

Infrastructure and transport systems Adapting to climate change Measurements of French NAPCC

Working Group 3 WP5 - UNECE
GENEVE 3 au 5 juin 2015



André LEUXE (DGITM)

Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie



Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie



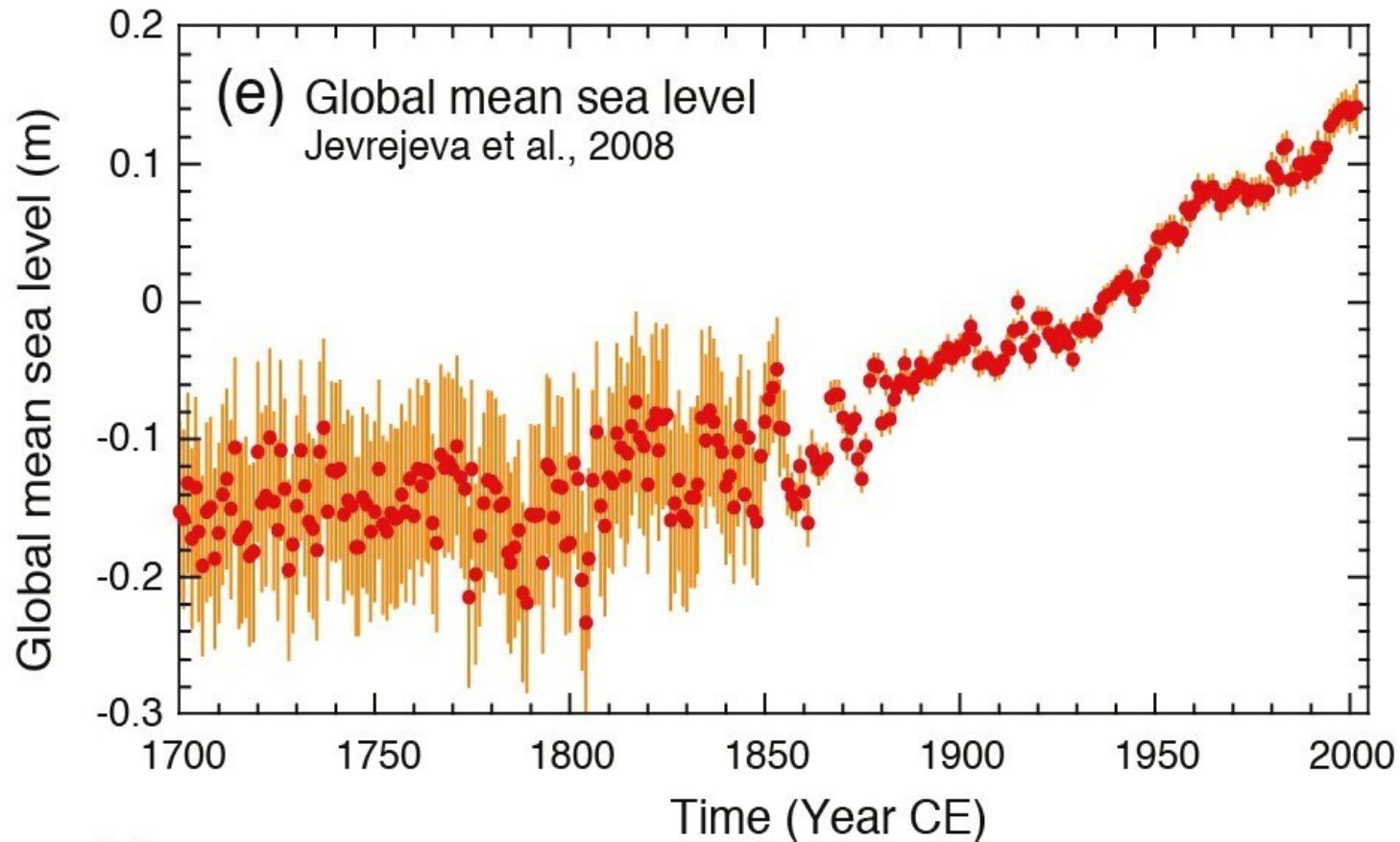
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable
et de l'Énergie

