

DGITM - AIPCR

Séminaire sur l'Adaptation des infrastructures et des réseaux de transport au changement climatique



Bouilloud Ludovic

Météo-France

**Direction des Services Météorologiques
Département Etudes et Conseil**



le 13 novembre 2015



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

Plan de la présentation

1- Introduction

2- Projections climatiques

3- Accès aux données : DRIAS et ClimatHD

4- Changement climatique et routes



Le GIEC : une structure internationale

Groupe d'Experts **I**nter-gouvernemental sur l'**É**volution du **C**limat

Créé en 1988 par l'Organisation Mondiale de la Météorologie et l'ONU.

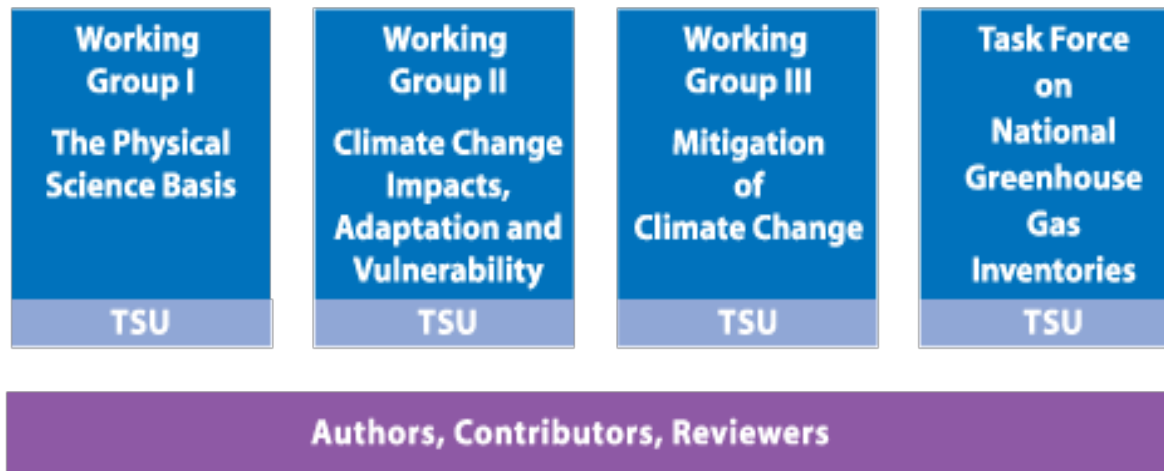
H. Lee



Et la France...



J. Jouzel



www.ipcc.ch

Le GIEC : publication des rapports d'évaluation



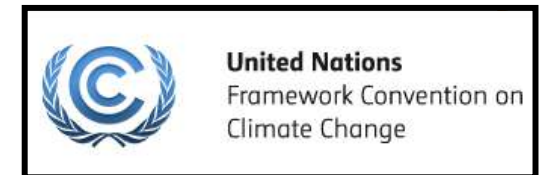
- l'état des connaissances relatives au changement climatique : 2013, 2007, 2001, 1995, 1990
- + rapports spéciaux et documents techniques (ex : sur les extrêmes en 2012)



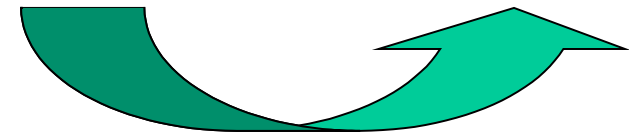
Conférences des Parties COP (ONU)



Accords internationaux



Rio, 1992
Kyoto, 1997
Cancun, 2012



Plan de la présentation

1- Introduction

2- Projections climatiques

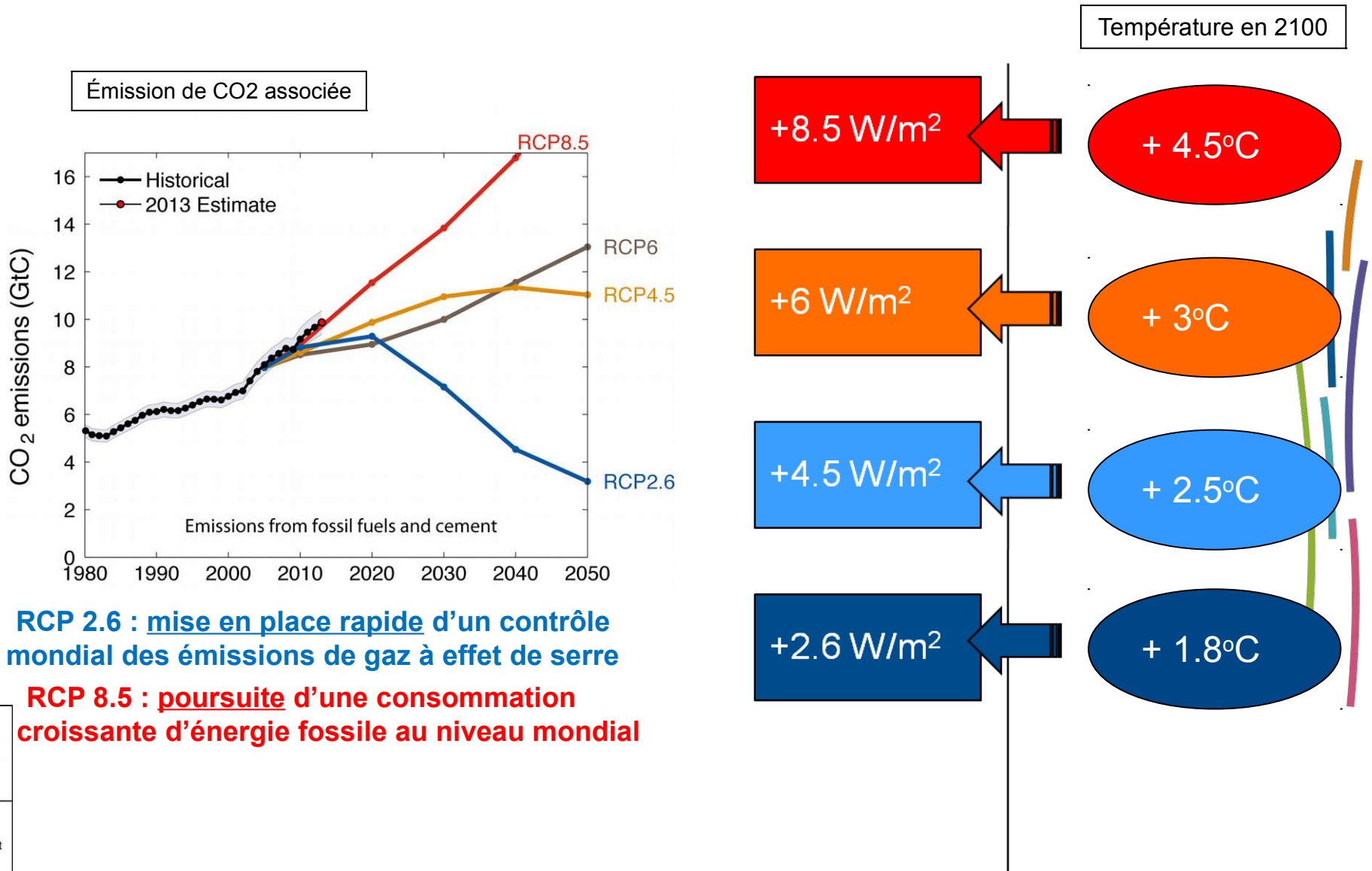
3- Accès aux données : DRIAS et ClimatHD

