

Vulnérabilité et adaptation du système ferroviaire aux phénomènes climatiques

10 janvier 2012

*Services climatiques : vers la fourniture
d'informations climatiques adaptées à l'industrie*

Le Groupe SNCF en 2010



OPÉRATEUR GLOBAL DE MOBILITÉ

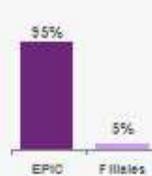
PRÉSENT DURABLEMENT DANS TOUS SES MÉTIERS



SNCF INFRA

Gestion de l'infrastructure ferroviaire

5,2 Mds€



SNCF PROXIMITÉS

Services conventionnés multimodaux

10,8 Mds€



SNCF VOYAGES

Transport ferroviaire longue distance

7,2 Mds€



SNCF GEODIS

Logistique de marchandises

8,9 Mds€



GARES & CONNEXIONS

Gestion des gares

1,1 Md€

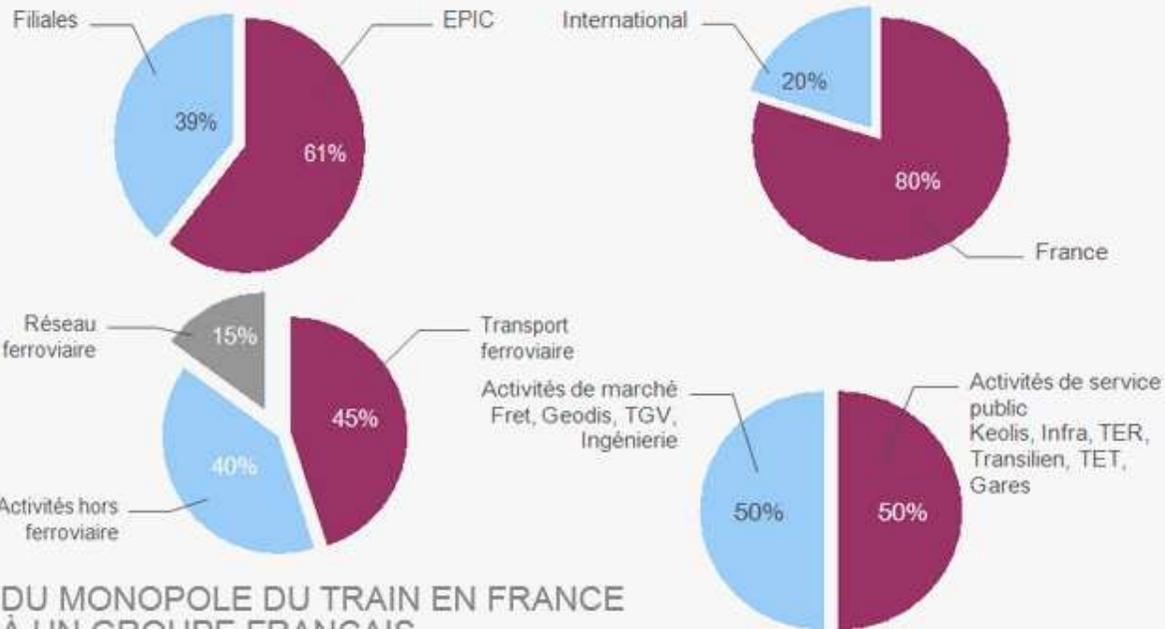


* chiffres 2010

Le Groupe SNCF en 2010



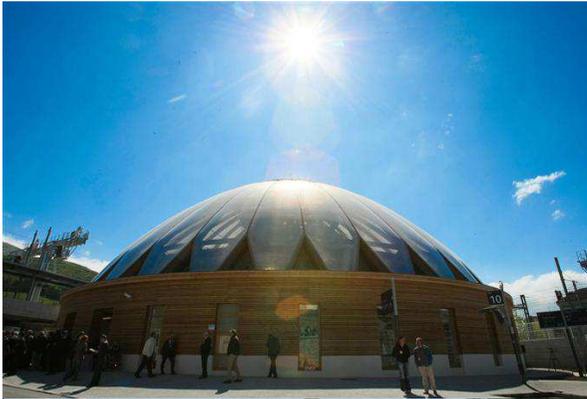
OPÉRATEUR GLOBAL DE MOBILITÉ



DU MONOPOLE DU TRAIN EN FRANCE
À UN GROUPE FRANÇAIS
DE SERVICES DE MOBILITÉ D'AMBITION MONDIALE

*chiffres 2010

Pourquoi la SNCF s'intéresse au changement climatique ?