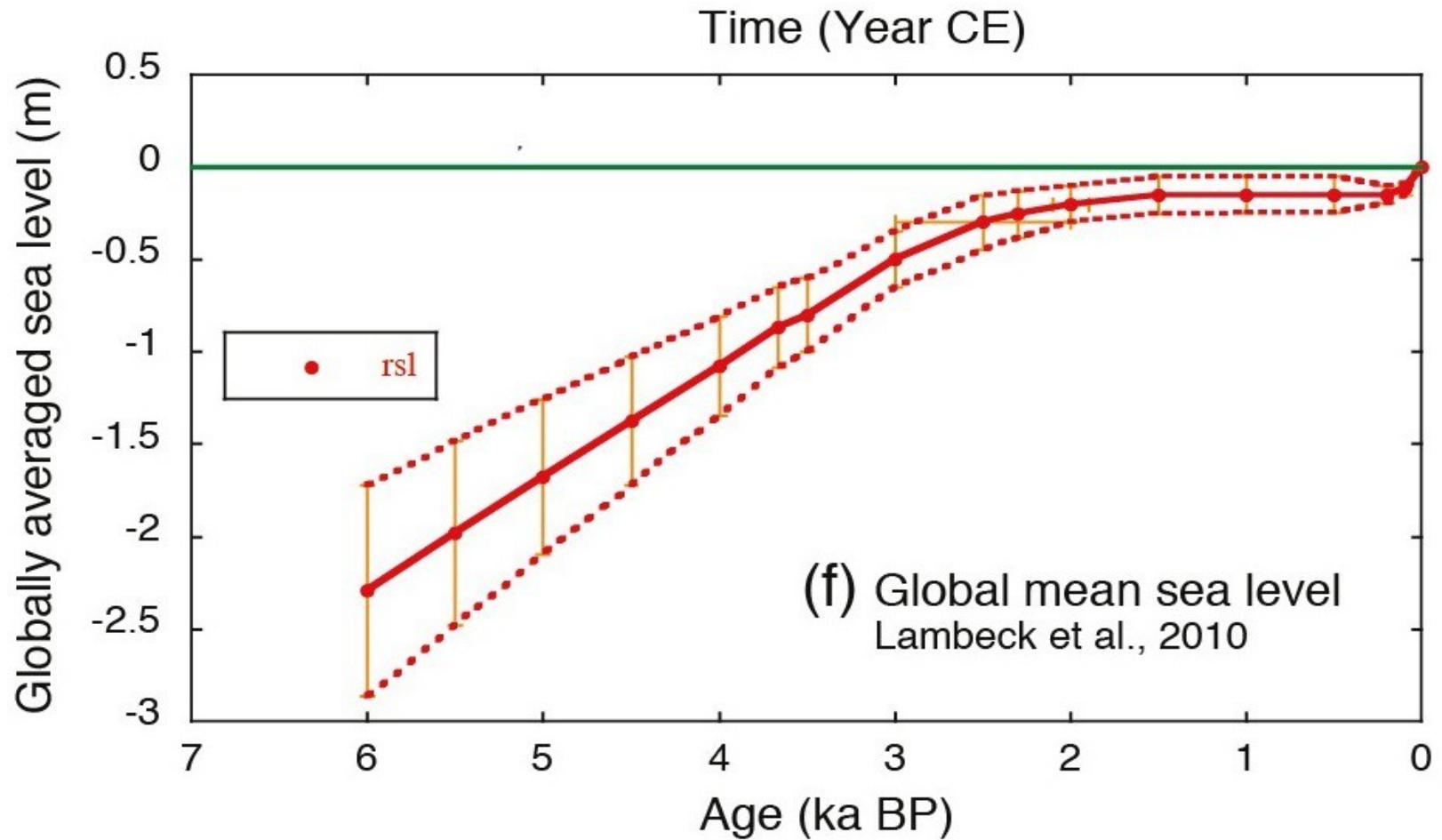
Climate change: a reality

Global mean sea level
corrected for isostatic and tectonic contributions



Source : 5ème Rapport GIEC (IPCC) 2014 – volume 1

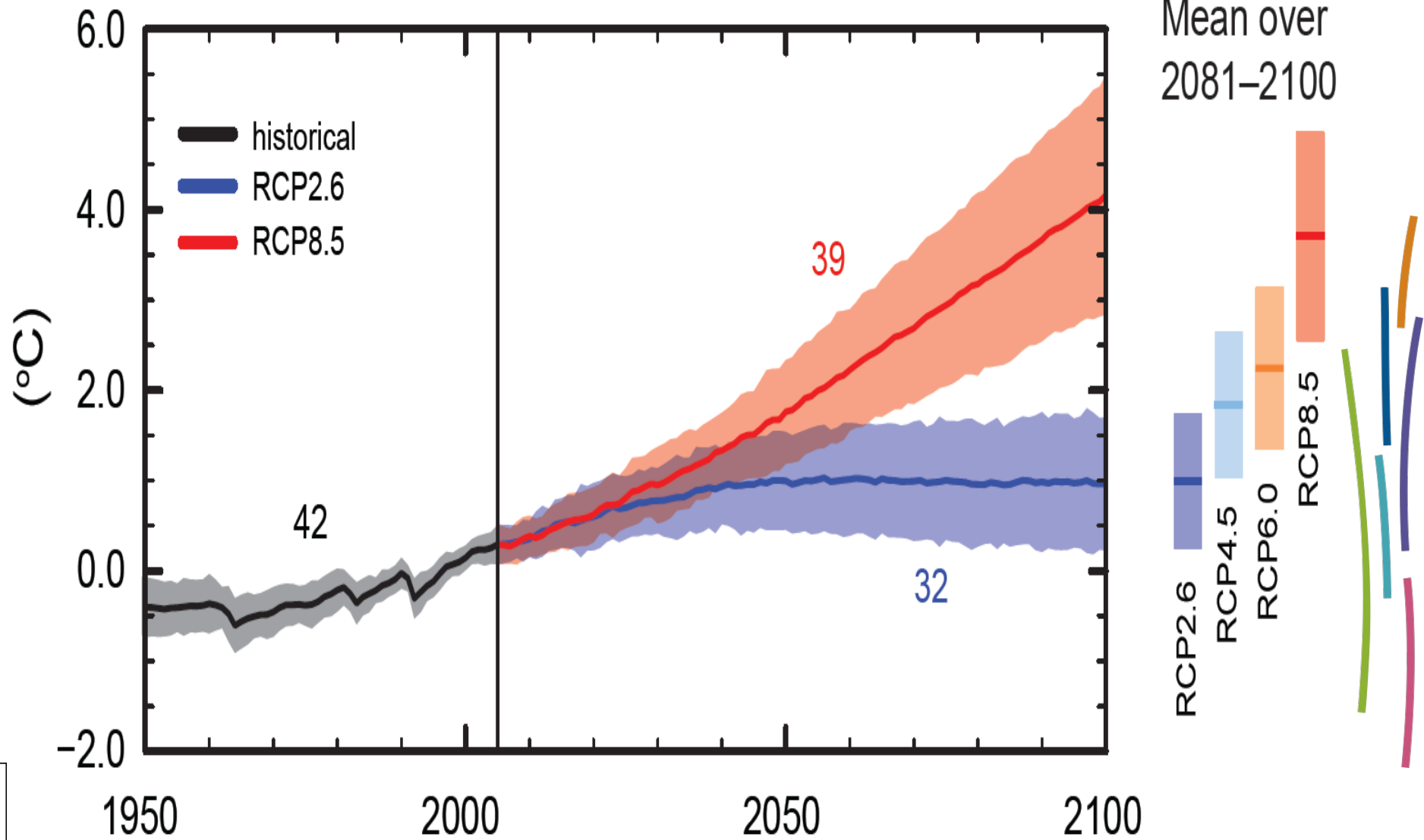
Climate change: a reality



Source : 5ème Rapport GIEC (IPCC) 2014 – volume 1






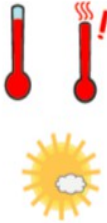









Climate change: a reality

Mitigation : COP 21 on RCP 2.6 ?



Source : 5ème Rapport GIEC (IPCC) 2014 – volume 1

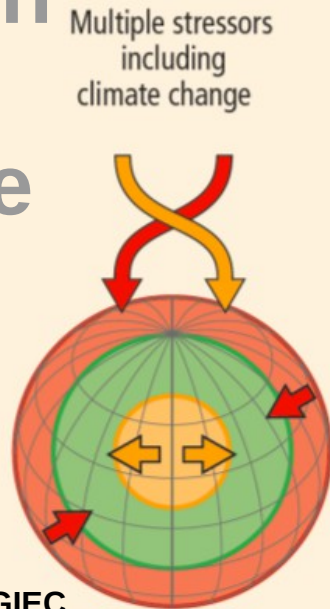
Adapting to climate change: a necessity

Europe				
Key risk	Adaptation issues & prospects	Climatic drivers	Timeframe	Risk & potential for adaptation
<p>Increased economic losses and people affected by flooding in river basins and coasts, driven by increasing urbanization, increasing sea levels, coastal erosion, and peak river discharges (<i>high confidence</i>)</p> <p>[23.2-3, 23.7]</p> <p>flooding</p>	<p>Adaptation can prevent most of the projected damages (<i>high confidence</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Significant experience in hard flood-protection technologies and increasing experience with restoring wetlands • High costs for increasing flood protection • Potential barriers to implementation: demand for land in Europe and environmental and landscape concerns 			Very low Medium Very high
			Present	
			Near-term (2030-2040)	
			Long-term (2080-2100)	2°C  4°C 
<p>Increased water restrictions. Significant reduction in water availability from river abstraction and from groundwater resources, combined with increased water demand (e.g., for irrigation, energy and industry, domestic use) and with reduced water drainage and runoff as a result of increased evaporative demand, particularly in southern Europe (<i>high confidence</i>)</p> <p>[23.4, 23.7]</p> <p>Water resources</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proven adaptation potential from adoption of more water-efficient technologies and of water-saving strategies (e.g., for irrigation, crop species, land cover, industries, domestic use) • Implementation of best practices and governance instruments in river basin management plans and integrated water management 			Very low Medium Very high
			Present	
			Near-term (2030-2040)	
			Long-term (2080-2100)	2°C  4°C 
<p>Increased economic losses and people affected by extreme heat events: impacts on health and well-being, labor productivity, crop production, air quality, and increasing risk of wildfires in southern Europe and in Russian boreal region (<i>medium confidence</i>)</p> <p>[23.3-7, Table 23-1]</p> <p>heat waves</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Implementation of warning systems • Adaptation of dwellings and workplaces and of transport and energy infrastructure • Reductions in emissions to improve air quality • Improved wildfire management • Development of insurance products against weather-related yield variations 			Very low Medium Very high
			Present	
			Near-term (2030-2040)	
			Long-term (2080-2100)	2°C  4°C 



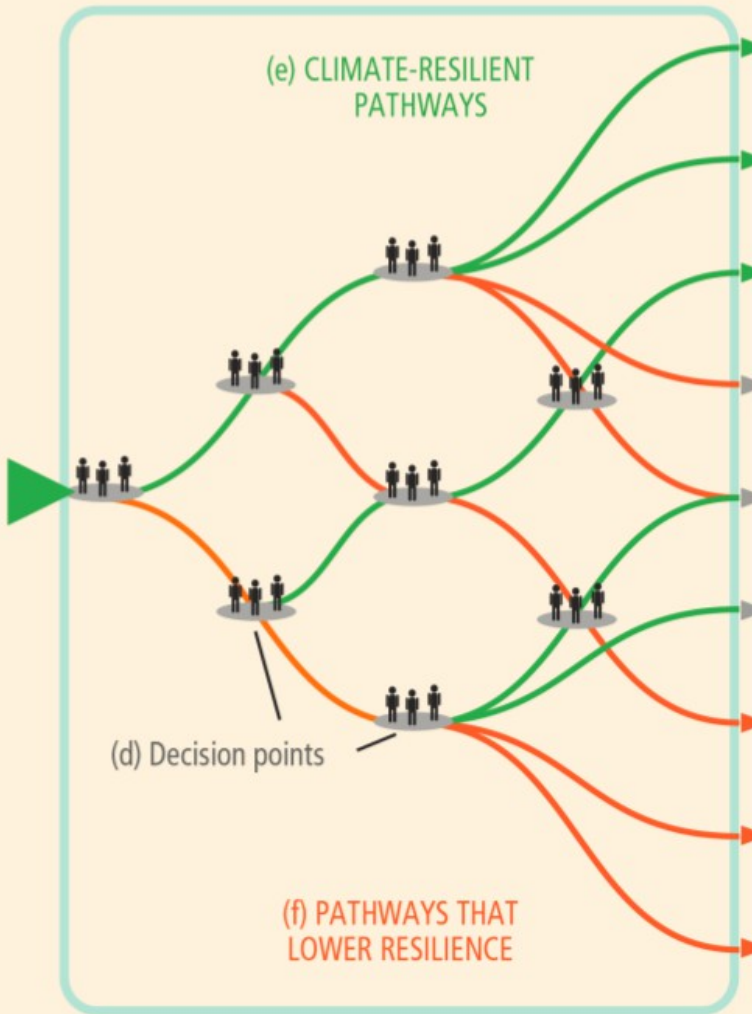
Climate change: adaptation and resilience

