

EPIDOM

Evaluation de la Prévisibilité
Interannuelle à Décennale à partir
Des observations et des Modèles

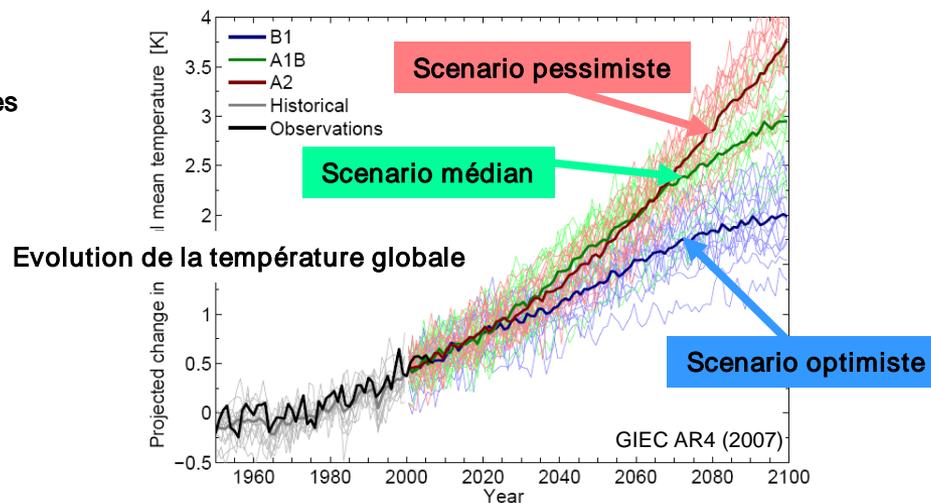
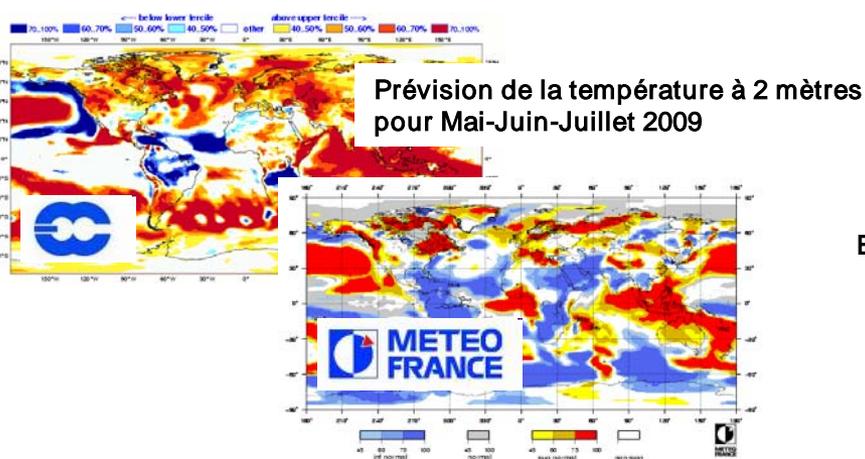
Christophe Cassou
(CNRS-Cerfacs)



Introduction

Prévision décennale = prévision **climatique** (i.e. **probabiliste**) à échéance 5-30 ans

- ❖ Un **vide** entre les prévisions saisonnière à interannuelle (fournies par la plupart des grands centres météorologiques) et les projections climatiques pour la 2nd moitié du XXI^{ème} siècle (GIEC AR4, 2007).



- ❖ Une **demande** sociétale forte (acteurs politiques et économiques) en vue d'adaptations aux changements climatiques déjà en cours
- ❖ Un véritable **sujet de recherche** jusqu'alors négligé (GIEC AR4, 2007), voire jusqu'alors quasi-impossible, et d'une grande complexité

Sources de prévisibilité décennale

La prévision climatique des 5-30 prochaines années est **envisageable** car il existe diverses **sources de prévisibilité** à échelle décennale.

Nous **savons** que le système climatique dans un futur « proche » :

1. S'ajustera à l'augmentation actuelle (passé proche) de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère : même si toute émission cessait aujourd'hui, le climat se réchaufferait au cours du prochain siècle de par l'inertie du système climatique.

Sources de prévisibilité décennale

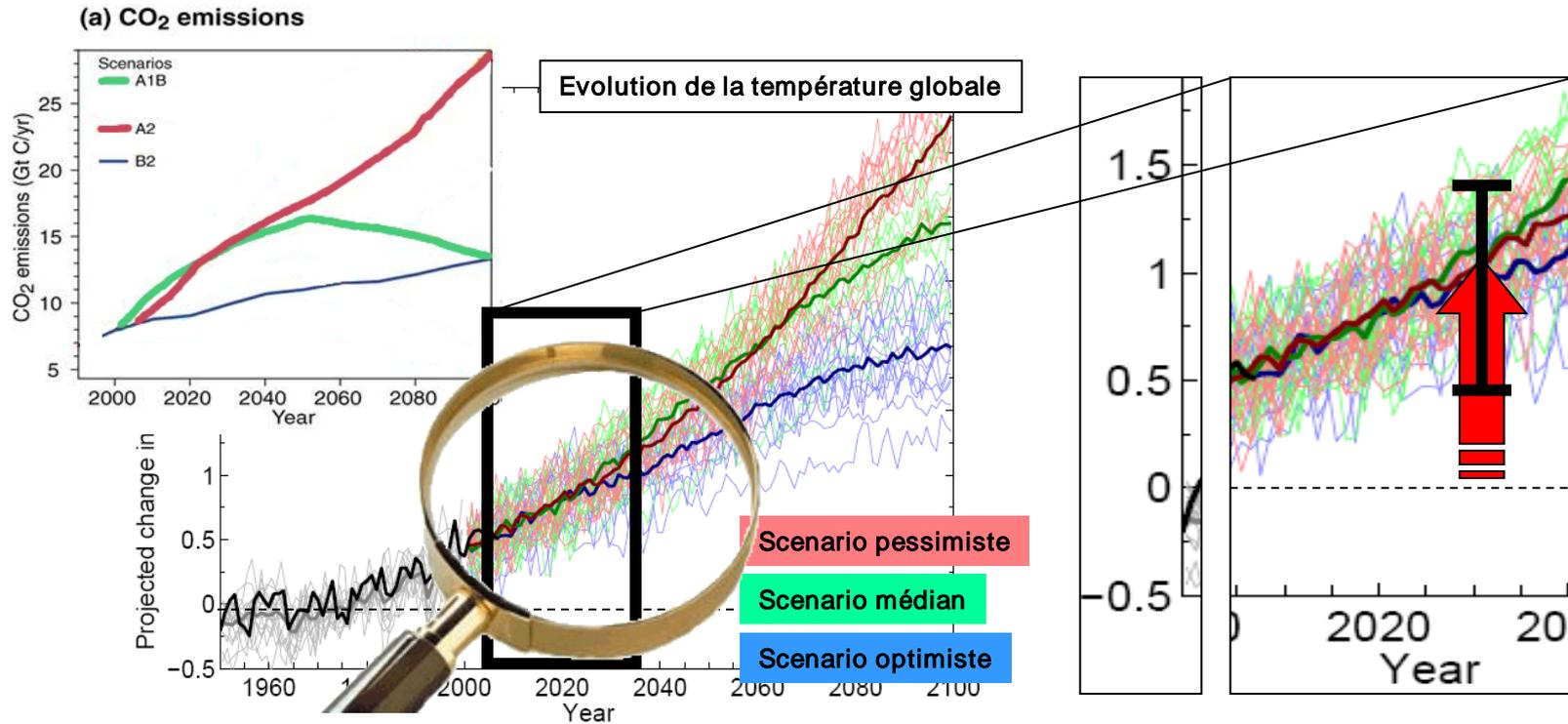
La prévision climatique des 5-30 prochaines années est **envisageable** car il existe diverses **sources de prévisibilité** à échelle décennale

