

Prévisibilité décennale: source et état de l'art

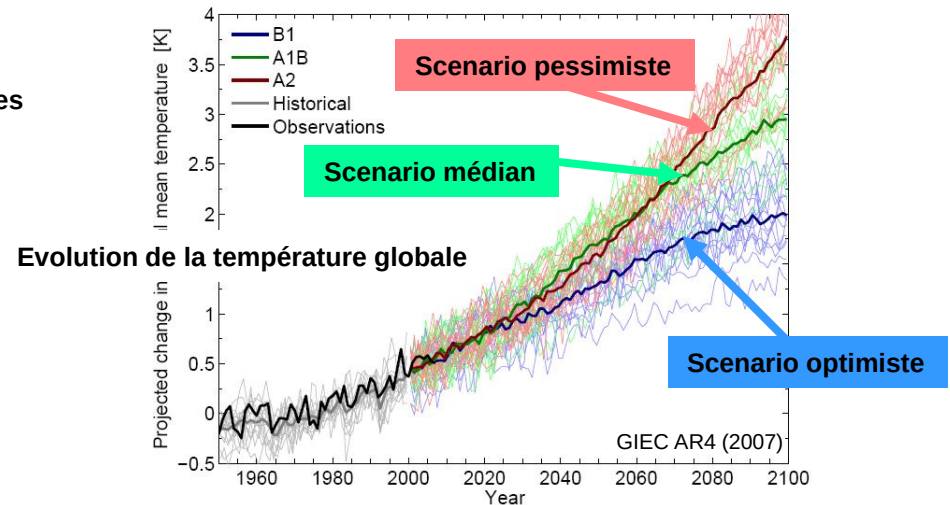
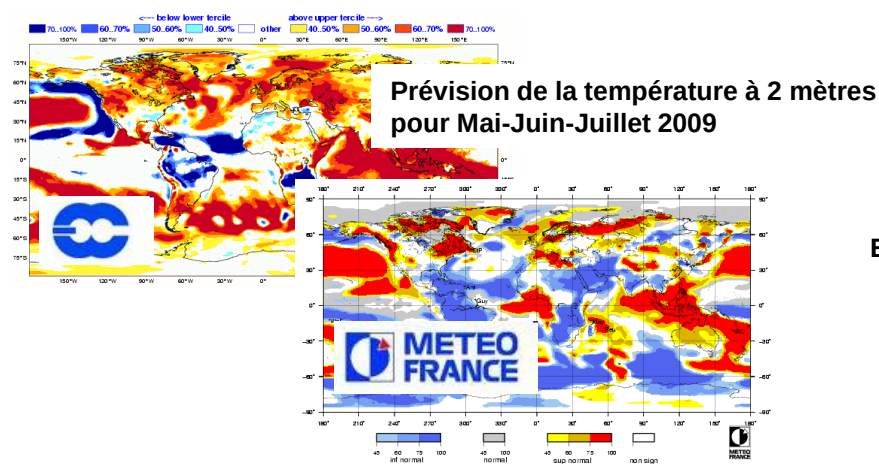
EPIDOM



Le chaînon manquant

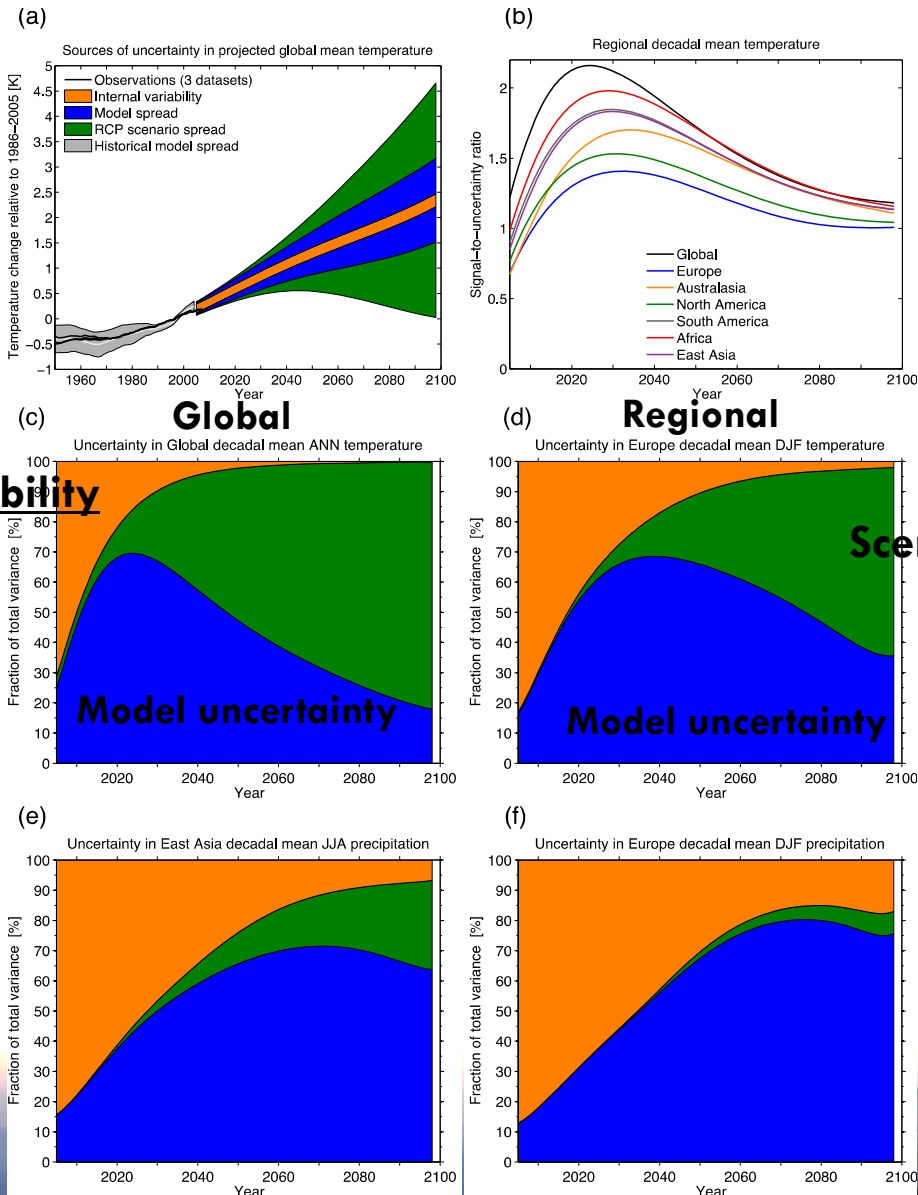
Prévision décennale = prévision **climatique** (i.e. **probabiliste**) à échéance 3-30 ans

- ❖ 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.



- ❖ Une **demande** sociétale forte (acteurs politiques et économiques) en vue d'adaptations aux changements climatiques déjà en cours
- ❖ Un **sujet de recherche fondamentale**
- ❖ Prévisibilité: **étude des mécanismes qui permettent la prévision**