4- Changement climatique et routes



Principales caractéristiques des projections climatiques : les scénarios climatiques

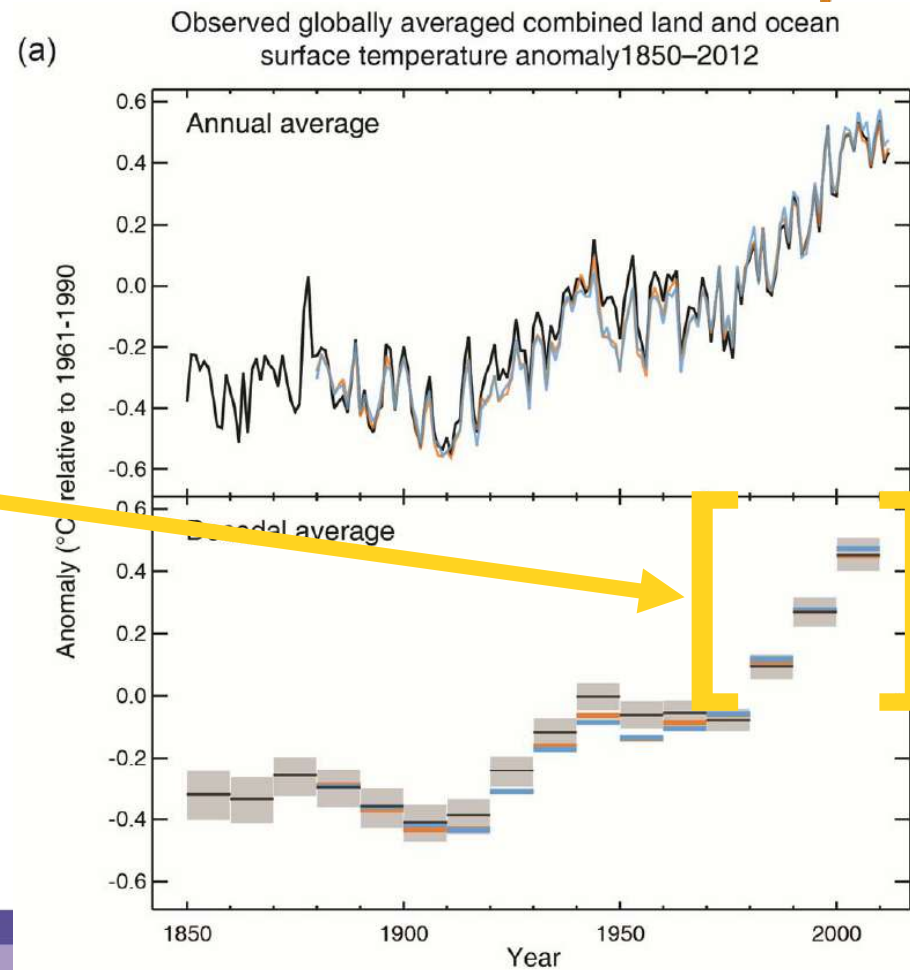
5ème rapport basé sur de nouveaux scénarios climatiques définis par les choix du climat de 2100 : les RCP -Representative Concentration Pathway



Evolution du climat dans le monde

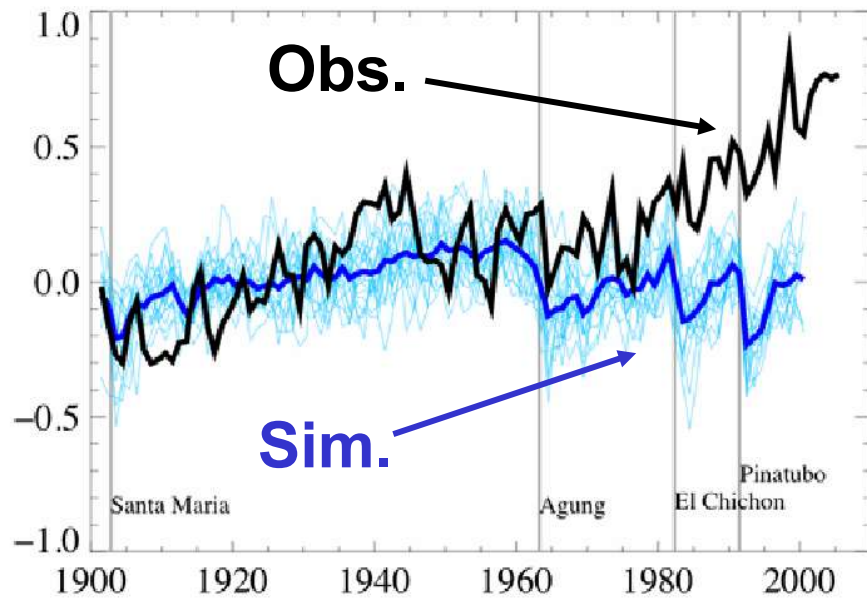
- + 0.85°C entre 1880 et 2012
- « Le réchauffement du système climatique est sans équivoque, et depuis les années 1950, beaucoup des changements observés sont sans précédent sur les dernières décennies à millénaires. L'atmosphère et l'océan se sont réchauffés, l'étendue et le volume des neiges et glaces ont diminué et le niveau des mers s'est élevé, et les concentrations des gaz à effet de serre ont augmenté »