(a) Our world

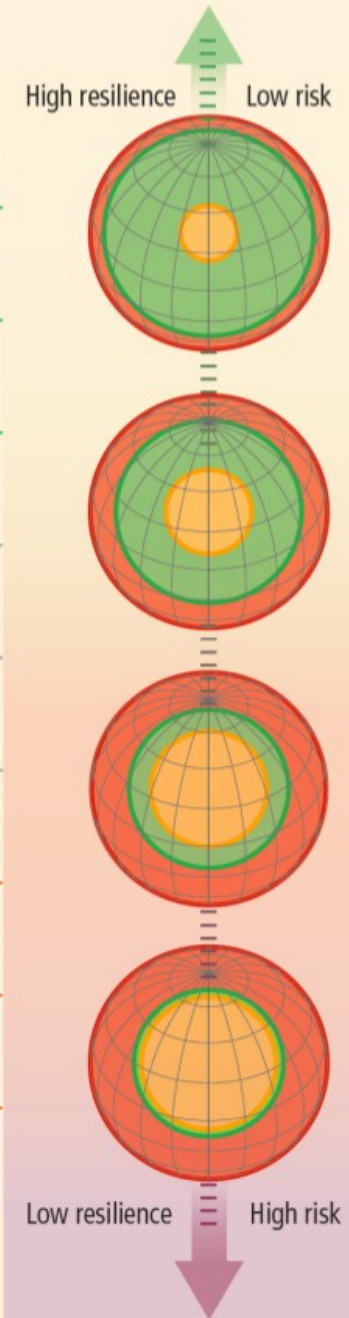


- Biophysical stressors
- Resilience space
- Social stressors

(b) Opportunity space



(c) Possible futures



Source : 5ème Rapport GIEC (IPCC) 2014 – volume 2

Context for transportation infrastructures and services

- Infrastructures are exposed to climate change since they are designed for long period of use : they are vulnerable, and they represent a huge immobile asset.
- They play a major economic role : job, services and shops access, logistics, planning.
- Infrastructures and transportation services will have to adapt to evolutions of *standard climate conditions*, to a higher probability of major *climatic events*, and to higher variability (for example freezing-thaw cycles)
- Concertation allowed to identify measure to implement to enhance resiliency and resistance of transportation infrastructures.

Objective : preserve exploitation continuity and a high level of service

Last results about sea level elevation

- Average temperature elevation in France (Arpege MeteoFrance model), between 2000 and 2100 :
 - Scenario B2 with low GHG emissions : +2 to +2.5°C
 - Scenario A2 with high GHG emissions : +3 to +3.5°C
- Average Earth temperature elevation by 2100 : +1.1 to + 6.4°C
- Average sea level elevation (cm) :

Hypothèse	2030	2050	2100
Optimiste B2	10	17	40
Pessimiste A2	14	25	60
Extrême	22	41	100

French coastal infrastructures potential vulnerability

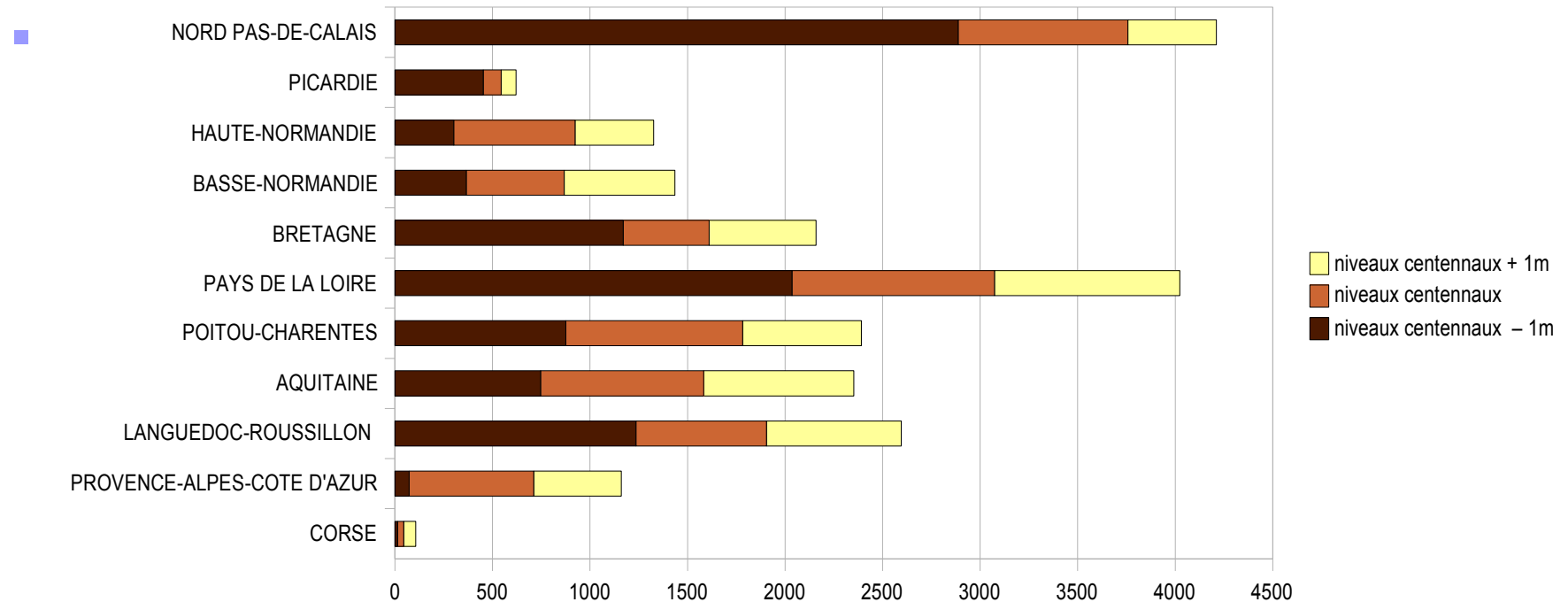
- From a study « Vulnerability of the national territory to sea risks » by Cerema (ex-CETMEF, CETE Ouest and CETE Mediterranee)
- National (continental) total length (km) of infrastructures in «low zones»

	L100-1m	L100	L100+1m
Highways	160	301	355
<i>% of national network</i>	1.3%	2.5%	2.9%
National Roads	79	148	198
<i>% of national network</i>	0.7%	1.3%	1.7%
Departmental roads	2074	3314	4338
<i>% of national network</i>	1.12%	1.3%	1.7%
Local roads	7032	11559	15522
<i>% of national network</i>	1.12%	1.84%	2.47%
Railways	812	1482	1967
<i>% of national network</i>	2.6%	4.8%	6.3%

Not taking into account the existing protective structures (dams..). Calculation done with reference to the present 100-year flood sea levels (labeled L100).

French coastal infrastructures potential vulnerability

- This study expresses the vulnerability in percentage of network, depending on the elevation of the sea level for roads and railroads. Regional differences can be caused by the extent of « low zones », or the variation in the infrastructure densities.



Length (km) of transportation infrastructures located in « low zones », for each region.

Source : CETMEF study

Tentative cost estimate of the impact on French coastal roads

- First estimate of state financial risks linked with sea level elevation :

	Under L100 - 1m	Between L100 - 1m and L100	Between L100 and L100 + 1m
Highways	160 km (~1600 M€)	141 km (~1410 M€)	54 km (~540 M€)
National roads	79 km (~790 M€)	69 km (~690 M€)	50 km (~500 M€)

L100= 100-year flood level

Average cost of roads : 10 M€ / km (~21M\$ / mi)

- Other aspects must be accounted for...

Extreme events : are we adapted to present meteo variability ?

Quick floods :

Consequences for passengers ? People?
Economic activity ?

Who will insure these risks ? How are the responsibilities shared? Must construction norms be revised ?



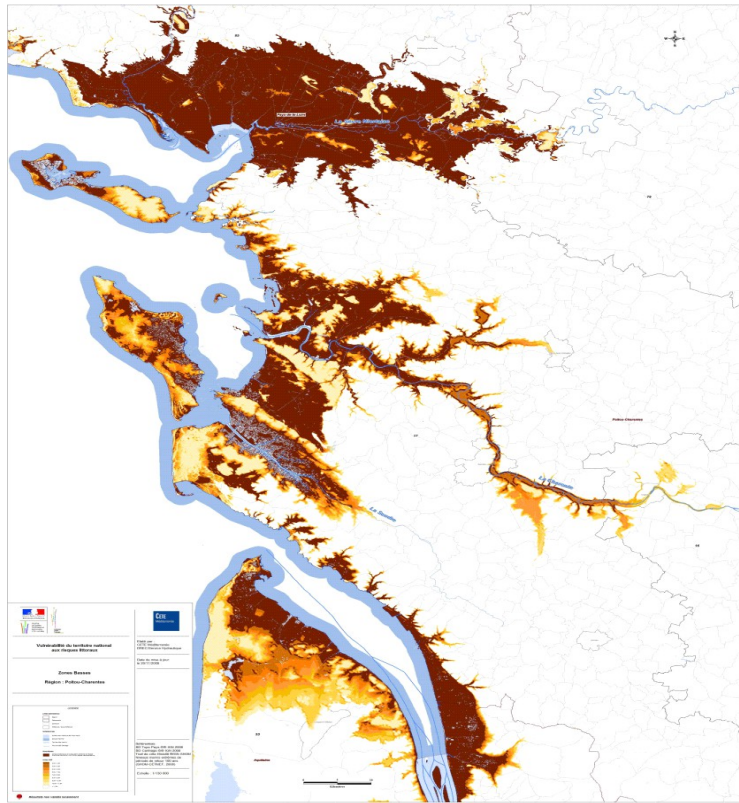
Xynthia storm at La Rochelle (2010).

