

Expériences de « nudging » océanique et premiers résultats de prévision

Emilia, Christophe, Elodie, Marie Pierre, Laure, Philippe, Yohan ...



Plan

1. Contexte général de la prévision décennal. Intérêt de faire le nudging océanique.
2. Principes du nudging océanique.
3. Expériences de nudging.
4. Premiers résultats sur l'initialisation à partir des expériences de nudging

Terminologie :

To nudge = pousser du coude

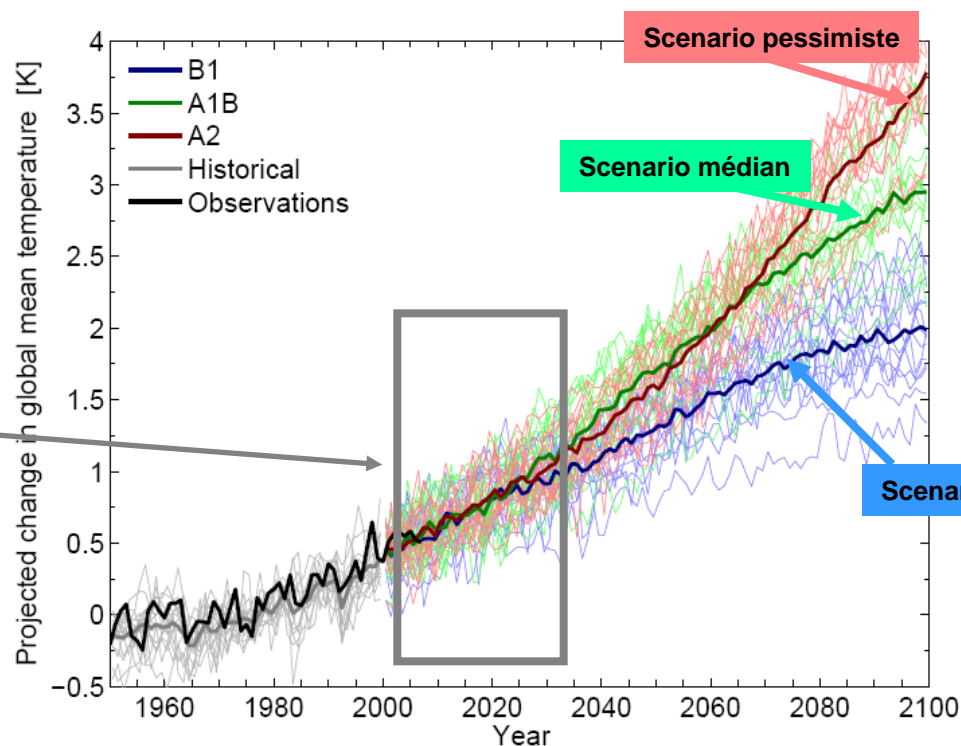
Nudging → poussements du coude ??

Contexte général de la prévision décennale. Intérêt de faire le nudging océanique.

Evolution de la température globale

GIEC AR4 (2007)

