



## Le changement climatique et ses impacts sur la route

**Eric Brun**

- Météo-France
- Directeur de la recherche
- [Eric.Brun@meteo.fr](mailto:Eric.Brun@meteo.fr)



**METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance



## Plan de la présentation

**Les connaissances sur le changement climatique à l'échelle globale**

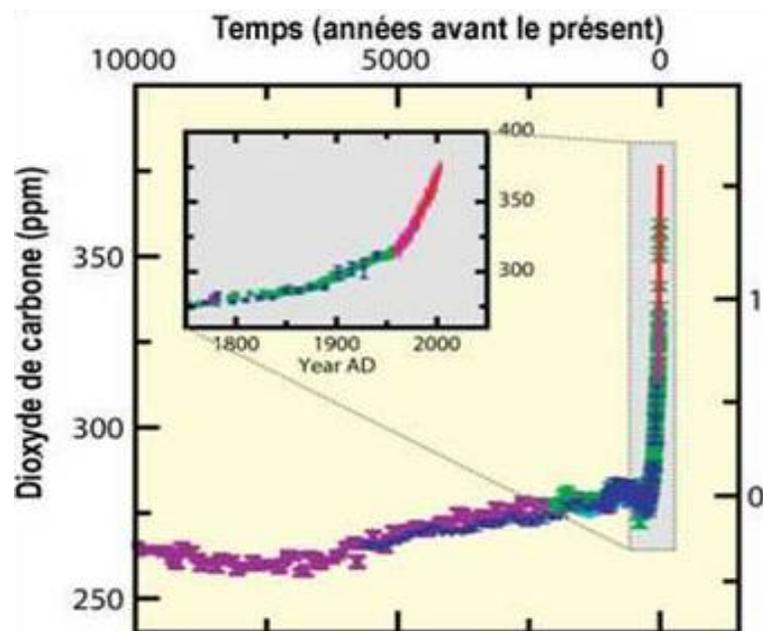
**Impacts potentiels sur les routes dépendant étroitement des régions considérées**

**Exemple de méthode de régionalisation des impacts et d'études de sensibilité**

## L'effet de serre

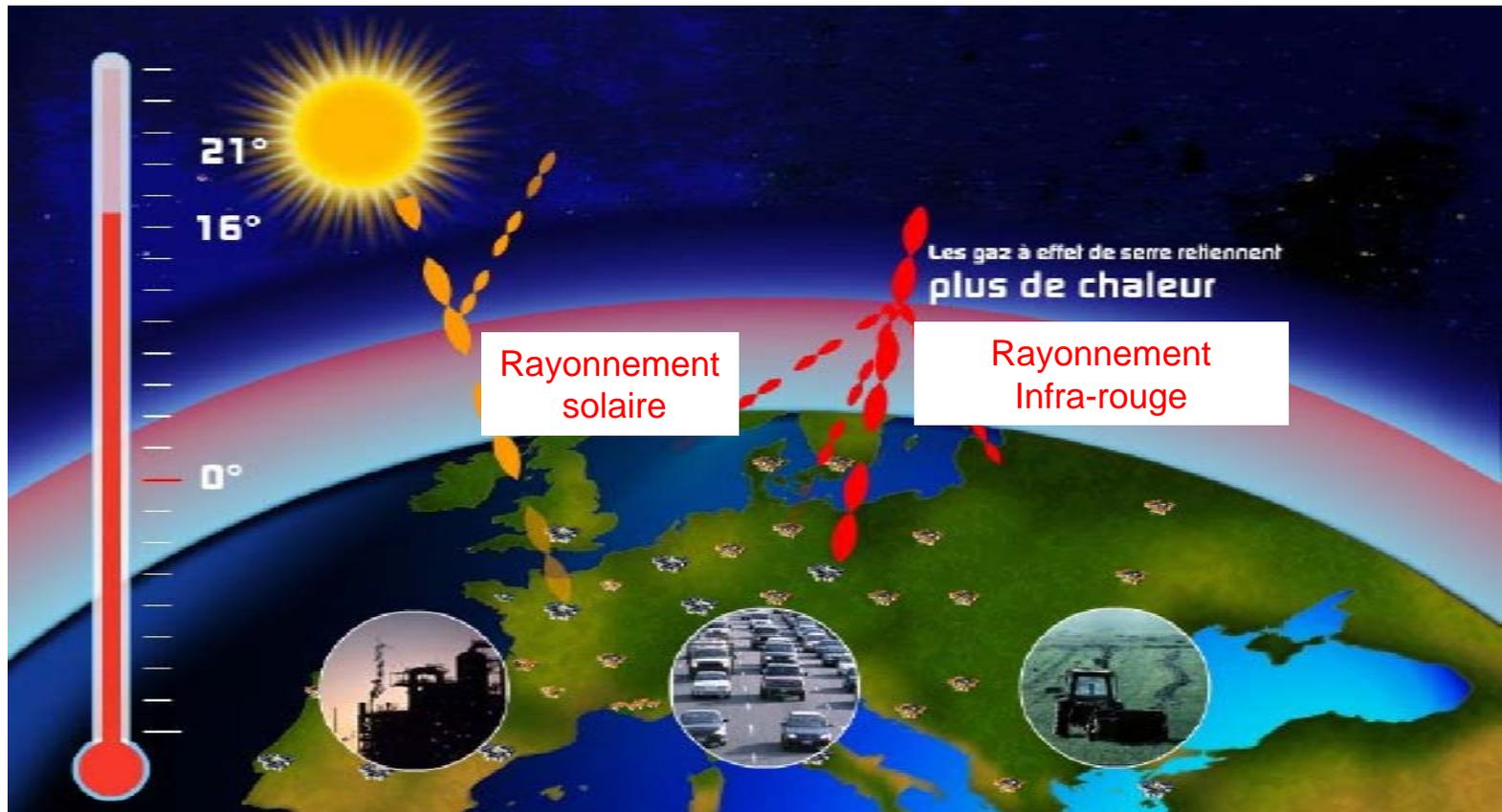
C'est principalement pour produire de l'énergie à partir des combustibles fossiles que les activités humaines émettent une quantité très importante de gaz à effet de serre, dont le gaz carbonique

→ ainsi, la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère terrestre a déjà augmenté de 30% env. depuis le début de l'ère industrielle



(GIEC, 2007)

# L'effet de serre



Ces gaz additionnels piègent une part additionnelle du rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre pour équilibrer l'apport du rayonnement solaire

→ Ceci équivaut à piéger environ 1% du rayonnement solaire  
.... ce qui représente une quantité colossale d'énergie!