Sources d'incertitude régionale: la variabilité interne



Internal variability

Sources of
uncertainty in future
temperature

Scenario uncertainty

Sources of
uncertainty in future
precipitation

Hawkins and Sutton 2006
AR5, Chap 11

MEDDE, Paris Décembre 2014

Principe de la prévision décennale

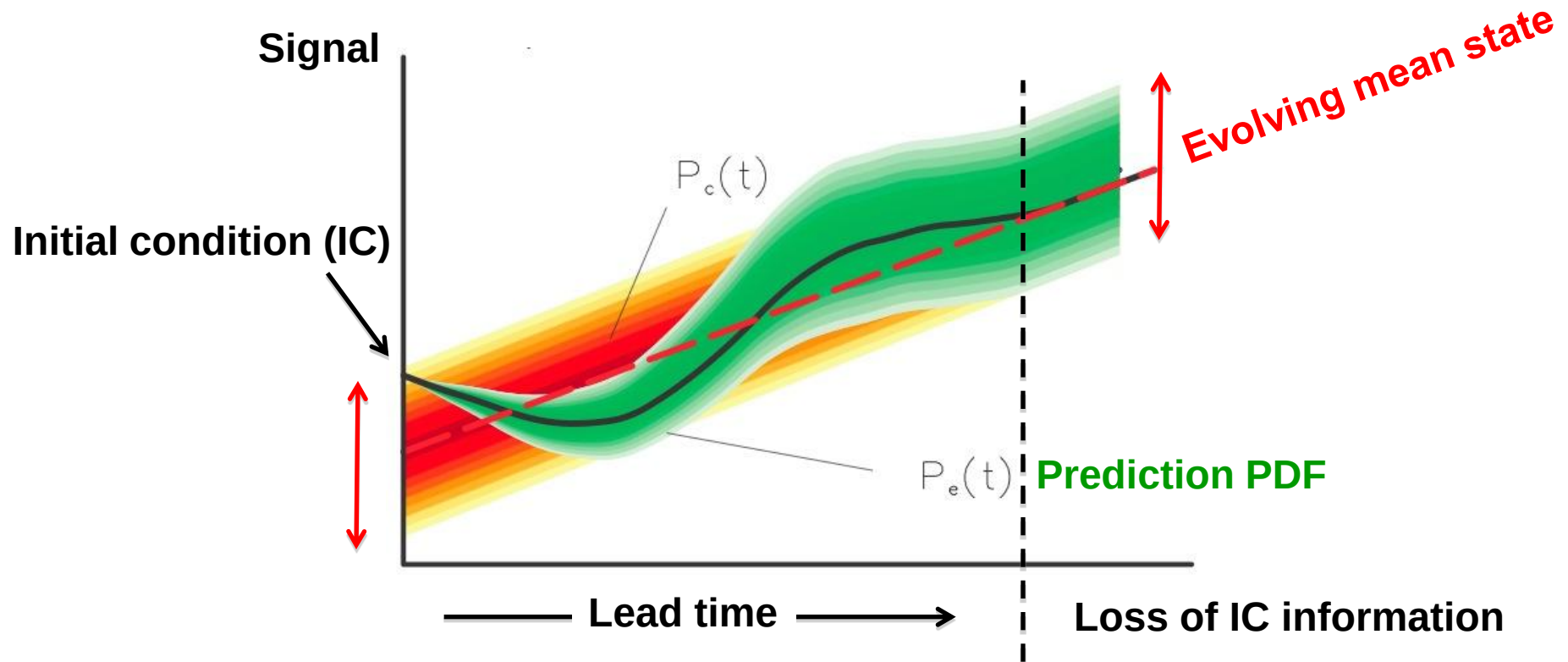
Prévision de la modulation
par la variabilité interne

+

Prévision de la réponse du système
climatique aux forçages externes

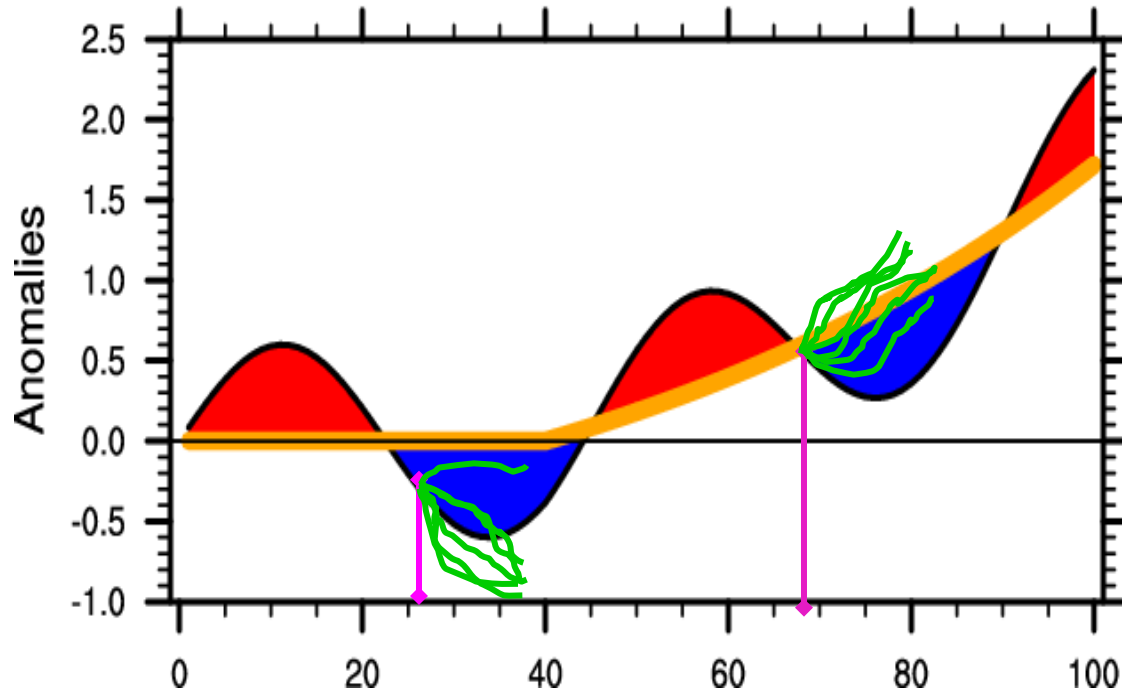
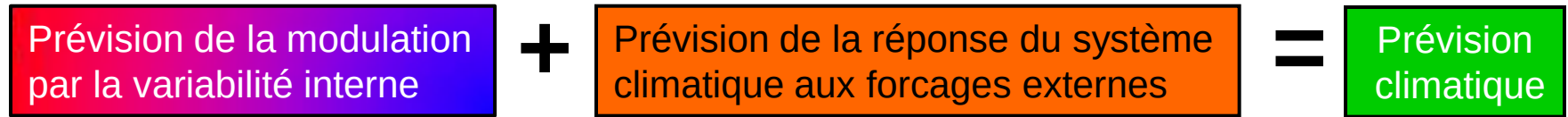
=

Prévision
climatique



Prévision probabiliste

Principe de la prévision décennale



- Prévisions **initialisées** sur l'état observé de l'océan ou des reanalyses océaniques
- Prévisions **probabilistes** (aspects ensemblistes - incertitudes)
- Prévisions **rétrospectives** (estimation de la prévisibilité)
- Prévisions **futures** (**scénarios** d'émissions de gaz à effet de serre + aérosols + connaissance tridimensionnelle de l'océan)

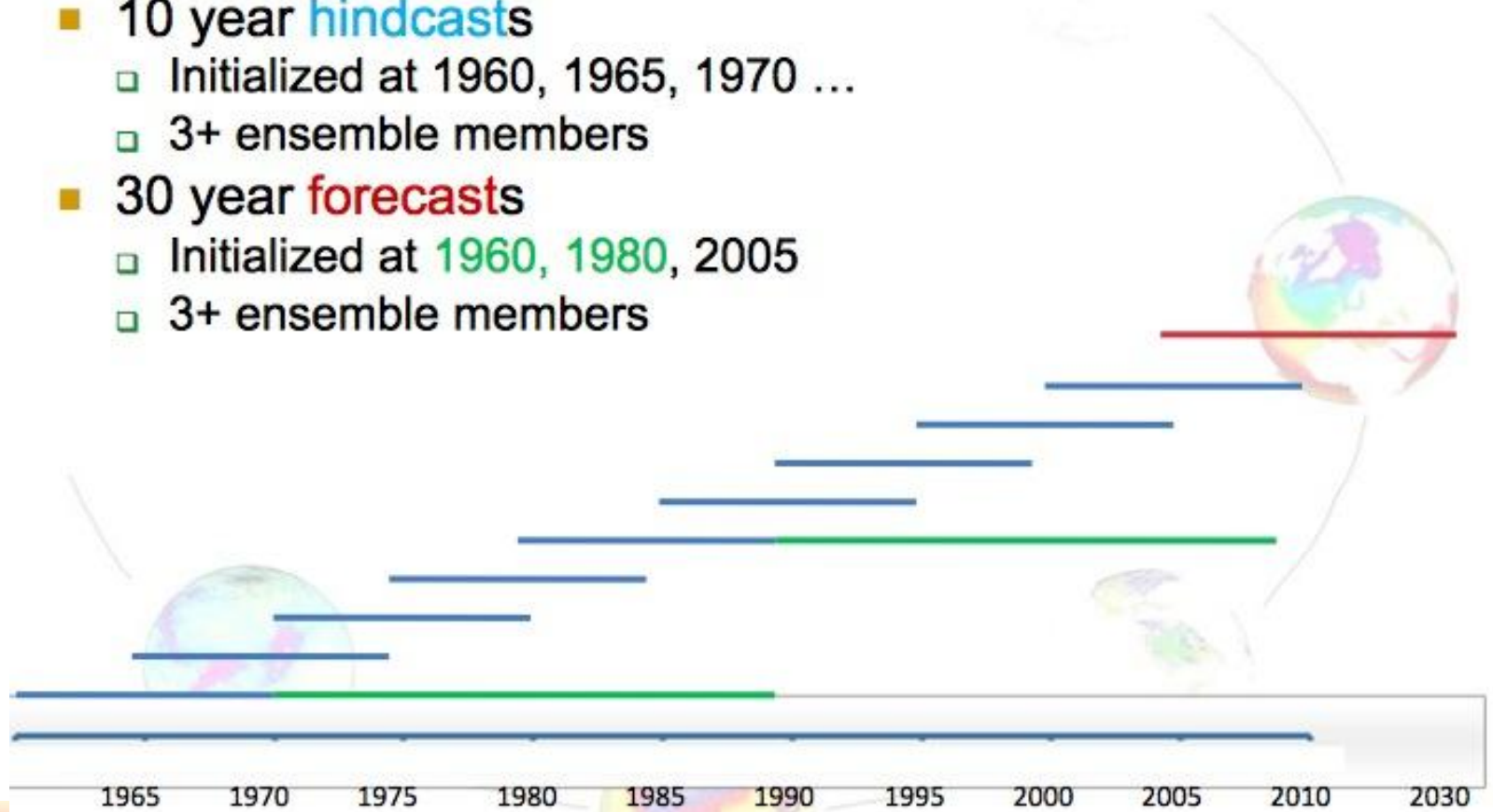
Decadal forecast or near-term prediction