Nous **savons** que le système climatique dans un futur « proche » :

1. S'ajustera à l'augmentation actuelle (passé proche) de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère : même si toute émission cessait aujourd'hui, le climat se réchaufferait au cours du prochain siècle de par l'inertie du système climatique.
2. Répondra à l'augmentation future des gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique: « le forçage externe anthropique »

Forçage externe d'origine anthropique (1)

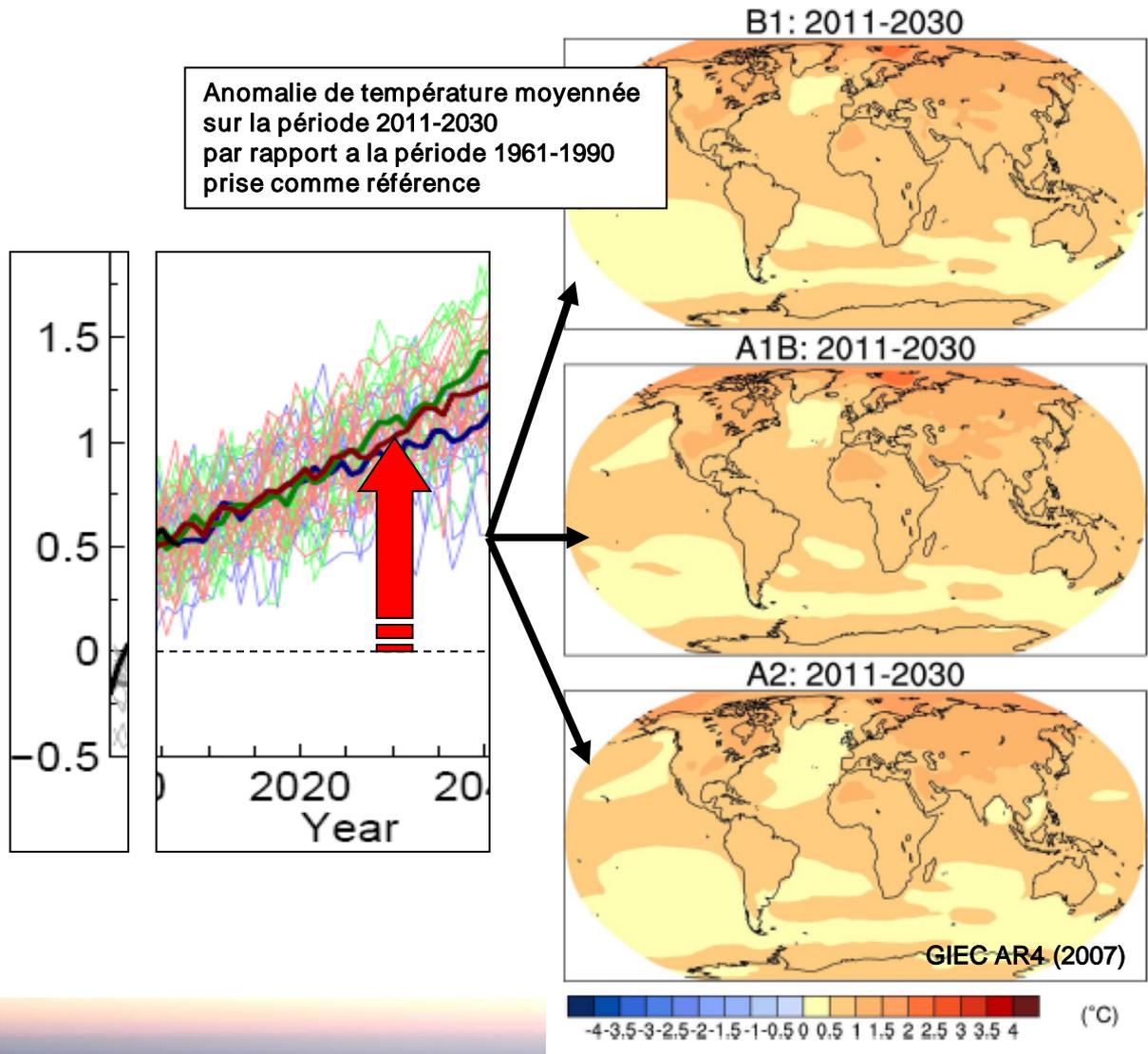
Quantification de la réponse: Anomalie de la température globale de tous les modèles (spaghetti) du GIEC AR4 (2007) par rapport à la période de référence 1961-1990 en fonction des scénarios d'émission de gaz à effet de serre (couleurs).



