

Vers une approche globale de la résilience des infrastructures de transport

-

Résilience et gestion intégrée de patrimoine

Marie Colin, Thomas Plantier, Fabien Palhol
Cerema

Vers une approche globale de la résilience

- **Enjeux de l'amélioration de la résilience des infrastructures de transport**
- Diagnostic de vulnérabilité, stratégie d'adaptation : expertise du Cerema
- La gestion intégrée des patrimoines d'infrastructures : une démarche innovante

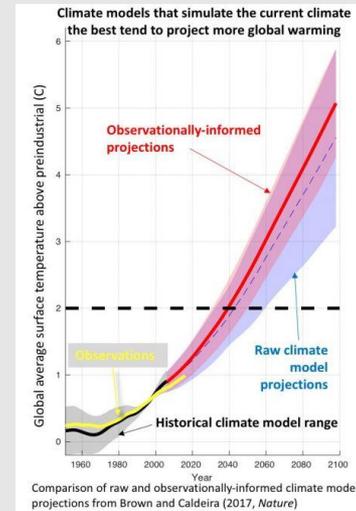
Vers une approche globale de la résilience : enjeux

Résilience

Ce qui fait partie de notre définition :

- Risque, crise, catastrophe
- Vieillesse, dégradation chronique
- Changement climatique
- Évolutions techniques, sociétales

Adaptation au changement climatique



Atténuation

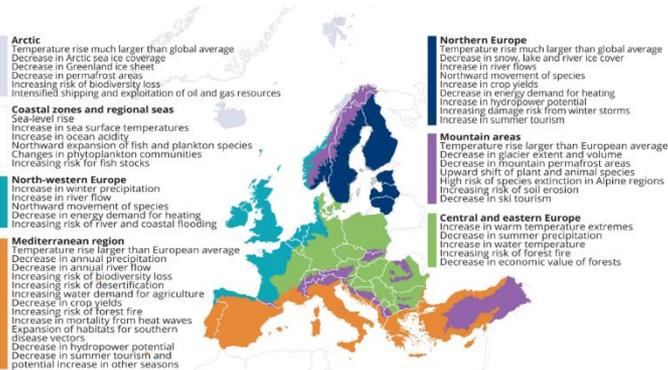
Eviter l'ingérable



Adaptation

Gérer l'inévitable

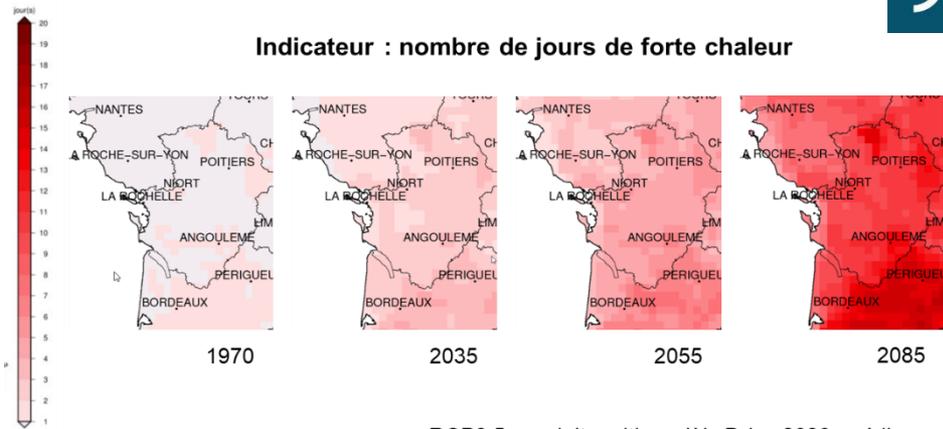
Vers une approche globale de la résilience : enjeux



