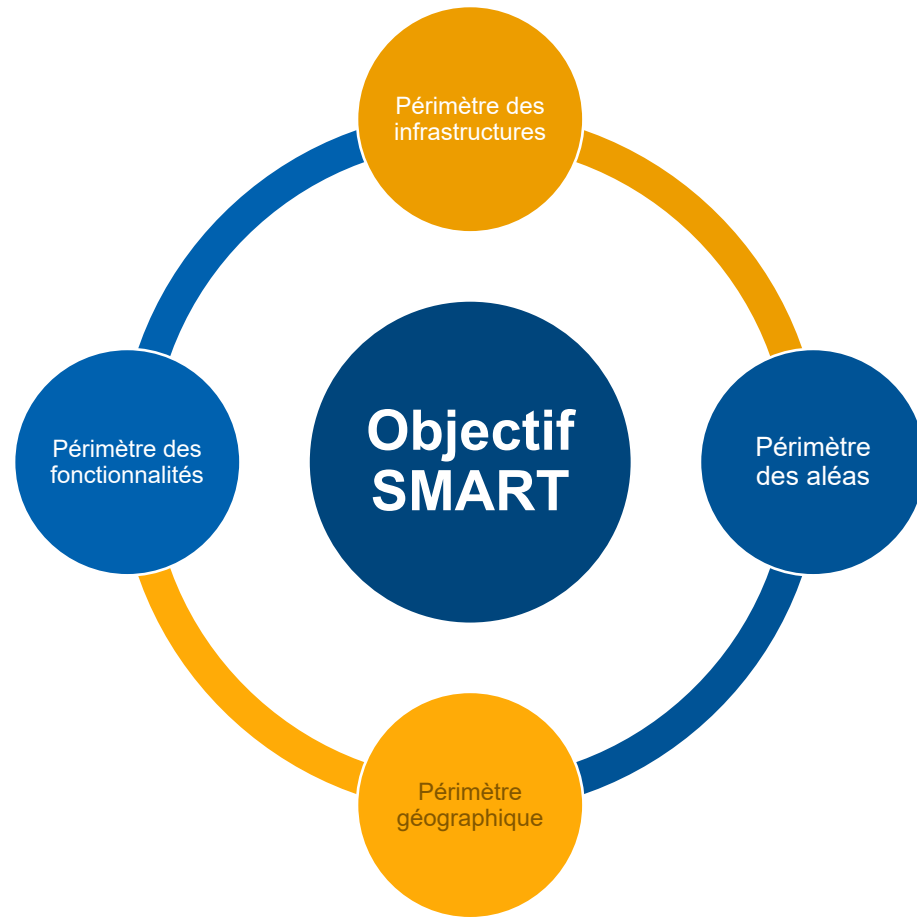
Étude de vulnérabilité des réseaux routiers du Département de la Nièvre, Préfecture de la Nièvre (2019)

Réalisation d'une étude de résilience d'un réseau routier avec un focus VH/résilience

Sensibilisation / formation de collaborateurs à la résilience au changement climatique, SNCF Réseau (Stratégie) - (2022)

Sensibiliser des collaborateurs SNCF Réseau aux enjeux et à l'urgence de l'adaptation, les aider à monter en compétence dans le cadre des études de vulnérabilités au changement climatique

Zoom étape 1 : définir ses objectifs



« Adapter d'ici 2050 les ouvrages hydrauliques du réseau structurant à risque de dépassement de capacité lors de fortes précipitations / inondations centennales dans un contexte TRACC +3°C »

L'objectif joue sur :

- Le choix des données : données ouvrages hydrauliques ? REX quantitatifs des impacts passés ? Projection des inondations ?
- Les méthodes d'analyse des sensibilités et vulnérabilité : analyses cartographiques, modélisations ?
- L'analyse des solutions : améliorer la connaissance, redimensionnement de buses, etc.

Zoom sur les solutions d'adaptation

Conception et construction des infrastructures	Entretien	Exploitation, y compris gestion de crise	Planification, gouvernance
Connaissance des infrastructures	Périodes de réalisation des travaux	Connaissance des aléas climatiques	CCTP travaux
Connaissance des vulnérabilités	Moyens humains	Planification de la gestion de crise / post-crise	Sensibilisation, formation, communication interne
Bases de données infras	Fréquence des tournées d'inspection	Procédures de sécurité (crise)	Moyens humains
Règles de conception, dimensionnement		REX d'impacts suite à un aléa climatique	Moyens budgétaires
Infrastructures de protection : digues, etc.		Systèmes d'alerte précoce	Connaissance des coûts des impacts vs coûts des réparations
Choix des matériaux de conception		Systèmes de transport intelligents (ITS)	Normes, référentiels techniques
Renforcement de structures		Adaptation des plans de trafic	Relocalisation d'activités
		Surélévation des espaces de stockage	Renforcement de la desserte d'axes stratégiques

RGA
Retrait-gonflement des sols argileux

La série de fiches « Résilience des infrastructures » donne aux gestionnaires une information technique sur les conséquences du changement climatique sur les infrastructures.