# Les changements sont déjà observés

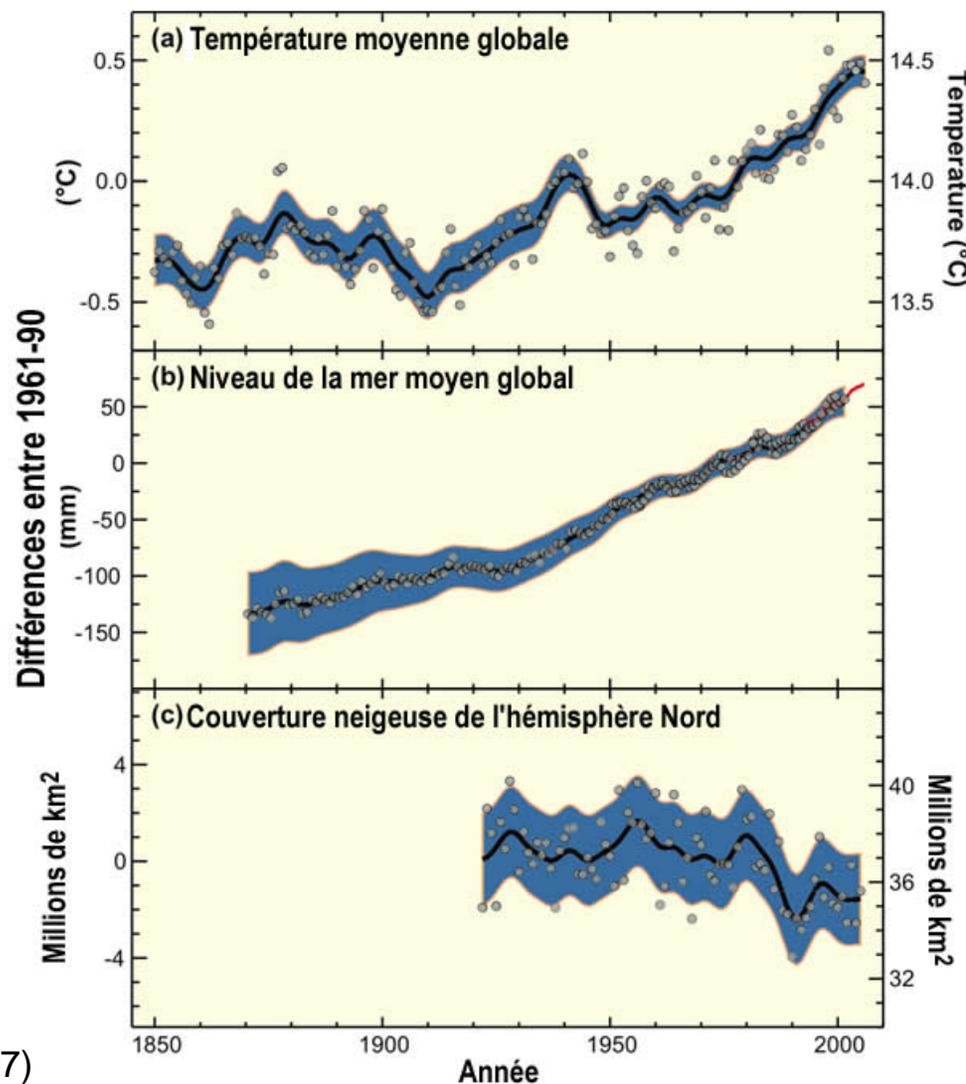
« **Le réchauffement du système climatique est sans équivoque**, car il est maintenant évident dans les observations de:

l'accroissement des températures moyennes mondiales de l'atmosphère et de l'océan,

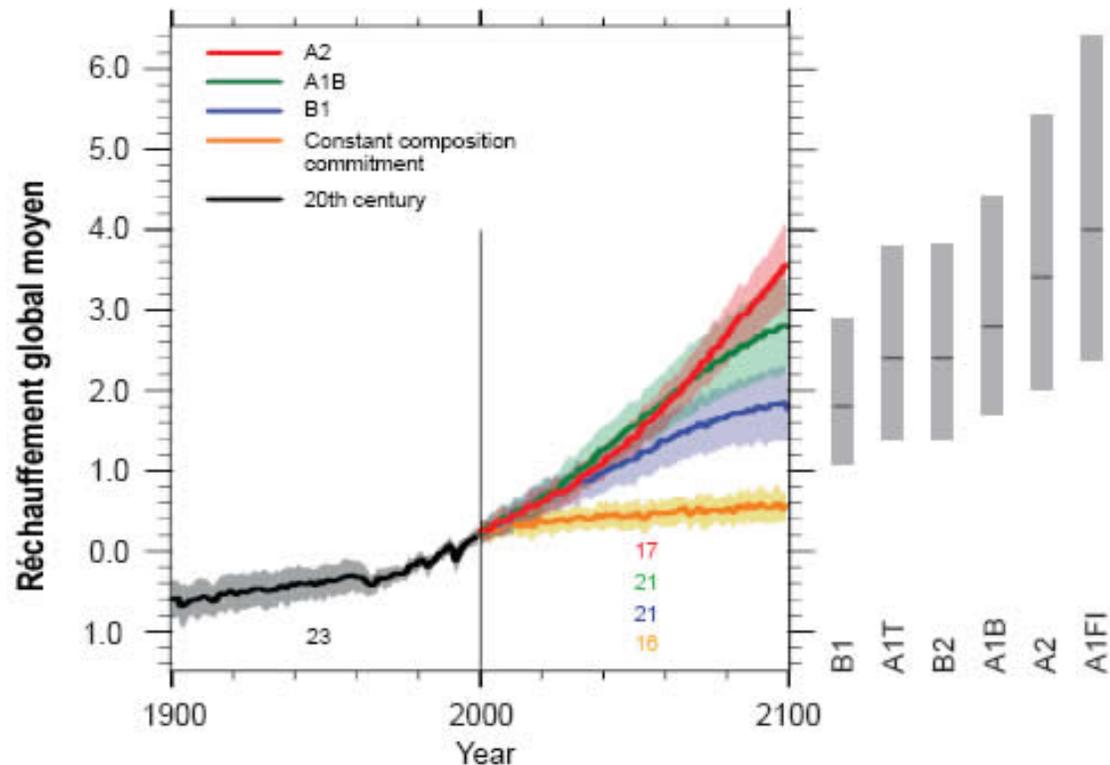
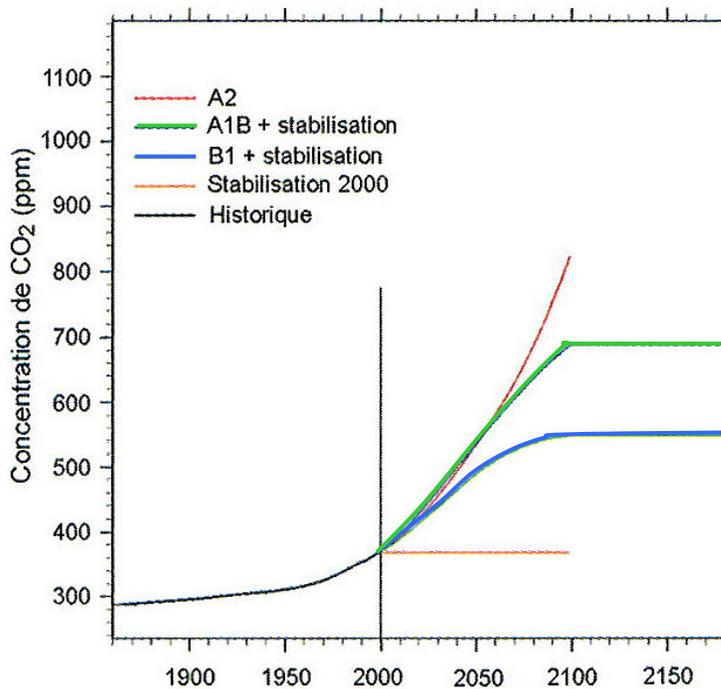
la fonte généralisée de la neige et de la glace,