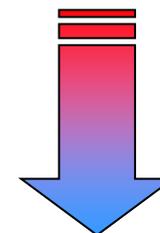
Le réchauffement global prévu pour la décennie 2030 correspondant à l'augmentation des GES d'origine anthropique est de l'ordre de +1°C

Avec une incertitude de +/-0.5°C

Forçage externe d'origine anthropique (2)



Anomalies peu dépendantes du scénario d'émission envisagé, même à l'échelle régionale, sur les 20 prochaines années



L'incertitude de la prévision décennale ne s'explique pas par les scénarios d'émission des gaz à effet de serre.

Sources de prévisibilité décennale

La prévision climatique des 5-30 prochaines années est **envisageable** car il existe diverses **sources de prévisibilité** à échelle décennale

Nous **savons** que le système climatique dans un futur « proche » :

1. S'ajustera à l'augmentation actuelle (passé proche) de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère : même si toute émission cessait aujourd'hui, le climat se réchaufferait au cours du prochain siècle de par l'inertie du système climatique.
2. Répondra à l'augmentation future des gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique: « le forçage externe anthropique »
3. Sera influencé par des forçages naturels externes qui sont actifs dans la bande de fréquence décennale (e.g. cycles solaires, etc.)

Sources de prévisibilité décennale

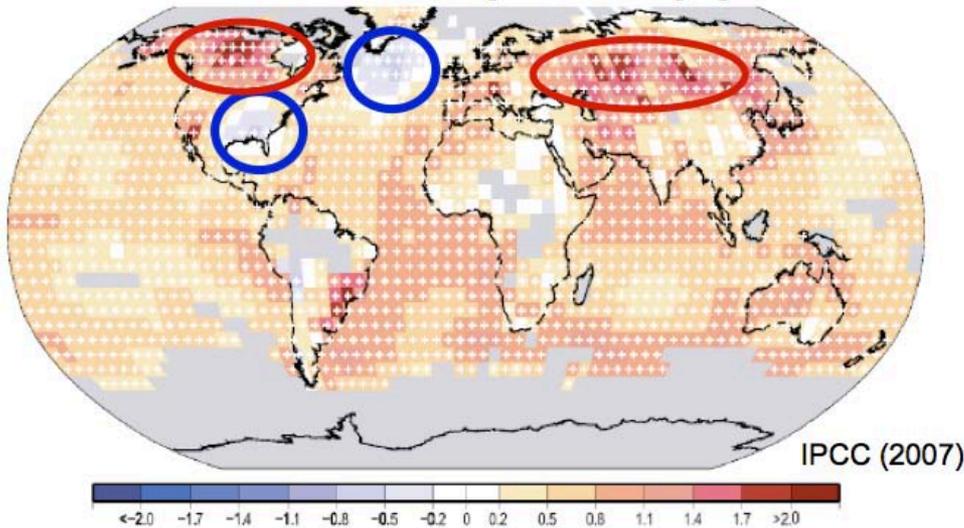
La prévision climatique des 5-30 prochaines années est **envisageable** car il existe diverses **sources de prévisibilité** à échelle décennale

Nous **savons** que le système climatique dans un futur « proche » :

1. S'ajustera à l'augmentation actuelle (passé proche) de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère : même si toute émission cessait aujourd'hui, le climat se réchaufferait au cours du prochain siècle de par l'inertie du système climatique.
2. Répondra à l'augmentation future des gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique: « le forçage externe anthropique »
3. Sera influencé par les forçages naturels externes qui sont actifs dans la bande de fréquence décennale (e.g. cycles solaires, etc.)
4. Sera influencé par les fluctuations naturelles qui sont actives dans la bande de fréquence décennale (variabilité intrinsèque ou interne du système climatique)

Variabilité décennale observée

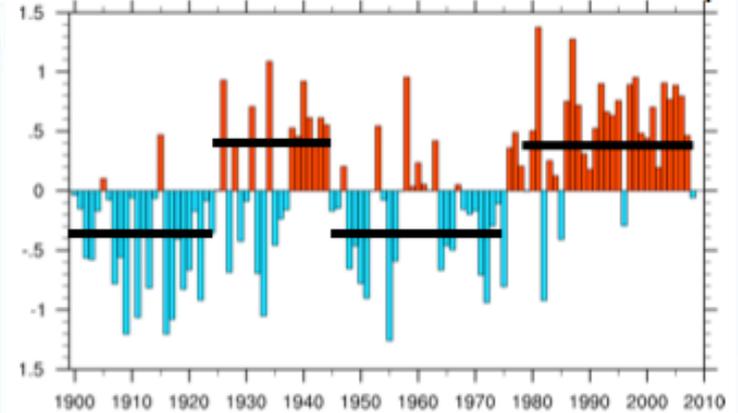
Linear trend of surface temperatures 1901 – 2005 ($^{\circ}\text{C Century}^{-1}$)



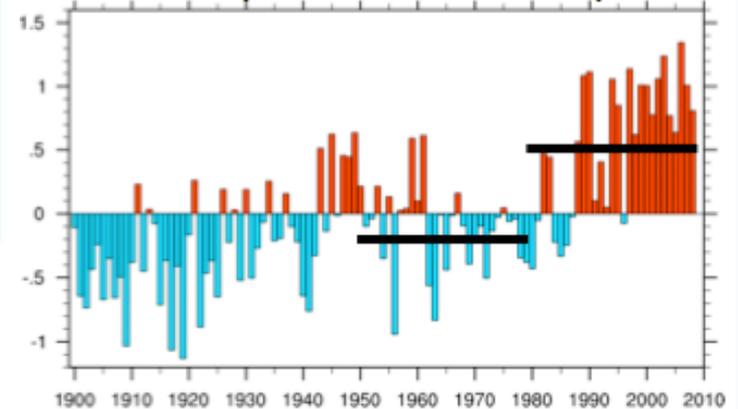
IPCC (2007)