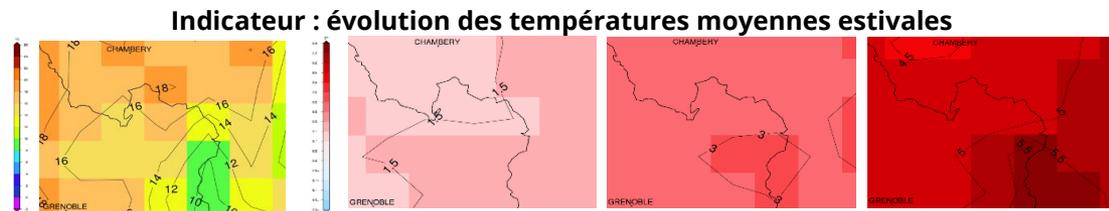
Source : Agence Européenne pour l'Environnement



Des évolutions des aléas et conditions climatiques de fond différentes selon les territoires

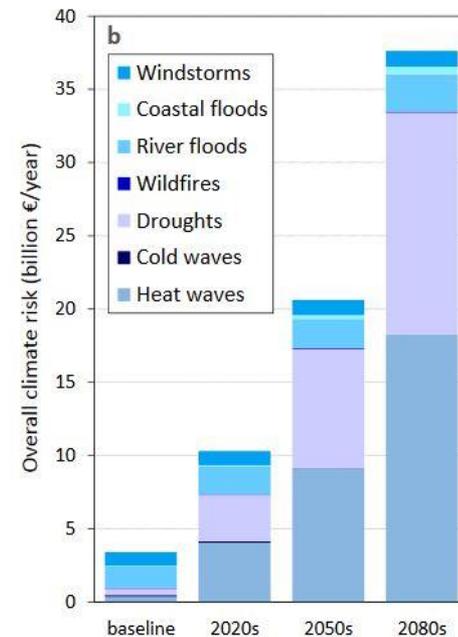
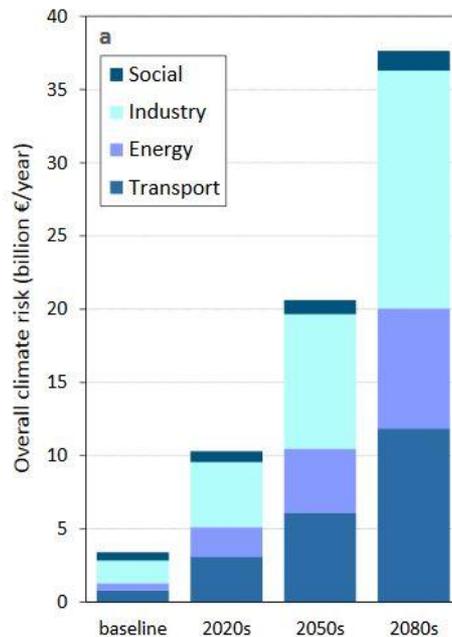
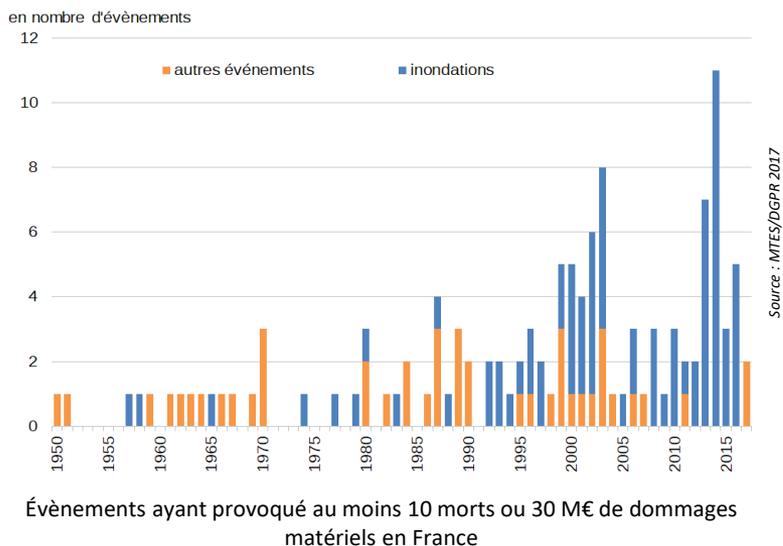