- **Investisseur de long terme (2 Milliards/an)**

- Matériel roulant : 35 à 40 ans
- Gares : 60 ans
- Ligne nouvelle (RFF) : 100 ans

- **Nécessité d' anticiper les risques**

- Eco-conception des trains et des gares
- Demande future de mobilité (et de démobilité !)
- Continuité du service et résistance aux aléas

- **L'adaptation favorisera de nouvelles mobilités**

- Modes doux et modes décarbonés
- Nouveaux usages partagés
- Services à la personne

Adaptation au changement climatique



- Présentation le 25 juillet 2011 du Plan National d'Adaptation au Changement Climatique

www.developpementdurable.gouv.fr/adaptation

- Scénarii prospectifs établis par météo France (2030 + 2°, 2050 + 4°) en moyenne en France

- Amplification des phénomènes canicule / froid / sécheresse
- inondations
- Vents et tempêtes (intensité et fréquence)
- Humidité
- Conditions extrêmes : - 25 ° au lieu de -20 ° , + 45 ° au lieu de + 40 °
- Résistance des matériaux aux brouillards salins, sirocco
- Modification du paysage (végétation, sols) liée au climat

Vulnérabilité climatique : Les 5 composantes exposées du système ferroviaire



Vulnérabilité de l'infrastructure



- Géométrie de la voie
- Stabilité de la plate forme
- Résistance des ouvrages d'art
- Engagement de gabarit
- Tenue des caténaires
- Passages à niveaux
- Alimentation électrique des lignes



Août 2003 : Déformation des rails au sud de Corbeil rendant impossible la circulation des trains sur la ligne D du RER pendant 3 semaines

Février 2010 : 5 km de voies emportées près de La Rochelle (ligne littorale de Nantes à Bordeaux)