The CMIP5 experimental protocol

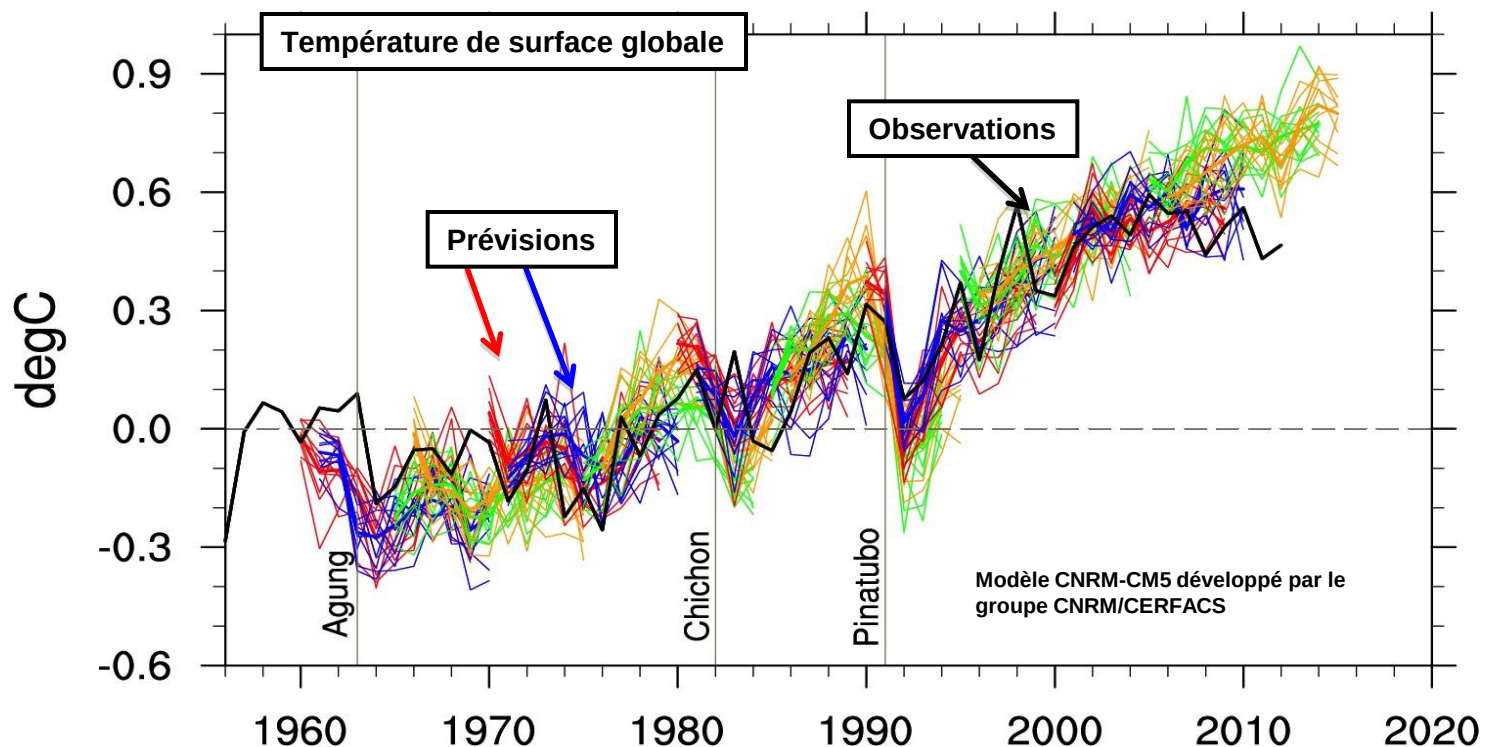
CMIP5/AR5

Near Term - Core

- 10 year **hindcasts**
 - Initialized at 1960, 1965, 1970 ...
 - 3+ ensemble members
- 30 year **forecasts**
 - Initialized at 1960, 1980, 2005
 - 3+ ensemble members

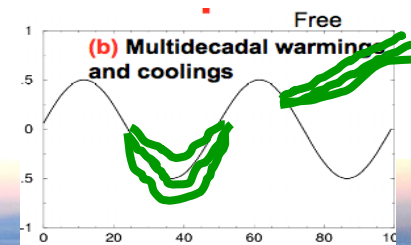
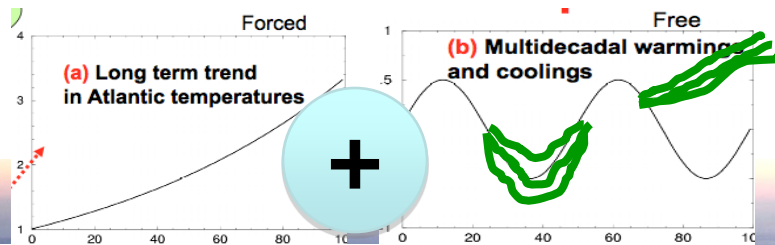
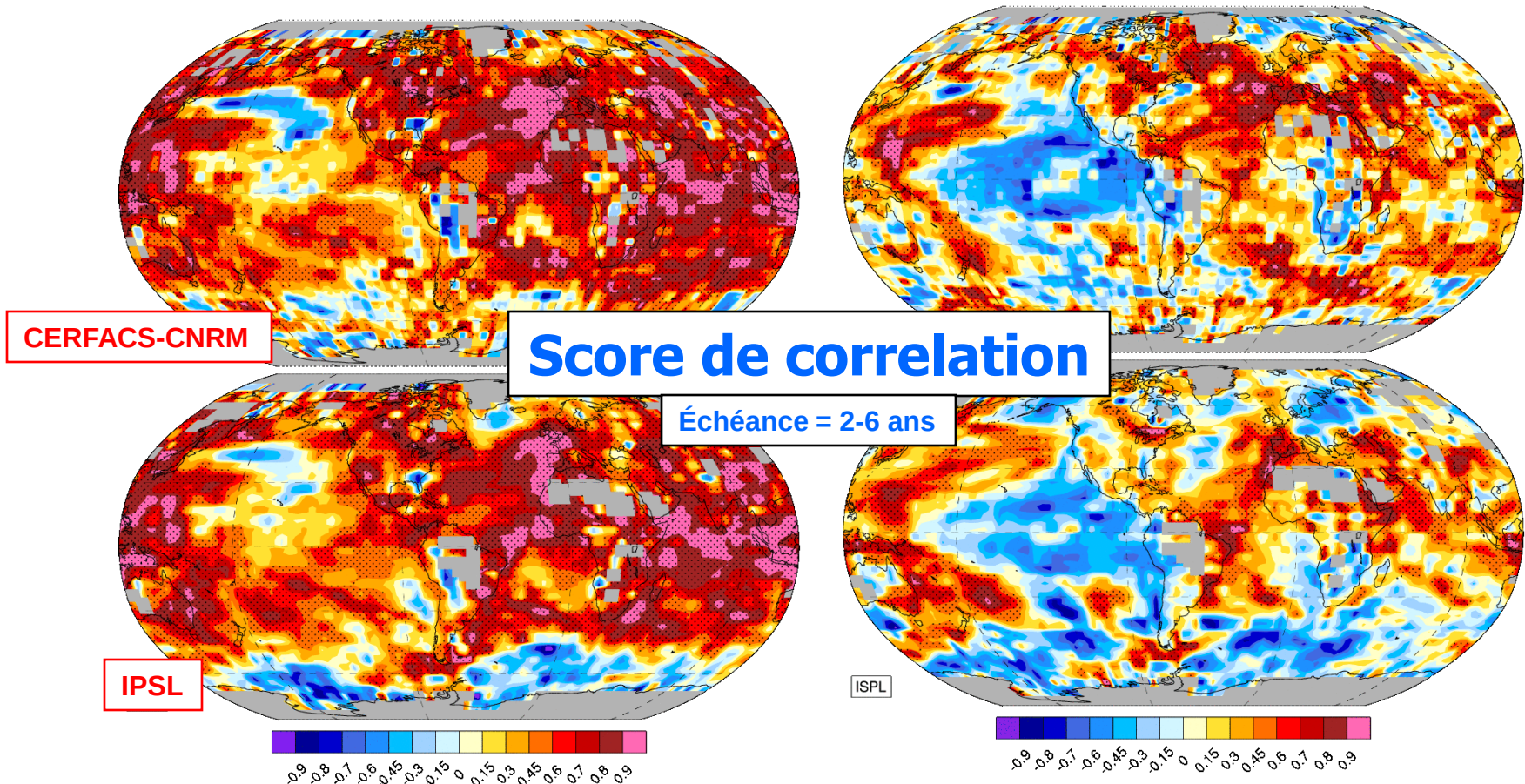


