



AIPCN Section française



Port de Sète
Sud de France

Journées Méditerranéennes de l'AIPCN et Assises du port du futur du Cerema 25 au 27 octobre 2023 à Sète France

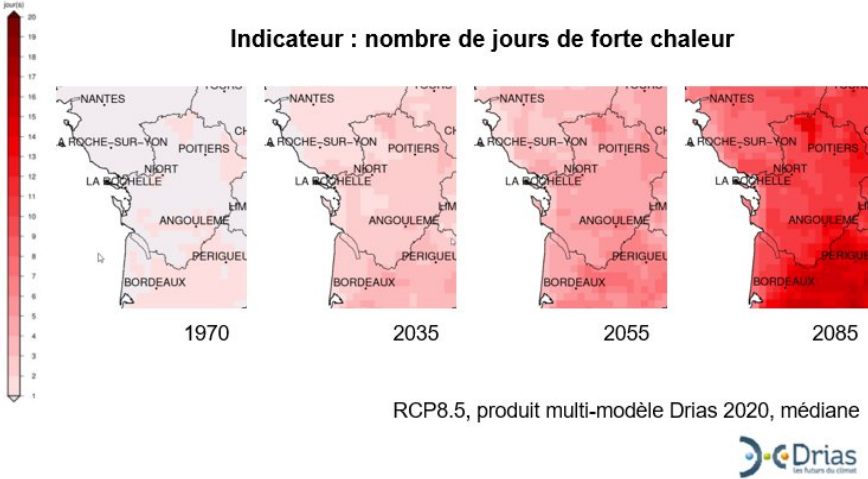
Analyse de résilience au changement climatique du Port Atlantique La Rochelle

Perrine VERMEERSCH - CEREMA



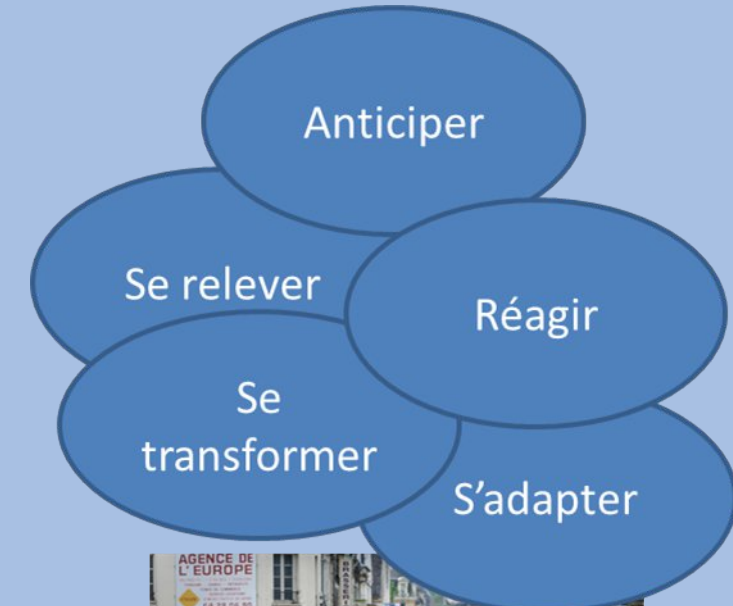
- Enjeux de la résilience d'un site portuaire au changement climatique
- Objectifs et périmètre de l'étude
- Diagnostic de vulnérabilité, stratégie d'adaptation : méthode
- Principaux résultats