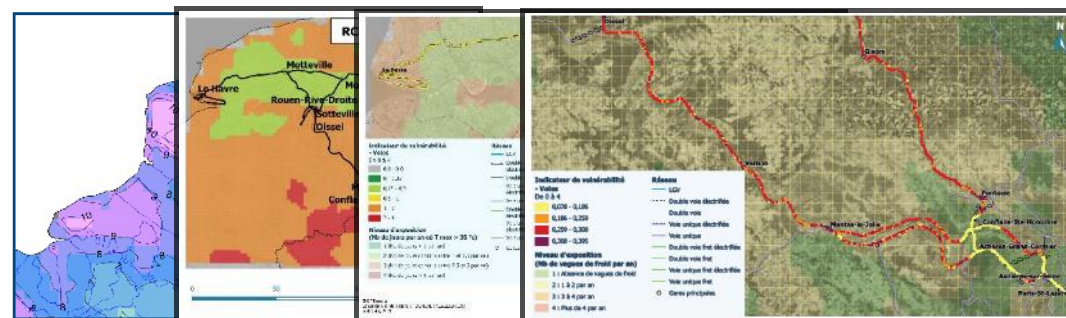
Cette fiche de la série « Résilience des infrastructures » traite du phénomène de retrait-gonflement des sols argileux (RGA) et de ses conséquences sur les infrastructures routières. Dans le contexte du changement climatique, ce phénomène risque d'engendrer plus de dommages et nécessite d'être pris en compte. Cette fiche, divisée en trois parties, définit les enjeux de la problématique (partie 1), contribue à améliorer la connaissance du patrimoine routier (partie 2) afin de déterminer les moyens d'action pour le rendre plus résilient (partie 3).

Aléas climatiques et météorologiques influençant le retrait-gonflement des sols argileux

Fiche n° 01 - Janvier 2022

INSTITUT

Exemple de fiche type



Zoom sur les solutions d'adaptation

Solutions d'ingénierie techniques



Solutions fondées sur la nature



Quelques ressources

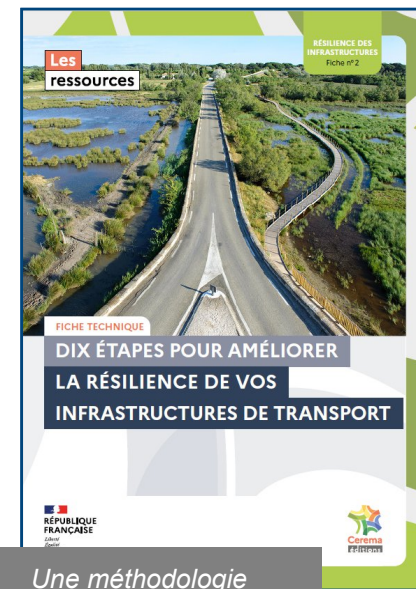
- Pour accompagner les gestionnaires nous produisons :



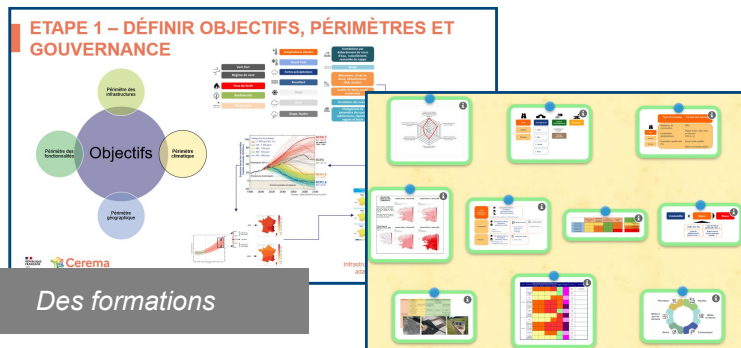
Des fiches de sensibilisation aux enjeux



