



4 & 5 OCTOBRE 2021 - RENNES



www.congres-idrrim.com

Citoyens, Professionnels, Décideurs :
face aux transitions, quel engagement collectif
pour les infrastructures de mobilité ?



Les infrastructures de transport face au climat : résilience et adaptation

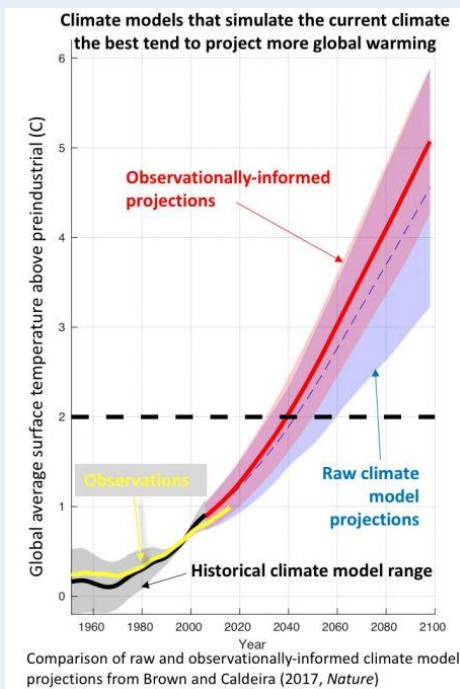
Marie Colin, Fabien Palhol



INSTITUT DES ROUTES, DES RUES ET DES INFRASTRUCTURES POUR LA MOBILITÉ

I. Enjeux de la résilience

Adaptation



Atténuation

Eviter
l'ingérable



Adaptation

Gérer
l'inévitable

Résilience

Ce qui fait partie de notre définition :

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

Deux aspects :

- Ruptures
- Tendances

I. Enjeux de la résilience

Penser des réseaux d'infrastructures plus durables, plus sûrs et plus résilients

1

Enjeux techniques et budgétaires

- *Vieillessement du patrimoine*
- *Adaptation aux moyens disponibles (budgétaires, compétences, etc.)*
- *Adaptation des connaissances aux contraintes actuelles et futures*
- *Evolution des solutions techniques disponibles*



Pour répondre aux besoins de la société

2

Enjeux territoriaux et sociétaux

- *Prise en compte des spécificités des territoires*
- *Evolution des transports et de la demande*

En tenant compte des contraintes et limites actuelles et futures

En respectant l'environnement dans toutes ses composantes

3

Enjeux environnementaux

- *Atténuation et adaptation au changement climatique*
- *Réduction des nuisances*
- *Disponibilité des ressources*

II. Démarche de résilience

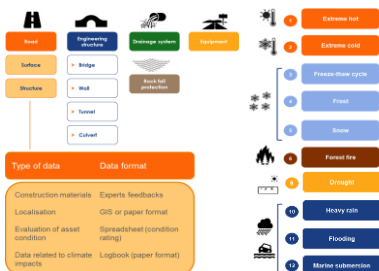
Des offres complémentaires en matière de résilience et d'infrastructures



- Diagnostiquer les vulnérabilités aux aléas climatiques actuels et futurs
- Elaborer une stratégie d'adaptation pour des infrastructures résilientes
- Vers une gestion intégrée des patrimoines d'infrastructures de transport



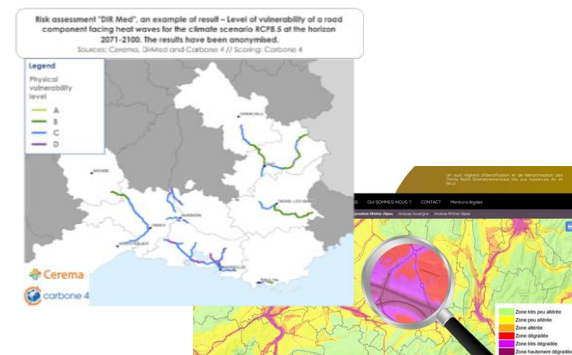
Assister les maîtres d'ouvrage



Estimer les vulnérabilités

Adaptation Measures (Infrastructure Related)	Adaptation Measures (Traffic Hazard Management)	Adaptation Measures (Maintenance Measures)	Adaptation Measures (Planning)
Road adaptation measures Bridge retrofit 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

Aider à prioriser



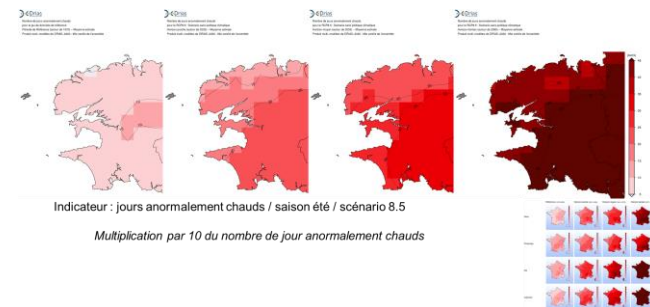
Sensibiliser, former, communiquer

II. Démarche de résilience

Les résultats

- Identification de l'exposition actuelle et future aux aléas climatiques
- Identification des sensibilités actuelles
- 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