3 dernières décennies :
les plus chaudes jamais
enregistrées **depuis 1850.**

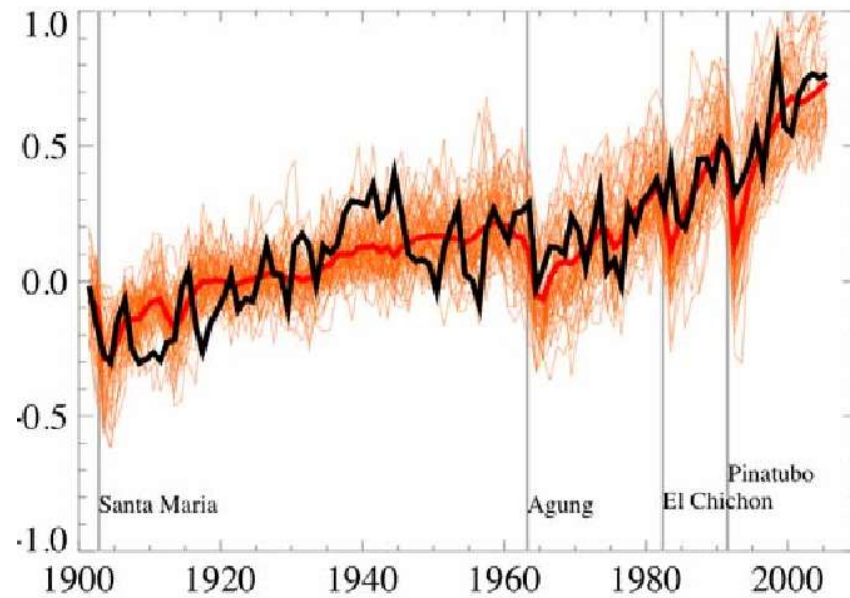


Des causes principalement anthropiques

Variations de la température moyenne globale en surface observées (en noir) et simulées (en couleur)



Simulations avec forçages naturels



Simulations avec forçages naturels et anthropiques

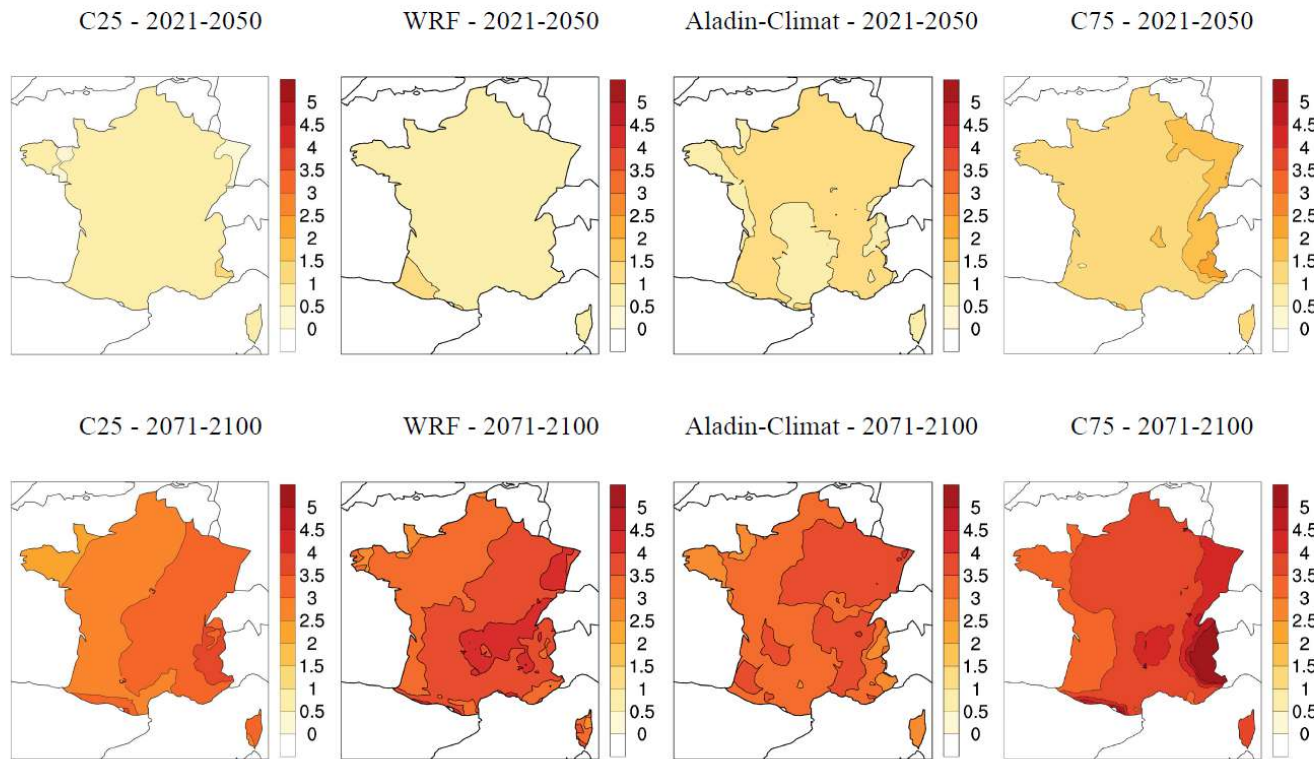
Source : GIEC, 2007

Les incertitudes

L'incertitude est présente à tous les niveaux:

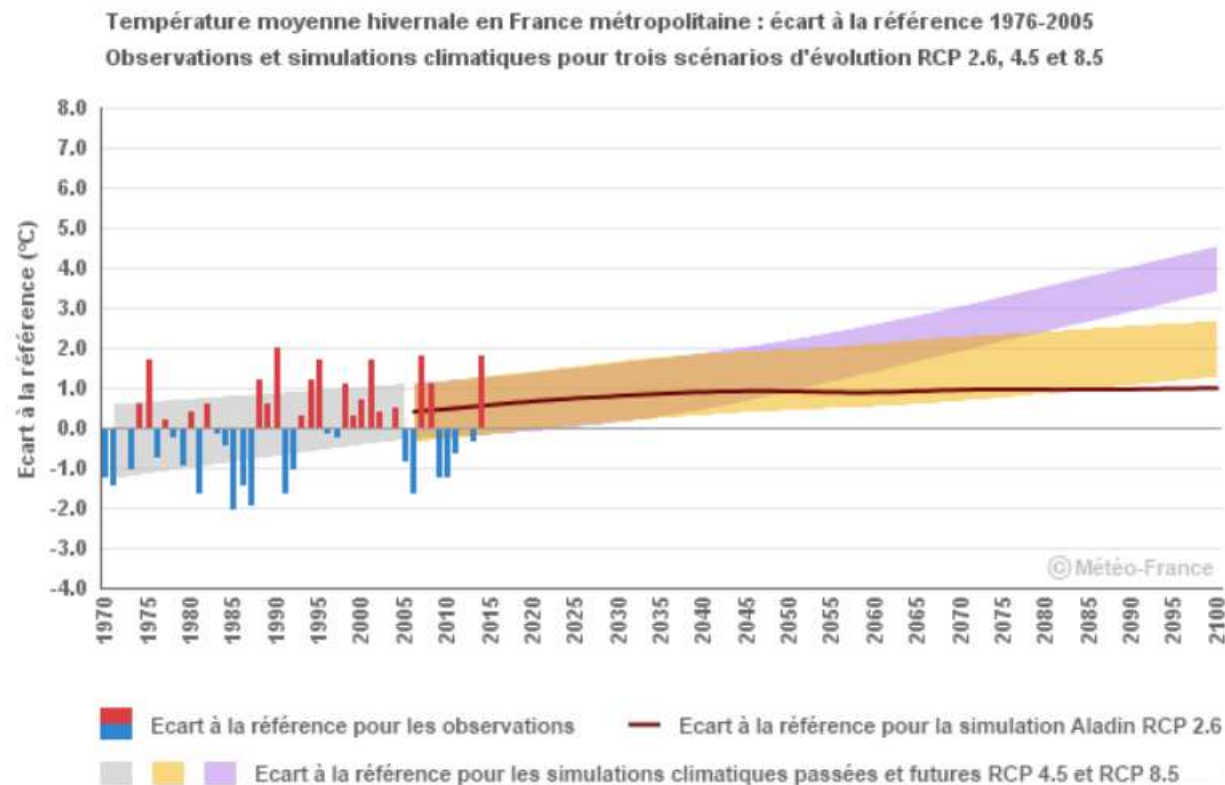
- scénarios d'émission
- modélisation du système terre et régionalisation
- Connaissance des systèmes, de leur vulnérabilité et capacité d'adaptation

=> Quantification des incertitudes grâce à une approche multi-modèles et multi scénarios



Exemple écarts de température hivernale (°C) en France relativement à la référence 1976-2005, pour le scénario RCP8.5

En France : des hivers plus doux



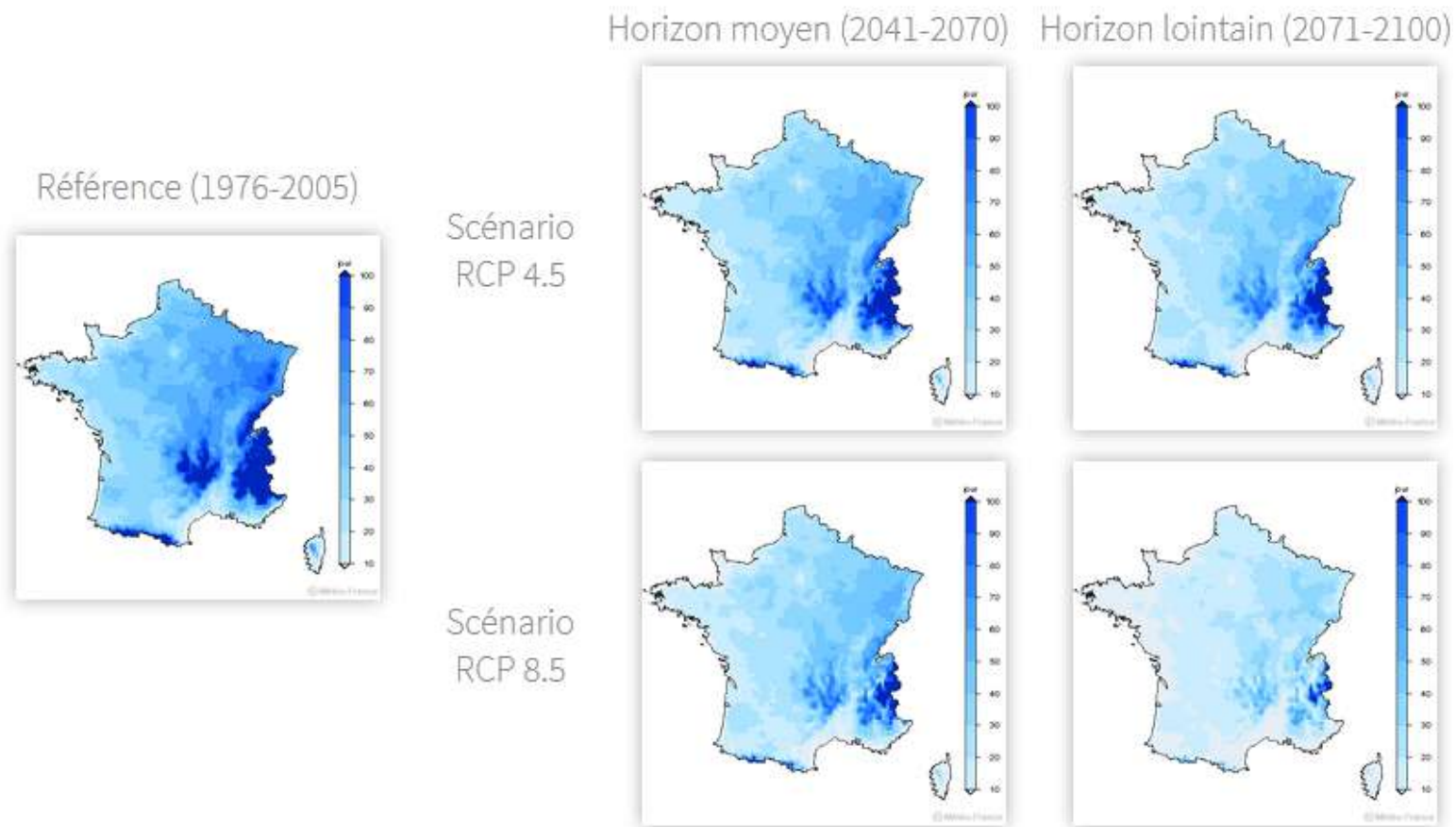
Les projections climatiques montrent une poursuite du réchauffement hivernal jusqu'aux années 2050, quel que soit le scénario.

