

Les incertitudes dans les modèles de climat: les échelles spatiales

Laurent Terray
SUC, URA1875, CERFACS/CNRS

Colloque *Incertaines et Adaptation au Changement
Climatique*

13-14 Juin 2012, Meudon

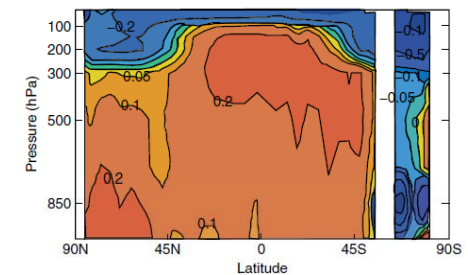
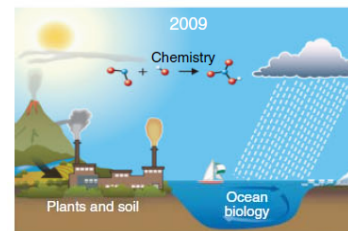
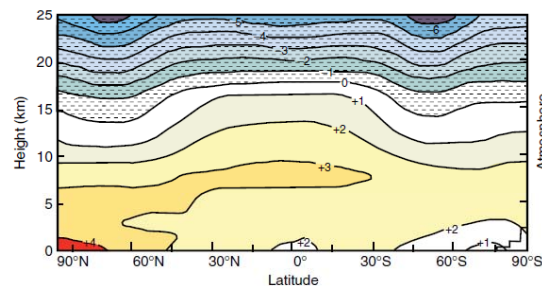
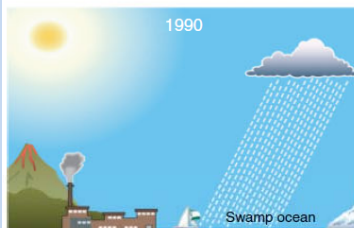
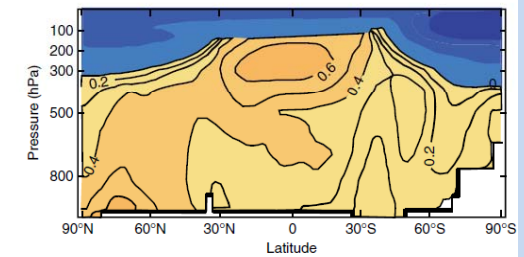
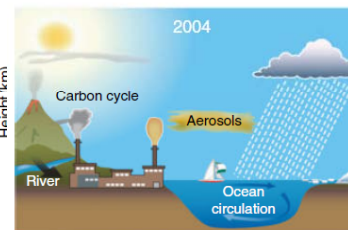
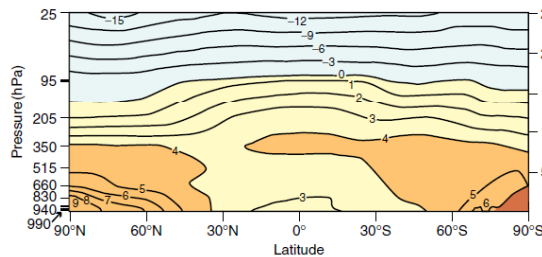
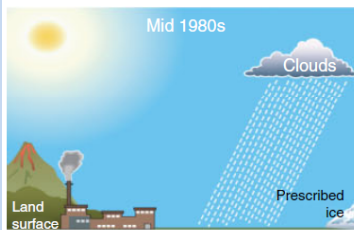
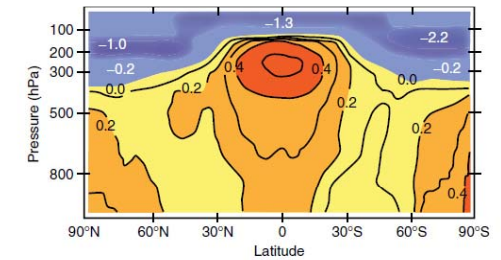
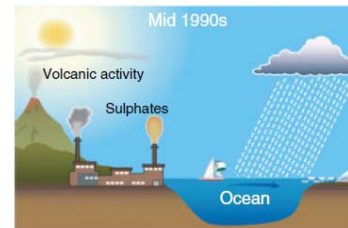
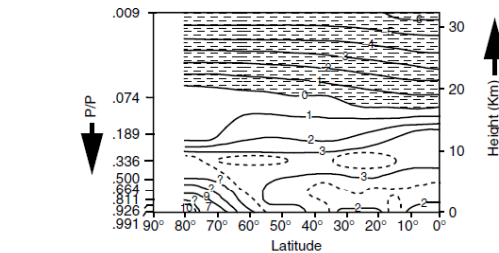
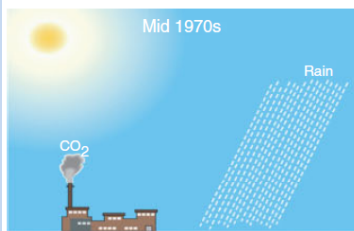
Merci à Cyril Caminade (Univ. Liverpool), Clara Deser
et Adam Phillips (NCAR, Boulder)