Source : SNCF



Extreme events : are we adapted to present meteo variability ?

« low zones » in Charente-Maritime and Gironde

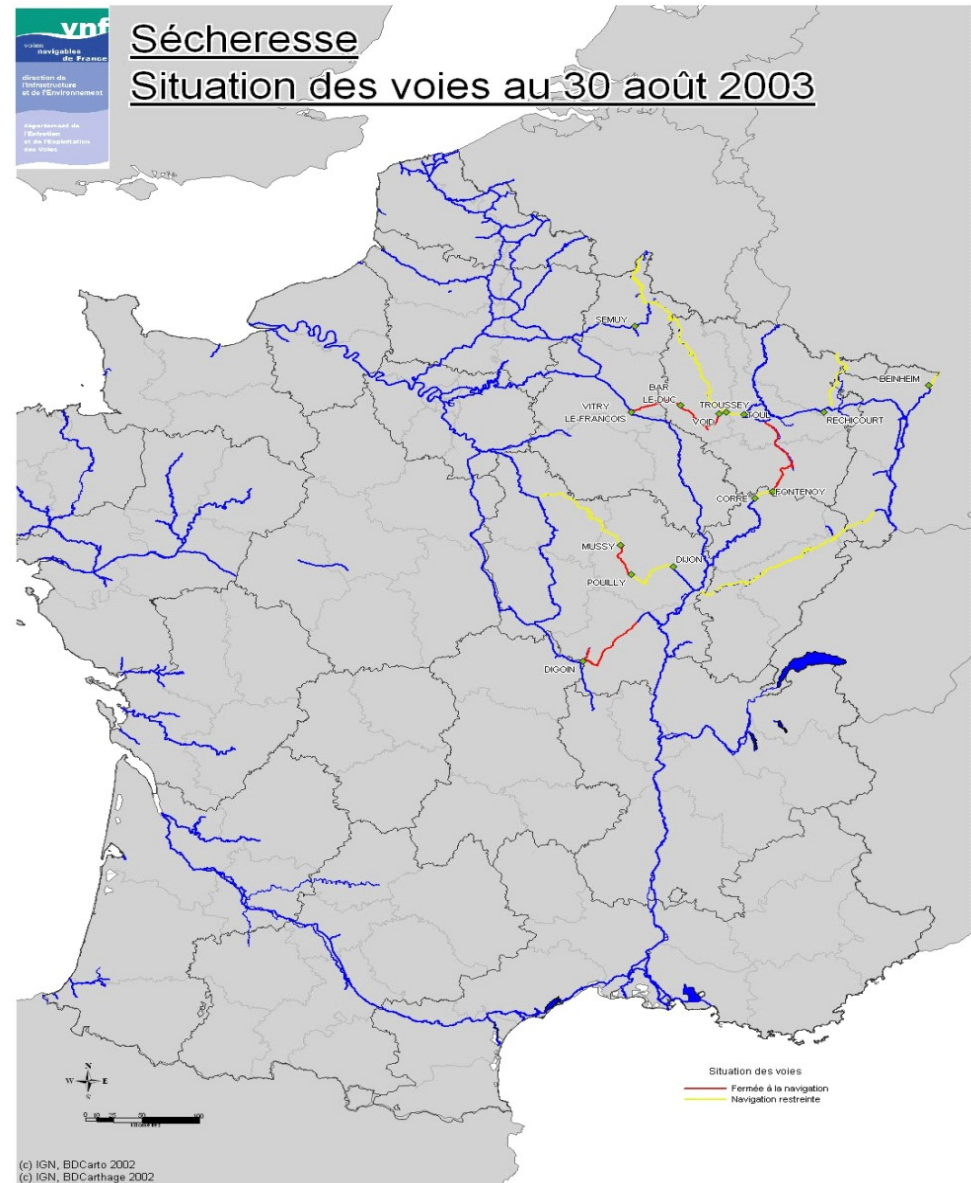


Need for a high-resolution mapping (quick floods / long term floods ; protection/ withdrawing strategies)

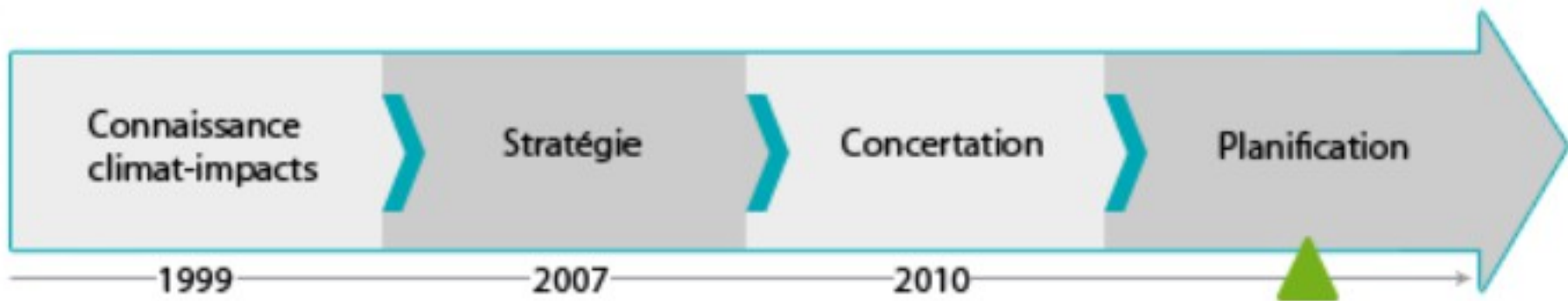
Extreme events : are we adapted to present meteo variability ?

Need for mid-term modeling

- August 2003 (drought) :
closed-to-navigation waterways
reduced traffic waterways
- Railways deformations south of Corbeil : train traffic not possible on the RER line D for 3 weeks



National Adaptation Approach the French NAPCC and "transport" component



- Adaptation to climate change concerns the whole of society with a degree "emergency" varied sectors and populations concerned.

- The first national adaptation plan to climate change focuses on the period 2011-2015

- A report was made public in mid-term in January 2014 to the National Council of the ecological transition

Actions for infrastructures

Transportation part- action 1 : Technical documents evaluation

- **All domains** : structures, foundation, roads, facilities, embankment, landing runways,
- **All documents** : Eurocodes, French regulation
- **3 main steps** :
 - Inventory technical documentation, and find where climate conditions have an impact
 - The State gives the climatic information (values)
 - Propose and review modifications of the documents

Expected climatic developments in France (2100) - synthesis example

Indices de températures	Intensité moyenne de l'évolution pour la période 2021 / 2050 (tous les modèles et scénarios considérés)	Niveau de confiance pour la tendance de l'évolution pour la période 2021 / 2050 sur une échelle de 4	Intensité moyenne de l'évolution pour la période 2071 / 2100 (tous les modèles et scénarios considérés)	Niveau de confiance/ pour la tendance de l'évolution pour la période 2071 / 2100 sur une échelle de 4
T01 T moy quotidienne	augmentera entre 1,4 °C et 1,9 °C	4	augmentera entre 2,8 °C et 3,4 °C	4
T02 T min quotidienne	augmentera entre 1,2 °C et 1,7 °C	4	augmentera entre 2,5 °C et 3,0 °C	4
T03 T max quotidienne	augmentera entre 1,4 °C et 2,2 °C	4	augmentera entre 3,1 °C et 3,8 °C	4
T04 Valeurs extrêmes de la T max quotidienne	augmentera entre 1,7 °C et 3,0 °C	4	augmentera entre 4,1 °C et 5,5 °C	4
<i>Bilan : T01 – T02 – T03 – T04</i>	Tendance à l'augmentation (entre 1,2 °C et 3,0 °C indices T01 à T04 confondus)	Confiance élevée	Tendance à l'augmentation (entre 2,5 °C et 5,5 °C indices T01 à T04 confondus)	Confiance élevée
T05 Nombre de j T max anormalement élevée	augmentera entre 35 j et 51 j	4	augmentera entre 84 j et 101 j	4
T06 Nombre de j T min anormalement élevée	augmentera entre 28 j et 35 j	4	augmentera entre 67 j et 81 j	4
T07 Nombre de j vagues de chaleur	augmentera entre 14 j et 24 j	4	augmentera entre 48 j et 63 j	4
<i>Bilan : T05 – T06 – T07</i>	Tendance à l'augmentation (de 14 j et 51 j indices T05 à T07 confondus)	Confiance élevée	Tendance à l'augmentation (de 48 j et 101 j indices T05 à T07 confondus)	Confiance élevée
T08 Nombre de j T min anormalement basse	diminuera entre 8 j et 16 j	4	diminuera entre 13 j et 20 j	4
T09 Nombre de j à T max < 0	diminuera entre 3 j et 9 j	4	diminuera entre 6 j et 11 j	4
T10 Nombre de j de gel (à T min < 0)	diminuera entre 12 j et 23 j	4	diminuera entre 23 j et 33 j	4
<i>Bilan</i>	Tendance à la diminution (entre 3 j et 23 j indices T08 à T10 confondus)	Confiance élevée	Tendance à la diminution (entre 6 j et 33 j indices T08 à T10 confondus)	Confiance élevée

