

Évolution des records de température de surface au cours du 20^{ème} et du 21^{ème} siècle en France

Margot Bador⁽¹⁾, Laurent Terray⁽¹⁾, Julien Boé⁽¹⁾, Brigitte Dubuisson⁽²⁾,
Anne-Laure Gibelin⁽²⁾ et Antoinette Alias⁽³⁾

⁽¹⁾ Cerfacs, Toulouse, France

⁽²⁾ DClim/DEC, Météo-France, Toulouse, France

⁽³⁾ CNRM/GMGEC-EAC, Météo-France, Toulouse, France



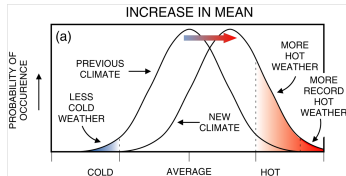
Ateliers de Modélisation de l'Atmosphère, 20.01.2015

Les extrêmes climatiques et le changement climatique

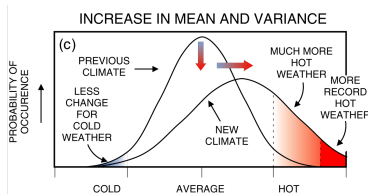
Quels changements d'extrêmes avec le réchauffement climatique ?

a : réchauffement = déplacement de moyenne uniquement

b : réchauffement = déplacement de moyenne accompagné d'un changement de variance



Source : Kevin E. Trenberth



Les extrêmes de température de surface

Les records de température

- Une façon de traiter les extrêmes, complémentaire des indices d'extrêmes
- Les statistiques et des lois de probabilité renseignent sur l'évolution théorique des records, associée pour ici à un climat stationnaire.
- Le calcul des records est réalisable pour des points de grille de modèle comme des stations d'observations.

Définitions

Records de température de surface

En un jour du calendrier :

- **records haut (chaud)** = température de surface journalière maximale supérieure au record haut enregistré depuis l'initialisation
- **records bas (froid)** = température de surface journalière minimale inférieure au record bas enregistré depuis l'initialisation

Les probabilités :

- **Climat stationnaire** : décroissance des records en $1/n$
 n = nombre d'années depuis l'initialisation

Définitions

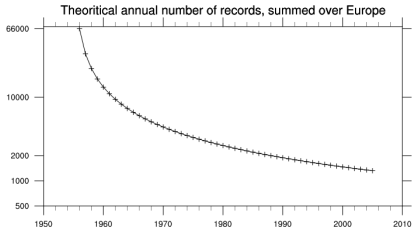
Records de température de surface

En un jour du calendrier :

- **records haut (chaud)** = température de surface journalière maximale supérieure au record haut enregistré depuis l'initialisation
- **records bas (froid)** = température de surface journalière minimale inférieure au record bas enregistré depuis l'initialisation

Les probabilités :

- **Climat stationnaire** : décroissance des records en $1/n$
 n = nombre d'années depuis l'initialisation



Définitions

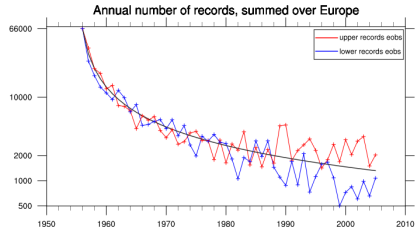
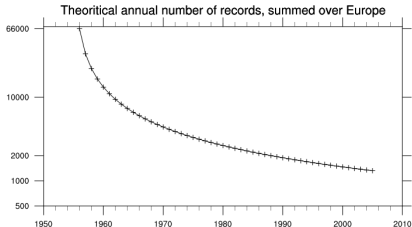
Records de température de surface

En un jour du calendrier :

- **records haut (chaud)** = température de surface journalière maximale supérieure au record haut enregistré depuis l'initialisation
- **records bas (froid)** = température de surface journalière minimale inférieure au record bas enregistré depuis l'initialisation