l'élévation du niveau moyen mondial de la mer. »

(source GIEC, 2007)



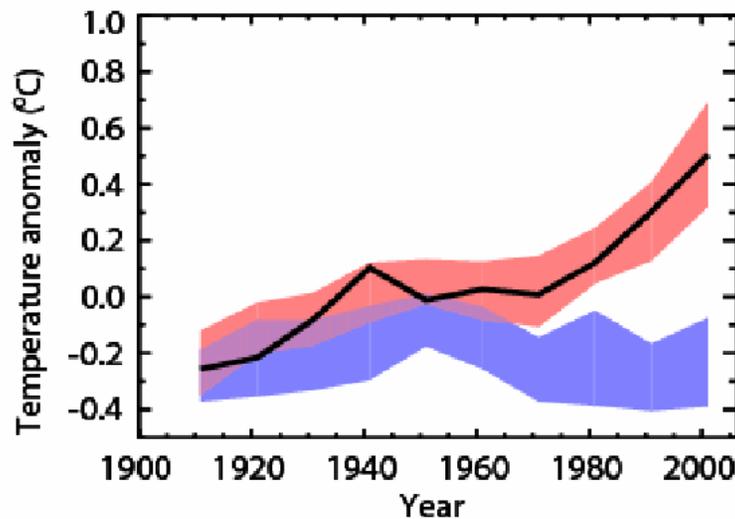
# Des scénarios marqueurs du GIEC ... ... aux projections climatiques globales



(source GIEC, 2007)

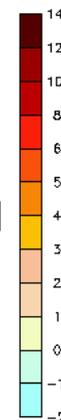
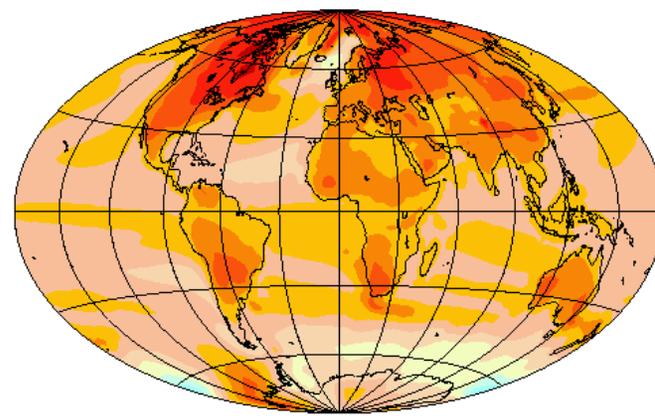
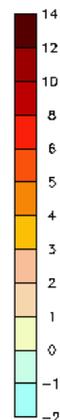
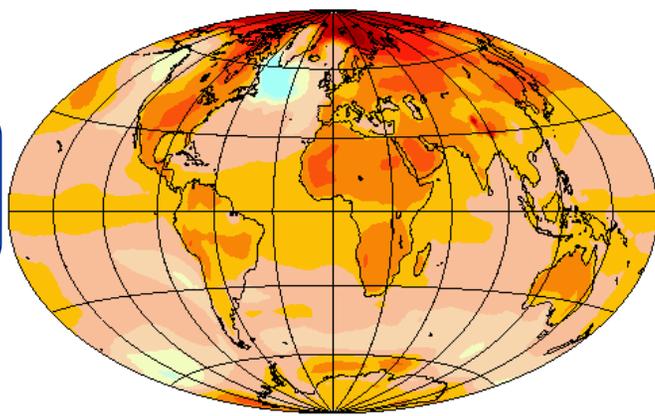
Modèles de climat

Les projections globales pour la température sont cohérentes avec les observations récentes mais varient régionalement



(source GIEC, 2007)