Sur la seconde moitié du XXI^e siècle, l'évolution de la température moyenne hivernale diffère significativement selon le scénario considéré :

- stabilisation du réchauffement (scénario RCP2.6)
- hausse des températures hivernales pouvant atteindre près de 4°C à l'horizon 2071-2100 (RCP8.5)



Diminution du nombre de gelées au cours du 21ème siècle

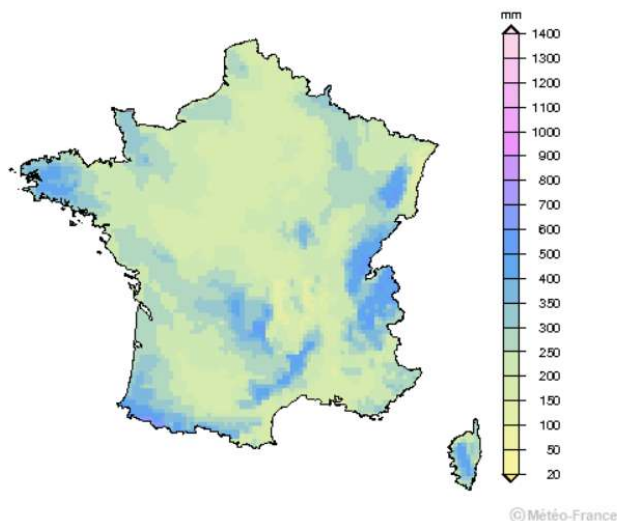


- diminution du nombre de jours de gel ($T_{air} < 0^{\circ}$) quel que soit le scénario
- à l'horizon 2071-2100, en moyenne en plaine, cette diminution serait de l'ordre de 17 jours selon le scénario RCP4.5 et de l'ordre de 27 jours selon le scénario RCP8.5

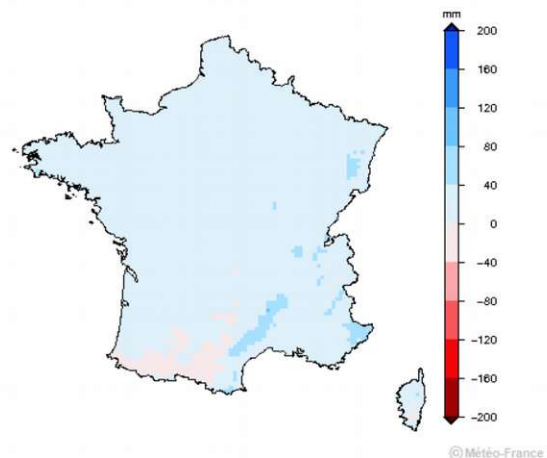


Davantage de précipitations en hiver selon le scénario

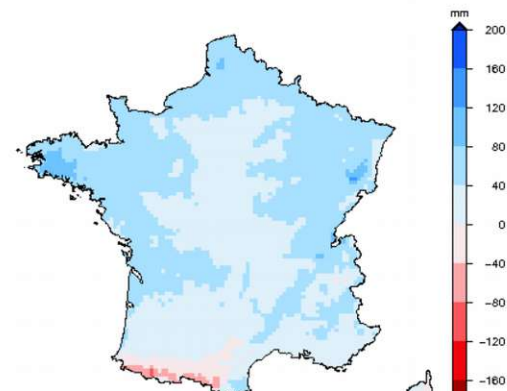
Cumul hivernal de précipitations : référence 1976-2005
Simulations climatiques pour le climat passé



Cumul hivernal de précipitations : écart à la référence 1976-2005 pour horizon lointain (2071-2100)
Simulations climatiques pour le scénario d'évolution RCP 4.5



Cumul hivernal de précipitations : écart à la référence 1976-2005 pour horizon lointain (2071-2100)
Simulations climatiques pour le scénario d'évolution RCP 8.5



- peu d'évolution des précipitations jusqu'aux années 2050 quel que soit scénario
- selon scénario RCP8.5, augmentation des précipitations
- mais élévation de température => diminution des précipitations sous forme de neige