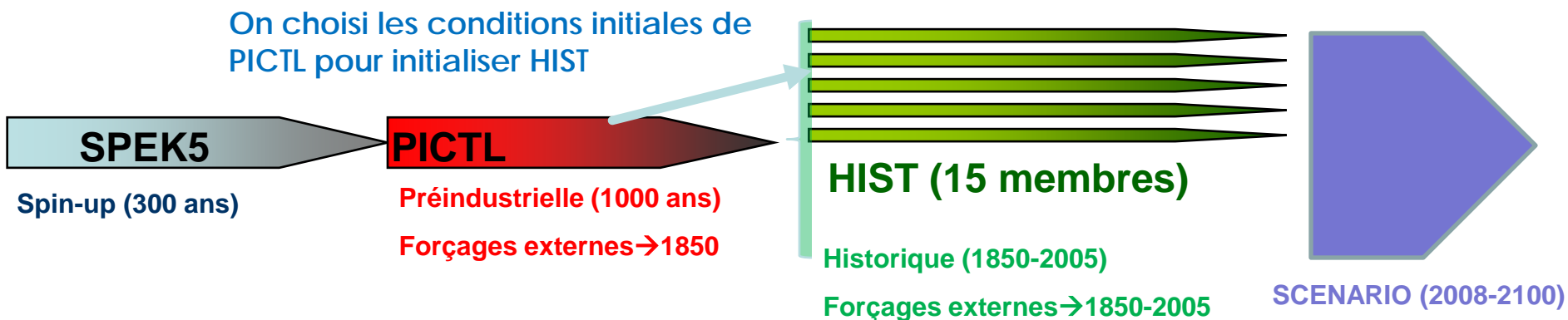
Incertitude sur le scénario
très faible



- Prévision décennale = prévision **climatique** (i.e. **probabiliste**) à échéance 5-30 ans
- Une **demande** forte (décideurs, citoyens) en vue **d'adaptations** aux changements climatiques déjà en cours.
- Un véritable challenge! Un **sujet de recherche fondamental** très jeune et qui a besoin de beaucoup de forces de travail.

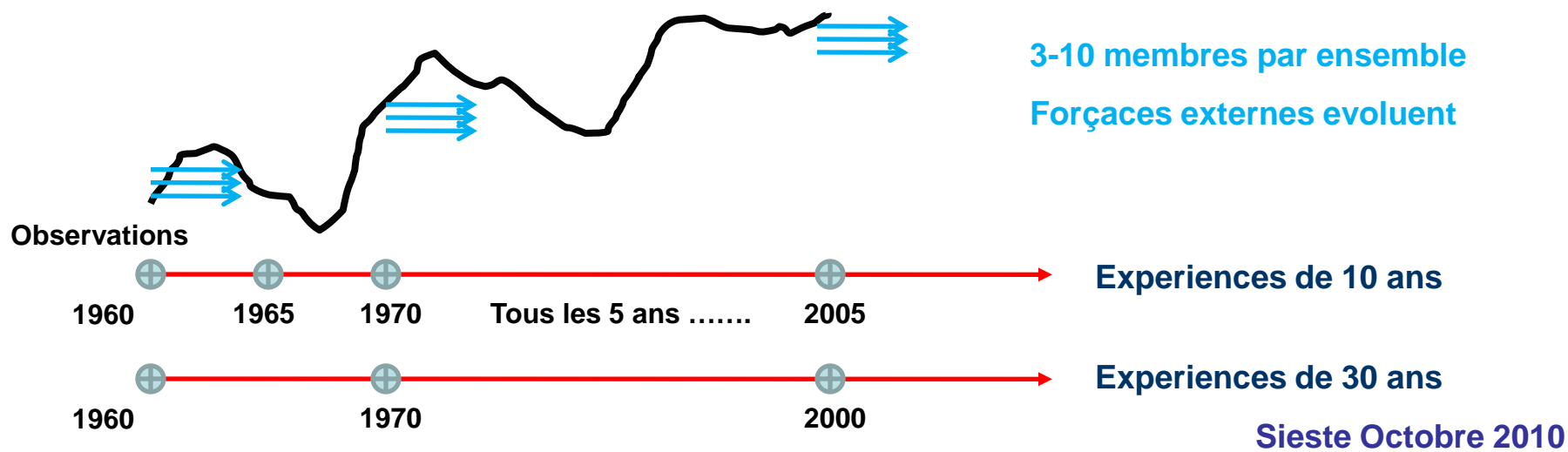
Contexte général de la prévision décennale. Intérêt de faire le nudging océanique.

Protocole expérimental GIEC (AR3 et AR5)



Protocole Expérimental Prévision Décennale (AR5)

On initialise le modèle à partir d'un état observé !!