Mixture of internal variability and forced climate change

NW North American Surface Temp



European Surface Temp

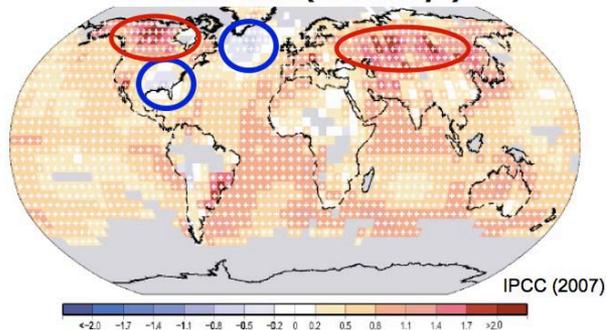


D'après Hurrell (2010)

Variabilité décennale observée

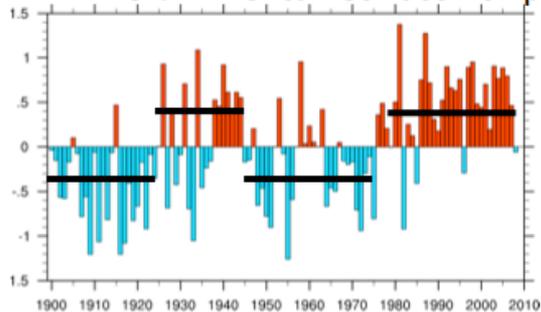
Linear trend of surface temperatures

1901 – 2005 ($^{\circ}\text{C Century}^{-1}$)

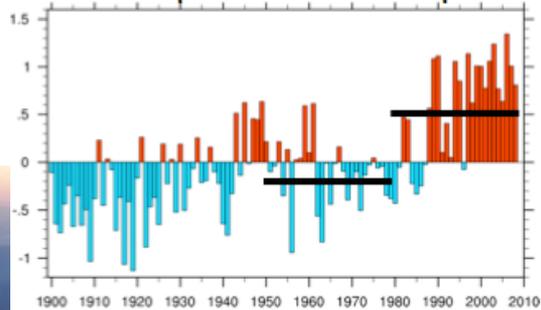


Mixture of internal variability and forced climate change

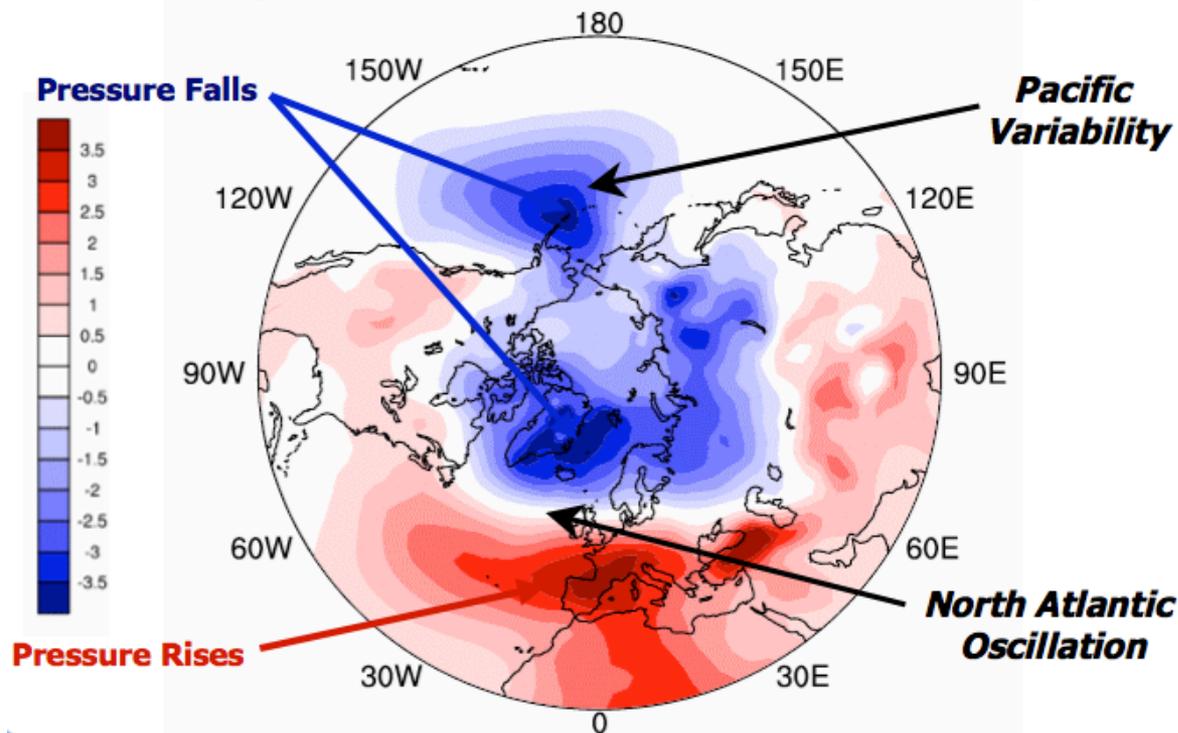
NW North American Surface Temp



European Surface Temp

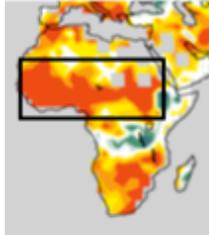


Change in Winter Sea Level Pressure (1980-2008)



D'après Hurrell (2010)