Example of the database of road standards (DTRF)

Mots clés	Nombre de références recensées dans la DTRF	
	dans notice	en texte intégral
indice de gel	0	13
vent	23	358
vitesse de vent	1	18
force de vent	0	3
température	27	336
gradient de température	1	8
canicule	0	1
pluie	51	226
eau pluviale	39	43
pluviométrie	0	22
crue	16	112
inondation	16	101
assainissement + routier	20	170
gel	25	203
dégel	19	92
cycle gel-dégel	2	3
climat	21	135
neige	47	137
niveau d'eau	2	52
température extérieure	0	23
ensoleillement	0	33
UV	0	33
rayonnement	5	54
ensoleil* uv rayonnem* gel vent tempér* pluie pluviom* crue inondation canicule dégel neige climat (OU)	180	858



Analysis of road standards:

Example query by keyword (climate variables) cyclone, water levels, flooding, extreme heat (or)
(official texts, standards, technical documents) = 336 results

Mots clés	Nombre de références recensées dans la DTRF	
	dans notice	en texte intégral
Cyclone	9	0
Niveau d'eau	0	53
Submersion	0	17
Extrême	0	182
Chaleur	10	87
Cyclone « niveau d'eau » submersion extrême chaleur (OU)	10	336



Technical references Analysis Methodology

Domaine	Routier	OA	Ferré	Maritime, fluvial, portuaire	Ouvrages urbains	Remontées mécaniques, transports guidés	Aéroportuaire
Nombre de référentiels retenus	116	15	30	34	14	30	12

Category 1 - Toolkit to adapt :

- Primarily those with a regulatory impact (State jurisdiction)
=> doctrinal position, climatic values used in other documents
example: => Standards, regulations, Eurocodes, annex defining the freezing
- indices for pavements and the rules of construction and monitoring
=> climatic values used in formulas to define supervisory practices
example: => a book tour periodicity: Instruction Technical Supervision maintenance OA

Category 2 - Repository not requiring adaptation:

The rules of art (the principle methods do not change)

Category 3: Repository for which we can not pronounce
=> Details requested on climatic variables and parameters



Review technical repository

Application example - road sector

Impacts of temperature changes (variables Jean Jouzel T01 to T10)

- Temperature increase
 - => Renewal cycles of pavement structures
- Decreased number of days of ice
 - => Reduction in winter interventions

General Expected impact but rather positive:

- Depends on the "level" service
- Importance of the temperature difference on freezing days



Review technical repository

Application example - road sector

Impacts of changes in precipitation (P01 to P05 Jouzel variables)

- Increased precipitation intensity (P01, P02, P03)

=> Risk of aquaplaning (security)

=> Out functionality (flood zones, ...)

=> Overflow networks (for sanitation)

- Increased number of dry days (P04)

=> Effect induced basement cracking

=> Risk of fires: effect on traffic (cutting, unavailability)

- Decreased number of days of snowfall (P05)

=> Favorable exploitation



Review technical repository

Application example - road sector

Impacts of a changing of the wind (Jean Jouzel variable V01)

- Impacts on equipment or on users:

=> Windage (User safety, impact on equipment)

Impacts of changes in extreme events

- Rainfall:

=> Possibility of rupture, (sanitation, scour bridge piers, rock falls, subsidence and landslide)

- Heat peaks - drought:

=> Wildfires, pollution peaks, impact on coatings

Impact of changes in sea level

submergence

=> User safety, availability and protection and possible degradation of infrastructure works

Review technical repository

Application example - road sector

Need for additional information:

- Knowledge regionalized freezing indices:

=> Structural Design

=> Avoid over-sizing,

- Spatial knowledge of the average daily air temperature; knowledge of the equivalent temperature:

=> Pavement design in "black" materials

- Average temperatures, maximum and minimum daily, monthly and yearly:

=> Choice of the nature of the hydrocarbon binders

- Wind:

=> Implementation coated

- Rainfall:

=> Mechanical performance

Technical references Analysis Methodology



Figure 18 : Photographie d'un remblai situé sur la RN158 à Macé (61) dont les désordres (fissurations et tassements) se sont aggravés suite à l'été 2003. Source : Laurent Dubois.

Example of impact of a heat wave (Summer 2003):

We must rethink the technical design and therefore the technical reference in order to avoid such deterioration of the road structure that can be the cause of accidents (damage to the safety of users)

Technical references Analysis Methodology

Railways deformations RER
Marne la vallée : train traffic not
possible on the RER line A
(Source SNCF juillet 2012)
(drought)



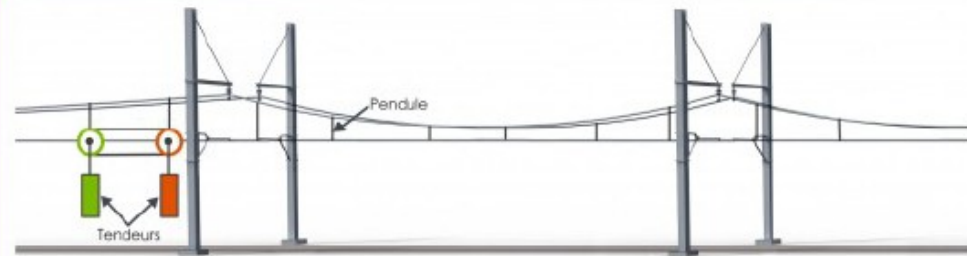
Pour éviter toute dégradation de la voie due aux conditions climatiques, des cycles de surveillance sont effectués afin de garantir le respect des règles de pose à tout moment de la vie de la voie ferrée. Les cycles de surveillance, leur thème, et leurs procédures sont détaillés dans le **référentiel IN 0312**. Les tournées chaleur sont organisées conformément à ce référentiel dès que la température du rail peut dépasser 45°C. Ces tournées permettent de détecter les écarts par rapports aux règles de pose et d'entretien des voies ferrées et de les corriger avant les périodes de froids ou de chaleur. Si les zones détectées ne peuvent pas être corrigées, des surveillances spécifiques sont mises en œuvre.



Technical references Analysis Methodology

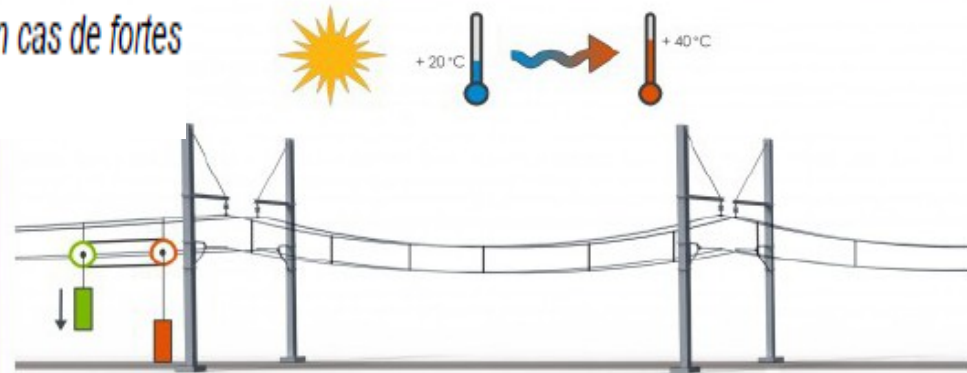
COMPOURTEMENT DES CÂBLES D'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE EN CAS DE FORTES CHALEURS

Situation normale



Pour fonctionner correctement, les câbles d'alimentation électrique du réseau ferré national doivent être parfaitement rectilignes. Pour cela, ils sont suspendus à des fils verticaux, les pendules et également soumis à une tension constante par des appareils tendeurs (poulies et contrepoids). Ces appareils permettent de compenser les phénomènes de variation de température. L'été, le câble d'alimentation électrique se dilate, le contrepoids descend. L'hiver il se rétracte, le contrepoids remonte.

Conditions climatiques exceptionnelles



Lors de conditions climatiques exceptionnelles, avec de fortes variations de températures, les contrepoids peuvent temporairement toucher le sol et les câbles d'alimentation électrique se détendent. Cette situation rend plus difficile la circulation des trains et peut donc amener à réduire temporairement leur vitesse.

Il faut plusieurs heures pour que le jeu de contrepoids rétablisse progressivement une bonne tension du câble d'alimentation électrique.

Illustration des comportements des câbles d'alimentation électrique en cas de fortes chaleurs. Source : SNCF.