Cheminement

- Pourquoi les projections climatiques issues des modèles climatiques sont-elles incertaines ?
- Existe-t-il une limite intrinsèque à la prévisibilité climatique ?
- Comment varie cette barrière de prévisibilité avec l'échelle spatiale ?
- Quelles conséquences pour l'adaptation ?

Les outils du modélisateur du climat

Les modèles du climat terrestre



Complexité croissante:

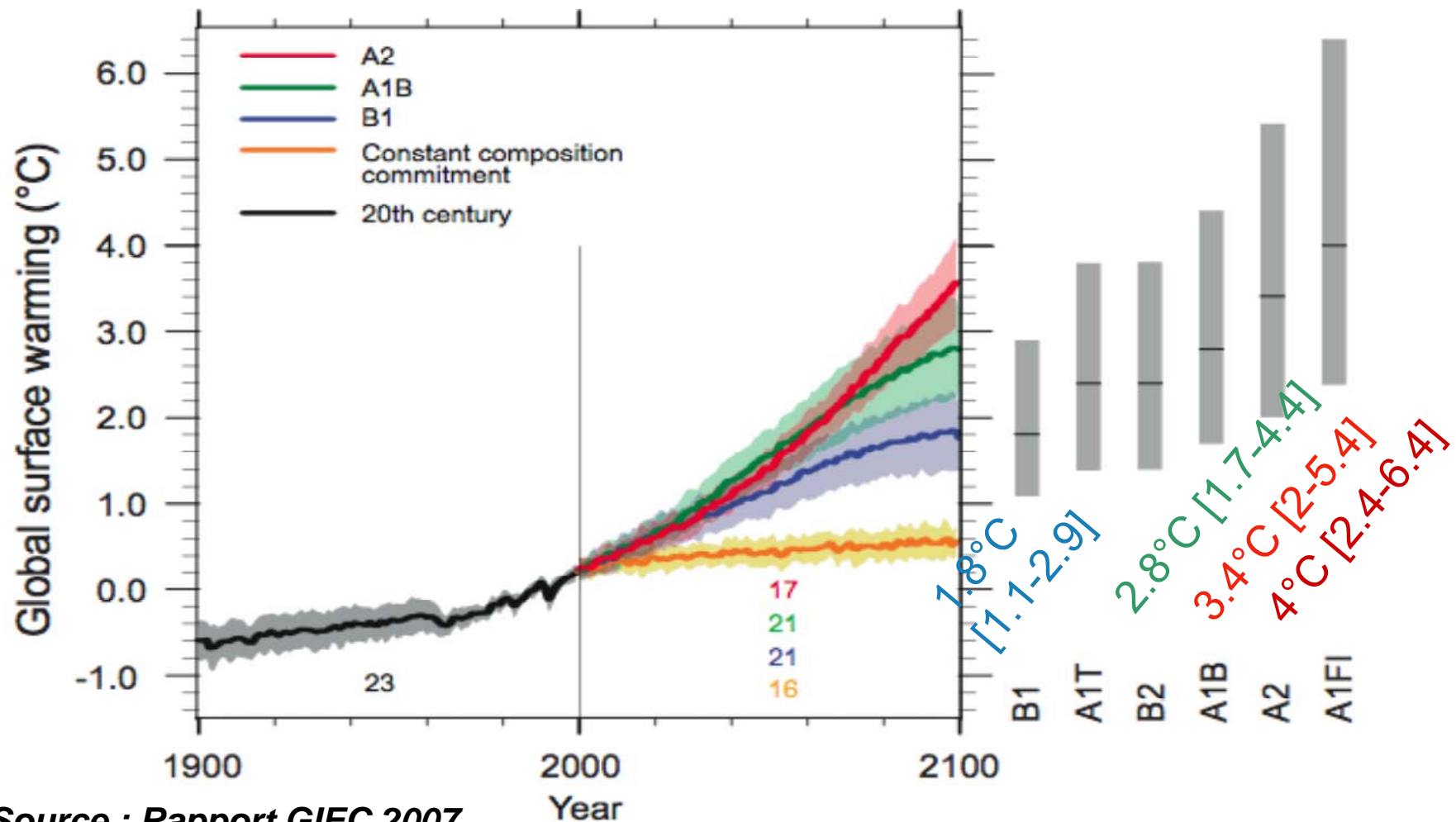
1. Nouvelles composantes et nouveaux processus pris en compte
2. La course aux petites échelles spatiales
3. Vers une réduction des incertitudes ?