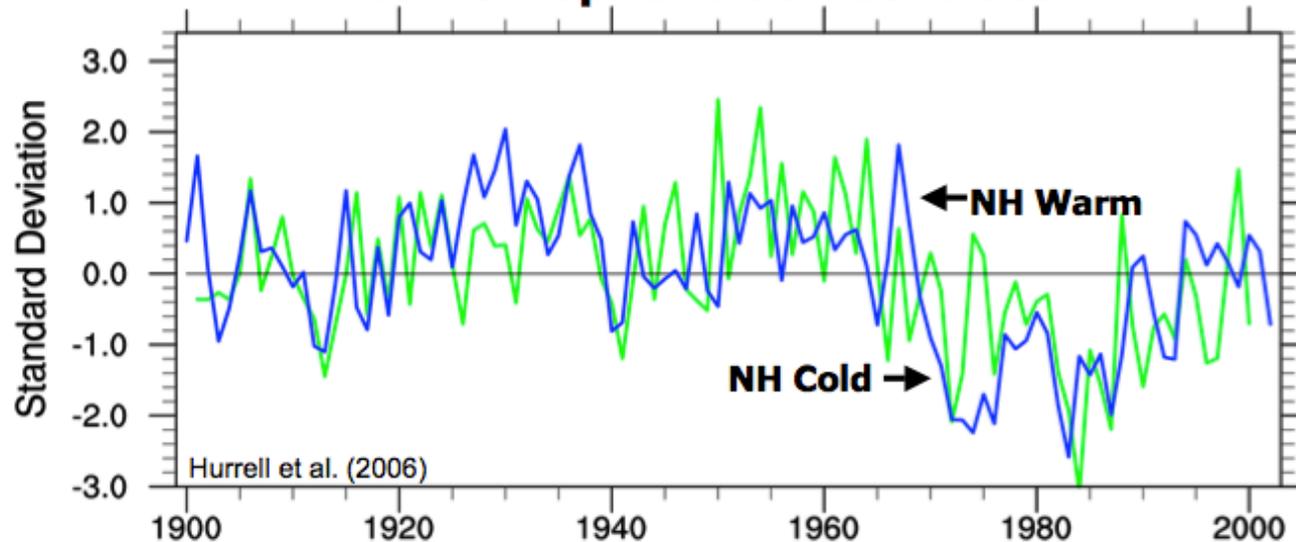
Variabilité décennale observée



Decadal Climate Variability

Sahel Rainfall

Interhemispheric SST Contrast



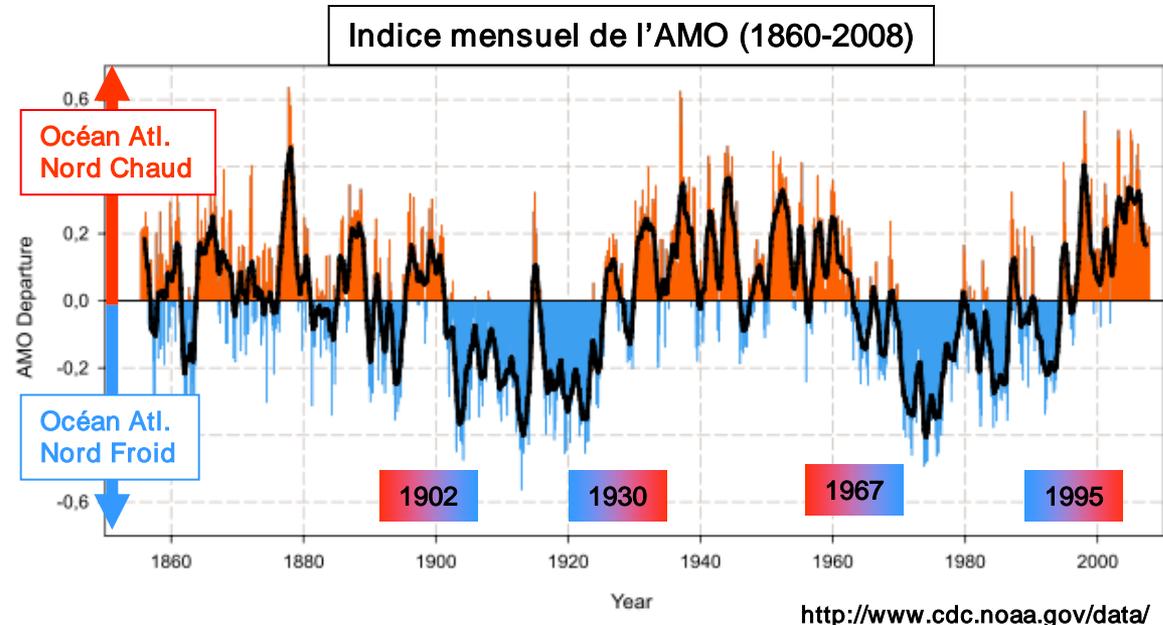
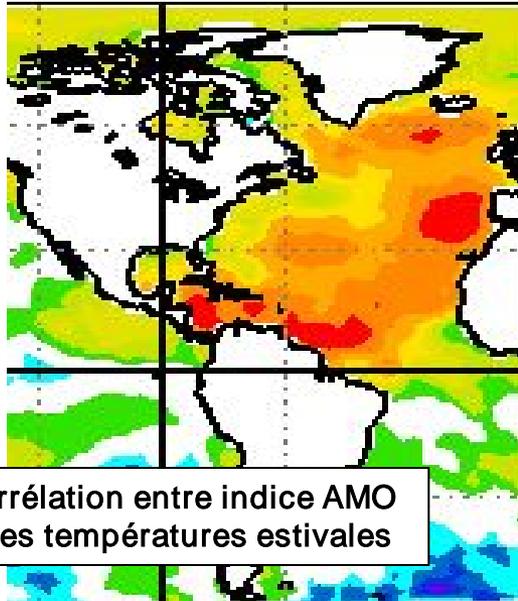
Strong relationship to SST changes

D'apres Hurrell (2010)

Variabilité intrinsèque décennale : l'AMO (1)

a. L'Oscillation Atlantique Multi décennale (AMO)