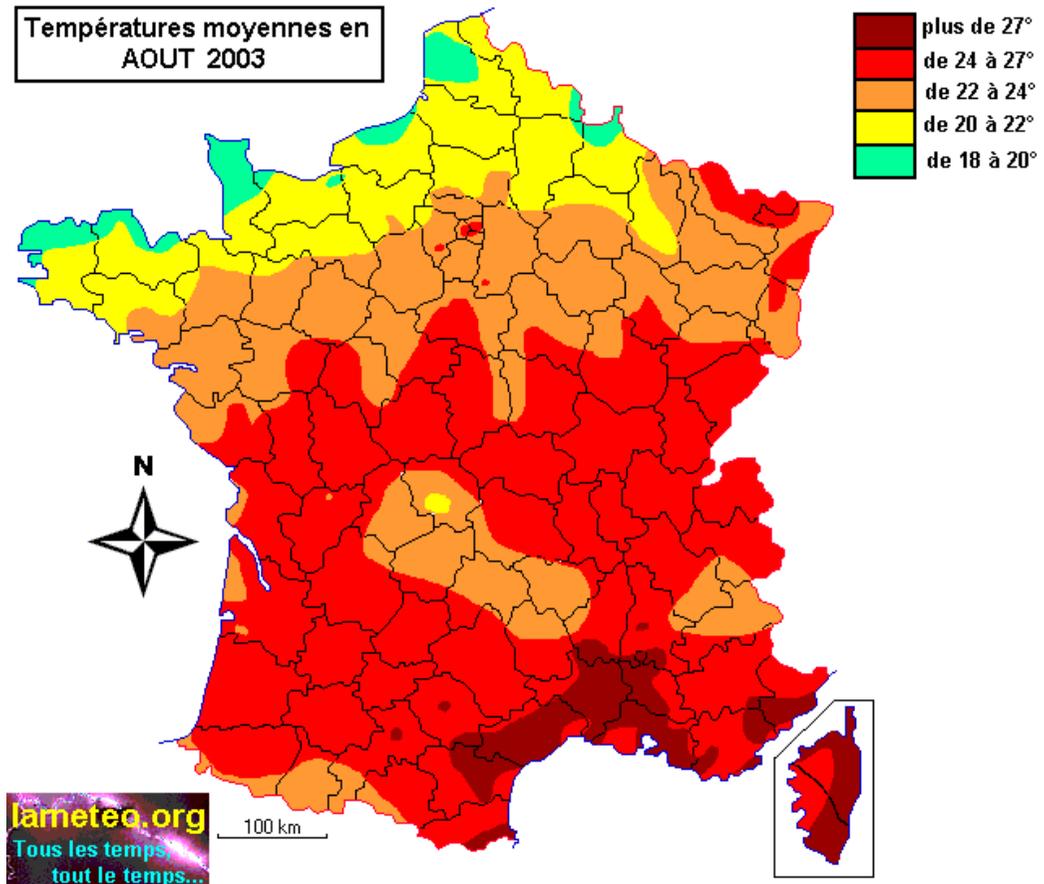
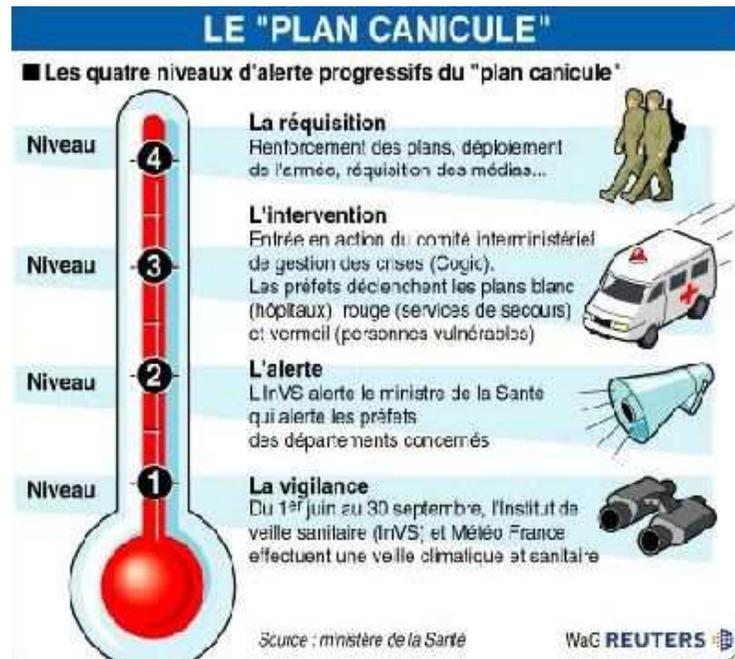
Périodes de canicule prolongée

Conséquences immédiates :

- Tenue de l'infrastructure (voie et caténaires)
- Bulles de chaleur dans les gares

Conséquences secondaires :

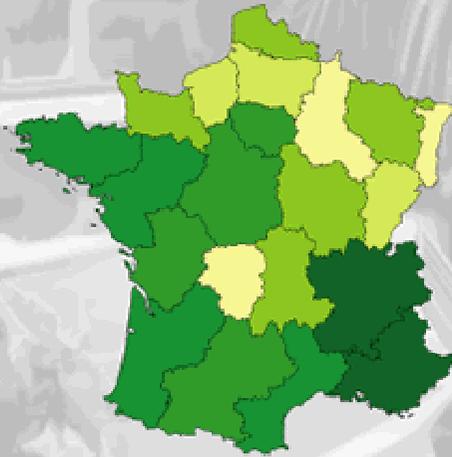
- Effets sur la mobilité de loisirs vers les destinations touristiques (pas de modèle à ce jour)
- Limitation des déplacements
- Arbitrages énergétiques en cas de pénurie hydrique grave (capacité des centrales nucléaires)