Illustration of the behavior of the power supply cables in extreme heat (Source : SNCF)

Transportation part- action 1 :

Technical documents evaluation (road standards)

The State gives the climatic information (values)

Variables concernées	Aléas climatiques observées	Sous-variable	Demande de précisions		Variables de Jouzel
			Échelle spatiale	Échelle temporelle	
Gel	Diminution partout en France	Intensité et durée du gel : indices de gel	Suffisante pour réalisation de cartes d'iso-valeurs 25 °C.j.	30 ans minimum (60 ans actuellement pour retenir l'indicateur)	À rapprocher de T08, T09, T10
		Probabilité d'apparition du premier gel	À déterminer pour pouvoir prendre en compte des changements de décades d'un point de vue temporel	Par décade par exemple (période de 10 jours suffisante pour prévision planning des chantiers – à vérifier)	
Précipitations	<p>Possible diminution du nombre de jours de précipitations au printemps et en été</p> <p>Diminution du nombre de jours de neige</p> <p>Diminution en fréquence et augmentation en intensité des événements extrêmes</p>	<p>Intensité maximale sur une période de 6 minutes</p> <p>Intensité minimale, moyenne, maximale (horaire, quotidienne, mensuelle, annuelle)</p> <p>Nombre de jours de sécheresse</p> <p>Nombre de jours où les précipitations dépassent un certain seuil (1 à 5 mm)</p> <p>Cumul pluviométrique sur trois jours glissants supérieur à 100 mm</p> <p>Nombre de jours de pluie supérieure à 10, 25, 50 et 100 mm</p>	À déterminer, beaucoup d'études au cas par cas à l'échelle du bassin versant routier	Statistiques 30 ans et événements extrêmes (crue centennale...)?	À rapprocher de P01, P02, P03 et P04

Transportation part- action 1 :

Technical documents evaluation (road standards)

The State gives the climatic information (values)

Variables concernées	Aléas climatiques observées	Sous-variable	Demande de précisions Échelle spatiale	Demande de précisions Échelle temporelle	Variables de Jouzel
Températures	Augmentation des températures moyennes Augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes extrêmes	Températures moyennes maximales et minimales mensuelles Températures moyennes mensuelles Nombre de jours de Tmax anormalement élevée (canicule) Nombre de jours où les températures sont inférieures à un certain seuil (5 °C) par mois sur les trente dernières années	Échelle des zones symposium ou échelle proposée par les modèles météorologiques (maille 8 km sur le territoire), à définir	Statistiques 30 ans et événements extrêmes (canicule)	T02 T03 T05
Vent	Pour la France métropolitaine : faible tendance à la diminution dans la partie Sud du pays, signe des changements indéterminé sur la partie Nord. Projections incertaines	Nombre de jours où le vent dépasse un certain seuil (30 km/h) par mois	À déterminer pour pouvoir faire un zonage de 10 km/h. Maillage de la mesure à définir	Sur les 10 dernières années	V01 pour vents extrêmes
Évaporation, ensoleillement, insolation		Évapotranspiration potentielle moyenne mensuelle	Déterminer le zonage possible	Statistique 10 ans suffisante car moins de dispersion que sur d'autres paramètres	
Brouillard				Idée de la fréquence pour planification de travaux	

Tableau 8 : Synthèse des demandes de précision sur les variables climatiques utilisées dans les référentiels routiers. Source : CEREMA.



Actions for infrastructures

Transportation part- action 2 : Study the impact of climate change on transportation needs, and how to reorient services supply :

- Interurban level : economic activities and tourism planning
- Urban level : study links between urban planning and transportation
- Civil Aviation : follow up the ICAO air trafic evolution studies
- Freight : study the evolution of economic activities implantation, and freight corridors

Actions for infrastructures

Transportation part- action 3 : harmonize infrastructure and services vulnerability diagnosis methodologies :

- General methodology, dealing with transportation networks
- Adaptation to singular points (bridges, ports ...)
- Guidelines to be used by local authorities, infrastructures exploiting companies, service providers

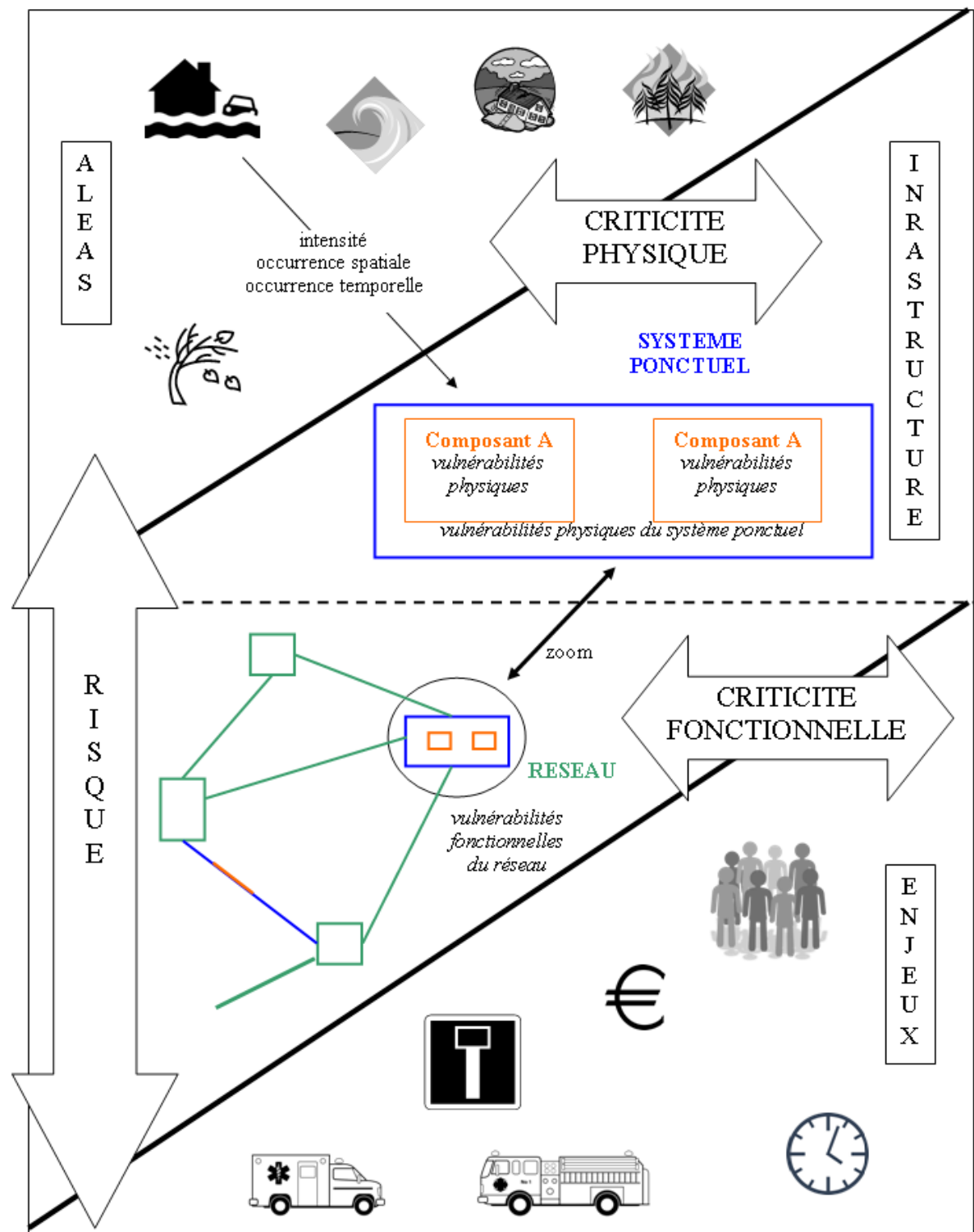


Actions for infrastructures

Transportation part-action 3 : harmonize infrastructure and services vulnerability diagnosis methodologies :

- General methodology, dealing with transportation networks

The crossing of an event (hazard), physical and functional vulnerability of infrastructure and or issues, the cross-analysis of physical criticality and functional criticality called risk analysis.