Projet EPIDOM : soutien national à CMIP5



- Bonne estimation des tendances et de l'impact des volcans

Prévisibilité de la température de surface



Réponse forcée

INT=Interne

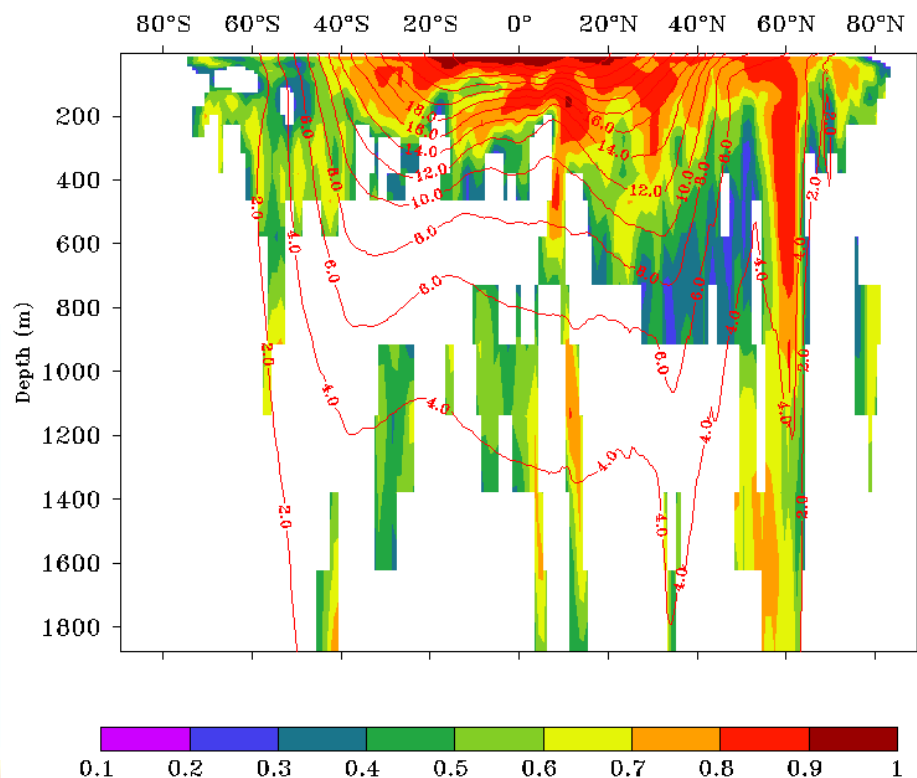
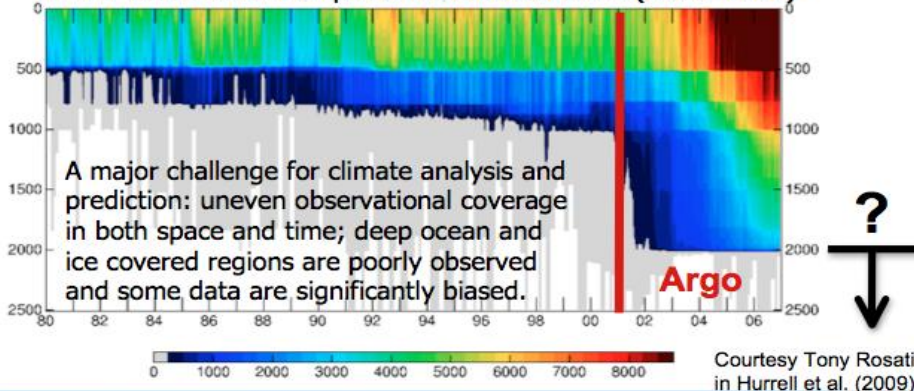
L'initialisation du modèle océanique

Plusieurs façon de le faire, car c'est un problème difficile:

- insuffisance des observations océaniques 4D de bonne qualité
- Biais des modèles
- Assimilation couplée océan-atmosphère n'est pas encore possible

Zonally averaged temperature in
SODA 2.2.4 vs ORAS4-ECMWF
Corrélation (Ray et al. 2014)

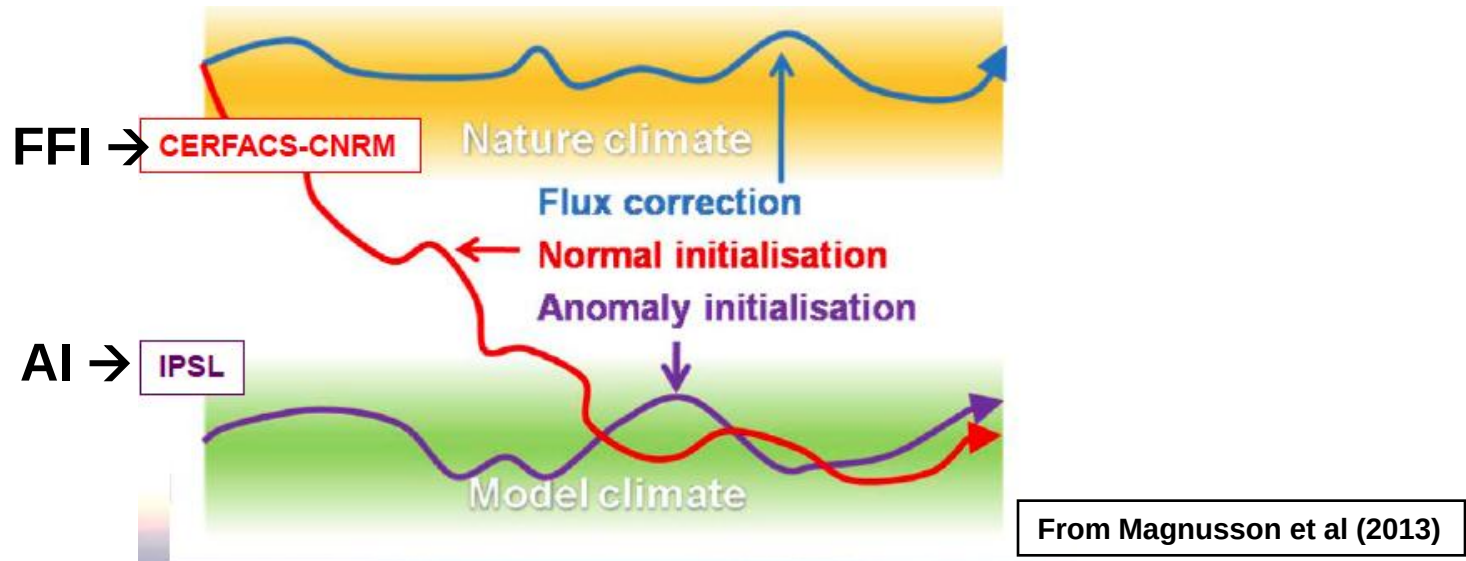
Global Number of Temperature Observations (1980-2006)