Liberté • Égalité • République

Le changement climatique en France au 21ème siècle

A l'horizon 2021-2050:

- Hausse des températures moyennes entre 0.6° et 1.3°, plus importante en été dans le Sud-Est avec des écarts à la référence pouvant atteindre 1.5° à 2°
- Augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur en été, comprise entre 0 et 5 jours sur l'ensemble du territoire, voire 5 à 10 jours dans le Sud-Est
- Diminution des jours anormalement froids en hiver, entre 1 et 4 jours en moyenne, et jusqu'à 6 jours au Nord-Est
- Légère hausse des précipitations moyennes entre 0 et 0,42mm/j avec une forte incertitude sur la distribution géographique de ce changement



Le changement climatique en France au 21ème siècle

A l'horizon 2071-2100:

- Forte hausse des températures moyennes pouvant atteindre 4° selon le scénario sans politique climatique. Hausse particulièrement marqué dans le Sud-Est (pourrait dépasser 5°)
- Forte augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur, qui pourrait dépasser 20 jours pour le scénario RCP8.5
- Poursuite de la diminution des jours anormalement froids: entre 6 et 10 jours dans le Nord-Est, plus limité dans le Sud du pays
- Hausse des précipitations hivernales de 0.1 à 0.85 mm/j selon les modèles et les scénarios



Plan de la présentation

1- Introduction

2- Projections climatiques

3- Accès aux données : DRIAS et ClimatHD

4- Changement climatique et routes

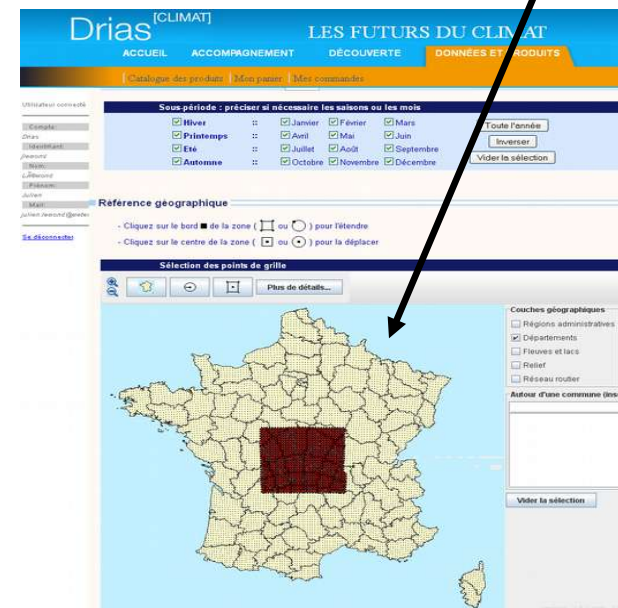
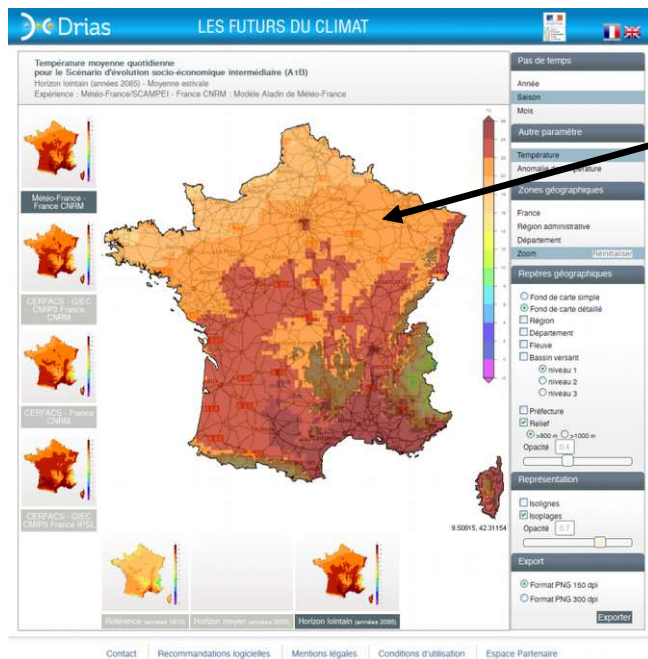


La mise à disposition des simulations climatiques : le portail DRIAS

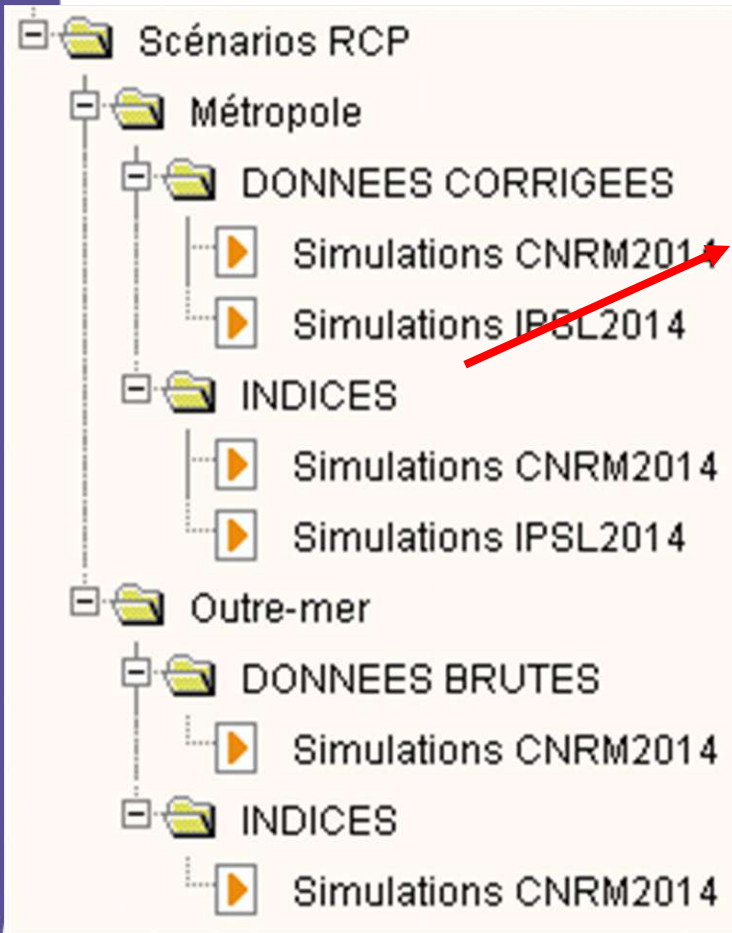
<http://www.drias-climat.fr/>

Le portail **DRIAS**, les futurs du climat (www.drias-climat.fr) :