Les sources d'incertitudes

- Epistémique: connaissance imparfaite des phénomènes (sensibilité climatique, rôle des nuages et des aérosols, rétroaction climat-carbone) → On peut la réduire !
- Réflexive: la société fait partie à la fois du problème (émission des GES) et de la solution (atténuation et adaptation) → Contrainte par les scénarios d'émission !
- Stochastique: variabilité climatique interne et chaotique → Existence d'une barrière de prévisibilité et irréductibilité congénitale de l'incertitude !

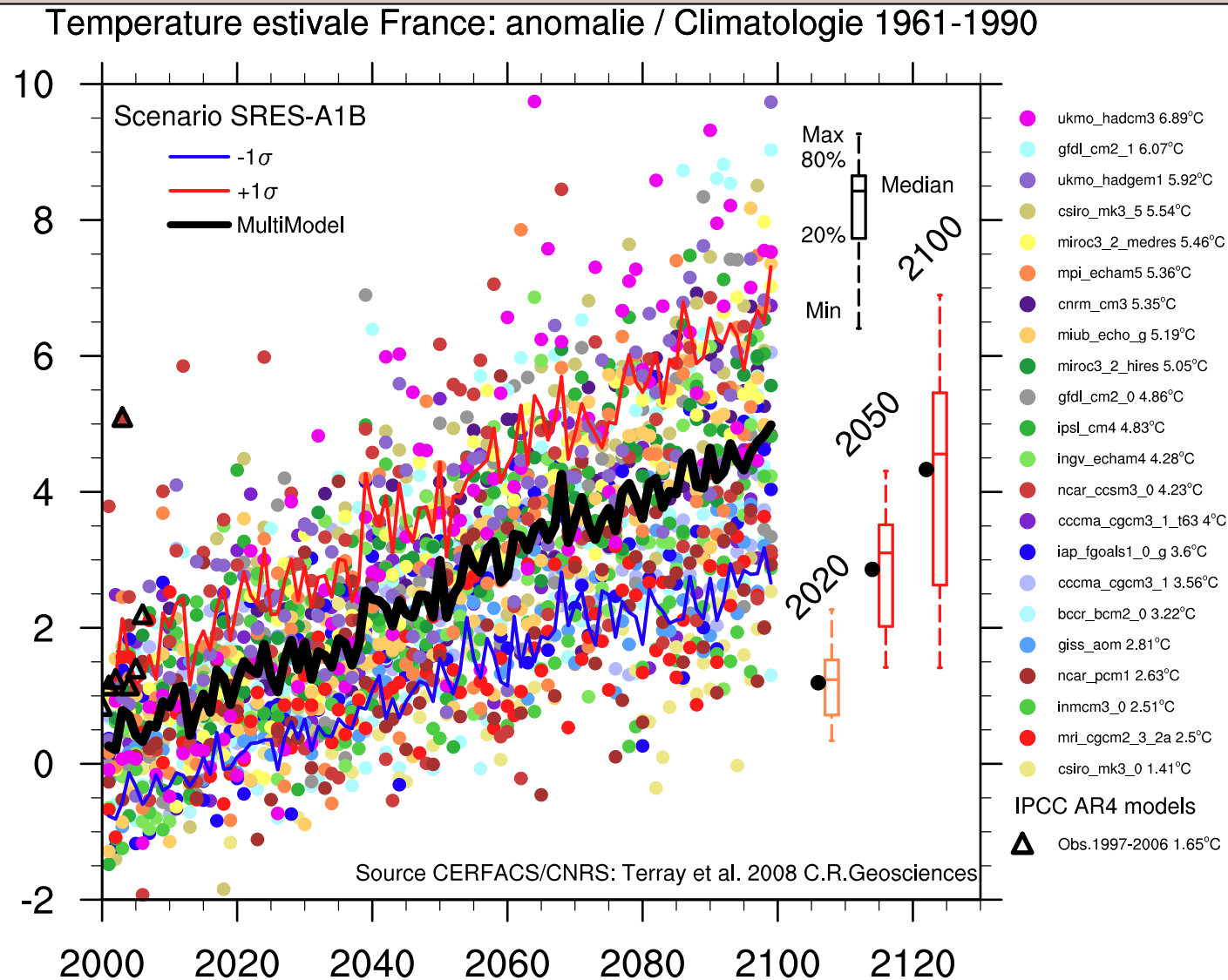
Incertitudes épistémique, réflexive, stochastique