Ray et al., 2014

MEDDE, Paris Décembre 2014

Techniques d'initialisation



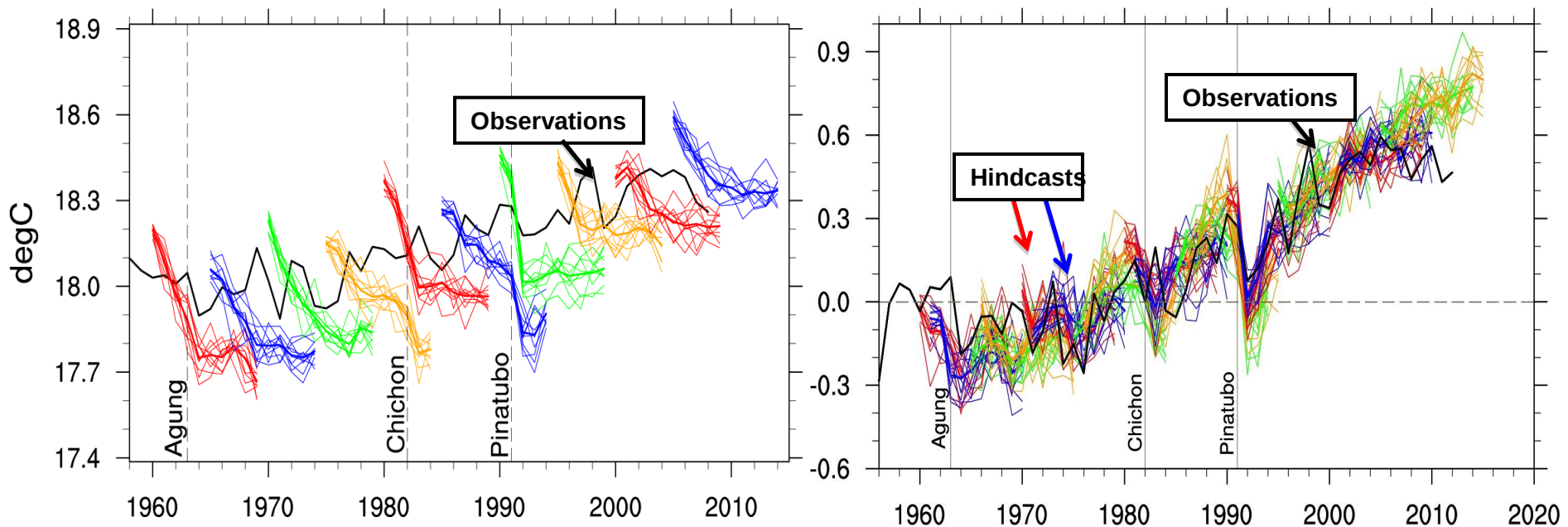
Full-field initialization (FFI): The coupled model is initialized to a state close to the real-world attractor. Model drift needs to be corrected *a posteriori* to forecast evaluation.

Anomaly Initialisation (AI): Real-world anomalies are added to model mean climate (or attractor).

Choc et dérive initiale du modèle

Decadal forecasts performed with CNRM-CM5 climate model
(CNRM-CERFACS modelling group)

Ocean component Initialized from NEMOVAR_COMBINE reanalysis



Global surface temperature (annual means)
non drift corrected

Global surface temperature (annual means)
drift corrected

Similar drift in seasonal and weather forecast

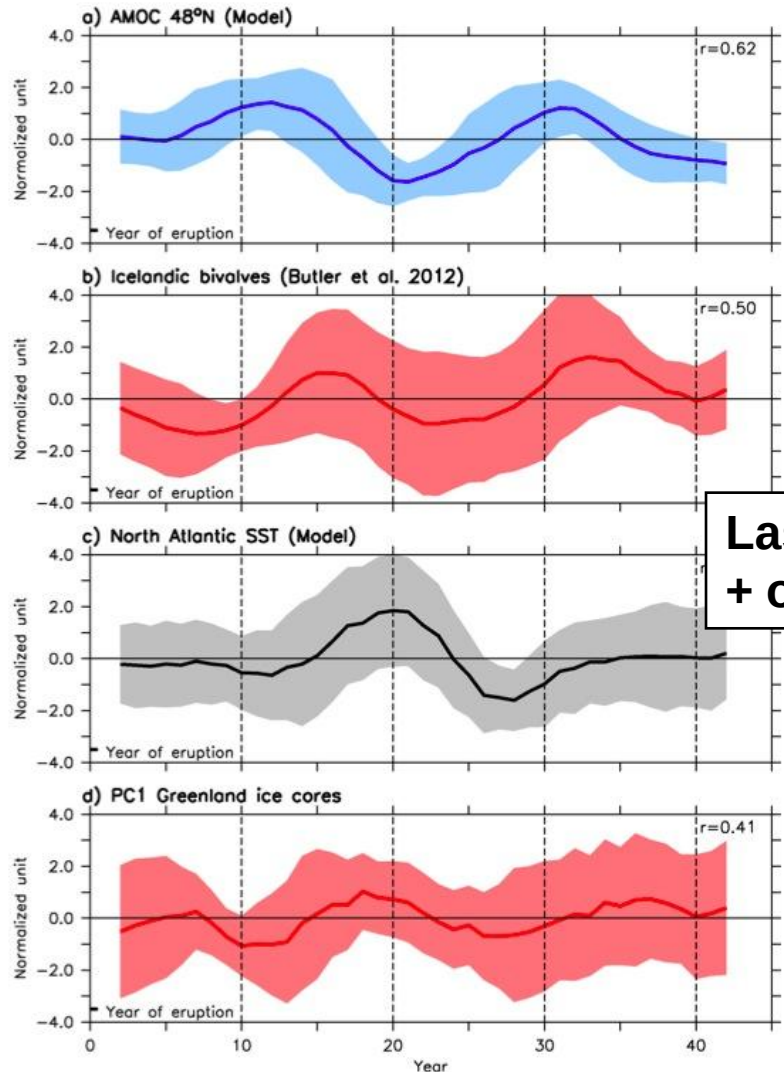
Summary of ocean initialization types in CMIP5

Group	ICs	Product	Type	Group	ICs	Product	Type
BCC	T, S	SODA	FFI	MOHC	T, S	Smith and Murphy	FFI AI
CCCMA	SST, T, S	ERSST IOSST SODA GODAS	FFI	MPI-M	T, S	OGCM	AI
CMCC-CM	T, S	INGV	FFI	MRI	SST, T, S	Ishii and Kimoto	AI
CNRM-CERFACS	T, S	NEMOVAR	FFI	NASA	T, S	GEOS IODAS	FFI
NCEP/COLA	SST, T, S	CFSR NEMOVAR 4	FFI	NCAR	T, S	POPDART OGCM	FFI
EC-EARTH	T, S	NEMOVAR 4 ORAS4	FFI AI	GFDL	SST, T, S	Observations	FFI
IPSL	SST	Reynolds	AI	LASG	SST, T, S	Ishii et al. EN3_v2a	FFI AI
AORI/NIES /JAMSTEC	SST, T, S	Ishii and Kimoto	AI				

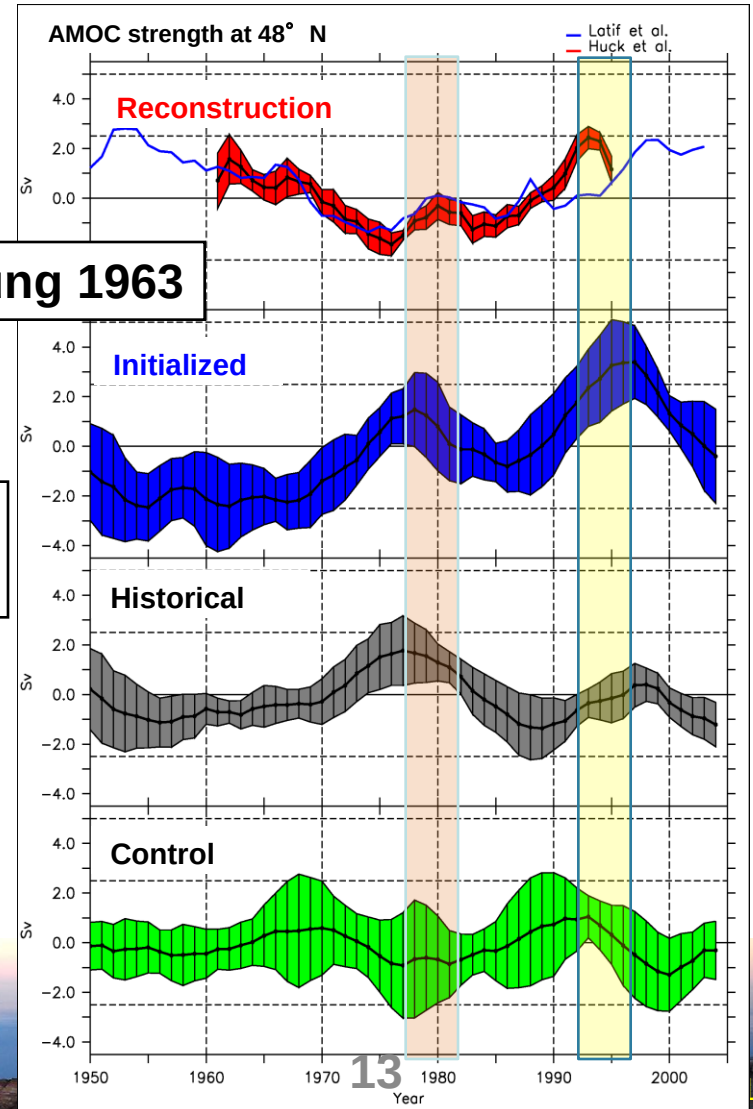
Impact du volcanisme sur l'initialisation