scénario  
A2

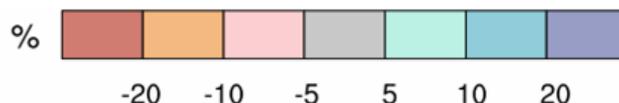
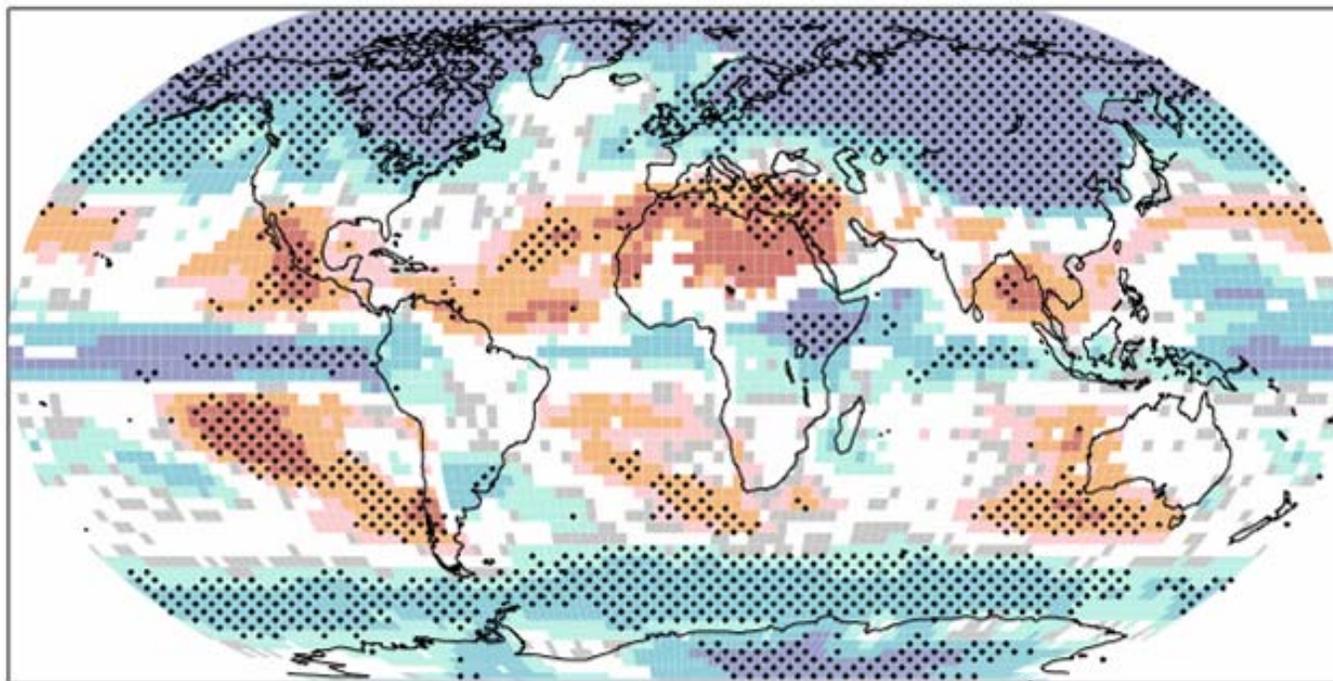


CNRM GCM

Changement de température pour le XXIe Siècle

IPSL GCM

# Confiance dans l'évolution des précipitations en hiver 2090-2099 par rapport à 1980-1999 scénario A1B



(source GIEC, 2007)

Zones blanches : moins de 66% des modèles sont en accord sur le signe du changement

Zones en pointillé : plus de 90% des modèles sont en accord

# Des impacts positifs et négatifs pour la route

## Impacts positifs

- Diminution des dégâts liés au gel
- Diminution du nombre de jours de neige

## Impacts négatifs

- Augmentation de certains événements extrêmes menaçant la sécurité des automobilistes
  - Précipitations intenses
  - Glissements de terrain
  - Vents forts
- Erosion marine des routes côtières
- Fonte du pergélisol
- Intensité plus forte des chutes de neige
- Endommagement des enrobés de surface durant les épisodes de canicule et les sécheresses prolongées

→ Impacts et certitudes très variables selon les régions du monde

## Illustration des effets de la fonte du pergélisol



**Les surfaces de pergélisol ont déjà diminué de 7% dans l'hémisphère Nord depuis 1900 (GIEC 2007)**

## Illustration des effets de l'érosion côtière



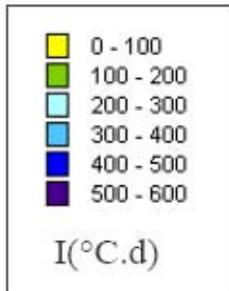
**La niveau des océans a déjà augmenté de plus de 15 cm depuis 1870 et augmente de 3 mm/an depuis 10 ans (GIEC 2007)**

## Nécessité de traiter chaque impact spécifiquement

1. Régionalisation des variables climatiques pertinentes
2. Utilisation de modèles spécifiques aux impacts considérés pour traiter les processus complexes, les non-linéarités (études de sensibilité)

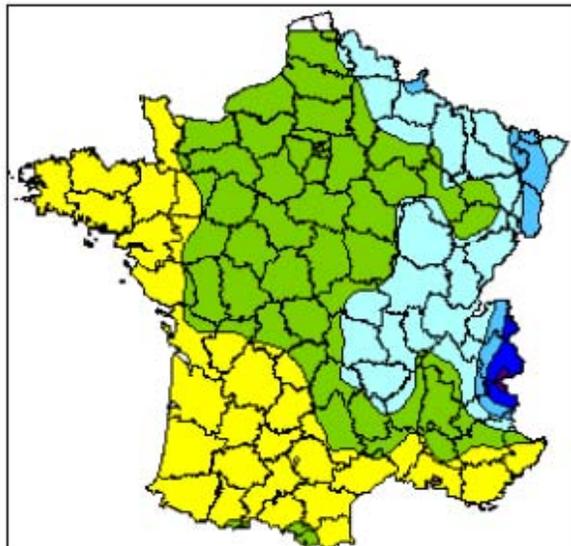
→ Exemple sur la France

# Méthodes basées sur l'évolution des seuls paramètres météorologiques



**Indice de Gel**

**Climat  
présent**

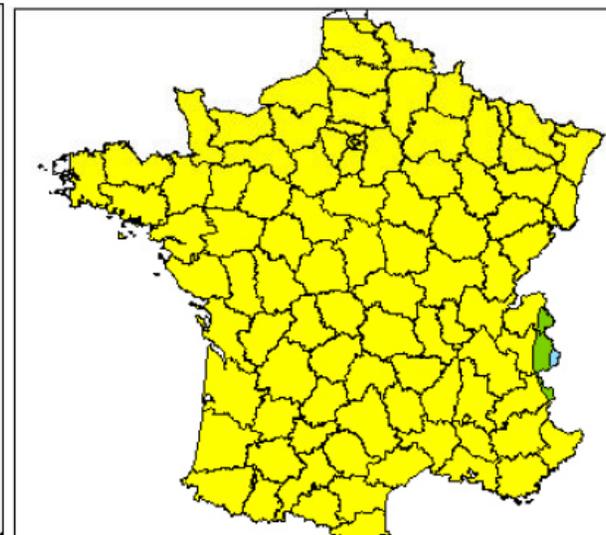
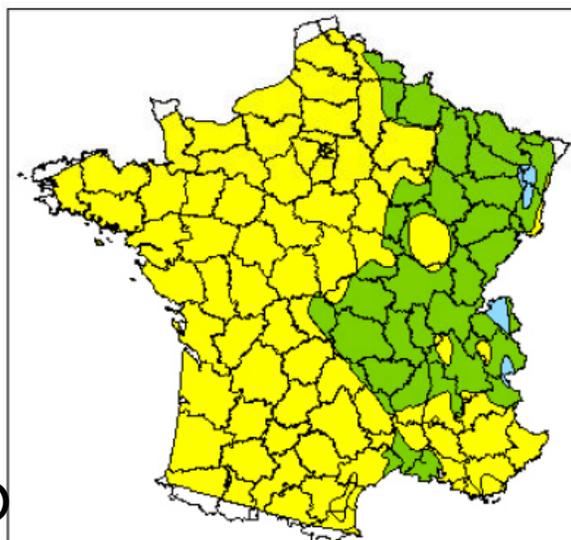