Indicateur : nombre de jours de forte chaleur



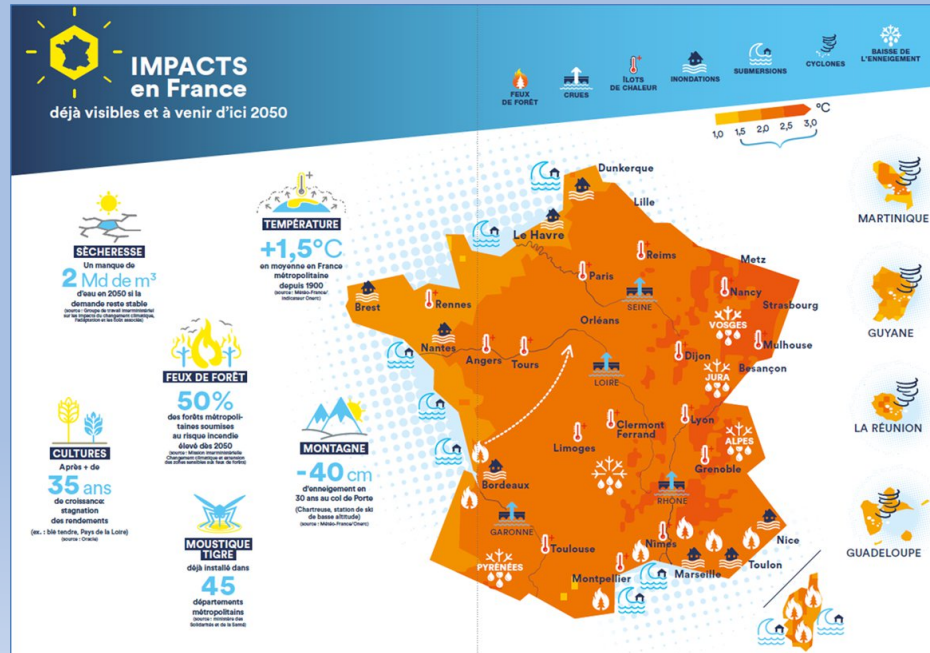
AIPCN Section française

La résilience



Le climat change...

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



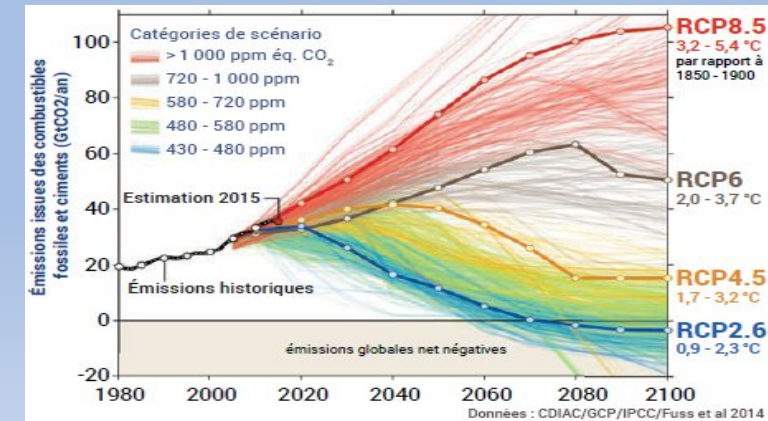
OBJECTIFS

- Acquérir une **vision globale de la vulnérabilité** des infrastructures et fonctionnalités portuaires au changement climatique
- Elaborer une **stratégie d'adaptation** avec des propositions d'actions
- Intégrer l'ensemble de ces éléments dans un volet spécifique aux **futurs projets stratégiques** (le prochain est prévu pour la période 2025-2030)



PERIMETRES

- **TECHNIQUE** : 29 composants analysés (11 familles d'infrastructures) et 22 sous-fonctionnalités analysées (6 familles de fonctionnalités)
- **GEOGRAPHIQUE** : l'ensemble des infrastructures situées dans l'emprise du port, ainsi que les fonctionnalités qui leur sont liées et qui sont du ressort direct du Port (et non des opérateurs portuaires implantés sur site)
- **TEMPOREL** : court terme (2050) et long terme (2100)
- **CLIMATIQUE** : deux scénarios d'évolution climatique étudiés (RCP 4.5 et RCP 8.5)