Changement de température au 21^{ème} siècle : les échelles globales



Incertitudes épistémique et stochastique


Changements régionaux en France au 21^{ème} siècle: A1B, 22 modèles



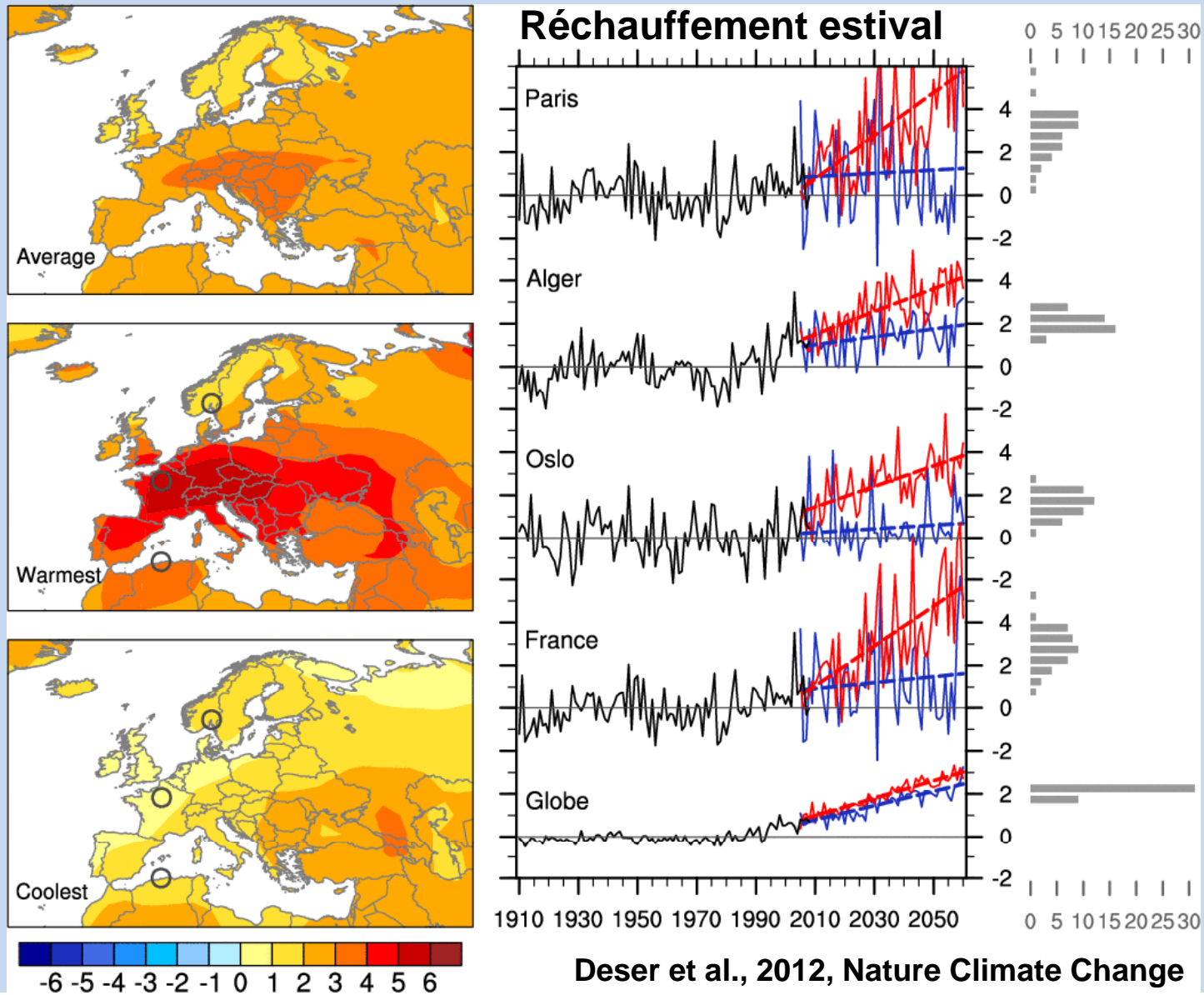
Limite intrinsèque à la prévisibilité ?