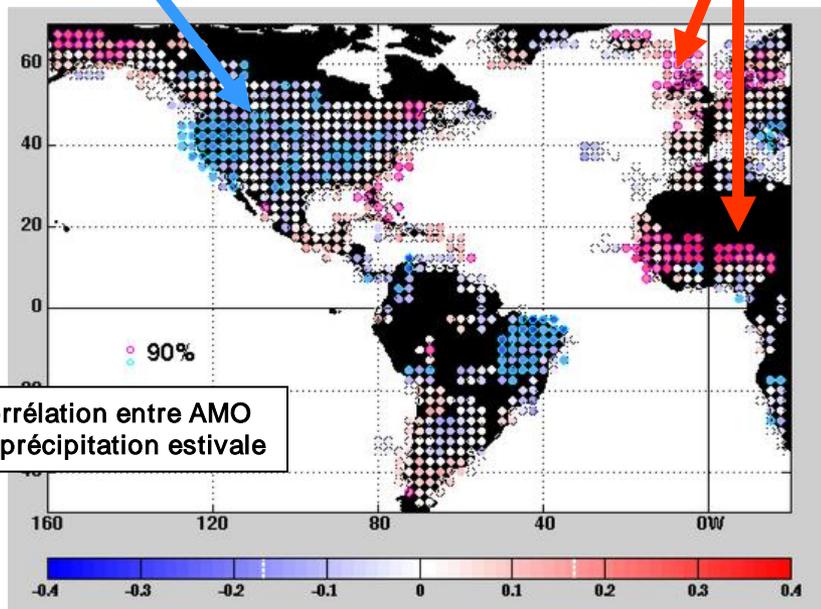
Mesure: Température océanique moyennée sur l'ensemble de l'Atlantique Nord



AMO=Oscillation océanique Atlantique de période égale à ~70ans
1995 marque le début du troisième cycle (phase chaude) depuis 1850

Il est important de prendre en compte la phase de l'AMO dans les prévisions décennales car l'AMO est associée à des fluctuations climatiques significatives.

Variabilité intrinsèque décennale : l'AMO (2)