Contexte général de la prévision décennal. Intérêt de faire le nudging océanique.



Problème : Le modèle dérive et va vers son attracteur (i.e. son état moyen) !!

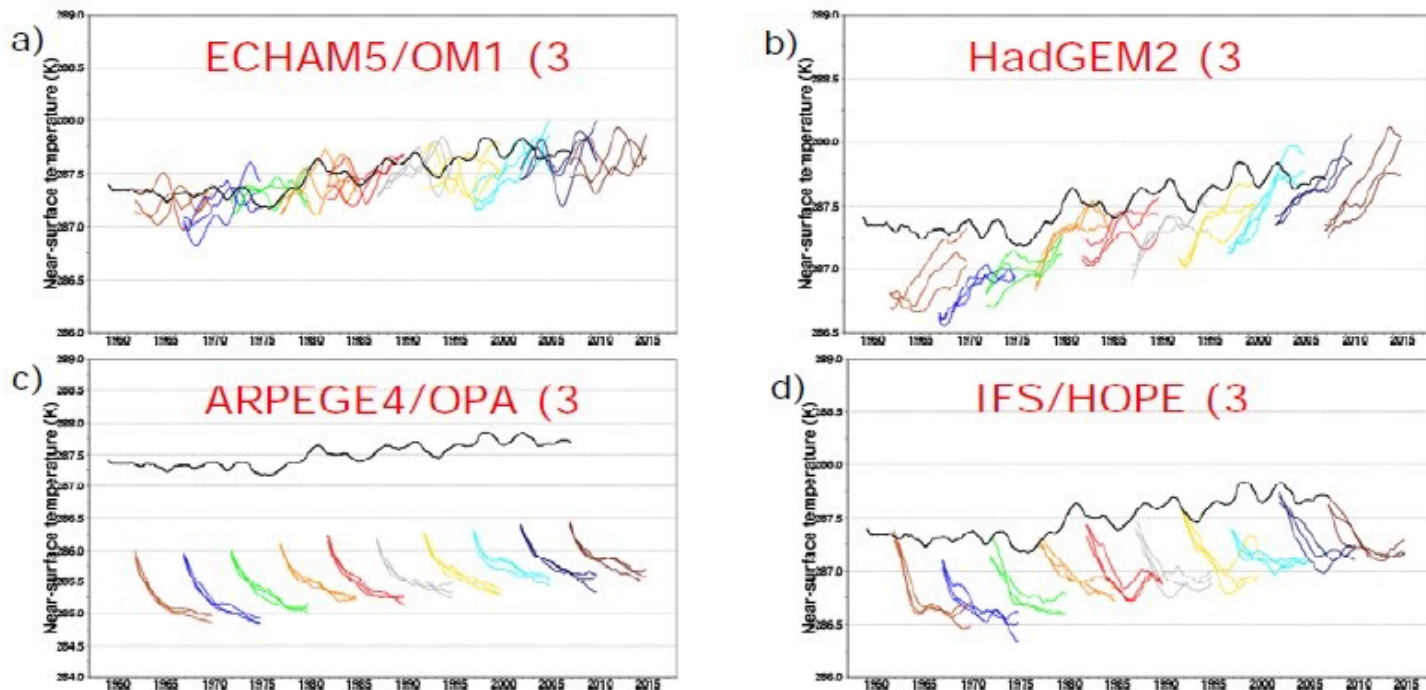


Figure 27: Global mean near-surface air temperature (2-year running mean applied) from the multi-model ENSEMBLES re-forecasts: a) IfM, b) HadGEM2, c) CERFACS and d) ECMWF. ERA40/ERAInt is used as a reference and depicted with a solid black line. Each re-forecast is plotted with lines of a different colour to illustrate the forecast setup.