Les probabilités :

- **Climat stationnaire** : décroissance des records en $1/n$
 n = nombre d'années depuis l'initialisation



Les données

Le modèle

Température maximale et minimale journalière :

- Aladin, simulation EuroCordex à 12 km :
 - une simulation historique (1950-2005)
 - une simulation du XXIème siècle (RCP8.5, 2006-2100)

Les observations

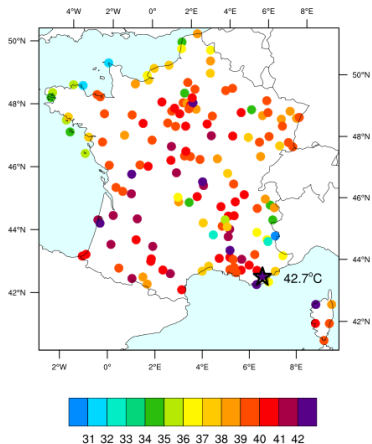
Température maximale et minimale journalière :

- Observations SQR de Météo-France :
 - un peu plus de 150 stations en France
 - à partir de 1950 et jusqu'à 2012

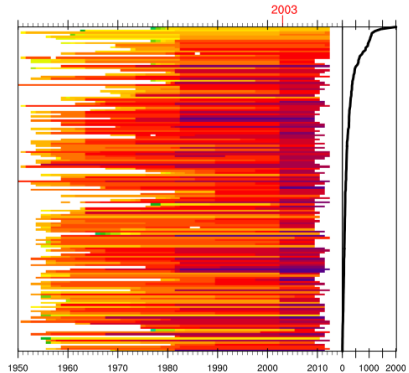
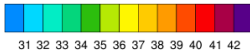
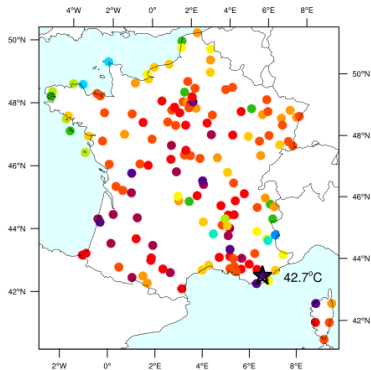
Questions posées

1. Quelles sont les valeurs actuelles des records chauds journaliers dans les observations SQR en été ?
2. Quelles sont les projections des changements de records chauds (occurrence et valeur) en été dans une simulation régionale à haute résolution ?

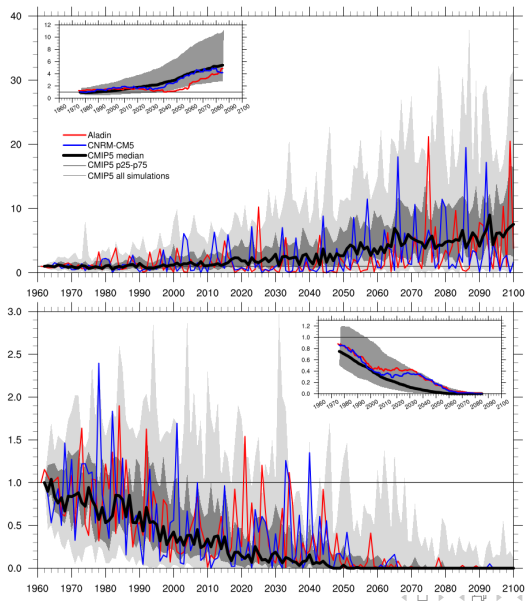
Evolution observée de la valeur des records en France