- AMOC max 15 years after eruption

Swingedouw et al. 2013, 2015



Last 1000 yrs
+ obs

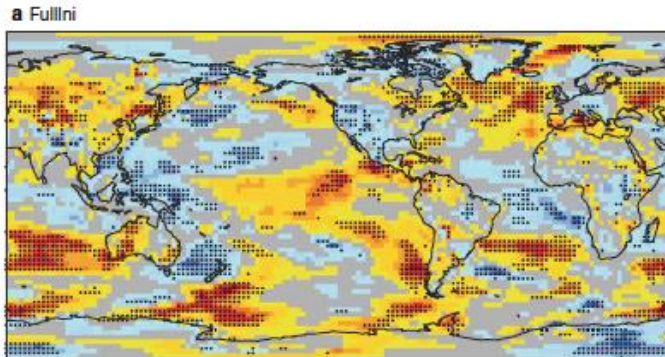


Impact de l'initialisation sur la qualité de la prévision

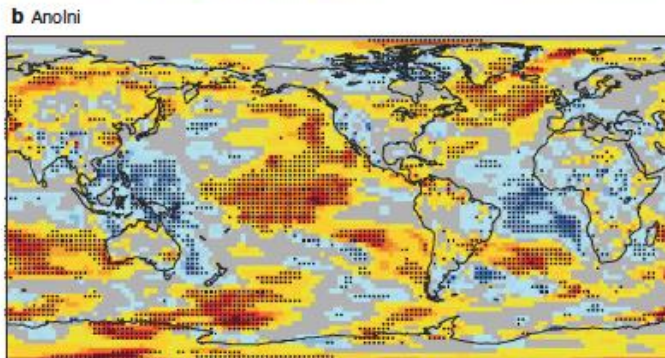
FFI versus AI

- **Climate model:** ECMWF-IFS/NEMO-ORCA1
- **Reanalysis:** NEMOVAR_COMBINE

FFI



AI



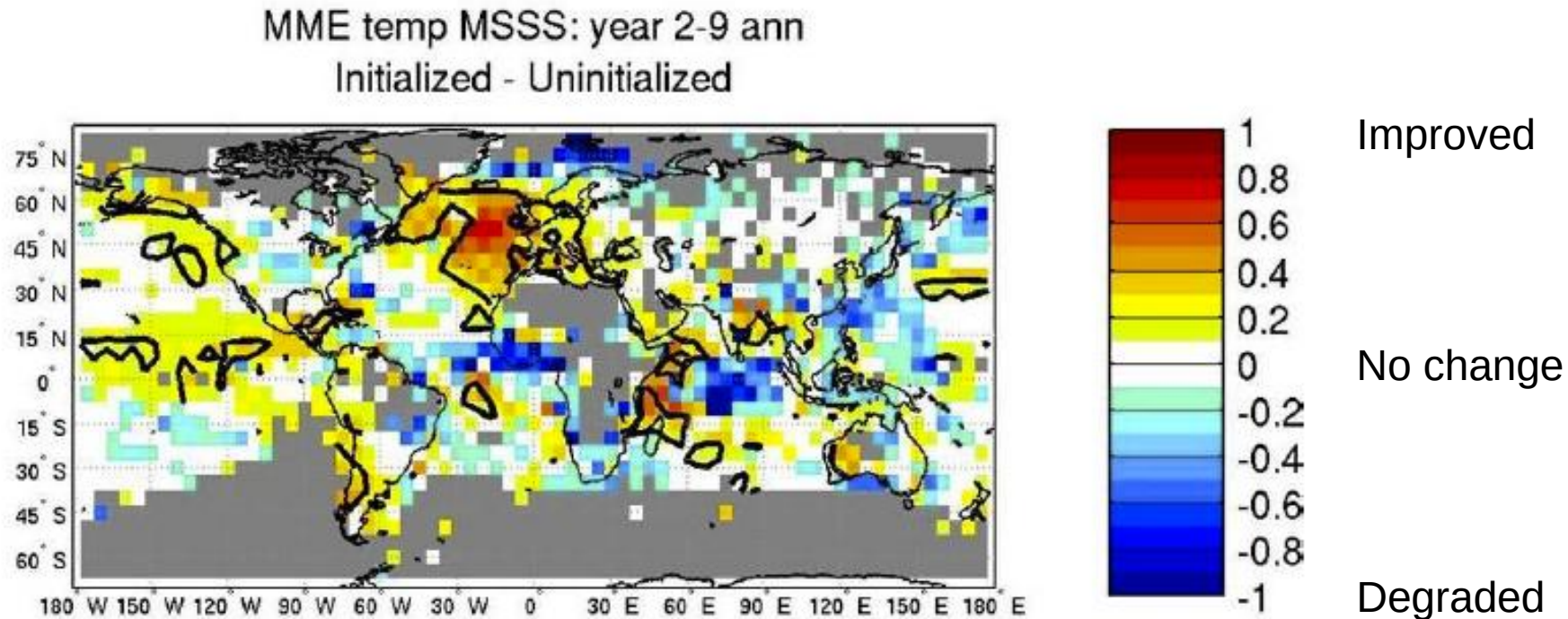
ACC (anomaly correlation coefficient) for T2m at leadtime 2-5 years.

- FFI seems to be better in North Atlantic
- AI seems to improve skill in eastern Pacific
- Reasons of the skill differences need to be investigated
- Non consensus on the initialisation technique...

Important: For seasonal forecasts FFI leads to better results

Magnusson et al. 2013

Valeur ajoutée de l'initialisation dans CMIP5



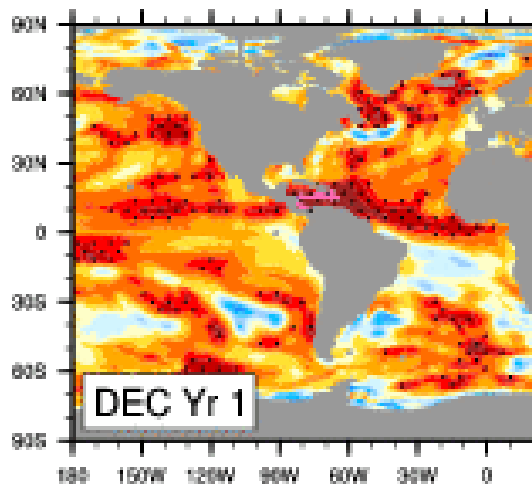
From Goddard et al. 2012

Comparing initialized from uninitialized forecasts through Mean Squared Skill Score (MSSS) for CMIP5 decadal forecasts.

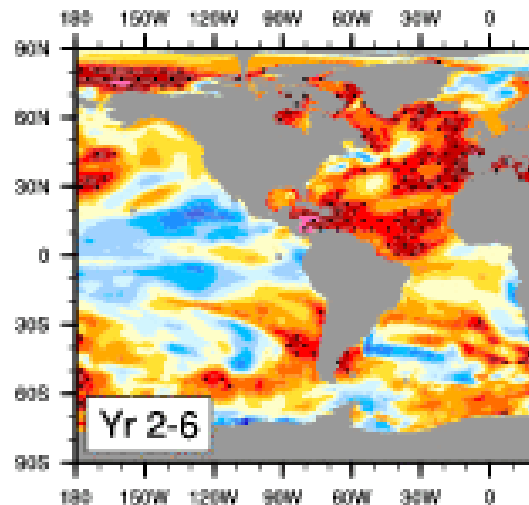
Regions with MSSS > 0 -> Added value of initialization

Prévisibilité par bassin océanique

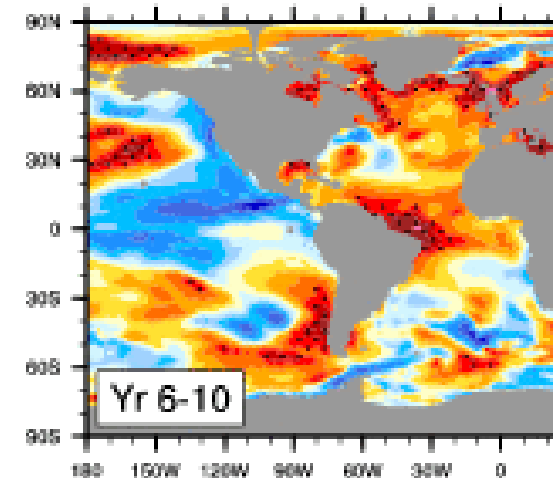
- En global, l'essentiel de la prévisibilité décennale est dans les forçages externes (GES + aérosols + volcans).
- La valeur ajoutée due à l'initialisation océanique est sensible sur 3-7 ans au plus
- La valeur ajoutée due à l'initialisation océanique a une signature régionale: elle est forte dans l'Atlantique, faible voire nulle dans le Pacifique.