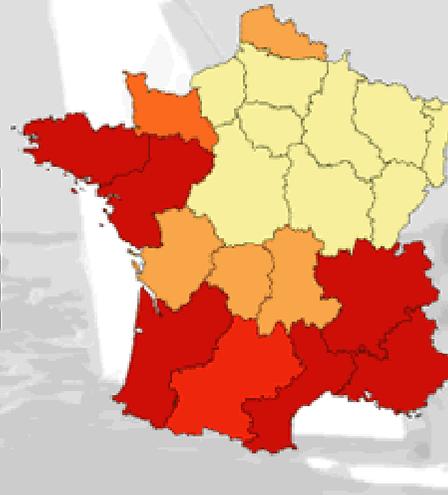
LE TOURISME DANS NOS REGIONS

Les séjours des Français

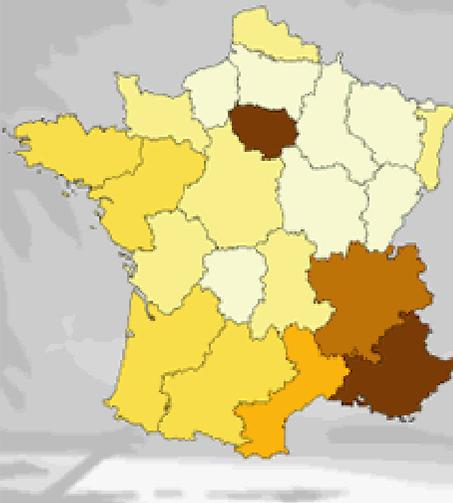
Répartition des séjours (%) par régions 2005



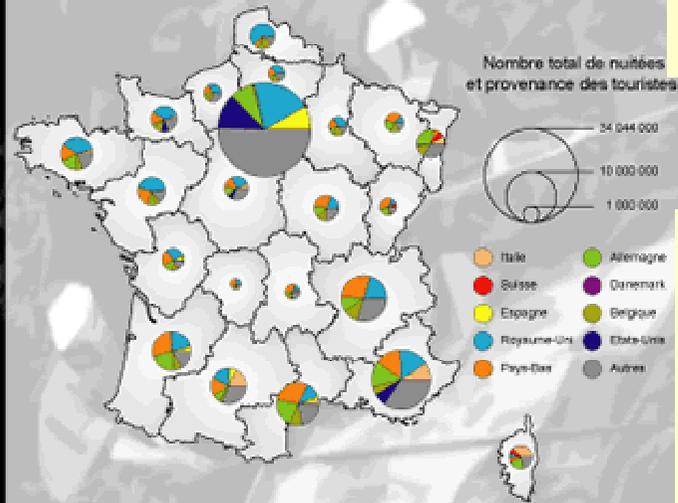
Répartition des intentions de séjours (%) par régions 2006



Répartition des recettes (%) par régions 2005



Touristes étrangers : leurs choix de vacances en France - 2004



Y aura-t-il durablement
Une modification de
l'attractivité touristique
pour des raisons
climatiques ?

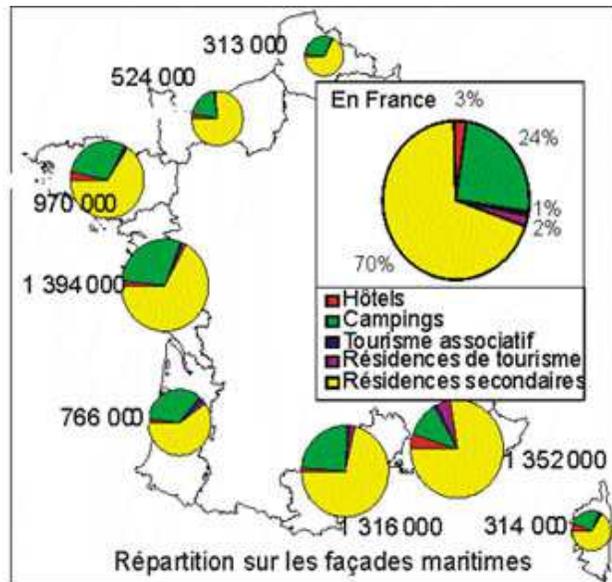
Les investissements type
LGV doivent-ils intégrer
des modifications
comportementales liées
au climat futur ?

Faut-il aménager les gares
les plus fréquentées en
fonction du risque
caniculaire croissant et
des types de voyageurs ?