Evolution observée de la valeur des records en France

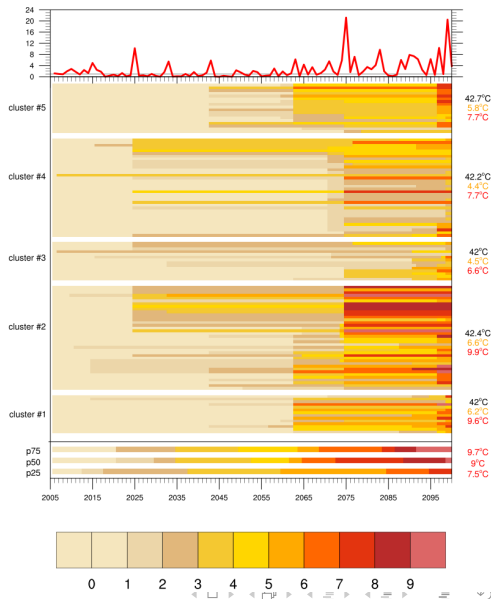
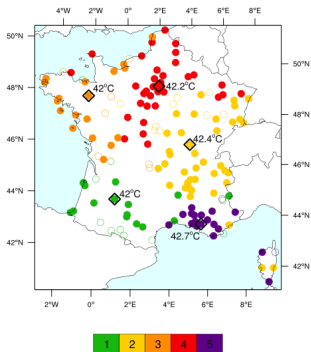


Projections du nombre de records chauds et froids



Projections de la valeur des records chauds

Clustering d'extrêmes (Bernard et al. 2013)



Conclusions

Occurrence des records

(Bador et al., clim. dyn., en révision)

- L'évolution des records de température de surface au cours du 20^{ème} siècle en France et en Europe oscille autour de l'évolution attendue dans le cadre d'un climat stationnaire, avec des oscillations à basse fréquence en réponse à la variabilité décennale à multi-décennale.
- Depuis les années 1980, l'évolution observée et simulée des records s'écarte de la courbe théorique attendue dans un climat stationnaire, avec une augmentation du nombre de records chauds et une diminution du nombre de records froids. Ces changements s'intensifient au cours du 21^{ème} siècle.

Conclusions

Occurrence des records

(Bador et al., clim. dyn., en révision)

- L'évolution des records de température de surface au cours du 20^{ème} siècle en France et en Europe oscille autour de l'évolution attendue dans le cadre d'un climat stationnaire, avec des oscillations à basse fréquence en réponse à la variabilité décennale à multi-décennale.
- Depuis les années 1980, l'évolution observée et simulée des records s'écarte de la courbe théorique attendue dans un climat stationnaire, avec une augmentation du nombre de records chauds et une diminution du nombre de records froids. Ces changements s'intensifient au cours du 21^{ème} siècle.

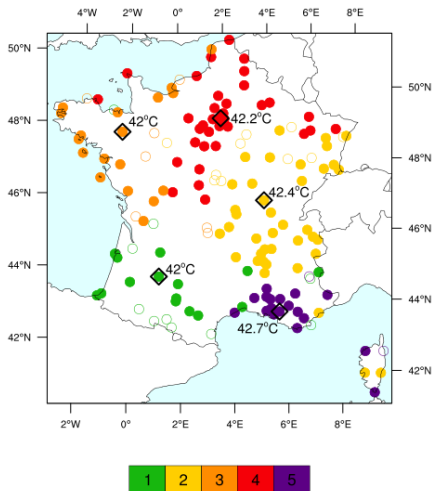
Valeur des records

- La carte des maxima de records chauds en été a été établie à l'aide des stations d'observations SQR de Météo-France. La canicule 2003 est à l'origine de nouveaux records dans plus de 70% des stations.
- Une simulation régionale à haute résolution (12km) du climat futur indique une augmentation maximale en été en France comprise entre 6,6 et 9.9°C à l'horizon 2100. L'augmentation des records chauds semble être en accord avec un ensemble de 29 modèles de climat.

Merci,
des questions ?