- existe depuis juillet 2012,
- **modèles du GIEC régionalisés** à résolution de 8 km sur toute la France métropolitaine au pas de temps quotidien.
- associe les acteurs de la recherche sur le climat en France (CERFACS, CNRM, IPSL)



La mise à disposition des simulations climatiques : le portail DRIAS



- Températures ...
 - Température moyenne [C]
 - Température minimale [C]
 - Température maximale [C]
 - Amplitude thermique [C]
 - Extrême chaud de la température maximale [C]
 - Extrême froid de la température maximale [C]
 - Extrême chaud de la température minimale [C]
 - Extrême froid de la température minimale [C]
 - Degrés-jours de chauffage [C]
 - Degrés-jour de climatisation [C]
- Anomalies de Températures ...
 - Anomalie de température moyenne [C]
 - Anomalie de température minimale [C]
 - Anomalie de température maximale [C]
 - Anomalie d'amplitude thermique [C]
 - Anomalie de l'extrême chaud de la température maximale [C]
 - Anomalie de l'extrême froid de la température maximale [C]
 - Anomalie de l'extrême chaud de la température minimale [C]
 - Anomalie de l'extrême froid de la température minimale [C]
 - Anomalie des degrés-jours de chauffage [C]
 - Anomalie des degrés-jour de climatisation [C]
- Nombre de jours de Températures ...
 - Nombre de journées d'été
 - Nombre de jours anormalement chauds
 - Nombre de nuits anormalement chaudes
 - Nombre de nuits tropicales
 - Nombre de jours de gel
 - Nombre de jours sans dégel
 - Nombre de jours anormalement froids
 - Nombre de jours de vague de froid
 - Nombre de jours de vague de chaleur

- Anomalies du nombre de jours de Températures ...
 - Anomalie du nombre de journées d'été
 - Anomalie du nombre de jours anormalement chauds
 - Anomalie du nombre de nuits anormalement chaudes
 - Anomalie du nombre de nuits tropicales
 - Anomalie du nombre de jours de gel
 - Anomalie du nombre de jours sans dégel
 - Anomalie du nombre de jours anormalement froids
 - Anomalie du nombre de jours de vague de froid
 - Anomalie du nombre de jours de vague de chaleur
- Précipitations ...
 - Précipitations quotidiennes [mm]
 - Cumul de précipitations [mm]
 - Précipitations moyennes les jours pluvieux [mm]
 - Pourcentage des précipitations intenses
- Anomalies de Précipitations ...
 - Anomalie de précipitations quotidiennes [mm]
 - Anomalie du cumul de précipitations [mm]
 - Anomalie des précipitations moyennes les jours pluvieux [mm]
 - Anomalie du pourcentage des précipitations intenses
- Nombre de jours de Précipitations ...
 - Nombre de jours de pluie
 - Nombre de jours de fortes précipitations
 - Nombre maximum de jours de pluie consécutifs
 - Période de sécheresse
- Anomalie du nombre de jours de Précipitations ...
 - Anomalie du nombre de jours de pluie
 - Anomalie du nombre de jours de fortes précipitations
 - Anomalie du nombre maximum de jours de pluie consécutifs
 - Anomalie de période de sécheresse

ClimatHD: accès au climat passé et futur pour le grand public

<http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd>

The screenshot displays the 'ClimatHD' website interface. At the top, there are navigation tabs for 'Climat passé' and 'Climat futur'. The main header reads 'FRANCE MÉTROPOLITAINE | L'évolution constatée du climat'. The central content area is divided into two columns. The left column contains text about temperature observations since 1900 and other climate indicators. The right column features a map of France with 'Île-de-France' highlighted and a video player for 'Animation d'anomalie de température'. Below this, there are four interactive panels: 'Températures', 'Précipitations', 'Phénomènes', and 'Impacts', each with a representative icon and a small data visualization.

FRANCE MÉTROPOLITAINE | L'évolution constatée du climat

Observations des températures depuis 1900 :

- Hausse des températures moyennes en France de 1,4°C depuis 1900
- Accentuation sensible du réchauffement au cours des 3 dernières décennies

Autres observations depuis le milieu du XX^e siècle :

- Évolution des précipitations différente selon les régions et les saisons
- Augmentation de la fréquence des vagues de chaleur
- Pas de tendance marquée pour la fréquence des tempêtes et des pluies extrêmes
- Diminution de la durée de l'enneigement en moyenne montagne
- Assèchement du sol et accentuation de l'intensité des sécheresses

Et dans ma région?

Île-de-France

Animation d'anomalie de température

En savoir plus >

Températures

Précipitations

Phénomènes

Impacts

Plan de la présentation

1- Introduction

2- Projections climatiques

3- Accès aux données : DRIAS et ClimatHD

4- Changement climatique et routes

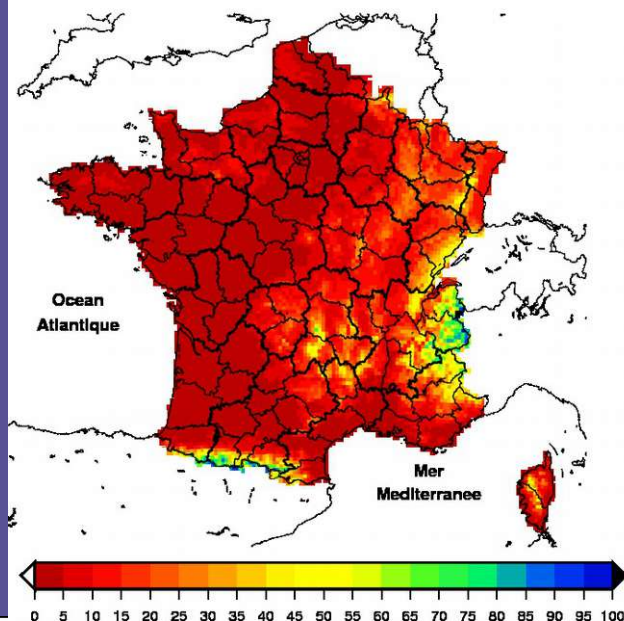


Et l'impact sur les routes?