Actions for infrastructures

Action 3 : vulnerability analysis and risk analysis

De manière simplifiée, ces combinaisons peuvent s'illustrer par le logigramme de la figure 9 :

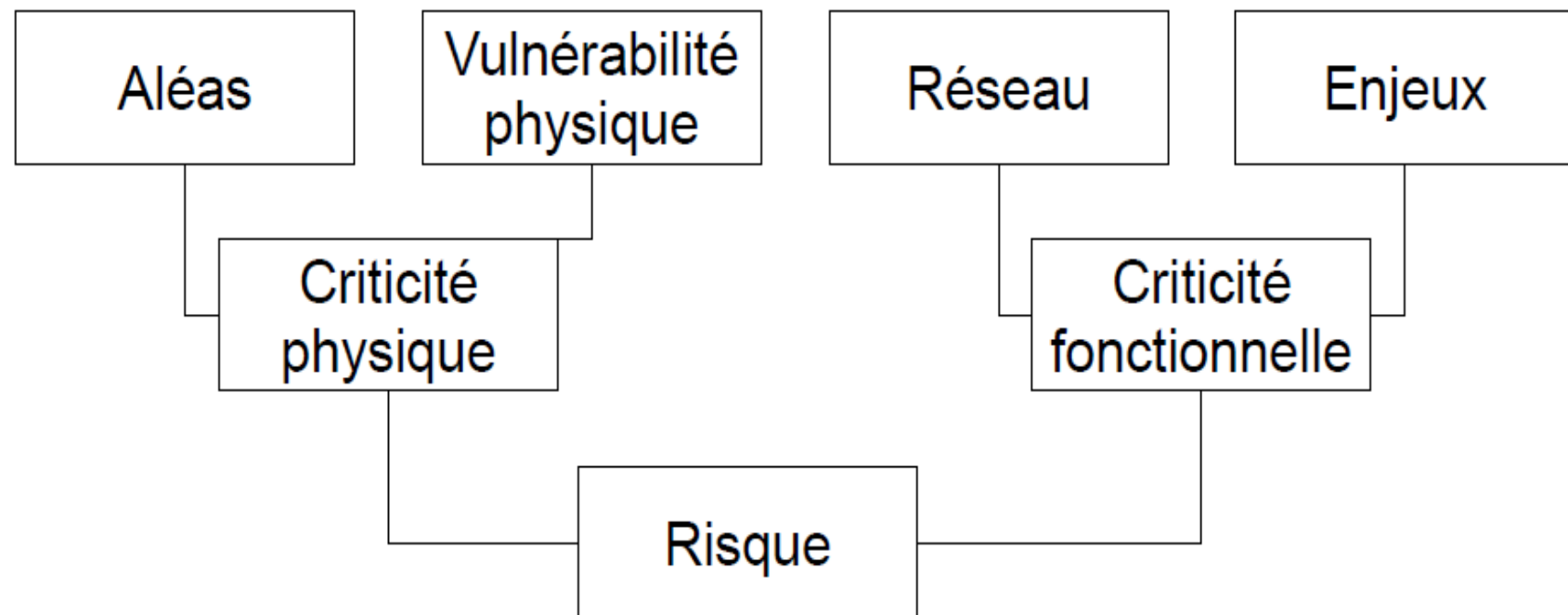


Figure 9 : Logigramme de l'analyse de risque

Simplified illustration of the crossing vulnerabilities, risks, issues, and physical characteristics of networks : risk analysis

Example of methodology of analysis of vulnerability and risk analysis

Matrice de risque		Aléa n°1	Aléa n°2	...
Réseau étudié	Système n°1	Criticité physique x criticité fonctionnelle du système n°1	Criticité physique x criticité fonctionnelle du système n°1	...
	Système n°2	Criticité physique x criticité fonctionnelle du système n°2	Criticité physique x criticité fonctionnelle du système n°2	...

Tableau 12 : Exemple de matrice de risque

Notes potentielles de criticité physique			Note de vulnérabilité physique			
			4	3	2	1
			Extrêmement élevé	Très élevé	Moyennement élevé	Peu élevé
Note de l'aléa ⁹	4	Probable	4 x 4 = 16	4 x 3 = 12	4 x 2 = 8	4 x 1 = 4
	3	Rare	3 x 4 = 12	3 x 3 = 9	3 x 2 = 6	3 x 1 = 3
	2	Improbable	2 x 4 = 8	2 x 3 = 6	2 x 2 = 4	2 x 1 = 2
	1	Extrêmement improbable	1 x 4 = 4	1 x 3 = 3	1 x 2 = 2	1 x 1 = 1

Tableau 13 : Notes de criticité physique qu'il est possible d'obtenir avec des échelles de vulnérabilité physique et d'aléas à quatre niveaux



Example of methodology of analysis of vulnerability and risk analysis

Notes potentielles de risque		Notes potentielles de criticité fonctionnelle			
		4	3	2	1
Notes potentielles de criticité physique	16	64	48	32	16
	12	48	36	24	12
	9	36	27	18	9
	8	32	24	16	8
	6	24	18	12	6
	4	16	12	8	4
	3	12	9	6	3
	2	8	6	4	2
	1	4	3	2	1

Tableau 14 : Notes de risque qu'il est possible d'obtenir avec des échelles d'aléa, de vulnérabilité physique et de criticité fonctionnelle à quatre niveaux

Niveaux de risque	Valeur	Action requise
Intolérable	27-32-36-48-64	Le risque est inacceptable : des mesures de prévention / protection sont requises
Grave	9-12-16-18-24	Le risque ne peut être accepté que si les mesures de prévention / protection sont trop difficiles à mettre en œuvre
Tolérable	1-2-3-4-6-8	Le risque pourrait être accepté mais doit être périodiquement réévalué

Tableau 15 : Exemple de choix de niveaux de risque avec code couleur

Actions for infrastructures

Transportation part- action 4 : take stock of infrastructures and services vulnerability ; prepare progressive strategies at both national and local scale :

- Vulnerability studies of all transportation systems, paying attention to territories with few high capacity infrastructures,
- Animate an expert network, to foster dissemination and methodological support to local authorities and companies
- The Scientific and Technical network of the ministry can provide competence and workforce

First step of Risk analysis: functional criticality of road section near a French agglomeration

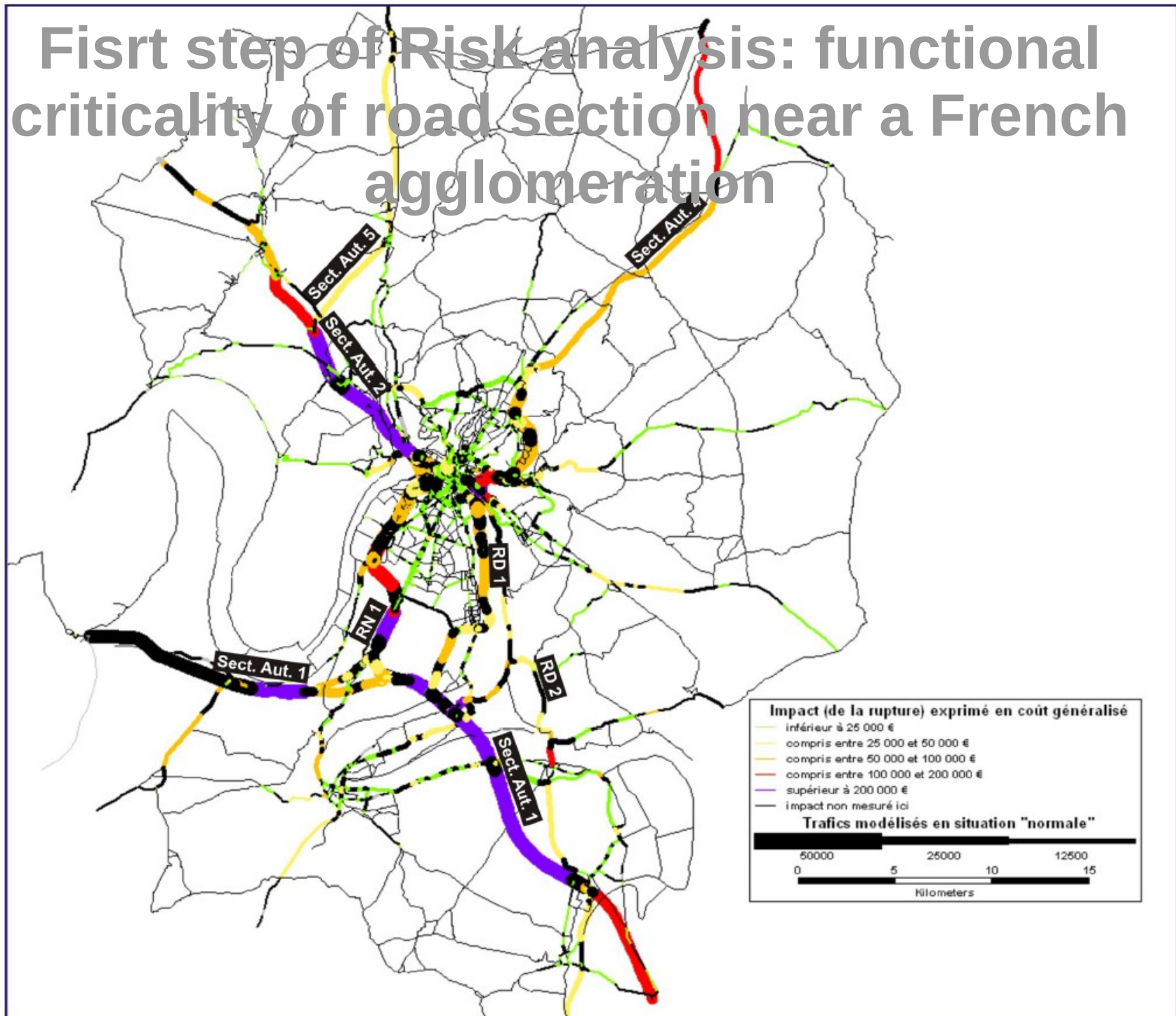


Figure 8 : Analyse systématique de criticité fonctionnelle des tronçons routiers d'une agglomération française (Cerema, 2014)