RCP8.5, produit multi-modèle Drias 2020, médiane



RCP8.5, produit multi-modèle Drias 2020, médiane

Vers une approche globale de la résilience : enjeux



Evolution des dommages liés aux aléas climatiques sur la zone EU+ (EU28 + Suisse + Norvège + Islande). Source : EU, JRC report, 2016

Des coûts en forte augmentation dans les prochaines décennies

Vers une approche globale de la résilience : enjeux

Impacts sur les infrastructures, leur gestion et les budgets



Impacts sur les usagers et le niveau de service

Impacts sur les territoires



Impacts économiques, sociaux, etc.

Vers une approche globale de la résilience : enjeux

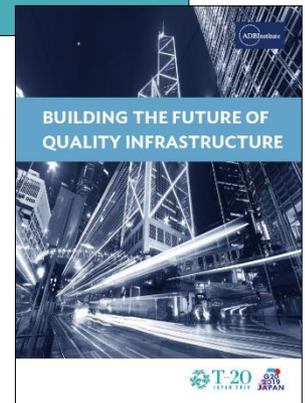
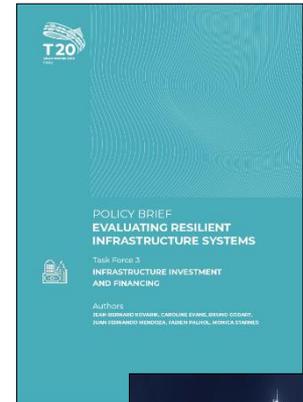
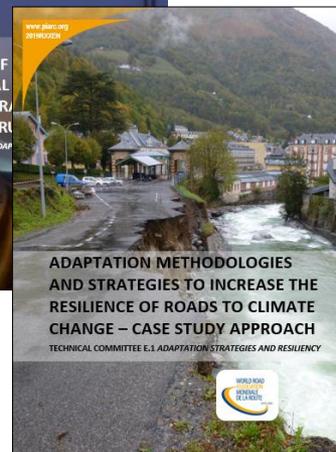


Vers une approche globale de la résilience

- Enjeux de l'amélioration de la résilience des infrastructures de transport
- **Diagnostic de vulnérabilité, stratégie d'adaptation : expertise du Cerema**
- La gestion intégrée des patrimoines d'infrastructures : une démarche innovante

Vers une approche globale de la résilience

Adaptation au changement climatique



Vers une approche globale de la résilience

Adaptation au changement climatique

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema

OFFRES CEREMA POST CRISE
«AMÉNAGER À VOS CÔTÉS LES TERRITOIRES RÉSILIENTS»

Améliorer la résilience de vos infrastructures et réseaux de transport : Diagnostiquer les vulnérabilités aux aléas climatiques actuels et futurs

CONTEXTE

Les infrastructures de transport font face à de nombreux aléas d'origine naturelle ou anthropique : des événements extrêmes endommagent ou détruisent régulièrement routes, ponts, plateformes portuaires et aéroportuaires.

Les effets de ces intempéries sont aggravés par l'urbanisation, l'artificialisation des sols, le manque de suivi des ouvrages critiques, la sous-estimation de la vulnérabilité de l'environnement et le changement climatique.

Lorsque les infrastructures de transport deviennent inopérantes, deux crises successives surviennent : difficultés dans les opérations de secours, puis réhabilitation ou reconstruction des infrastructures sous forte contrainte budgétaire. A cela s'ajoutent les impacts indirects sur les usagers et sur l'économie liés aux difficultés de déplacement.

Rendre les infrastructures résilientes aux risques est une réponse à privilégier pour sauvegarder durablement un patrimoine essentiel. La prise en compte de la résilience dans les investissements - travaux neufs, de maintenance ou de réhabilitation - n'est ainsi plus une option pour la puissance publique, Etat et Collectivités.