- La variabilité interne (naturelle)
- Générée par les rétroactions du système climatique
- Présente à toutes les échelles de temps
- Prévisibilité climatique associée aux conditions initiales (océaniques): quelques mois à quelques années ...
- Amplitude et sensibilité aux échelles spatiales ?

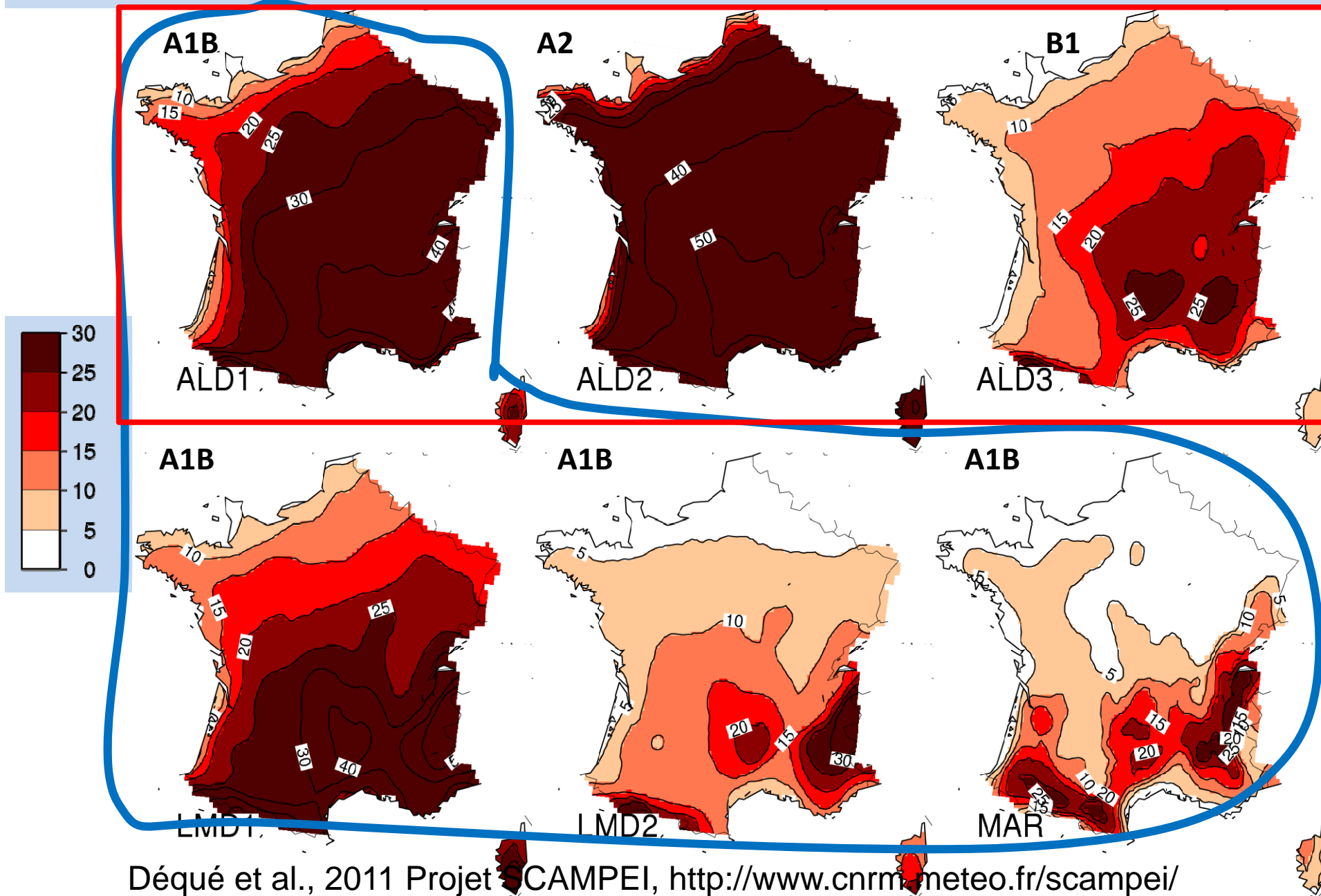
Méthode : un super-ensemble (40 membres) de projections climatiques jusqu'en 2060 ne différant que par les conditions initiales atmosphériques (même modèle, même scénario d'émission, le A1B)

 Estimation de la distribution des futurs possibles sous l'hypothèse de la présence de la seule variabilité interne (cadre du modèle et scénario parfaits)