ANNEXES

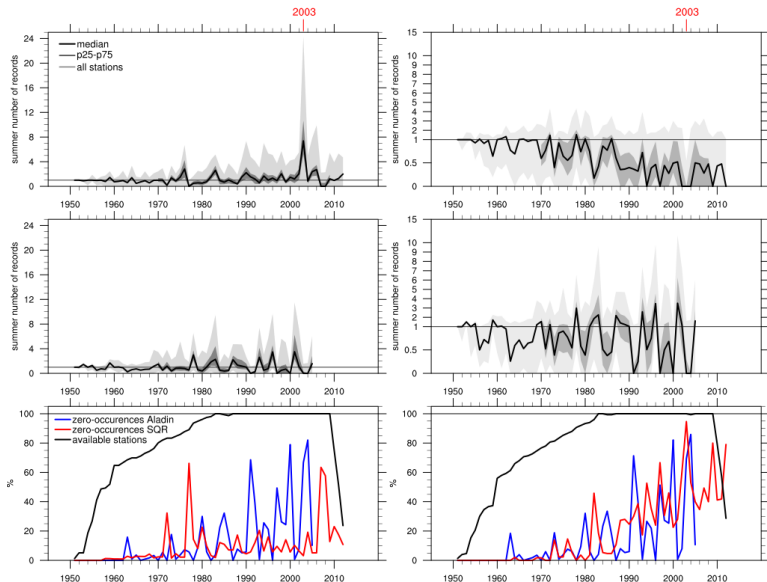
Découpage de la France en 5 régions

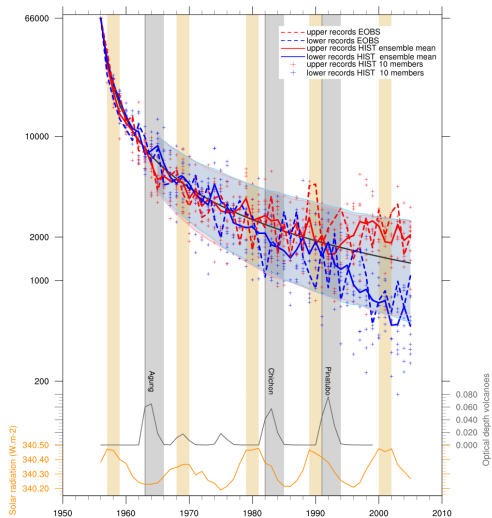


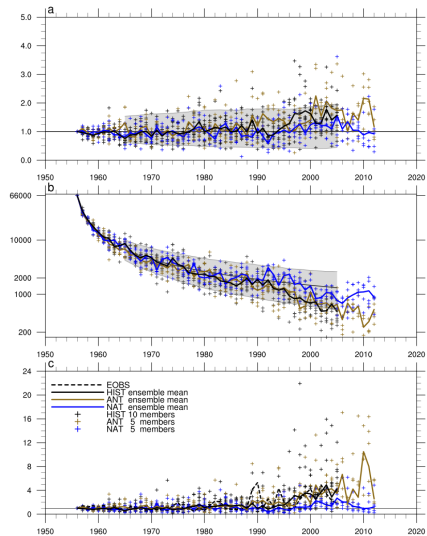
Clustering d'extrêmes (Bernard et al. 2013)

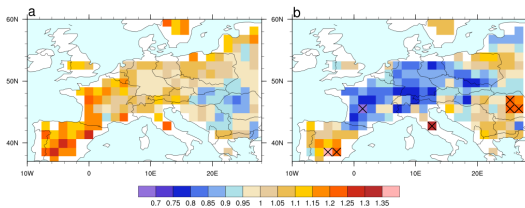
- à partir de séries temporelles de maximum saisonnier de température maximale journalière (block maxima)
- sans indication de position géographique des stations
- points non significatifs en bordure de clusters (coefficients de silhouette < 0.05)