THÉMATIQUES ASSOCIÉES

- * Résilience des infrastructures et réseaux de transport
- * Résilience des territoires
- * Climat

VOTRE BESOIN

Vous gérez un réseau d'infrastructures de transport et vous préoccupez de la continuité d'activité. Vous craignez que des aléas mal estimés ne viennent anéantir votre patrimoine et mettre en péril l'activité économique de votre région ou de votre périmètre d'action.

Vous souhaitez identifier les vulnérabilités, physiques ou fonctionnelles, de vos infrastructures et préparer une réponse globale.

Vous souhaitez être accompagnés par des experts de la résilience des réseaux de transport pour définir la stratégie d'action adaptée à vos besoins réels.

LA RÉPONSE DU CEREMA

Le Cerema réalise une analyse de risques sur votre patrimoine, identifie les points critiques de votre réseau ou de vos plateformes, évalue les dommages potentiels et vous propose des solutions d'atténuation des effets de ces aléas. Une offre intégrée d'accompagnement comporte : diagnostic des vulnérabilités, hiérarchisation des différentes solutions, définition et déploiement des solutions, communication vers les parties prenantes.

Identifier les vulnérabilités : votre stratégie de résilience

Étape essentielle de la démarche Cerema d'amélioration de la résilience d'un réseau de transport, elle s'appuie sur : un périmètre d'étude adapté aux objectifs du territoire, l'identification des aléas et leurs évolutions possibles, la qualification des vulnérabilités physiques et fonctionnelles, l'analyse des impacts sur les déplacements.

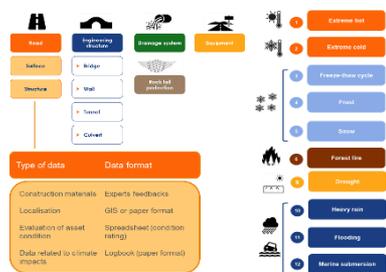
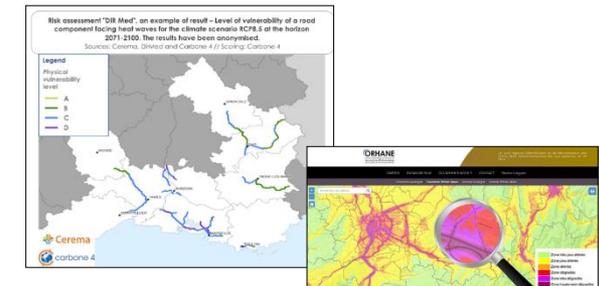
Lorsque vulnérabilités des infrastructures et impacts pour le territoire sont connus, le Cerema vous accompagne dans l'identification des solutions et de leurs coûts, afin de les prioriser et les mettre en œuvre.

Assistance à maîtrise d'ouvrage

Votre stratégie de résilience étant adoptée, le Cerema propose des solutions techniques éprouvées et neutres et vous accompagne dans la rédaction des marchés de maîtrise d'œuvre. Il vous apporte également son expertise en phase travaux, afin de lever toute difficulté technique. Le Cerema vous aide, enfin, à identifier les aides disponibles et à lancer les travaux au plus vite.

Adaptation Measures (Infrastructure Related)	Adaptation Measures (Traffic Hazard Management)	Adaptation Measures (Maintenance Measures)	Adaptation Measures (Planning)
Traffic adaptation measures Bridge retrofit Tunnel (protection from flooding) Retaining structures Evacuation routes Others	Intelligence Intelligent Systems (ITS) Early warning systems Re-routing (short term and planned)	Preventive Roadside Service restoration	Integration of climate change in the design phase Technical regulations Legal regulations Adaptation of current regulations to climate change Legal frameworks Others