Utilisation du modèle de route ISBA-Route-CROCUS et de réanalyses atmosphériques pour une climatologie météoroutière

- Les paramètres : température de chaussée, teneur en eau et glace de la chaussée, hauteur de neige sur route...
- Travaux en cours sur le climat passé pour établir une climatologie routière sur la période 2004-2014

Nb jours moyen en condition hivernale (neige et/ou verglas)



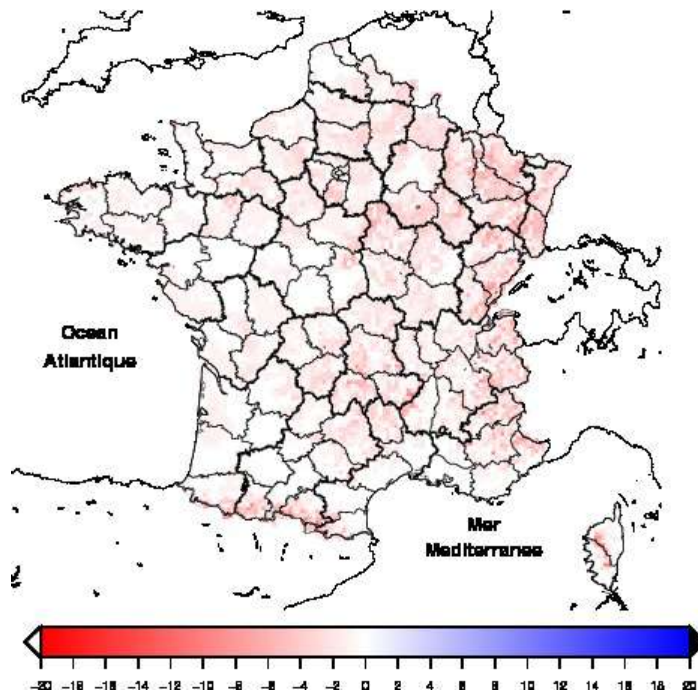
Le nombre de jours en condition hivernales est le nombre de jours avec un présence de verglas (défini par une hauteur de glace > 0.05mm) et/ou de neige sur la route (défini par une hauteur de neige > 1cm)

=> Extension possible de la démarche au climat futur pour quantifier l'effet du changement climatique et les incertitudes associées

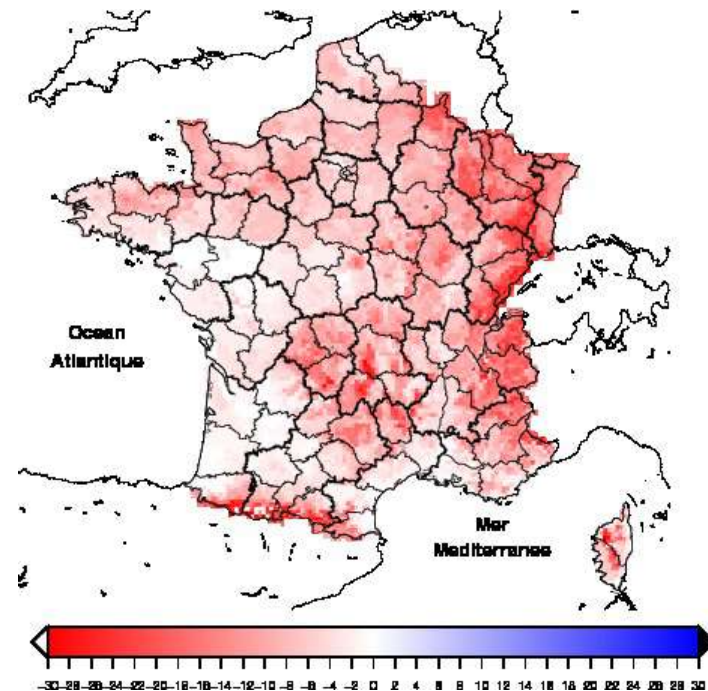
Illustration simple des perspectives

Augmentation « constante » de température en fonction de différents scénarios (1° et 4°)

- ⇒ Prise en compte de la conséquence de cette augmentation sur la phase des précipitations et sur le rayonnement infrarouge incident
- ⇒ Test sur 2010-2011, année « moyenne » sur la période 2004-2014



Nombre de jours avec présence de neige sur la route (+1°): écart à la référence 2010-2011



Nombre de jours avec présence de neige sur la route (+4°): écart à la référence 2010-2011



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

Perspectives pour l'étude de l'impact du changement climatique sur les routes

- Utilisation de modèle détaillé (ISBA-Route-CROCUS) permettant de simuler le comportement d'une chaussée soumise à des conditions atmosphériques (gel en surface et en profondeur, tenue de la neige sur les chaussées, hauteur et type de neige...)
- Utilisation des résultats des projections climatiques régionalisées pour forcer le modèle
- Approche multi-modèle et multi-scénario afin de quantifier l'incertitude
- Utilisation des scénarios 200 ans à climat constant (200 ans de climat représentatif de 2010 et 200 ans de climat représentatif de 2050) : permet de faire des statistiques « climatologiques » par exemple durées de retour



© F. de la Mure / MAE

Décembre 2015 : COP21 à Paris

FIN