Impact sur la mobilité de loisirs

- Vacances de neige de décembre à mars : quelles perspectives pour les stations de moyenne montagne ?
- Tourisme hexagonal vs destinations lointaines
- Héliotropisme et risque caniculaire en été



Nouveaux aléas climatiques



Ex : Tempêtes de neige Roussillon des 8 et 9 mars 2010

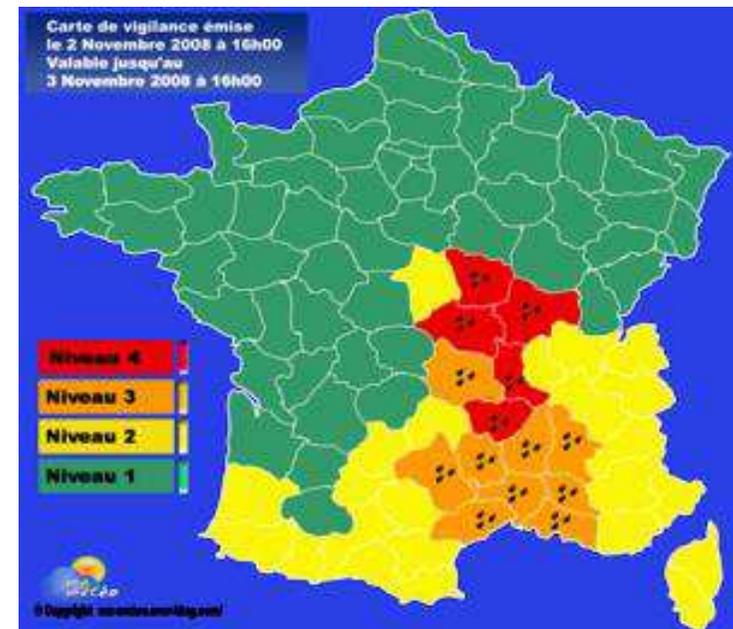
40 cm de neige en quelques heures

(Narbonne Perpignan, Narbonne Carcassonne)

- 6000 voyageurs retenus dans les trains une nuit entière
- réseaux routier et ferroviaire impraticables pendant 24 h
- secteur de Cerdagne inaccessible et sans communications possibles (ni routes ni téléphone)
- besoins de chasse neige et de train racleur pour rétablir le trafic le 9 mars

Comment anticiper et réagir ?

- **Analyse météo plus fine, prédictive et territorialisée**
- Scenarii d'adaptation assistée du plan de transport
- Anticipation de l'information voyageurs B to C
- Gestion et analyse AMDEC des crises
- Quelle gouvernance pour les situations exceptionnelles ?





Effets induits

La congestion urbaine est-elle tolérable avec un accroissement des températures et de la pollution à l'ozone ?

Le phénomène climatique va-t-il accélérer les formes nouvelles d'organisation du travail (télétravail) ?

Comment gérer le cas particulier de l'Ile de France ?



Interpellation des modes de vie sous contrainte climatique amplifiée

- *Climatisation des trains avec effet CO2*
- *Confort thermique des gares (ventilation, climatisation, brumisation, accès à l'eau potable...)*
- *Tolérance à la congestion des flux piétons et au confort thermique très dégradé*