Assister les maîtres d'ouvrage



Sensibiliser, former et communiquer

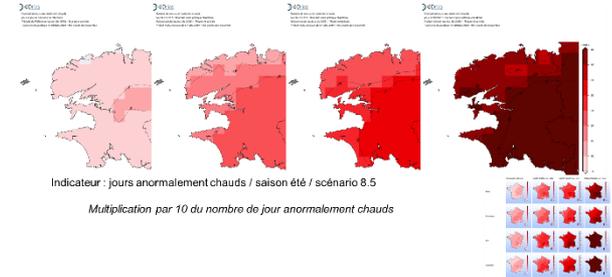
Estimer les vulnérabilités

Vers une approche globale de la résilience

Adaptation au changement climatique

Les résultats

- Analyse de l'exposition actuelle et future du réseau
- Identification des sensibilités actuelles aux aléas climatiques
- Analyse de l'évolution des vulnérabilités dans un contexte de changement climatique
- Identification de solutions d'adaptation
- Définition d'une stratégie de résilience avec priorisation des solutions d'adaptation



Indicateur	Temps d'exposition	Temps d'exposition	Exposition des infrastructures et des territoires	Sensibilité	Risque	Intensité des impacts et des dommages	Impact sur la résilience	Capacité de résilience	Impact de la résilience			
Actuel	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 scénario RCP 4.5 horizon proche	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1 scénario RCP 4.5 horizon lointain	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1 scénario RCP 6.5 horizon proche	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1 scénario RCP 6.5 horizon lointain	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Une méthode développée pour la route et transposable à d'autres problématiques

Objectifs possibles de la démarche

- Adapter les solutions techniques
- Prioriser les solutions d'adaptation
- Améliorer les politiques et stratégies de gestion
- Optimiser les dépenses budgétaires
- Améliorer la résilience du réseau et des territoires

Document 1: Plan de Résilience du Grand Port Maritime de Bordeaux - Objectifs et Priorités

Document 2: Plan de Résilience du Grand Port Maritime de Bordeaux - Mesures d'Adaptation

Document 3: Plan de Résilience du Grand Port Maritime de Bordeaux - Gouvernance

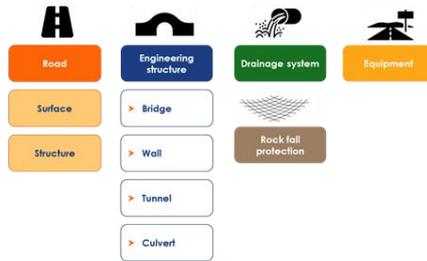
Vers une approche globale de la résilience

Adaptation au changement climatique

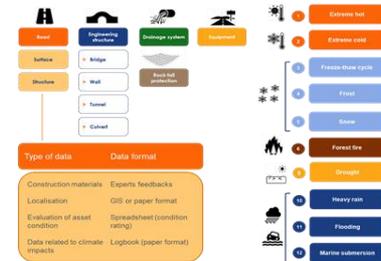
1. Définir objectifs, périmètres et gouvernance



2. Identifier et sélectionner les composants



3. Identifier et collecter les données



6. Evaluer la vulnérabilité

	Extreme hot	Extreme cold	Heavy rain	Drought	Flooding	Marine submersion	Level	Impact
Road								
Surface	2	1	2	0	2	0	3	Critical
Structure	0	0	0	0	0	0	1	Minor
							2	Significant
							0	No impact

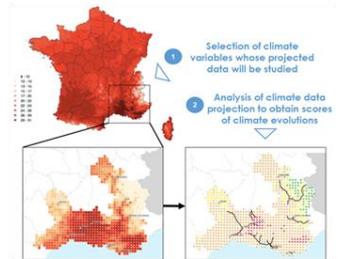
	Extreme hot	Extreme cold	Heavy rain	Drought	Flooding	Marine submersion
Road						
Surface	2	0	0	0	2	0
Structure	0	2	0	0	0	0