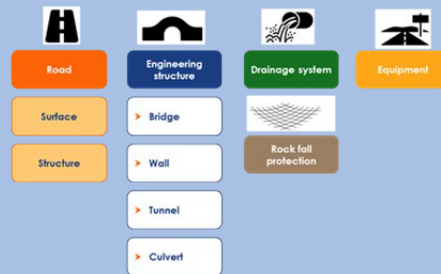


AIPC� Section française

1. Définir objectifs, périmètres et gouvernance



2. Sélectionner les composants et services



3. Identifier et collecter les données



6. Evaluer la vulnérabilité

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

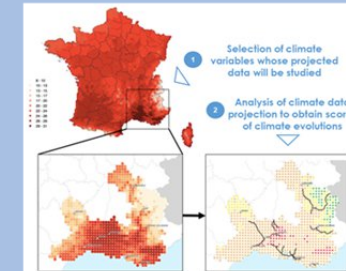
	Extreme hot	Extreme cold	Heavy rain	Drought	Flooding	Marine submersion
Road	2	0	0	0	2	0
Surface	0	2	0	0	0	0
Structure	0	2	0	0	0	0



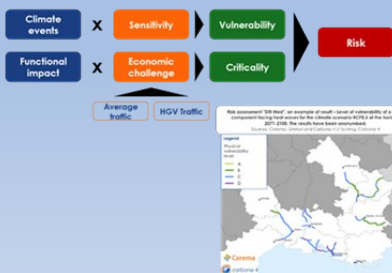
5. Analyser la sensibilité



4. Analyser l'exposition



7. Evaluer le risque



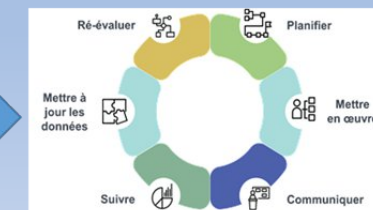
8. Identifier les mesures d'adaptation

Adaptation Measures (Infrastructure Related)	Adaptation Measures (Traffic Hazard Management)	Adaptation Measures (Maintenance Measures)	Adaptation Measures (Planning)
Traffic adaptation measures, Bridge networks, Tunnel protection from flooding, Retaining structures, Evacuation routes, Others	Intelligent Transport Systems (ITS), Early warning systems, the routing (short-term and planned)	Hermetic 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