**Hiver rigoureux  
exceptionnel**



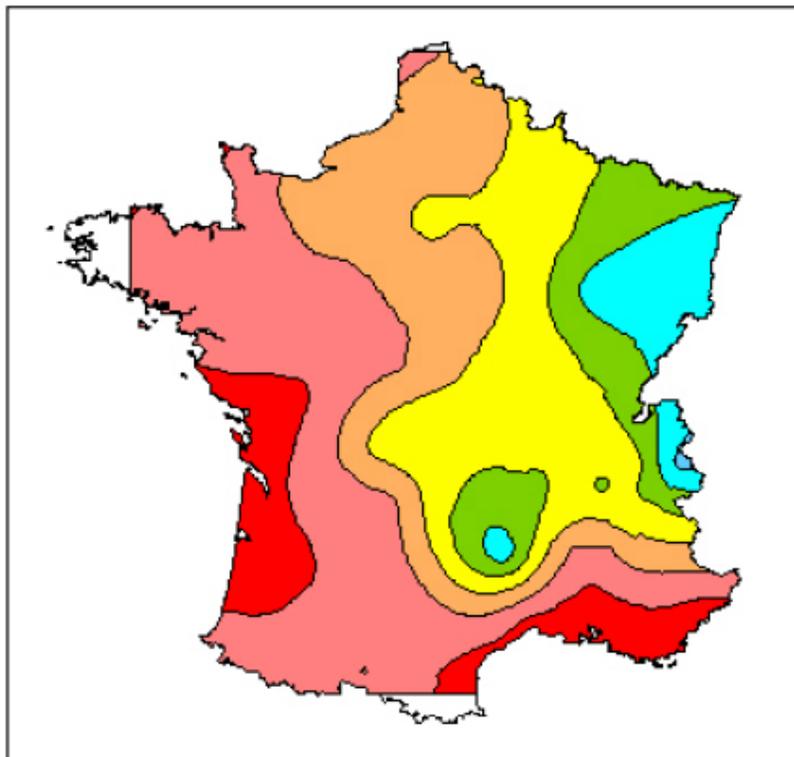
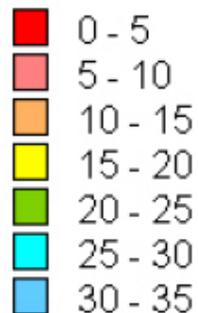
**Hiver rigoureux  
non exceptionnel**

**Scénario A2  
régionalisé  
2070-2100**

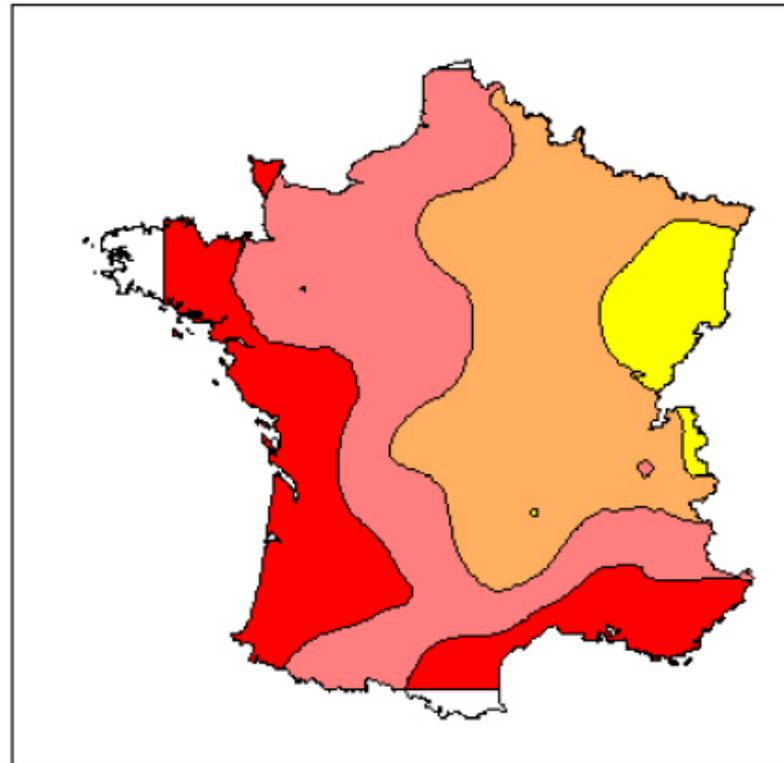


# Méthodes basées sur l'évolution des seuls paramètres météorologiques

## Evolution du nombre de jours par an avec chutes de neige



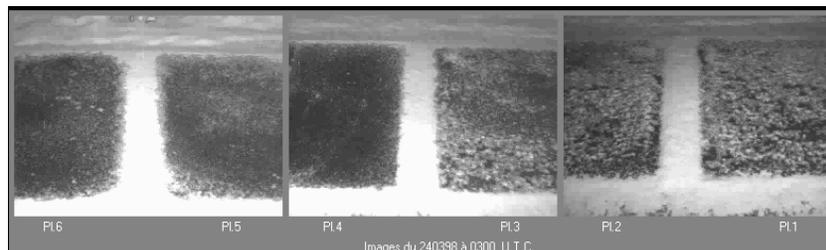
**Climat  
présent**



**Scénario A2  
régionalisé  
2070-2100**

(source C. Mauduit et al.)