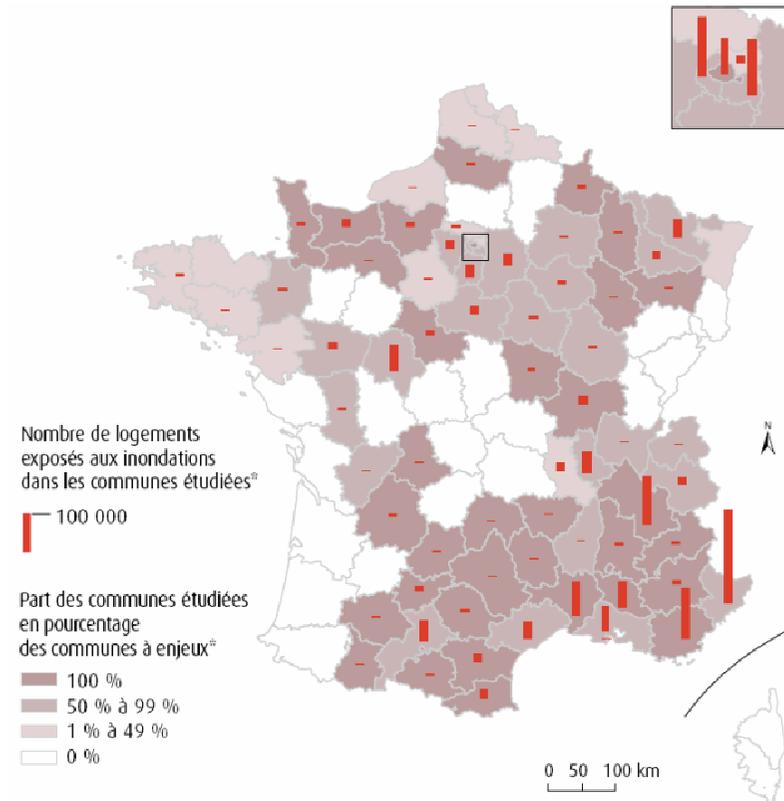


- *Nouveaux services en gare ?*
- *Zones de confort climatique ?*
- *Accessibilité à l'eau potable ?*
- *Faut-il aménager les quais ou les bâtiments ?*
- *Le ballast et le béton – qui accumulent la chaleur sont-ils remplaçables ?*
- *Comment végétaliser davantage l'univers des gares ?*
- *Comment informer les voyageurs des risques climatiques locaux ?*

Inondations

Les normes historiques de tracé des voies ferrées (études hydrologiques approfondies , exposition aux vents) minimisent le risque pour les infrastructures

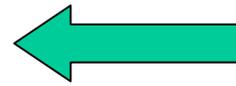
A priori risque limité au Languedoc à la Charente maritime , à la baie de Somme



Réponses :

- Normes technique de tracé
- Dimensionnement des ouvrages hydrauliques
- Entretien et débroussaillage des abords et des ouvrages en terre
- Végétalisation des talus adaptée au climat local





Tempête Xynthia à La Rochelle

Effet d'inondations brutales
quasi imprévisibles



*Qui assure de tels risques ?
Comment sont partagées les responsabilités ,
notamment celles de l'information préventive ?
Les normes de construction sont-elles assez
contraignantes ?*



Normes Eurocode de construction des ouvrages d'art

- NF EN 1991-1-4 Action sur les structures (Vent)
- NF EN 1991-1-5 Actions sur les structures (Thermique)
- NF EN 1991-1-3 Actions sur les structures (Neige)
- Prise en compte de la cote centennale pour les crues et l'eau

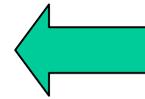
La SNCF ne va pas au-delà des exigences de l'Eurocode

- *Résistance aux vents violents (tempêtes)*
- *Résistance aux crues*
- *Résistance vibratoire*
- *Normes de surveillance*
- *Absence de rétention des eaux et d'érosion induite*
- *Durée de vie très longue (au moins 100 ans)*



Photo : www.leuropevueduciel.com

Evolution de la conception des gares



Marquise de Bordeaux

Sans dégâts malgré des vents de 170 km/h en 12/1999

Gare nouvelle de Besançon (LGV Rhin Rhône)



Insertion paysagère très poussée
Forte résilience aux phénomènes extrêmes



Gares & Connexions



Impact des incendies

- Risque accru d'incendie des talus en période de sécheresse prolongée
- Risque électrique concomitant obligeant à une interruption totale de trafic sur zone

Réponses :

- *Végétalisation adaptée (plantations concertées RFF- ONF- SNCF)*
- *Biodiversité active*
- *Débroussaillage régulier*

- *Systemes de freinage adaptés (risque de mises à feu intempestive)*
- *Accessibilité des zones à risque*





Les tempêtes et leurs effets sur le réseau ferroviaire

Exemples :

- Décembre 1999
- Klaus (janvier 2009)
- Xynthia (mars 2010)