TEMPERATURES CHAUDES



VENTS FORTS



HAUSSE DU NIVEAU MARIN



TEMPERATURES FROIDES & GEL



PRECIPITATIONS



MOUVEMENT DE TERRAIN & SUBSIDENCE



INONDATIONS



Inondation par ruissellement

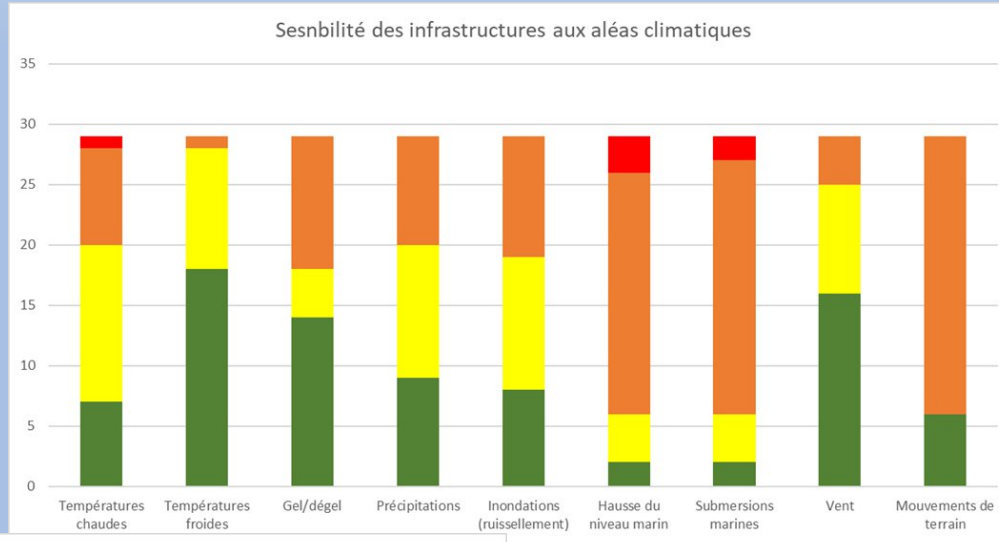
Submersion marine

Aléa étudié	Evolution	Fiabilité
TEMPERATURES CHAUDES	↑	Forte
TEMPERATURES FROIDES	↓	Forte
GEL / DEGEL	↓	Forte
PRECIPITATIONS	→	Modérée
INONDATION PAR RUISSELLEMENT	→	Modérée
HAUSSE DU NIVEAU MARIN	↑	Forte
SUBMERSION MARINE	↑	Forte
VENTS FORTS	→	Modérée
MOUVEMENT DE TERRAIN & SUBSIDENCE	→	Forte

ANALYSE DE L'EXPOSITION CLIMATIQUE

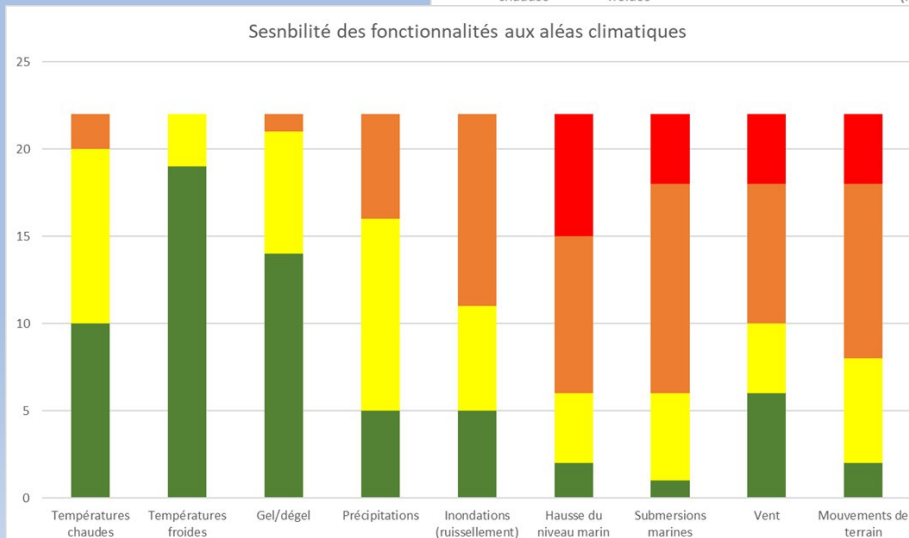
ANALYSE ET NOTATION DE LA SENSIBILITE AUX ALEAS CLIMATIQUES

AIPCN Section française



Echelle de notation de la sensibilité physique

0	Pas d'impact
1	Besoin en petites opérations de réparation courante, au fur et à mesure de la durée de vie de l'infrastructure, avec notamment mobilisation potentielle des équipes de prévention
2	Des interventions sont à réaliser du fait de dégradations petites ou moyennes survenues après l'événement
3	Des réparations importantes sont à mener, voire la reconstruction de l'infrastructure























Echelle de notation de la vulnérabilité fonctionnelle


































0	Pas d'impact sur la fonctionnalité
1	Impact engendrant une gêne mineure de la fonctionnalité
2	Impact engendrant une perturbation de la fonctionnalité (mode dégradé)
3	Impact engendrant un arrêt / une rupture totale de la fonctionnalité

ANALYSE ET NOTATION DE LA VULNERABILITE AUX ALEAS CLIMATIQUES

Vulnérabilité = sensibilité x exposition climatique

-  Vulnérabilité faible
-  Vulnérabilité modérée
-  Vulnérabilité forte
-  Vulnérabilité très forte

Fonctionnalités	Vulnérabilité très forte
Activités maritimes	   
Gestion des marchandises	  
Transport terrestre	   
Fonctionnement des réseaux	  
Fonctionnement du port	   
Mise à disposition de foncier	