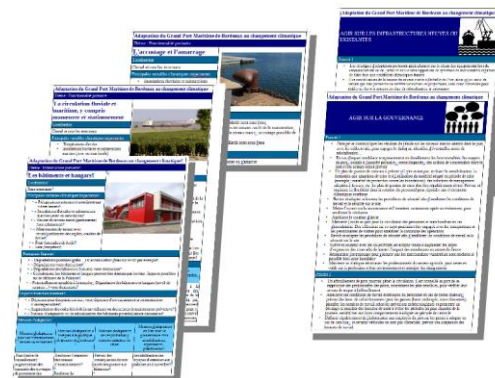
Une méthode développée pour la route et transposable à d'autres problématiques



Indicateur	Températures élevées	Températures basses	Précipitations intenses et prolongées, gel et déneigement	Sécheresse	Énergie	Inondations fluviales et submersions marines	Risques de niveau élevé	Gel et cycles de gel/dégel	Bruit	Mouvements de terrain, rétrogradation des pentes, coulées de boue	Forêt de feu	Vent tempête (impact sur les ponts et les pylônes des lignes à haute tension)
Actuel	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Scénario RCP AS horizon proche	2	0	2	2	2	2	2	0	0	2	2	1
Scénario RCP AS horizon lointain	2	0	2	3	3	4	4	0	0	3	4	1
Scénario RCP AS horizon proche	2	0	2	3	3	2	2	0	0	3	3	2
Scénario RCP AS horizon lointain	4	0	2	4	4	4	4	0	0	4	4	2

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

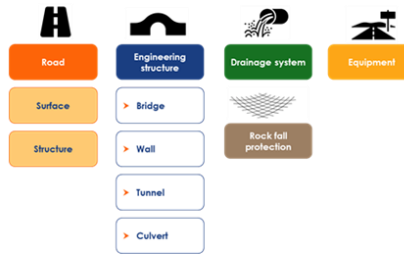


II. Démarche de résilience

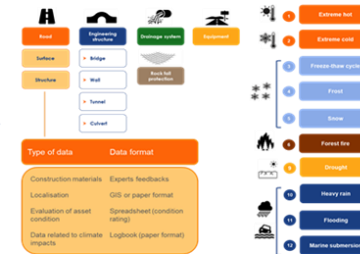
1. Définir objectifs, périmètres et gouvernance



2. Identifier et sélectionner les composants



3. Identifier et collecter les données



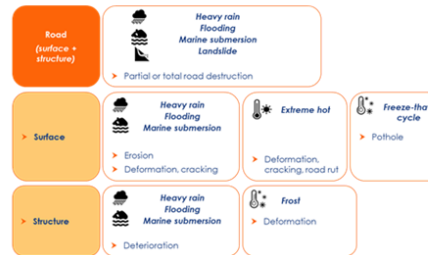
6. Evaluer la vulnérabilité

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

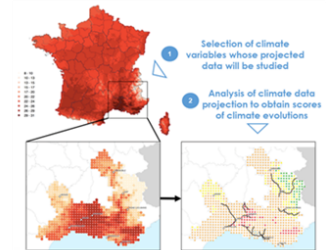
	Extreme hot	Extreme cold	Heavy rain	Drought	Flooding	Marine submersion
Road Surface	2	0	0	0	2	0
Structure	0	2	0	0	0	0

Climate events X 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)
Early detection systems	Early warning systems	Regular maintenance	Integration of climate change in the design phase
...

9. Prioriser les mesures



10. Mettre en œuvre, évaluer

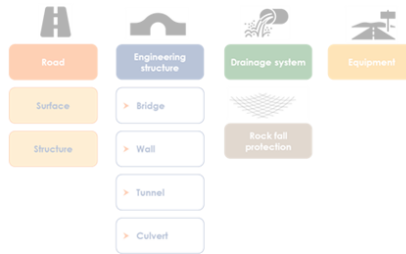


II. Démarche de résilience

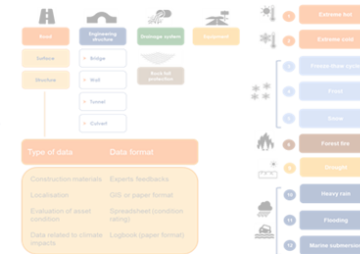
1. Définir objectifs, périmètres et gouvernance