Climate events × Sensitivity = Vulnerability

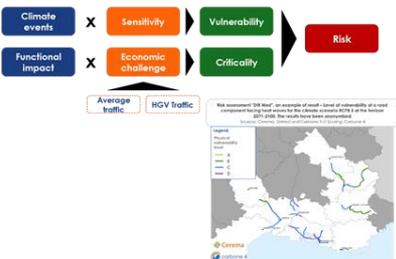
5. Analyser la sensibilité



4. Analyser l'exposition



7. Evaluer le risque



8. Identifier les mesures d'adaptation

Adaptation Measures (Infrastructure Related)	Adaptation Measures (Traffic Hazard Management)	Adaptation Measures (Maintenance Measures)	Adaptation Measures (Planning)
Road adaptation measures: Bridge retrofits, Tunnel protection from flooding, Retaining structures, Evacuation routes, Others	Intelligent Transport Systems (ITS), Early warning systems, Re-routing (short-term and planned)	Periodic Routine Service restoration	Integration of climate change in the design phase, Technical regulations, Adaptation of current regulations to climate change, Legal, Frameworks, Others

9. Prioriser les mesures



10. Mettre en œuvre, évaluer



Vers une approche globale de la résilience

Adaptation au changement climatique

Le bénéficiaire



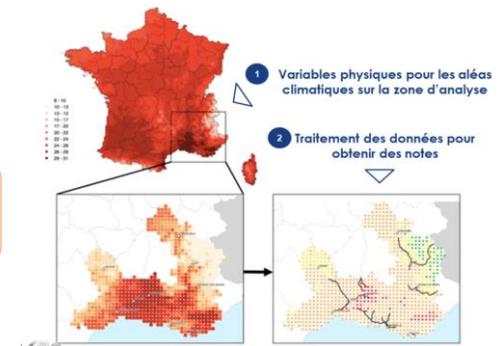
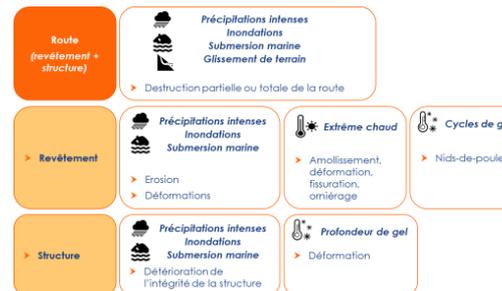
Les objectifs

Evaluer l'exposition et les vulnérabilités actuelles et futures du réseau dans un contexte de changement climatique

- Catégorisation des actifs du réseau pour permettre l'étude des vulnérabilités : types de ponts, de chaussées, etc.
- Identification de facteurs de vulnérabilité des actifs
- Analyse des vulnérabilités par actif et aléa
- Conseil sur les données de projections climatiques à analyser : sources, modèles, scénarios, horizons, périmètre
- Analyse de l'exposition projetée en tenant compte de 12 aléas naturels
- Analyse des vulnérabilités actuelles des actifs et des fonctionnalités de l'ensemble du réseau
- Estimation de l'évolution de ces vulnérabilités

Pour :

- Toutes les infrastructures du réseau
- 750 km de routes, +1000 ouvrages d'art
- Plusieurs fonctionnalités de desserte
- Tous les aléas climatiques retenus



Vers une approche globale de la résilience

Adaptation au changement climatique

Quelques exemples d'études :

- Analyse de risque du réseau national d'une DIR : réseau de 750 km de routes avec plus d'un millier d'ouvrages d'art
- Analyse de risque d'une section d'un réseau autoroutier concédé, avec **stratégie d'adaptation**
- Analyse de risque à **échelle très locale** – 2 grands ponts français
- Analyse de risque **avec stratégie de résilience** d'un Grand Port Maritime
- Analyse de risque sur **un axe ferroviaire complet**
- Intégration de l'adaptation au changement climatique des infrastructures des transport dans les **études d'impact** et **PCAET**
- Plusieurs autres analyses avec des échelles géographiques, des contextes climatiques et des types de réseaux de transport variés : **Outre-Mer, métropole multi-réseaux...**
- En cours :
 - adaptation des référentiels de gestion des infrastructures de transport (tous types),
 - application à d'autres infrastructures stratégiques (énergie, eau potable...)
- **Pilotage du WG1 - TC1.4 de l'AIPCR « Uniform and holistic methodological approaches to climate change and other hazards resilience »**