L'incertitude stochastique: échelles spatiales



Modélisation régionale: les canicules en 2070-2100



Adaptation et incertitudes

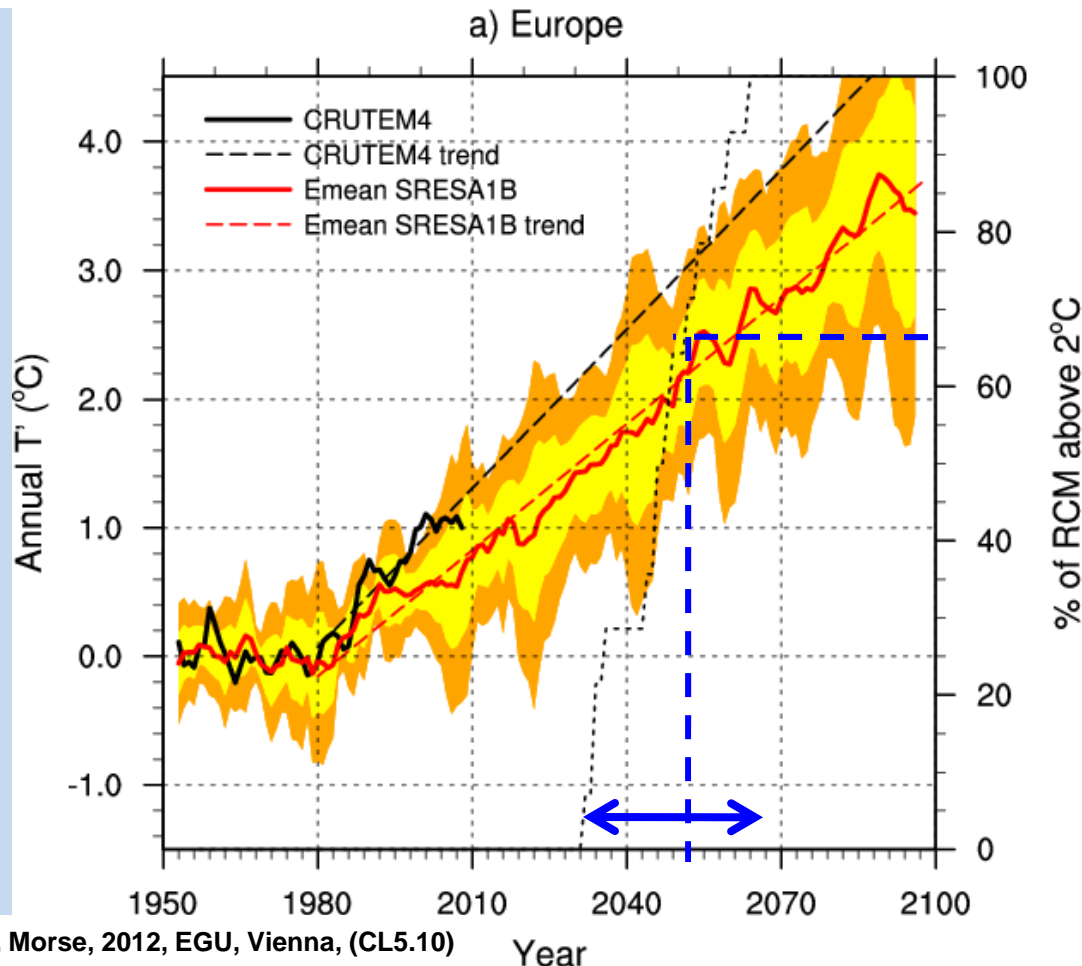
Changement de paradigme:

What might happen ?