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	3	3	3	2	Critical
Road Structure	2	1	2	3	3	3	1	Significant
Road Surface	2	1	2	3	3	3	2	Minor
Road Structure	2	1	2	3	3	3	1	No impact

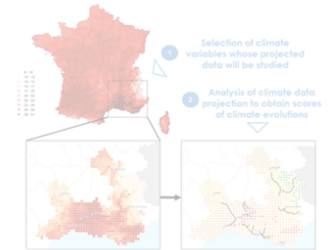
Climate events X Sensitivity = Vulnerability



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 Management)	Adaptation Measures (Maintenance Measures)	Adaptation Measures (Planning)
Road adaptation measures	Strategic Transport Systems (ITS)	Preventive Routine Service restoration	Integration of climate change in the design phase
Bridge retrofit	Early warning systems	Technical regulations	Adaptation of current regulations to climate change
Tunnel protection	Re-routing (short-term and planned)	Legal frameworks	Others
Raising structures			
Evacuation routes			
Others			



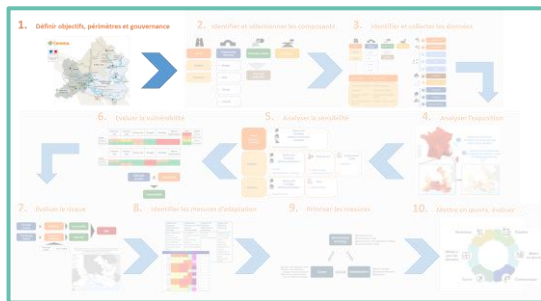
9. Prioriser les mesures



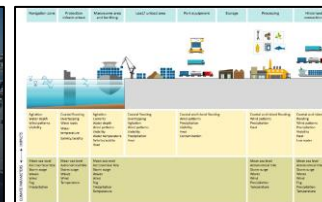
10. Mettre en œuvre, évaluer



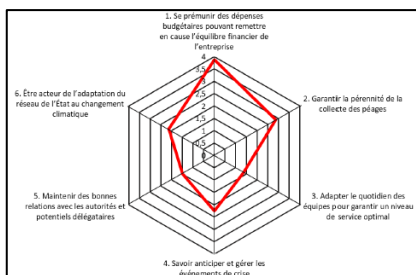
II. Démarche de résilience



Périmètres physiques et fonctionnels

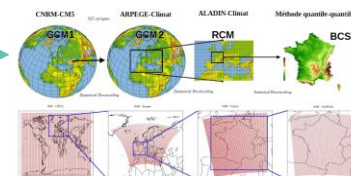


Objectifs

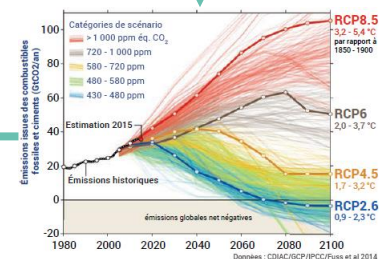
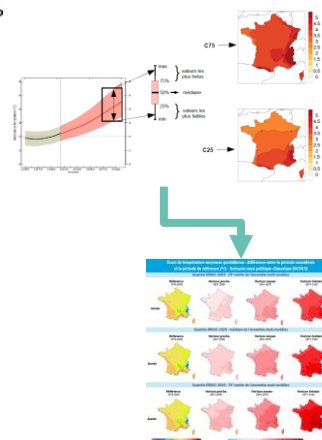
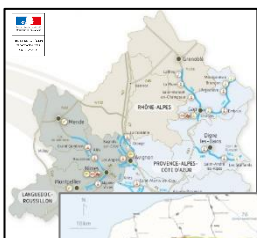


Périmètre des aléas

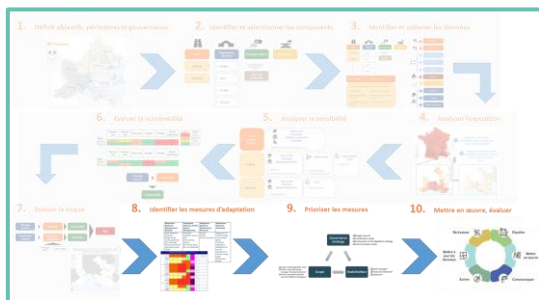
- Température moyenne
- Vague de chaleur
- Vague de froid / gel
- Inondations par ruissellement
- Chute de neige
- Chute de grêle
- Vent fort
- Retrait-gonflement des argiles
- Feu



Périmètre géographique



II. Démarche de résilience



Identifier les mesures d'adaptation

Adaptation Measures (Infrastructure Related)	Adaptation Measures (Traffic Hazard Management)	Adaptation Measures (Maintenance)	Adaptation Measures (Planning)
Road adaptation measures Bridge retrofit 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