# Méthodes basées sur l'étude des relations étroites entre conditions météorologiques et les impacts : exemple de l'enneigement des routes (projet gelcro)



➔ Observation de la tenue de la Neige sur les routes

## Moyens mis en oeuvre



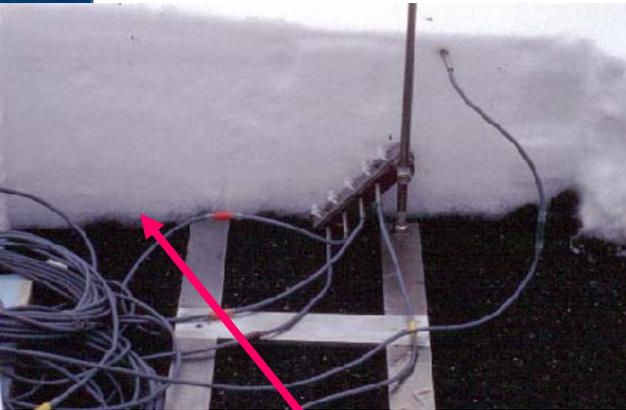
➔ Déneigement après chaque épisode neigeux

➔ Campagne de mesures de 1997 à 2000

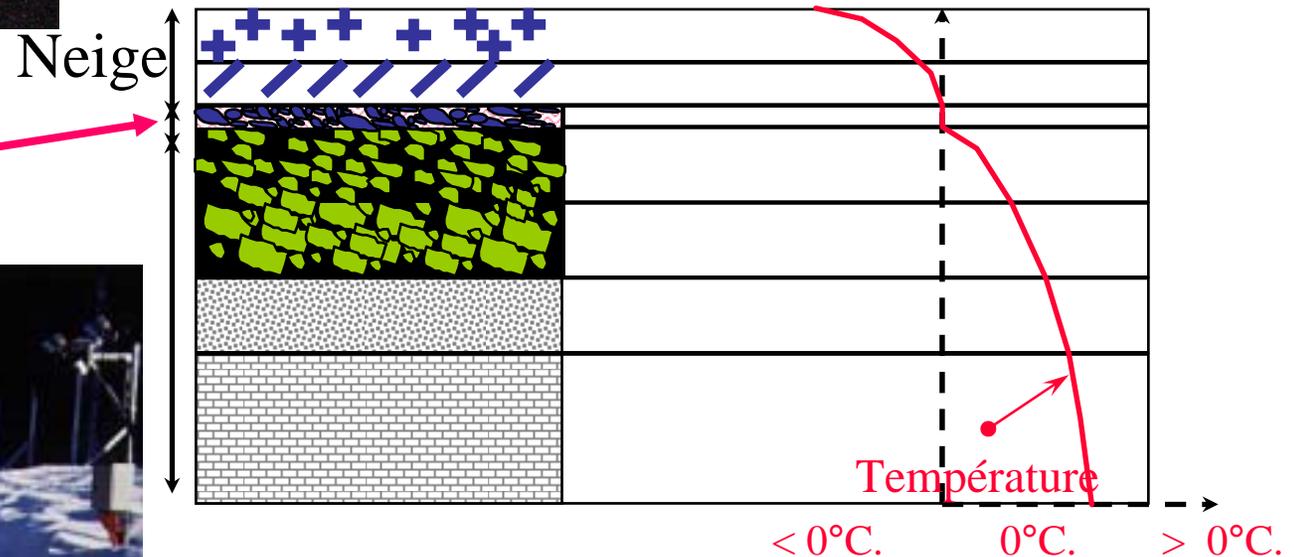
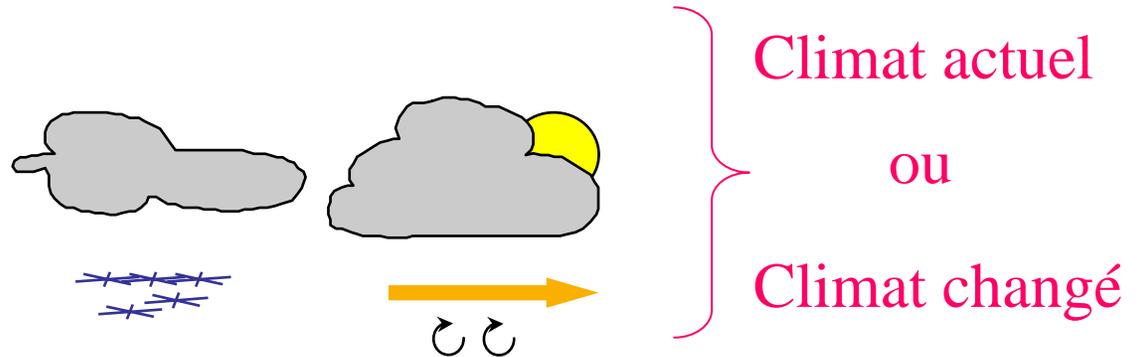
➔ Base de données de 60 épisodes de chute de neige sur chaussée

Coopération (Météo-France/RST Equipement)

# Méthodes basées sur le forçage d'un modèle d'évolution de la neige sur une chaussée



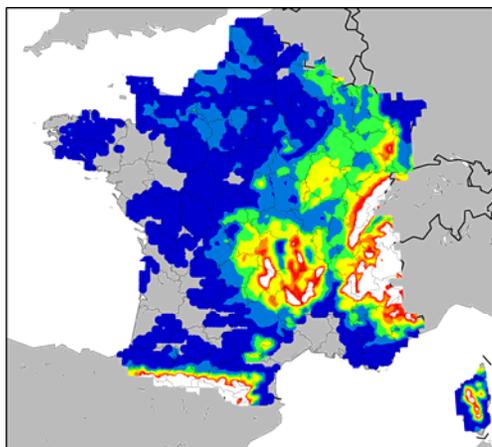
Interface  
neige-chaussée



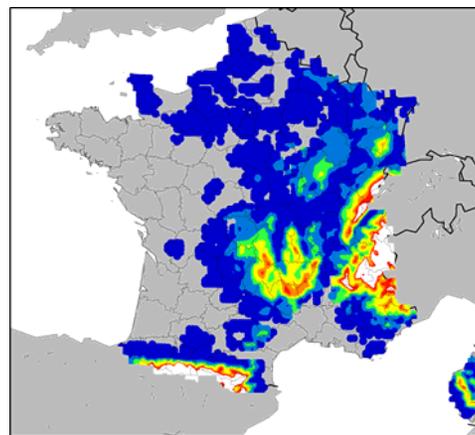
Chaussée routière

# Méthodes basées sur le forçage de modèles spécifiques : impact du nombre de jours avec neige tenant sur les chaussées

Hiver  
2004-2005



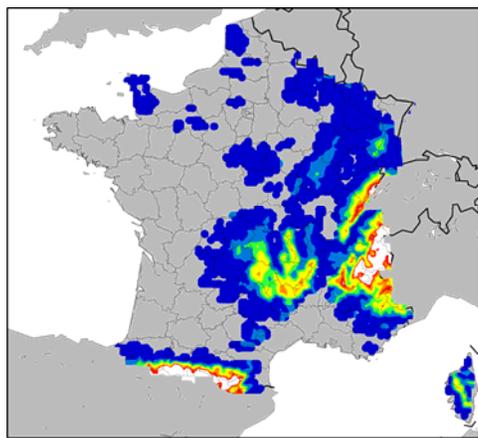
Nombre de jours avec présence de neige sur la chaussée