Familles d'infrastructures	Vulnérabilité très forte
Ouvrages maritimes	   
Infrastructures routières	   
Infrastructures ferroviaires	  
Terre-pleins	   
Ouvrages hydrauliques	  
Ouvrages d'art	   
Bâtiments	  
Réseaux secs	   
Equipements	  
Accès maritimes	
Bateaux	

S'adapter à l'aggravation des submersions marines



INFRASTRUCTURES CONCERNÉES

Ouvrages maritimes : en enrochement, en béton armé, métalliques et écluse à sas
 Infrastructures routières
 Infrastructures ferroviaires : voie ferrée
 Terre-pleins (dalle béton et plateforme en enrobé)
 Ouvrages hydrauliques : pompes, bassins, canalisations, aqueducs de ceinture
 Ouvrages d'art : viaduc
 Bâtimens : de stockage (légers, structure métal, structure bois), industriels et tertiaires
 Réseaux secs : fibre optique et poste de transformation
 Équipements : dispositifs d'amarrage - d'accostage et dispositifs automatiques/informatiques (dont salle serveurs)

PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES

Faciliter les clients et les exploitants du port à la culture du risque naturel afin de réduire la vulnérabilité aux risques de submersion marine
 Développer des partenariats avec les universités pour :
 Collecter les données physiques collectées par le port (pluviométrie, températures, marée, submersion...) en direction du suivi des évolutions du climat
 Identifier les zones plus fréquemment touchées par des événements importants
 Mettre en place des solutions pertinentes dans la zone de marnage et dans les zones identifiées comme les plus touchées
 Anticiper l'évolution de la houle et des courants pour prévoir des solutions pertinentes
 Anticiper l'évolution de l'acidité/salinité de l'eau

MESURES D'ADAPTATION À INTÉGRER À LA POLITIQUE DE GESTION ET D'ENTRETIEN

Anticiper l'évolution des ouvrages en fonction de leur état et à l'échelle de la zone de marnage, et à l'échelle de la zone de marnage, et à l'échelle de la zone de marnage
 Mettre en place des solutions pertinentes dans la zone de marnage et dans les zones identifiées comme les plus touchées
 Anticiper l'évolution de la houle et des courants pour prévoir des solutions pertinentes
 Anticiper l'évolution de l'acidité/salinité de l'eau

ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DU PORT ATLANTIQUE DE LA ROCHELLE



S'adapter à la hausse des températures



INFRASTRUCTURES CONCERNÉES

Ouvrages maritimes : Écluse à sas
 Infrastructures routières
 Infrastructures ferroviaires : Voie ferrée et terre-plein
 Ouvrages hydrauliques : (Dalle béton et plateforme en enrobé)
 Ouvrages d'art : Pont-rail et Viaduc
 Bâtimens : Postes de transformation
 Réseaux secs : Postes de transformation
 Équipements : Postes de transformation automatisés / informatisés

PRÉCONISATIONS GÉNÉRALES

Faciliter les clients et les exploitants du port à la culture du risque naturel afin de réduire la vulnérabilité aux risques de submersion marine
 Développer des partenariats avec les universités pour :
 Collecter les données physiques collectées par le port (pluviométrie, températures, marée, submersion...) en direction du suivi des évolutions du climat
 Identifier les zones plus fréquemment touchées par des événements importants
 Mettre en place des solutions pertinentes dans la zone de marnage et dans les zones identifiées comme les plus touchées
 Anticiper l'évolution de la houle et des courants pour prévoir des solutions pertinentes
 Anticiper l'évolution de l'acidité/salinité de l'eau

MESURES D'ADAPTATION POUR LES INFRASTRUCTURES NEUVES OU EXISTANTES

Anticiper l'évolution des ouvrages en fonction de leur état et à l'échelle de la zone de marnage, et à l'échelle de la zone de marnage, et à l'échelle de la zone de marnage
 Mettre en place des solutions pertinentes dans la zone de marnage et dans les zones identifiées comme les plus touchées
 Anticiper l'évolution de la houle et des courants pour prévoir des solutions pertinentes
 Anticiper l'évolution de l'acidité/salinité de l'eau