Paramètre climatique	Risque potentiel physique sur l'infrastructure	Impact de la mesure	Adaptation proactive possible	Adaptation proactive pour l'équipement	Adaptation proactive pour le trafic
Températures élevées (pas de chaleur ou températures élevées pendant une longue période)	Chaleur excessive des infrastructures, déformations, dommages, pertes de matériaux, etc.	Construire les nouvelles infrastructures avec des matériaux adaptés.	Réviser le cycle de vie, faire de l'équipement durable, utiliser des matériaux durables.	Utiliser des matériaux adaptés à la chaleur, utiliser des matériaux durables.	Utiliser des matériaux adaptés à la chaleur, utiliser des matériaux durables.
	Chaleur excessive des infrastructures, déformations, dommages, pertes de matériaux, etc.	Construire les nouvelles infrastructures avec des matériaux adaptés.	Atténuer l'impact en utilisant des matériaux durables.	Atténuer l'impact en utilisant des matériaux durables.	Atténuer l'impact en utilisant des matériaux durables.
	Chaleur excessive des infrastructures, déformations, dommages, pertes de matériaux, etc.	Construire les nouvelles infrastructures avec des matériaux adaptés.	Atténuer l'impact en utilisant des matériaux durables.	Atténuer l'impact en utilisant des matériaux durables.	Atténuer l'impact en utilisant des matériaux durables.

Prioriser les mesures

Impact	Exposition	Vulnérabilité	Risque	Adaptation	Resilience	Score	Impact
Haut	Exposition élevée	Vulnérabilité élevée	Risque élevé	Adaptation élevée	Resilience élevée	2	Impact élevé
	Exposition moyenne	Vulnérabilité moyenne	Risque moyen	Adaptation moyenne	Resilience moyenne	3	Impact moyen
	Exposition faible	Vulnérabilité faible	Risque faible	Adaptation faible	Resilience faible	1	Impact faible
Moyen	Exposition élevée	Vulnérabilité élevée	Risque élevé	Adaptation élevée	Resilience élevée	1	Impact élevé
	Exposition moyenne	Vulnérabilité moyenne	Risque moyen	Adaptation moyenne	Resilience moyenne	3	Impact moyen
	Exposition faible	Vulnérabilité faible	Risque faible	Adaptation faible	Resilience faible	2	Impact faible
Faible	Exposition élevée	Vulnérabilité élevée	Risque élevé	Adaptation élevée	Resilience élevée	2	Impact élevé
	Exposition moyenne	Vulnérabilité moyenne	Risque moyen	Adaptation moyenne	Resilience moyenne	1	Impact moyen
	Exposition faible	Vulnérabilité faible	Risque faible	Adaptation faible	Resilience faible	3	Impact faible

Governance strategy

- Budget amount
- Coordination needs
- Involvement in the adaptation strategy
- Communication needs

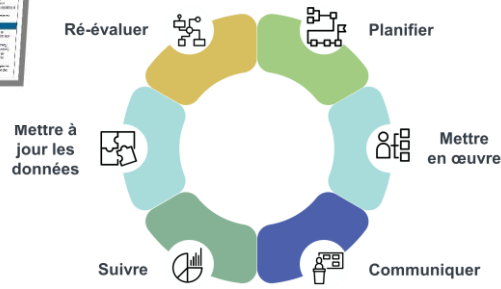
Scope

- Large / small geographic area?
- One or more road owner, manager, financial institution?
- One or more administrative level with different strategies?

Stakeholders

- Road manager?
- Financial institution?
- Politician?

Mettre en œuvre, évaluer



II. Démarche de résilience

De nombreuses études depuis près de 10 ans, dont :

- Analyse de risque avec stratégie de résilience de nombreux **réseaux routiers** : réseaux de grands gestionnaires publics et privés (DIR Med, SANEF, ASF), métropole avec approche multimodale, ouvrages particuliers (2 grands ponts français)
- Analyse de risque avec stratégie de résilience de plusieurs **axes ferroviaires** (**Axe Seine**, GPSO, SEA)
- Analyse de risque avec stratégie de résilience de 4 des 11 **Grands Ports Maritimes** et une base navale
- Intégration de l'adaptation au changement climatique des infrastructures des transport dans les **études d'impact** et **PCAET**
- De nombreuses analyses avec des échelles géographiques, des contextes climatiques et des types de réseaux de transport variés
- **Également** :
 - Adaptation des référentiels de gestion des infrastructures de transport (tous types)
 - Application à d'autres infrastructures stratégiques (énergie, eau potable...)





MERCI
pour votre attention

Citoyens, Professionnels, Décideurs :
face aux transitions, quel engagement collectif
pour les infrastructures de mobilité ?