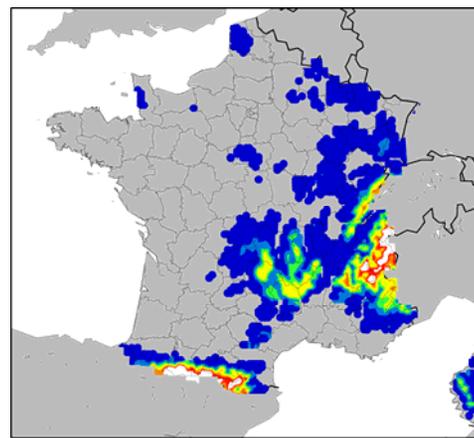
Nombre de jours avec présence de neige sur la chaussée

dT = +1.8°C.  
Ray. IR +2.6%

dT = +2.8°C.  
Ray. IR +4.1%



Nombre de jours avec présence de neige sur la chaussée

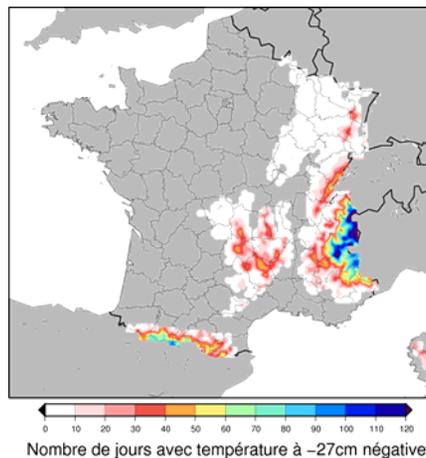
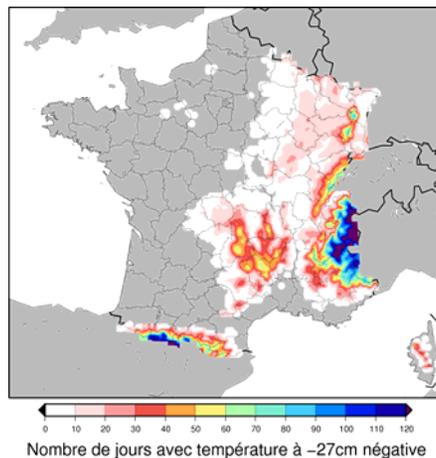


Nombre de jours avec présence de neige sur la chaussée

dT = +4.0°C.  
Ray. IR +7.3%

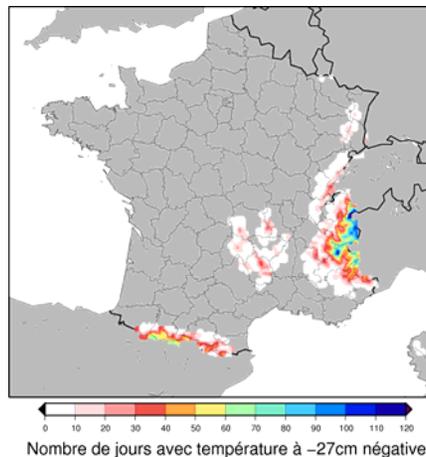
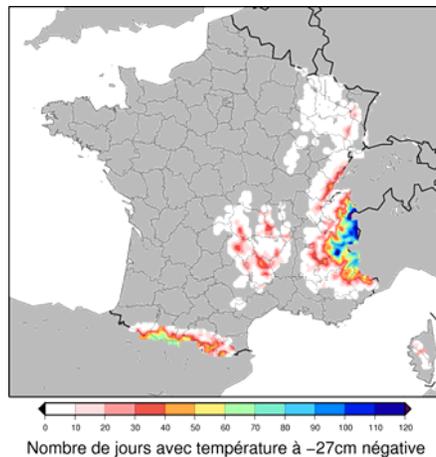
# Méthodes basées sur le forçage de modèles spécifiques : nombre de jours avec gel de la chaussée en profondeur

Hiver  
2004-2005



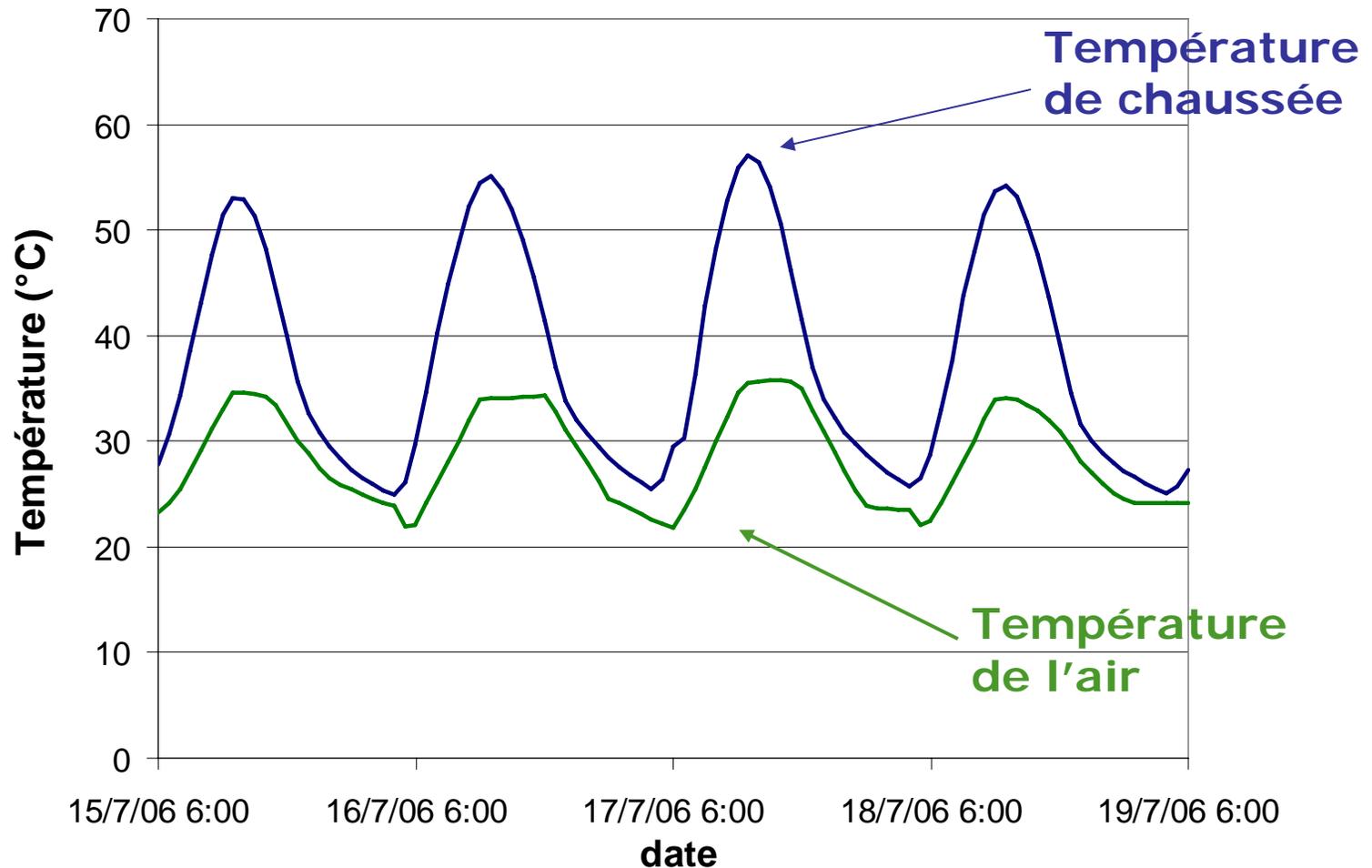
$dT = +1.8^{\circ}\text{C}$ .  
Ray. IR +2.6%