Échéance = 1an



Échéance = 2-6 ans

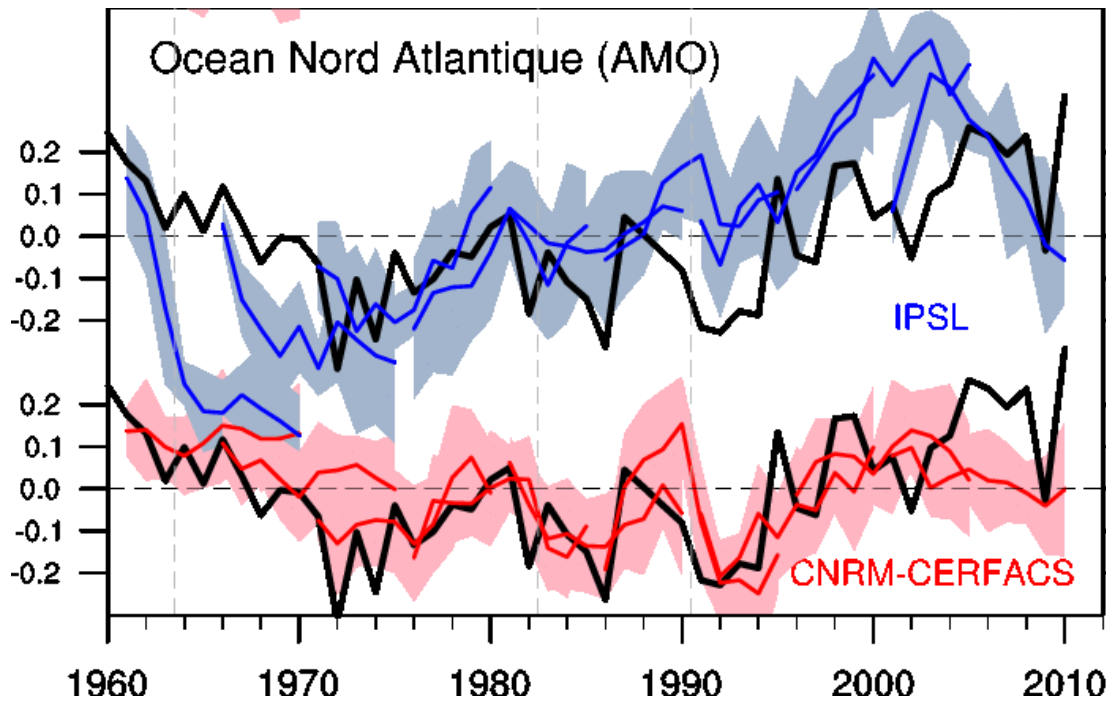


Échéance = 6-10ans

CERFACS-CNRM



Prévisibilité de l'AMO



IPSL:
Prévisibilité grâce aux volcans mais
pollution par la sensibilité du modèle, non
corrigée

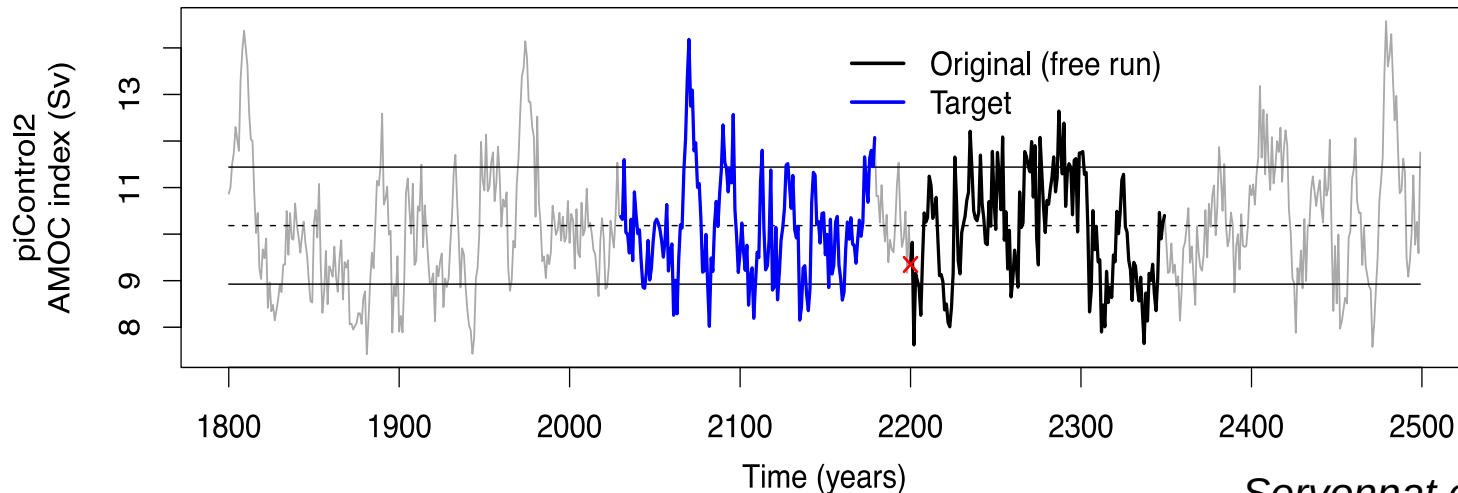
CERFACS-CNRM:
Prévisibilité grâce aux volcans + maintien
des anomalies (persistance)

Le retour aux fondamentaux

Initialisation en modèle parfait

Use a 150 yrs sequence of 1000 yrs control run as surrogate
« observations » = the target:

-Nudge the model towards target SST or SST and SSS



Servonnat et al. 2013

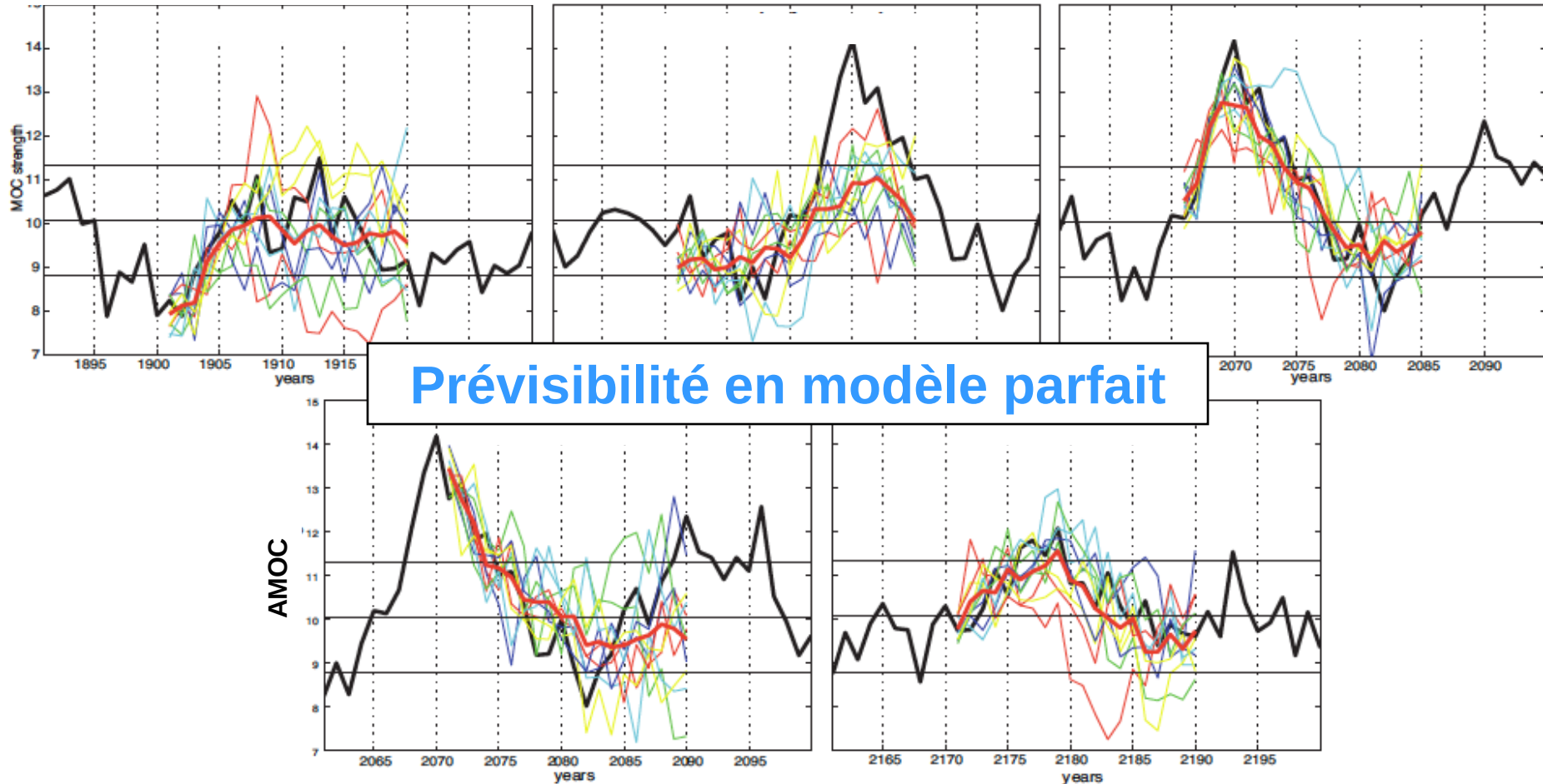
No more

- Lack of observations
- superposition of internal variability vs. external forcing
- model errors

This is not the real world... but model understanding key to use model to understand real world !

Le retour aux fondamentaux

Indice circulation Atlantique (AMOC)



Persechini et al. (2013)

EPIDOM

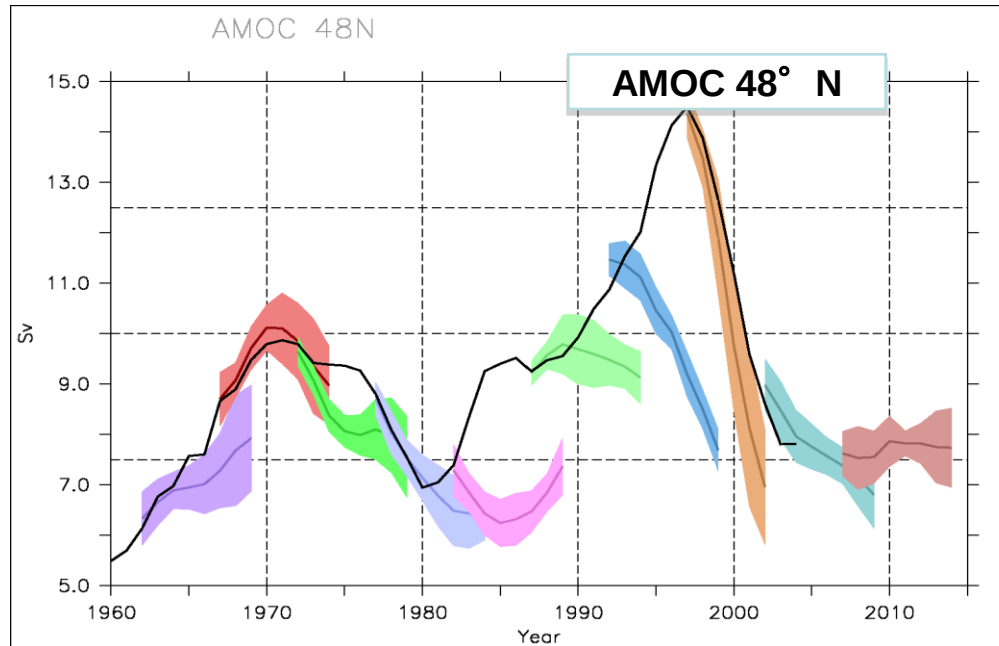


MEDDE, Paris Décembre 2014

Retour vers le réel

Prévision de l'AMOC dans CMIP (IPSL)

Résultats de l'approche modèle parfait
restent valables



EPIDOM



Les études de cas

Conclusions

Sources de prévisibilité:

- En global, une grande partie de **la prévisibilité décennale provient des forçages externes** (Gaz à effet de serre + aérosols + volcans)
- L'initialisation contraint la sensibilité climatique (plus faible dans les simulations décennales que dans les simulations historiques)
- **La valeur ajoutée due à l'initialisation océanique a une signature régionale**: elle est forte dans l'Atlantique, dans l'Indien/Pacifique Ouest et nulle dans le Pacifique
- **La prévisibilité est plus forte pour la température** que pour tous les autres champs
- **La prévisibilité sur continent reste un défi**

Importance des fondamentaux pour l'interprétation de CMIP5 et pour la préparation de CMIP6 - Nécessité de travailler sur:

- **Les mécanismes de variabilité décennale** (modèle parfait) : rôle des volcans, de la circulation thermohaline, de l'océan de subsurface, de la modulation décennale de l'ENSO etc.
- **L'initialisation** (multiple approches, impact sur les prévisions variable)
- **La compréhension de la dérive des modèles** et sa minimisation

Attention à l'usage des prévisions décennales !



Ne JAMAIS utiliser les sorties « brutes » de prévision décennale disponibles sur les serveurs

On ne sait pas débiaiser correctement les données (en particulier journalières)



Approche ensembliste indispensable pour les études d'impact (utilisation de plusieurs membres)

Régionalisation: attention à la présence de biais dans les forçages aux limites ET à la présence de variabilité interne décennale

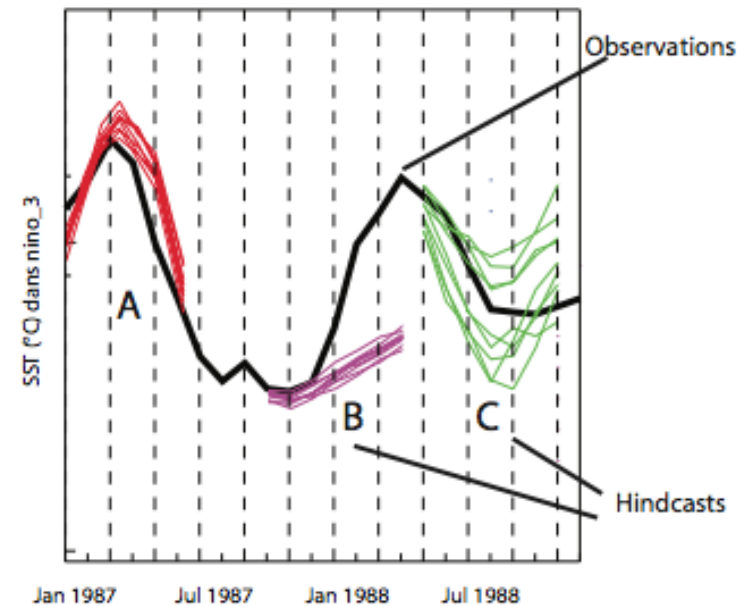
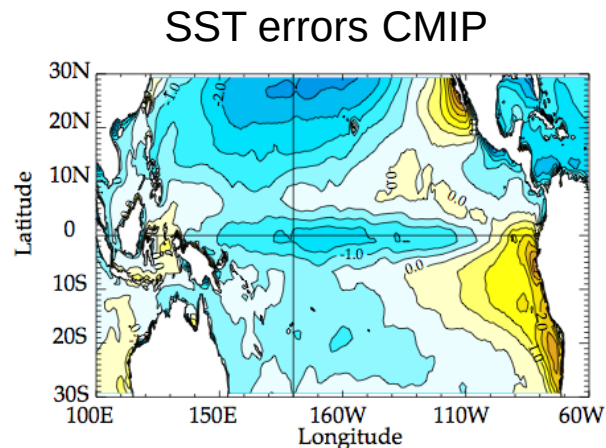
**Science encore exploratoire avec un potentiel fort
Travaillons ensemble !**



Richesse de la dérive initiale

Informe sur comment et pourquoi le modèle s'écarte des observations

Decadal hindcasts : an alternative to long stabilized simulations to study the development of model biases



- A. Perfect forecast.
- B. Systematic bias.
- C. Sensitivity to initial conditions.