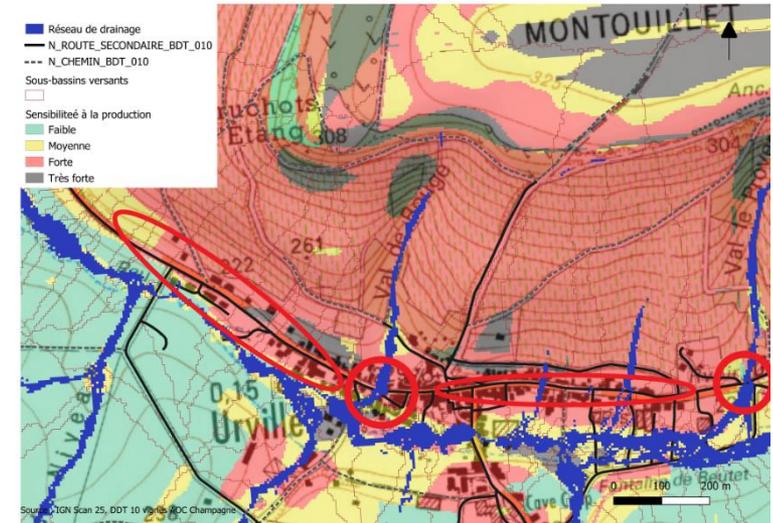


Vers une approche globale de la résilience

Adaptation au changement climatique

Exemples supplémentaires d'actions Cerema dans le domaine de l'adaptation des chaussées :

- Observatoire des routes sinistrées par la sécheresse
- R&D : indice de sévérité climatique – avec l'IFSTTAR
- Outil cartographique pour l'analyse des ruissellements, intégrant la prise en compte des réseaux de transport (projet Road&Eau – AP FEREC 2019)
- Interventions d'urgence et post-catastrophe suite aux intempéries de 2020 dans les Alpes-Maritimes
- Etc.



Vers une approche globale de la résilience

- Enjeux de l'amélioration de la résilience des infrastructures de transport
- Diagnostic de vulnérabilité, stratégie d'adaptation : expertise du Cerema
- **La gestion intégrée des patrimoines d'infrastructures : une démarche innovante**

Vers une approche globale de la résilience



Vers une approche globale de la résilience

“ La gestion intégrée de patrimoine d’infrastructure (GIPI) est un processus visant à créer et maintenir les actifs afin de répondre aux besoins actuels et futurs des utilisateurs de la manière la plus efficace, efficiente et responsable possible. ”

Elle vise à :



Concilier les enjeux de court et de long terme



Dépasser l’approche par actif pour une vision réseau et la coupler à une approche territoriale



Proposer une approche intégrée, multidisciplinaire



Mettre en place une démarche adaptée à chaque gestionnaire et réseau d’infrastructure

Elle permet de :



Améliorer l’état du patrimoine et sa durée de vie et donc la sécurité publique



Augmenter la résilience du réseau



Mieux répondre aux attentes des usagers et de la société



Avoir une meilleure performance par euro dépensé

Vers une approche globale de la résilience



8 étapes pour aller vers une gestion patrimoniale intégrée

Merci de votre attention

Marie Colin

Référente technique résilience des infrastructures et adaptation
au changement climatique, Cerema

Mail : marie.colin@cerema.fr



Contacts nationaux « résilience » :

Fabien Palhol

Directeur de la recherche et de l'innovation - ITM
fabien.palhol@cerema.fr

Marie Colin

Responsable de projet résilience et infrastructures
marie.colin@cerema.fr

Contacts nationaux « gestion intégrée » :

Emilie Jeannesson-Mange

Directrice du département gestion intégrée de
patrimoine d'infrastructure
emilie.jeannesson-mange@cerema.fr

Thomas Plantier

Directeur adjoint du département gestion intégrée
de patrimoine d'infrastructure
thomas.plantier@cerema.fr