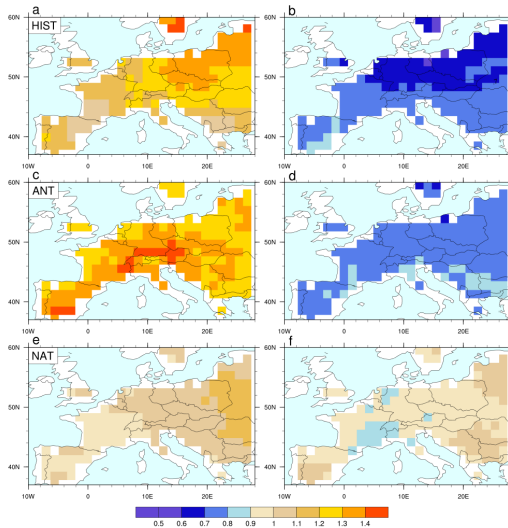
Comparaison de la simulation historique aux observations

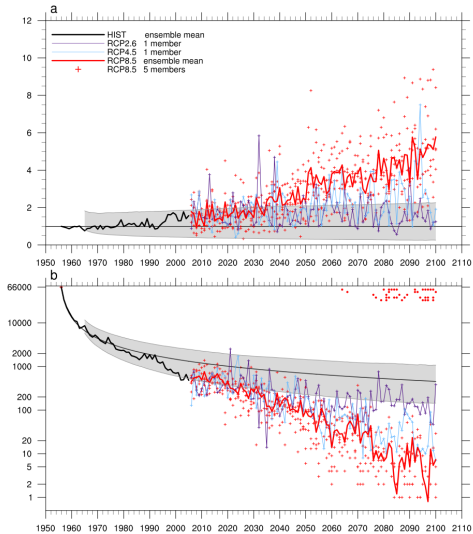


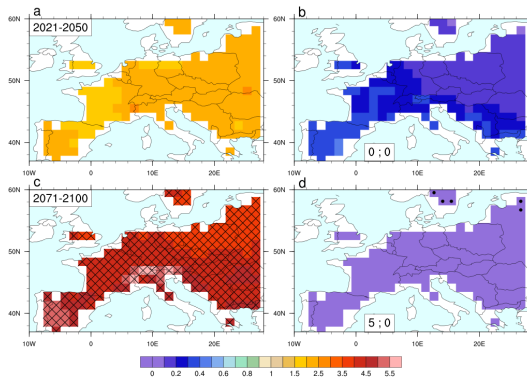


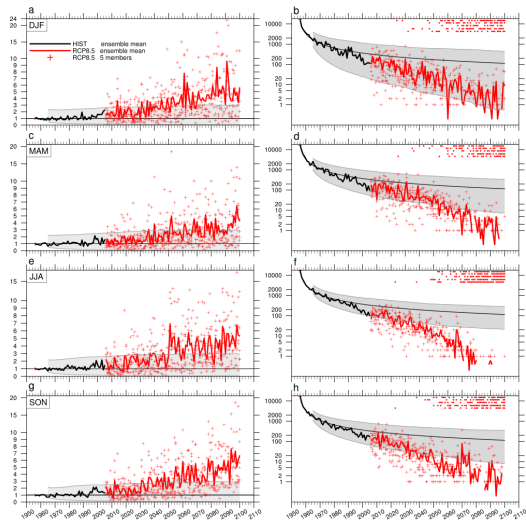


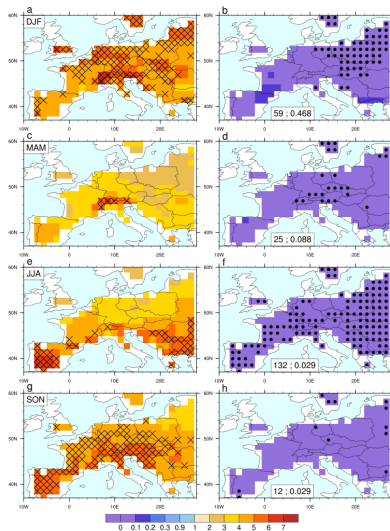