ADAPTATION À INTÉGRER À LA POLITIQUE DE GESTION ET D'ENTRETIEN

Anticiper l'évolution des ouvrages en fonction de leur état et à l'échelle de la zone de marnage, et à l'échelle de la zone de marnage, et à l'échelle de la zone de marnage
 Mettre en place des solutions pertinentes dans la zone de marnage et dans les zones identifiées comme les plus touchées
 Anticiper l'évolution de la houle et des courants pour prévoir des solutions pertinentes
 Anticiper l'évolution de l'acidité/salinité de l'eau

ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DU PORT ATLANTIQUE DE LA ROCHELLE



S'adapter à une hausse permanente du niveau marin



FONCTIONNALITÉS CONCERNÉES

Activités maritimes : accostage et amarrage, régulation des niveaux d'eau et réparations (travaux extérieurs)
 Gestion des marchandises : chargement/déchargement, stockage (vrac sec et liquide)
 Transport terrestre : routier, traitement de l'eau pluviale et distribution
 Fonctionnement des réseaux : électrique, traitement de l'eau pluviale et distribution
 Fonctionnement du port : gestion administrative du port et opérations automatisées/informatisées



MESURES D'ADAPTATION DE L'EXPLOITATION Y COMPRIS SITUATION DE CRISE

Les plans d'amarrage devront être adaptés. Les points d'amarrage pourront être réhaussés
 Revoir le système global de gestion de niveau d'eau, en lien avec les infrastructures (écluse, vannes, canalisations, bassins ...) et les équipements sensibles (électriques, hydrauliques...)
 Adapter les systèmes de traitement de l'eau pluviale en cas de présence d'eau salée

ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DU PORT ATLANTIQUE DE LA ROCHELLE



RECHERCHE DE SOLUTIONS D'ADAPTATION

RECHERCHE DE SOLUTIONS D'ADAPTATION : QUELQUES EXEMPLES



Mener des diagnostics de vulnérabilité du bâti en zone inondable et **appliquer les mesures de réduction** nécessaires (protection des installations électriques et électroniques avec redondance des réseaux les plus critiques, utilisation de batardeaux si possible, installation de pompes à eau, choix de matériaux résistants...)



Surveiller les dégradations consécutives à la hausse des températures maximales sur les éléments en acier et les voiries (couches et joints de chaussée) qui pourront demander un renouvellement plus fréquent

Prévoir les conséquences du non accès temporaire aux bâtiments situés ou dont les accès sont situés en zone inondable



Mettre hors d'eau / surélever les équipements sensibles (postes de transformations et dispositifs automatiques/informatiques), voir l'opportunité de délocaliser (autre bâtiment, étage supérieur...)

Engager différentes actions destinées à limiter le ruissellement : augmentation des capacités des ouvrages de protection des inondations et d'assainissement, création de bassins de stockage, et gestion alternative : infiltration, stockage à la parcelle, création de noues...

LES SUITES...

- Cerema : Prioriser les solutions et établir le plan d'action
- Port : Mettre en œuvre le plan (planifier, suivre, communiquer...)

Analyse Multi-Critères

Indicateurs classiques

- efficacité
- coût
- faisabilité technique
- rapidité de mise en oeuvre
- facilité de mise en oeuvre

Indicateurs de-résilience

- Cohésion - Solidarité
- Anticipation - Veille
- Adaptation, Apprentissage et Innovation
- Sobriété et besoins essentiels
- Robustesse et continuité
- Stratégies - Gouvernance



Indicateurs d'impact

- Chaînes de défaillances
- Probabilité de survenue des impacts pendant la vie des infrastructures
- Ampleur des impacts

Merci de votre attention

perrine.vermeersch@cerema.fr

Pour aller plus loin :

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/changement-climatique-gerer-infrastructures-resilientes>

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/boussole-resilience-adaptation-territoires-mode-emploi-du>

www.cerema.fr

www.larochelle.port.fr