When might something happen ?

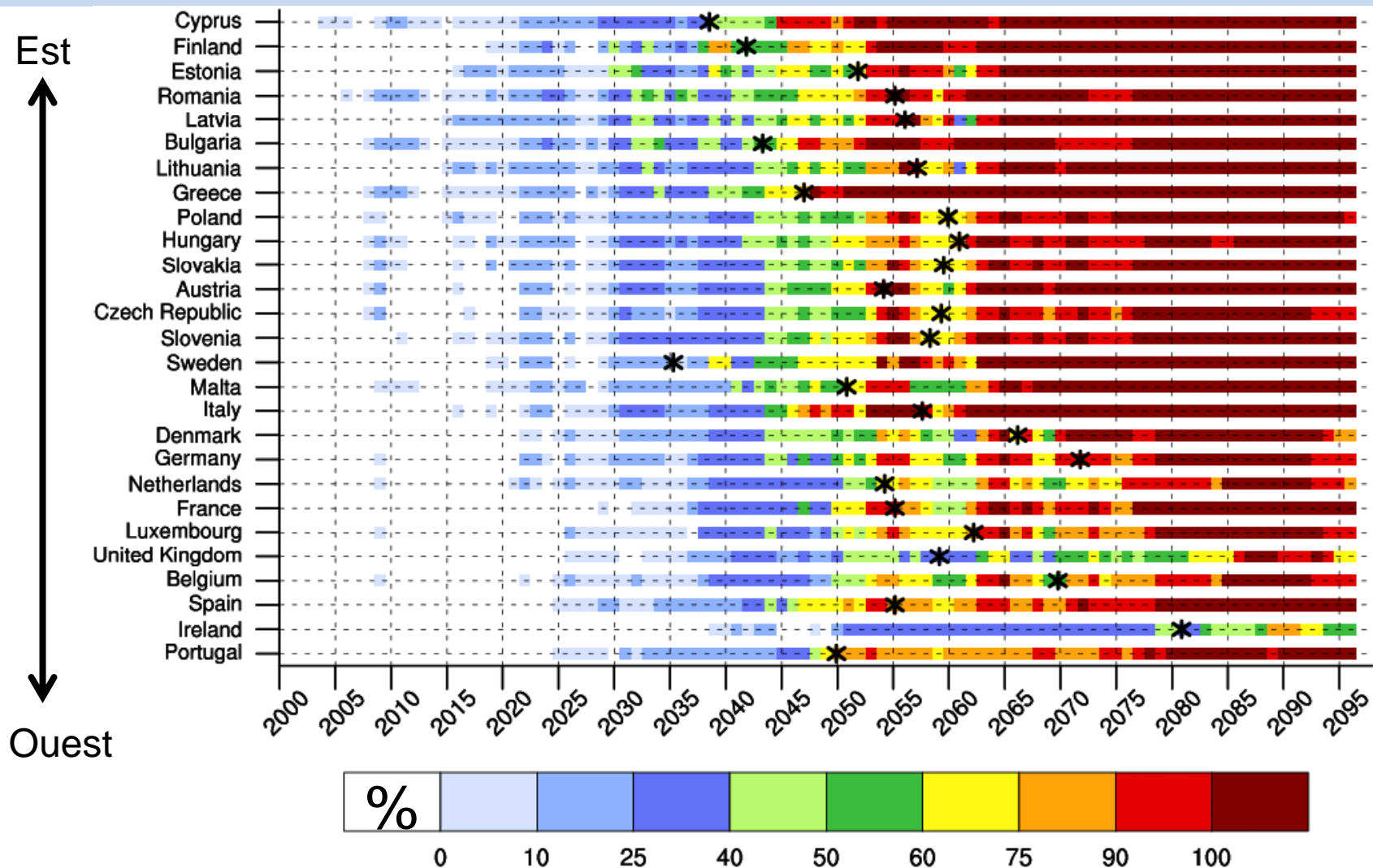
A quel horizon le seuil d'une augmentation de 2 degrés par rapport au climat des années 1950-80 va-t-il être dépassé ? (Projet ENSEMBLES, 13 modèles régionaux, scénario A1B)