$dT = +2.8^{\circ}\text{C}$ .  
Ray. IR +4.1%



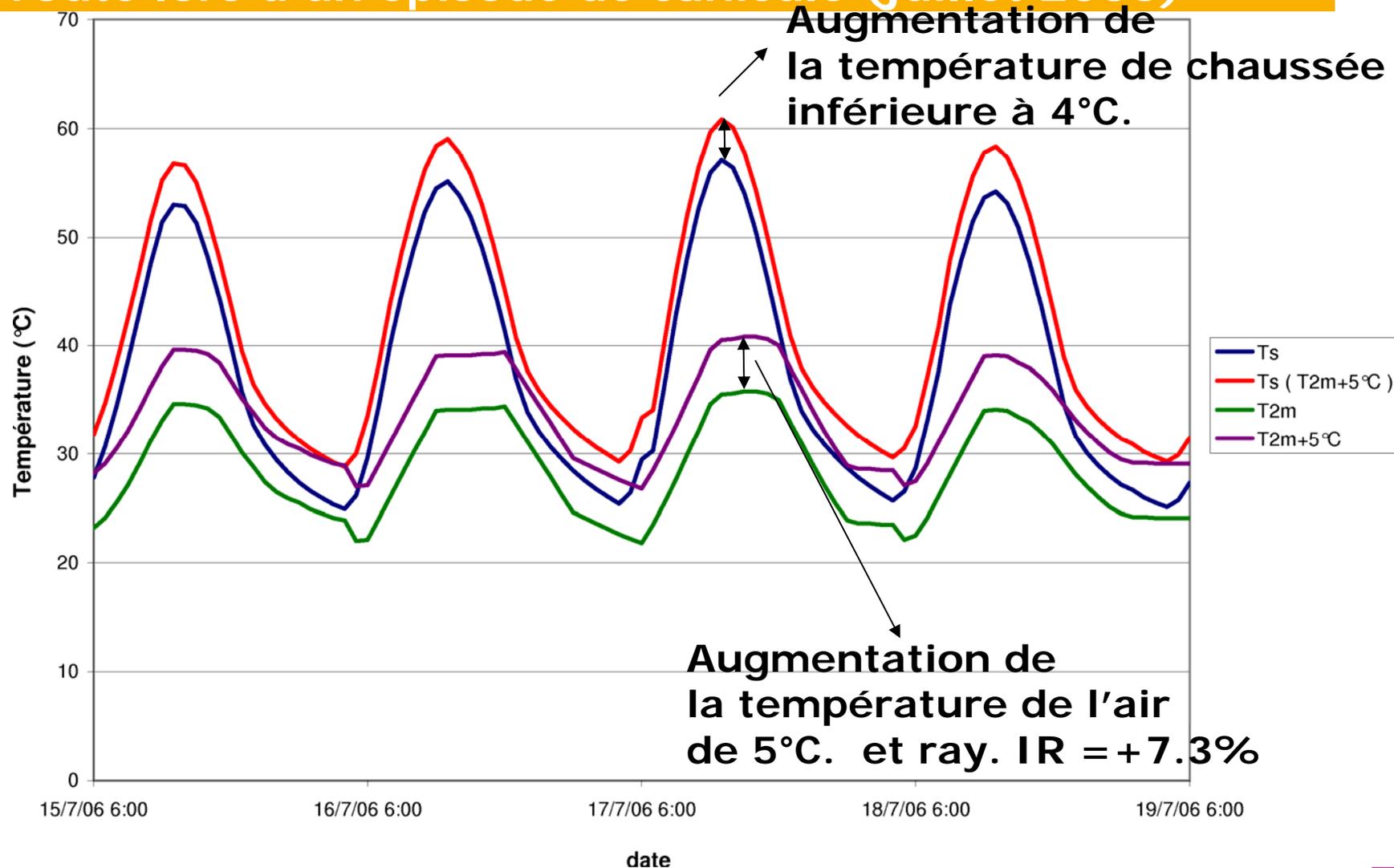
$dT = +4.0^{\circ}\text{C}$ .  
Ray. IR +7.3%

# Méthodes basées sur le forçage de modèles spécifiques : augmentation de température de la route lors d'un épisode de canicule (juillet 2006)

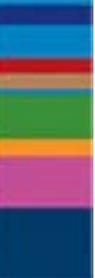


(source L. Bouilloud)

# Méthodes basées sur le forçage de modèles spécifiques : augmentation de température de la route lors d'un épisode de canicule (juillet 2006)



(source L. Bouilloud)



## Conclusions

### **Fort impact du changement climatique sur les infrastructures routières et la viabilité hivernale**

- dépendant fortement des régions considérées
- des méthodologies plus ou moins complexes existent pour les évaluer
- importance des combinaisons de situations telles que des cycles « précipitations intenses / sécheresse / canicule » encore très difficilement prévisibles.
- l'évaluation socio-économique doit tenir compte des incertitudes sur le changement climatique (scénario GIEC et régionalisation)