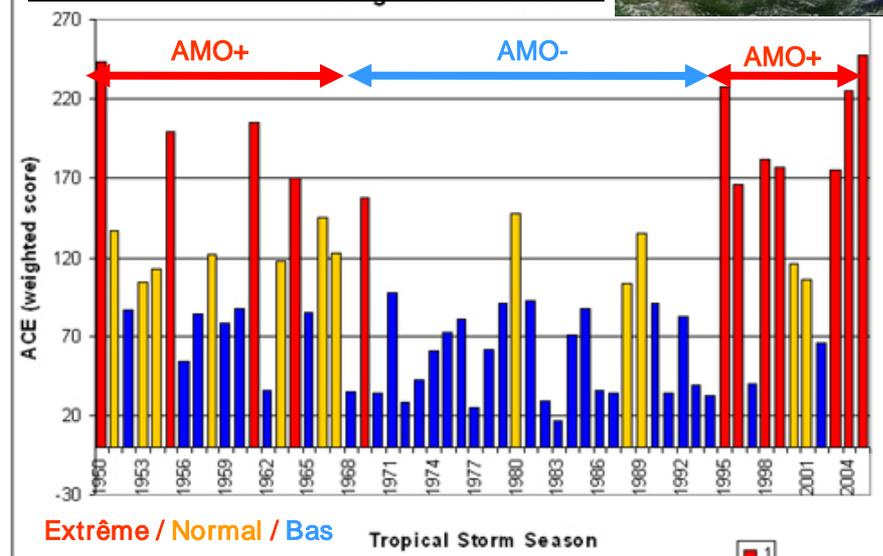


<http://www.aoml.noaa.gov/>

Impact sur les cyclones Atlantique



Accumulated Cyclone Energy (ACE) Index

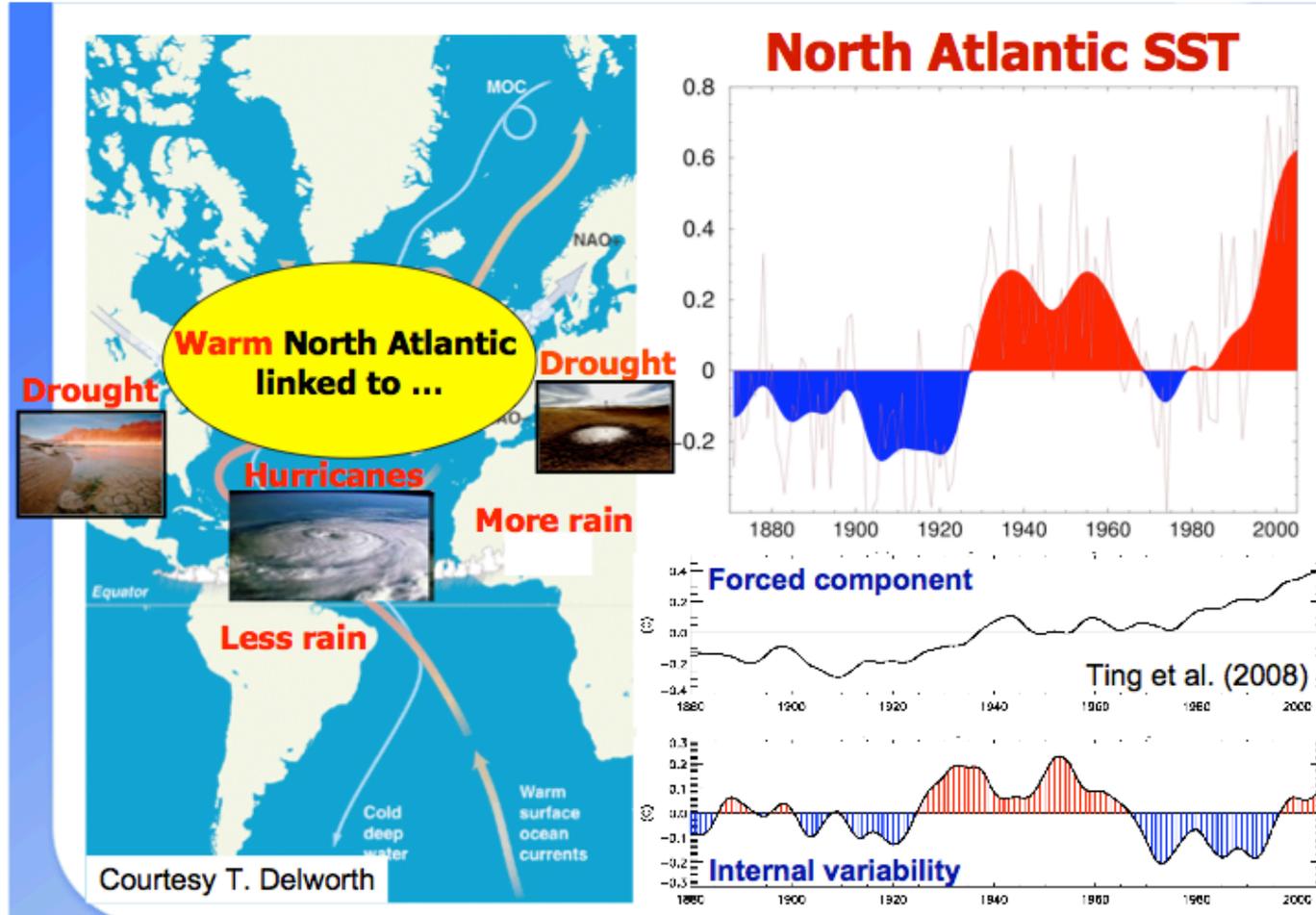


Goldenberg et al (2001) Science

Changement de signe en 1995: AMO+ jusqu'en ~2030? Tenir compte de la phase de l'AMO et/ou prévoir son changement est essentiel pour la prévision climatique « proche »

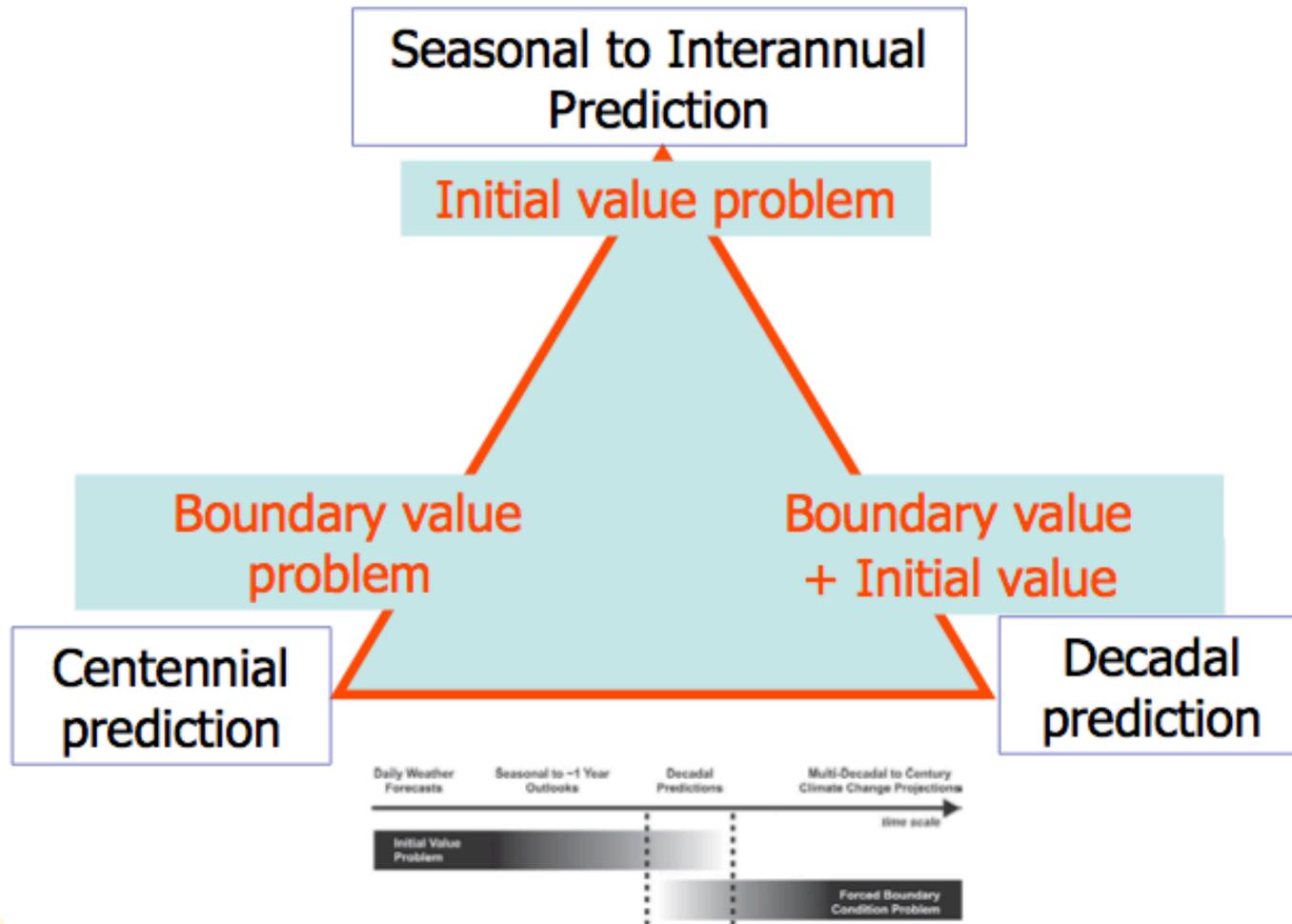
Sur les 20 prochaines années, probabilité plus forte pour des saisons cycloniques plus actives sur le bassin Atlantique, pour des sécheresses marquées sur les Amériques. Probabilité plus faible pour les grandes sécheresses sahéniennes.

Obs = Forçage externe + variabilité décennale



D'après Hurrell (2010)