Legend: Mean future changes in annual temperature for continental Europe (35°N-60°N, 20°W-20°E).

The black solid line shows the observation (EOBS) and the red solid one the ensemble mean of the SRESA1B RCM ensemble mean. Linear trends (baseline 1980-2009) for the observation and the ensemble mean are respectively shown by the black and red dotted lines. The yellow (orange) envelope depicts the spread in the SRESA1B RCM ensemble respectively defined as one (two) standard deviation of the multi-model ensemble with respect to the ensemble mean. **All anomalies are calculated with respect to the 1951-1980 common time period.** The black dotted line depicts the percentage of models which are above the 2°C threshold.

Adaptation et incertitudes



Legend: Year of crossing the 2°C threshold for each EU member country. Proportion of regional climate models which exceed the 2°C threshold in each particular year. A 5 year running average period is applied to the data. All anomalies are calculated with respect to the 1951-1980 common time period. **Référence: Caminade, Morse, 2012, EGU, Vienna, (CL5.10)**

Conclusions

1. L'attente des décideurs vis-à-vis de la disponibilité de projections climatiques fiables aux échelles régionales croît avec l'amélioration des modèles de climat et l'augmentation des puissances de calcul
2. En plus des incertitudes épistémique et réflexive, Il existe aussi une barrière intrinsèque à la prévisibilité climatique et aux objectifs d'adaptation régionale associés, liée à la nature chaotique du système
3. Cette barrière de prévisibilité est liée à la variabilité interne climatique et à ses manifestations à l'échelle régionale: elle diffère suivant les régions, les saisons, les variables considérées et ne dépend pas linéairement de l'échelle spatiale
4. Les évolutions climatiques liées aux forçages anthropiques pour les régions où la variabilité interne contribue peu sont susceptibles d'être potentiellement plus prévisibles, même aux échelles fines.
5. Il est donc nécessaire de mieux comprendre et caractériser la dynamique et les impacts régionaux liés à cette variabilité interne
6. Les méthodes de descente d'échelle n'annihilent pas l'incertitude stochastique mais ajoutent une incertitude supplémentaire.
7. Un dialogue accru entre les scientifiques et les autres acteurs de l'adaptation est indispensable