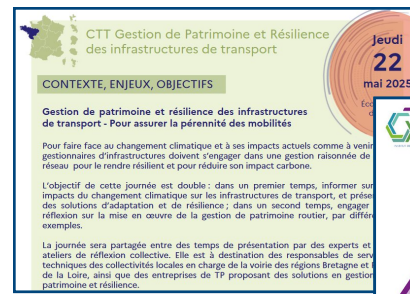
Des fiches sur les aléas



Une méthodologie



Des formations



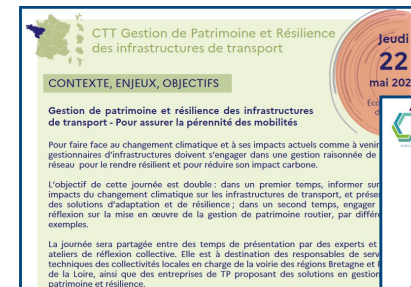
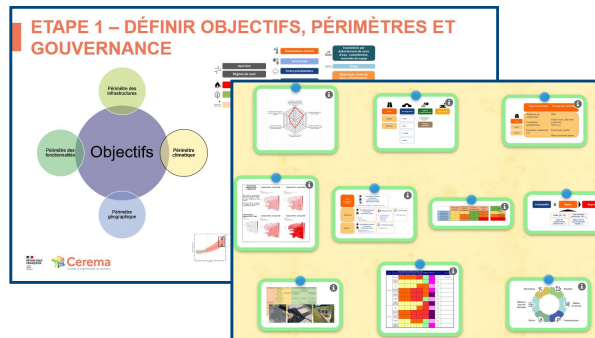
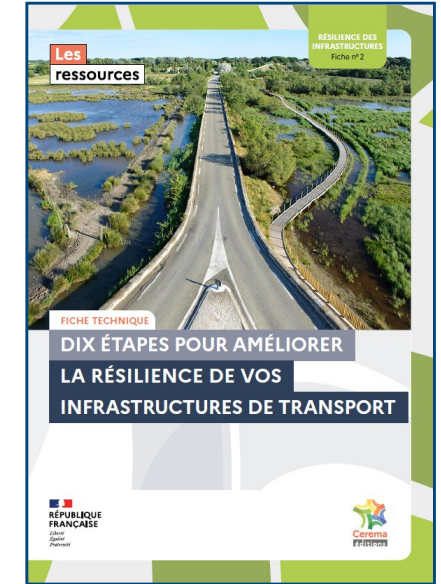
Des communications



VERS DES RÉSEAUX RÉSILIENTS : RESSOURCES

Ce que nous faisons :

- Du développement de la doctrine technique, accompagnement de la R&D / innovation
- De l'accompagnement des gestionnaires à la mise en œuvre de la démarche ASAIT
- De la diffusion des connaissances
- De la montée en compétence



ZOOM ÉTAPE 1 : DÉFINIR SES OBJECTIFS

SENSIBILISER LES SERVICES TECHNIQUES DE LA COLLECTIVITÉ ?

AMÉLIORER LA CONNAISSANCE DES ALÉAS QUI PEUVENT IMPACTER LE TERRITOIRE ET SON FONCTIONNEMENT ?

RENFORCER LA RÉSILIENCE DE LA RD N°... FACE AUX CRUES ?

FIABILISER L'ACCÈS À UN PÔLE ÉCONOMIQUE D'INTÉRÊT MAJEUR POUR LE TERRITOIRE ?

GARANTIR LES DÉPLACEMENTS EN TRANSPORTS EN COMMUN LORS DES PÉRIODES DE CANICULES ?

MAÎTRISER LES INVESTISSEMENTS NÉCESSAIRES ET COÛTS DANS LE SECTEUR DES INFRA ?



Merci pour votre attention!

Royaume du Maroc
Ministère de
l'Équipement et de l'Eau



المملكة المغربية
+٥XIIA٤+ I K٤٢O٤Θ
وزارة التجهيز والماء
+٥C٥L٥Θ+ | %C٥L٥ ٨ L٥C٥ا




الجمعية المغربية الدائمة لمؤتمرات الطرق
L'Association Marocaine Permanente des Congrès de la Route
The Permanent Moroccan Association of Road Congresses

 UNIVERSITÉ PRIVÉE DE FÈS
الجامعة الخاصة لفاس
PRIVATE UNIVERSITY OF FEZ

Margherita Pescarin

Chargée d'études résilience

margherita.pescarin@cerema.fr



@PIARC_Roads



World Road
Association
PIARC



World Road
Association
PIARC



World Road
Association
PIARC

www.piarc.or



Anticiper l'adaptation

- Quelques pistes pour adapter ses infrastructures :
 - Être proactif est moins coûteux que réagir dans l'urgence
 - Considérer toutes les échelles : de l'infrastructure au réseau
 - Aller vers une approche intégrée : lien avec les territoires et donc la mobilité...
 - Aller au-delà de la planification à court et moyen terme, intégrer le long terme