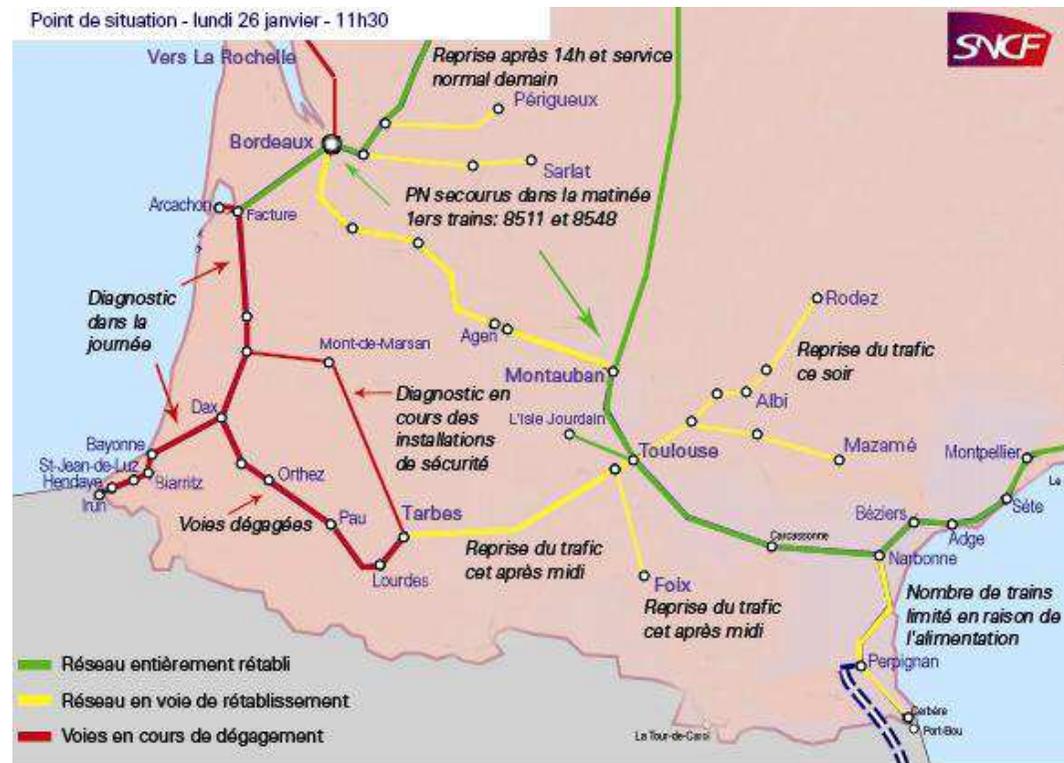
- Des interruptions locales de trafic de plusieurs semaines
- Des dégâts significatifs pour l'infrastructure
- Des processus de gestion de crise complexes
- Des coopérations indispensables entre les acteurs
(SNCF, RTE, ERDF, protection civile , pompiers, gendarmerie, collectivités locales)

Une intolérance croissante aux aléas de transport de la part des clients !

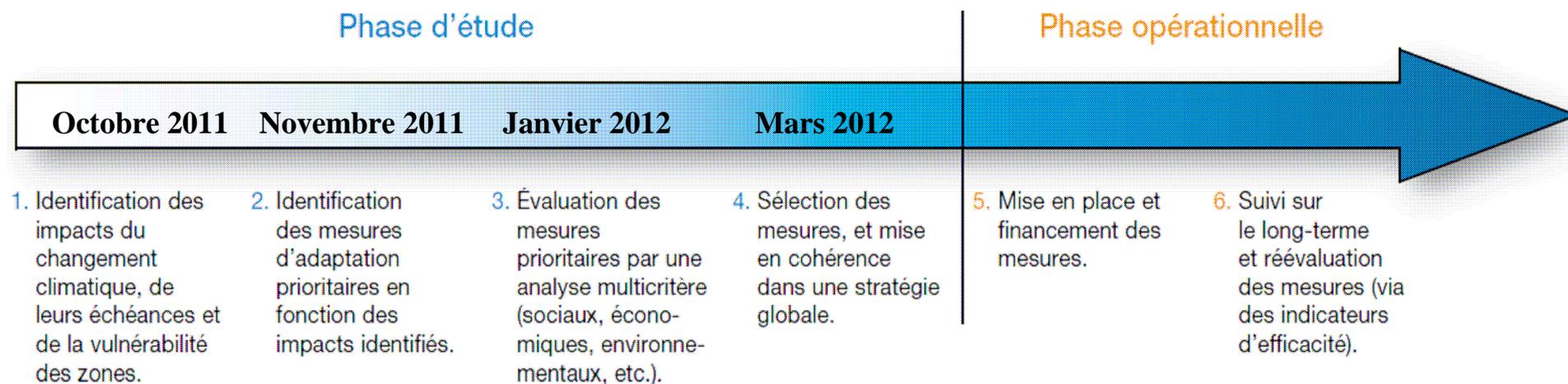
Tempête KLAUS du 26 janvier 2009 : Faits et conséquences

- 1500 km de lignes fermées au trafic le 24 janvier
 - Bordeaux - Dax – Hendaye
 - Dax - Tarbes
 - Bordeaux – Toulouse
 - Bordeaux – Nantes
 - Toutes les lignes secondaires d'Aquitaine
 - Toulouse Montpellier
 - Etoile de Toulouse
 - Perpignan Narbonne