Climate impacts vulnerability assessment - USA

Climate Impacts Vulnerability Assessment – Washington State Department Of Transportation Pilot Study

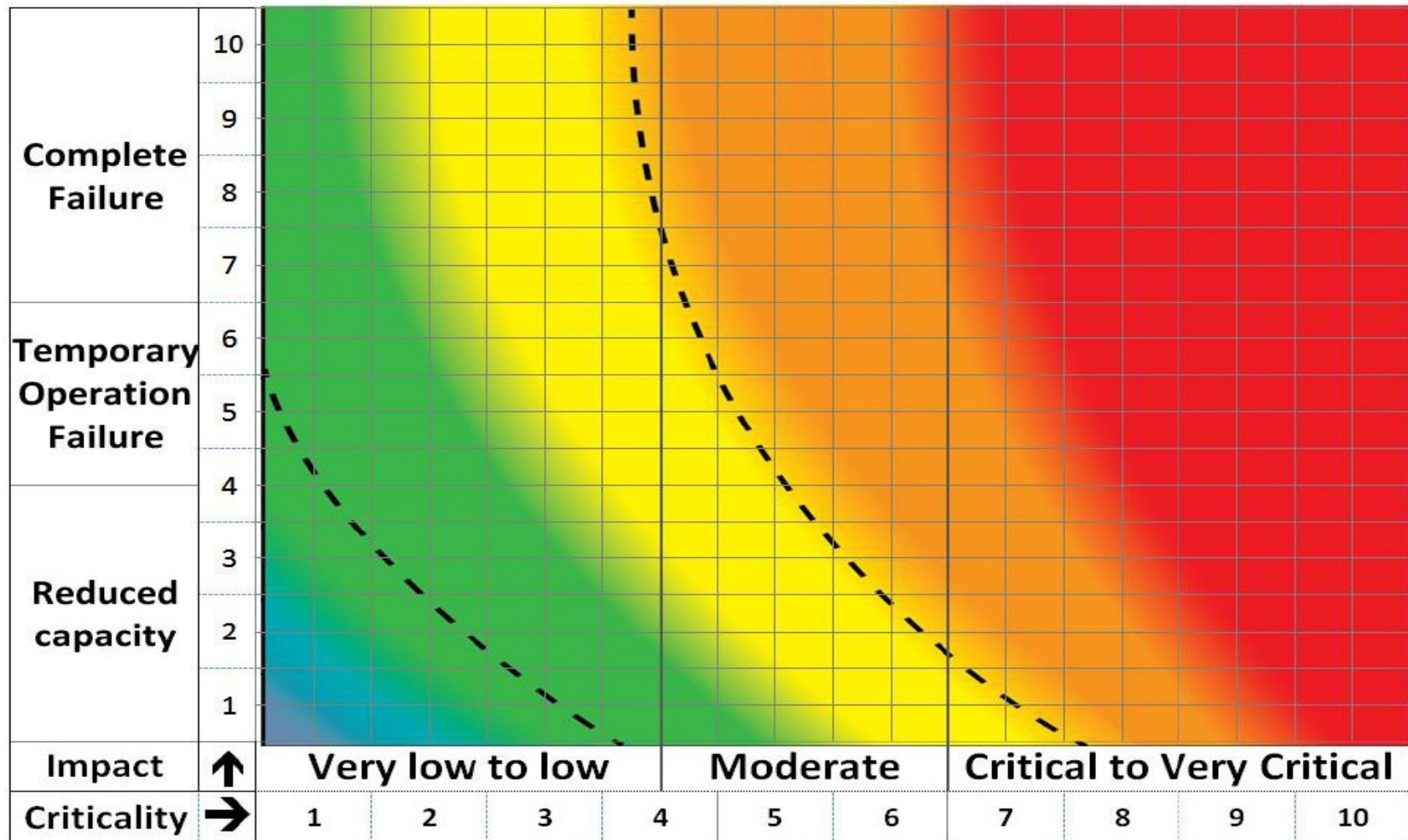


Figure 11 : Matrice de vulnérabilité. Source : WSDOT, 2011

Climate impacts vulnerability assessment - USA

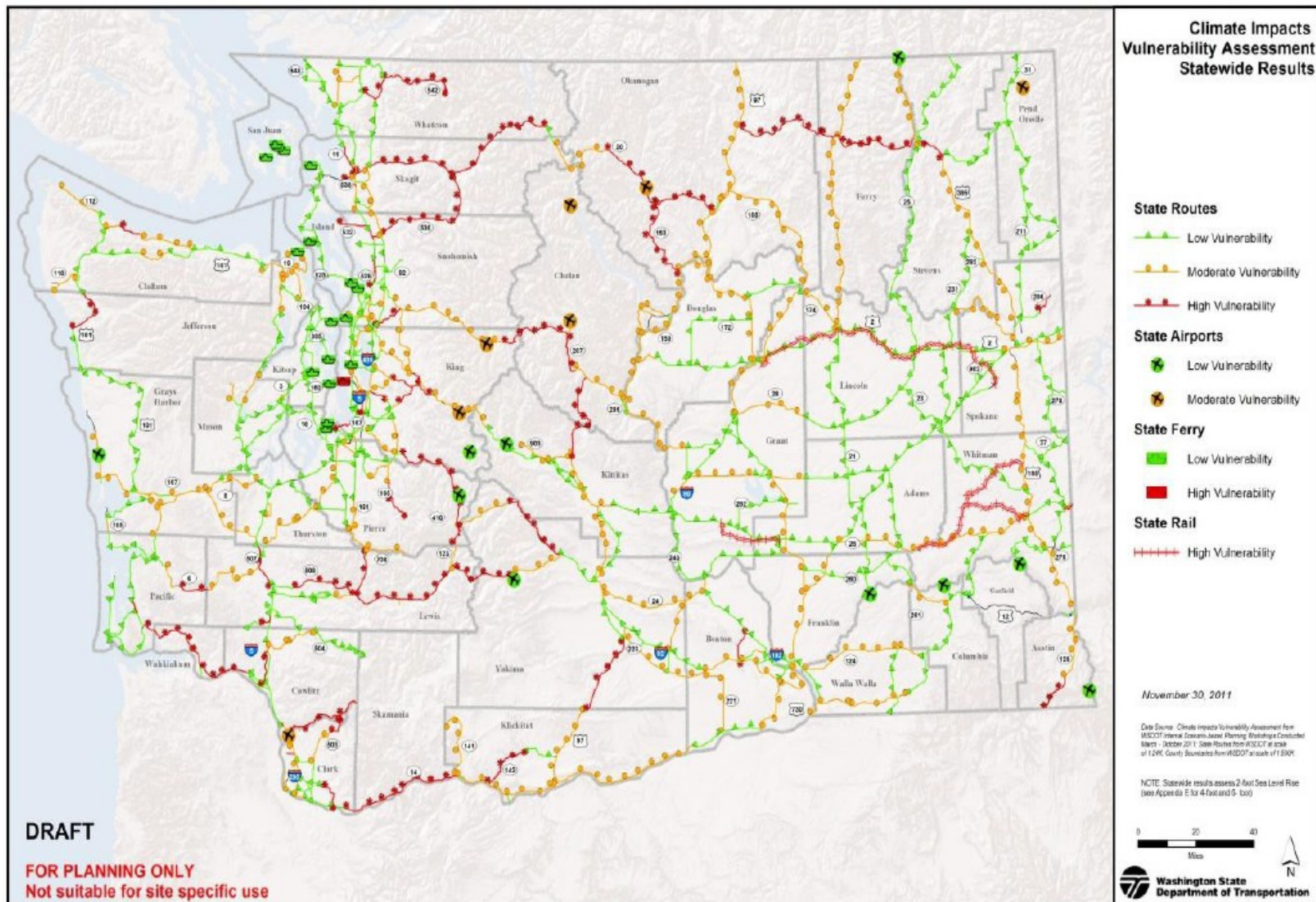


Figure 12 : Niveaux de vulnérabilité des différentes infrastructures étudiées. WSDOT, 2011

Actions for infrastructures

Transportation part- action 4 : prepare adaptation strategies for coastal floodplains :

Infrastructure moving ? strategic withdrawal ? => Vulnerability diagnosis, socio-economic studies

- Infrastructure adaptation ? Protective devices and structures
- Always preserving users safety, and access to ports and airports, to keep economic activities and territories attractiveness
- What about temporary submersion ?
 - Need for watching and alert services
 - Bypass routes (more time, more safety)
 - Post-submersion inspections
 - Resiliency concerns

Thank you for listening

andre.leuxe@developpement-durable.gouv.fr