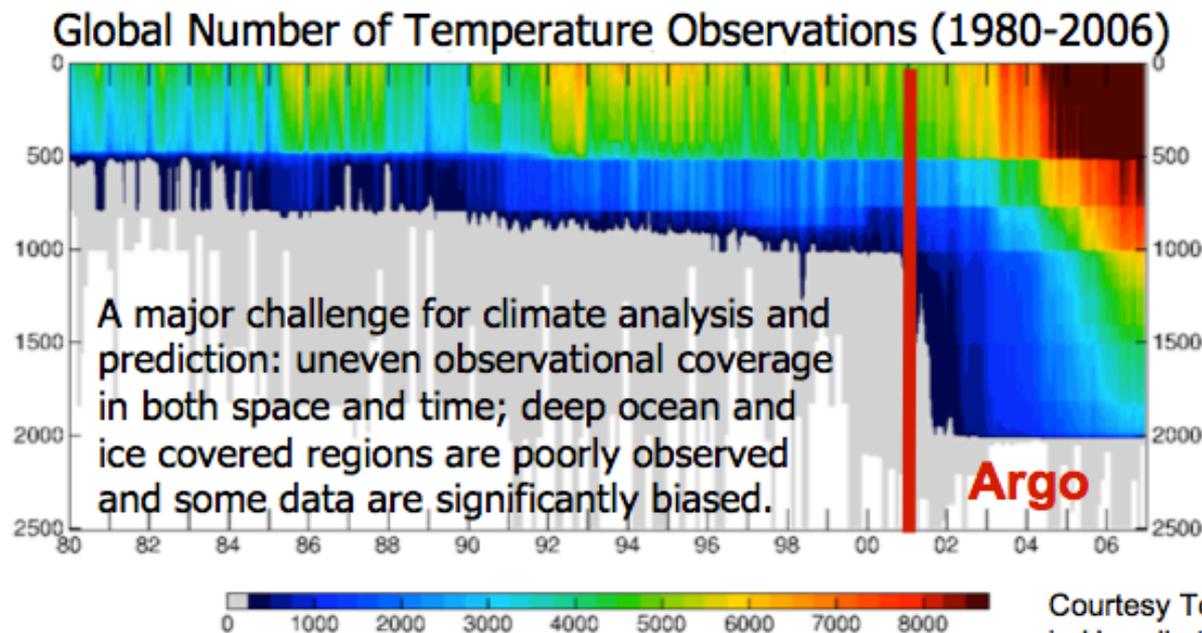
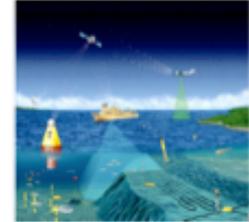
A l'intersection de la 1^{ere} et 2^{eme} espèce



Questions ouvertes et défis (1)

- Do we have the proper tools to realize the predictability?

➤ Adequate climate observing system?



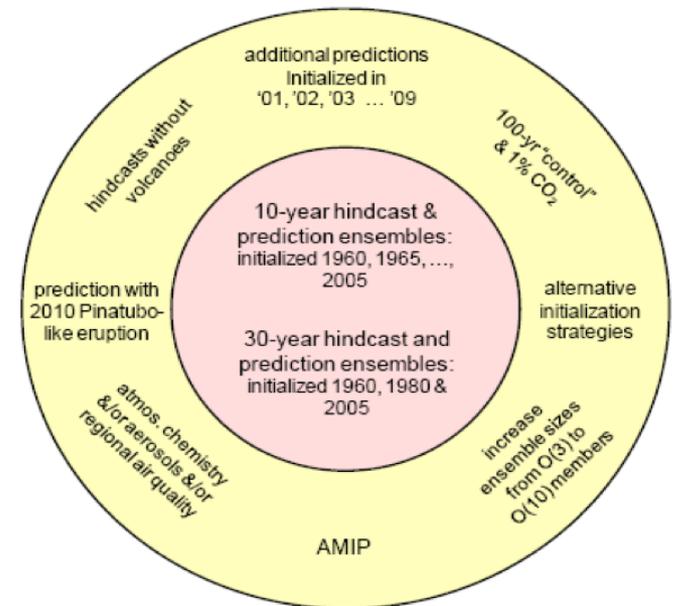
Questions ouvertes et défis (2)

- Do we have the proper tools to realize the predictability?
 - Adequate climate observing system?
 - Reliable assimilation systems to initialize models?
 - Are models “good enough” to make skillful predictions?

Le prochain exercice du GIEC

First Attempts and CMIP5 Protocol

- **10 year integrations with initial dates from 1960-2005**
- Ensemble predictions (minimum 3 members)
- Ocean initial conditions should be in some way representative of the observed anomalies or full fields for the start date
- Land, sea-ice and atmosphere initial conditions left to the discretion of individual modeling groups
- 1960, 1980, and 2005 integrations extended 30 years



EPIDOM : les objectifs

1. Quantifier les sources de prévisibilité décennale à l'échelle globale avec un focus particulier sur l'Europe et la France mais aussi les DOM-TOM.
2. Extraire les mécanismes associés aux différentes sources de prévisibilité décennale (e.g variabilité océanique basse fréquence, rétroactions couplées, modifications des régimes de circulation atmosphérique par le forçage anthropique, modification radiative par le forçage anthropique etc.)
3. Evaluer les biais des modèles climatiques, l'importance des résolutions horizontale et verticale des modèles et des processus manquants, et les liens éventuels avec la présence ou absence de prévisibilité
4. Quantifier les différentes sources d'incertitudes associées aux prévisions décennales
5. Mettre en place une base de données sur les projections décennales accessible par la communauté en lien avec les initiatives déjà existantes (PRODIGUER, DRIAS)
6. Etablir un pont entre l'information fournie par la communauté climatique des modélisateurs et les produits requis par la communauté des impacts.
7. Etablir les stratégies/protocoles expérimentaux à mettre en œuvre pour transmettre la prévisibilité estimée par les modèles couplés de l'AR5 de l'échelle globale aux échelles régionales afin de répondre aux attentes de la communauté des impacts/décideurs.

EPIDOM

Soutien : assurer une contribution sérieuse et significative de la communauté française au volet décennal de CMIP5.

Coordination : structurer la communauté française associée au CEPMMT, pour évaluer la prévisibilité décennale en termes de processus, d'incertitudes et d'applications au travers de CMIP5 et des observations ou leurs estimations via les réanalyses.

Exploration : EPIDOM doit être considéré comme une étape exploratoire, un véritable pré requis pour préparer les études d'impacts au sens usuel du terme (régionalisation, extrême etc.).

- Il est essentiel de comprendre les mécanismes physiques à la source de la prévisibilité si elle existe, d'estimer sa structure spatiale et son incertitude avant d'engager des applications plus poussées, même si on doit y penser des aujourd'hui.
- Il est essentiel de tester si les protocoles de descente d'échelle qui sont traditionnellement utilisés pour des applications aval de type impacts à la fin du XXI^{ème} siècle, restent valides à l'échelle décennale sur les décennies 2010-2030.