- *Engagement du gabarit par des arbres et branchages*
- *Défaut d'alimentation électrique du RET (réseau à haute tension)*
- *Rupture de caténaires et avaries de supports*
- *Passages à niveau non alimentés (maintenus fermés)*



Elaboration d'un Plan d'Adaptation au Changement Climatique pour la SNCF : “ CLIMAT D-RAIL ”



- Représentants de tous les « métiers » (5 branches + traction + matériel + immobilier)
- Accompagnement méthodologique externe
- Benchmark européen (politiques d'adaptation des entreprises ferroviaires) réalisé en 2011
- Animation de la démarche globale par la Direction du Développement Durable
- Restitution prévue au COMEX au printemps 2012
- Démarche similaire conduite par RFF

Les champs de l'adaptation au changement climatique

- Normes de construction
 - Matériel roulant (winterisation, confort thermique)
 - Gares (Espaces de flux et d'attente, confort thermique , eaux pluviales)
 - Installations techniques (risque électrique , prévention des inondations)
 - Voies (composants) et ouvrages d'art
 - Garages et voies de préparation des trains (fermes solaires futures ?)
- Stratégies d'exploitation
 - Gestion des crises et outils d'aide à la décision
 - Conditions et modalités de travail des agents exposés aux intempéries et canicules
 - Plans de transport adaptés
 - Organisation de secours et des prises en charge de voyageurs
 - Préservation de la ressource en eau (nettoyage matériel roulant)
 - Gouvernance de la crise (coopération / interruption)



Les champs de l'adaptation au changement climatique

- Développement du réseau
 - Vulnérabilité des lignes et secteurs (AMDEC) – Corridors écologiques -
 - Arbitrage des projets en regard de l'évolution climatique (LGV ...)
 - Evolution de la mobilité et des destinations touristiques
 - Maillage / itinéraires substitution – redondances des équipements techniques
- Adaptation des investissements
 - Surcoûts de robustesse et intégration ACV
 - Dimensionnements des installations
 - Capacité électrique disponible (énergie de traction) et optimisation de la consommation
 - Diversification – autonomisation énergétique des bâtiments
 - Assurance des risques

Quels « services climatiques » pour la SNCF ?

Pistes de travail

Services climatiques associés

<ul style="list-style-type: none"> Analyse territoriale des vulnérabilités climatiques Modélisation du climat à l'échelle locale 	<p>Cartographie des risques territorialisés et modélisations à l'échelle d'amortissement des investissements</p>
<ul style="list-style-type: none"> Adapter les référentiels de construction, exploitation et entretien des infrastructures soumises aux évolutions climatiques Améliorer la connaissance de la résistance des matériaux aux sollicitations nouvelles 	<p>Expertise des « durcissements » des normes Eurocode (annexes territoriales) AMDEC des innovations technologiques (matériaux, NTIC)</p>
<ul style="list-style-type: none"> Préparer et sensibiliser les populations, usagers et responsables concernés par les effets du changement climatique 	<p>Pédagogie des parties prenantes (clients, chargeurs, élus, collectivités territoriales ..) sur le changement climatique</p>
<ul style="list-style-type: none"> Eco-concevoir les éléments du système de transport (matériel roulant, gares, systèmes d'information, fourniture d'énergie) pour une plus grande robustesse 	<p>Nouvelles clauses dans les cahiers des charges en regard des risques récurrents et évaluation du coût des décisions sans regret</p>
<ul style="list-style-type: none"> Vulnérabilité des stations de montagne , adaptation des activités touristiques en zones littorales , étude prospective sur la transformation du tourisme face au changement climatique (CAS) , sectorisation des vacances d'été , dispositifs d'alerte lors d'évènements climatiques extrêmes 	<p>Cartographie des évolutions du capital naturel des lieux touristiques en regard de leurs modalités d'accès et des risques climatiques à moyen terme (10 à 20 ans)</p>
<ul style="list-style-type: none"> Revisiter les dispositifs de gestion de crise et de gouvernance de la mobilité en cas de phénomène extrême 	<p>Etablir une échelle de risque à l'usage des pouvoirs publics et des transporteurs donnant lieu à des recommandations de Mobilité (ou de suspension de la mobilité)</p>