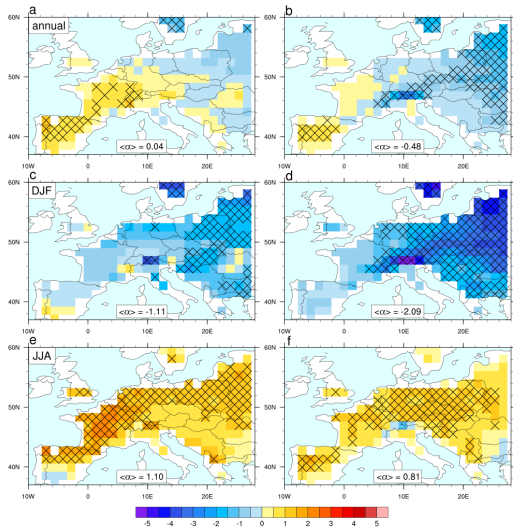


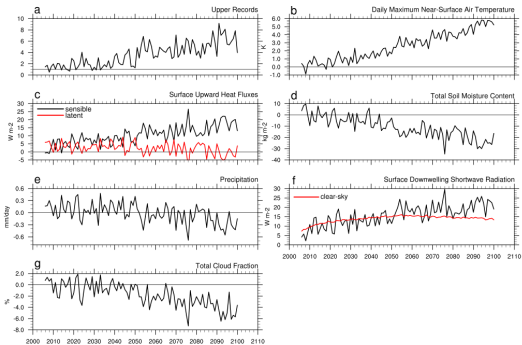




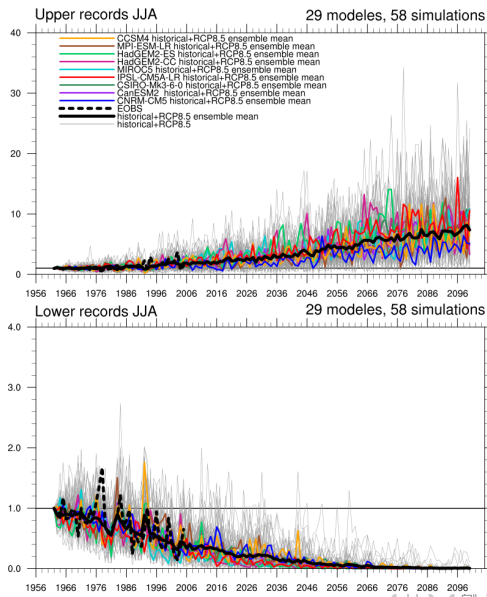


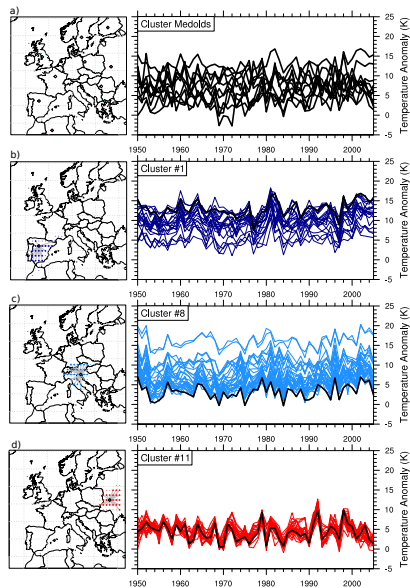
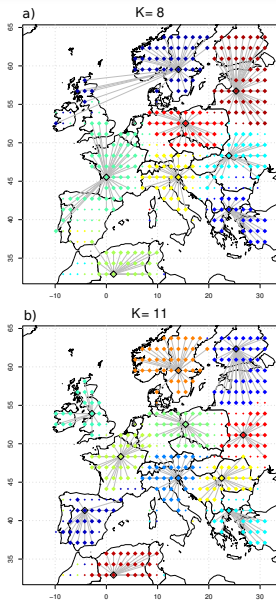






Détection des changements du nombre annuel de records





$K=11$ 