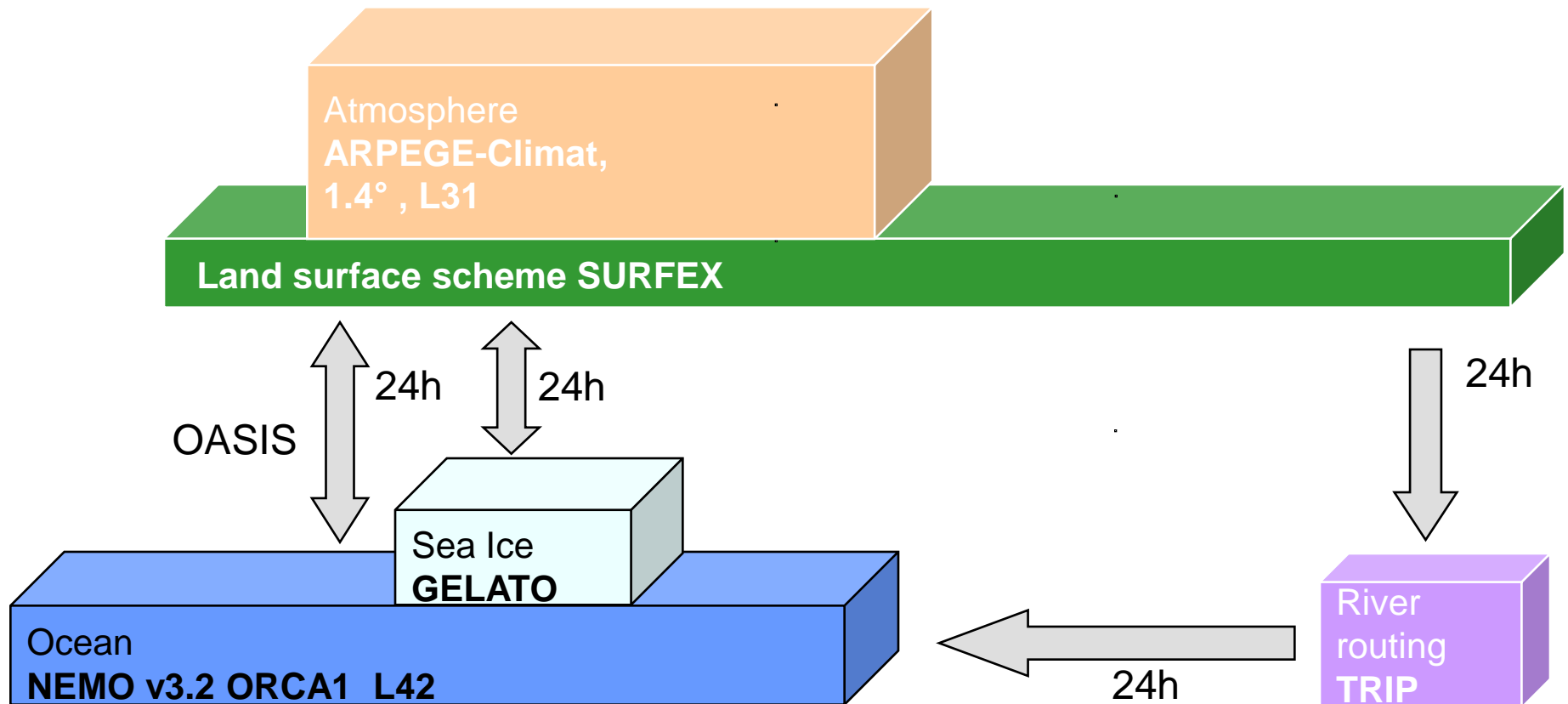
Objectif :

Trouver des états initiaux compatibles à la fois avec les observations et avec l'état moyen du modèle → **NUDGING OCEANIQUE**

Principes du nudging océanique.

Nudging océanique: on « pousse du coude » l'océan dans le système couplé CNRM-CM5
Nudging vers la réanalyse (observations de l'océan).

CNRM-CM5



Principes du nudging océanique.

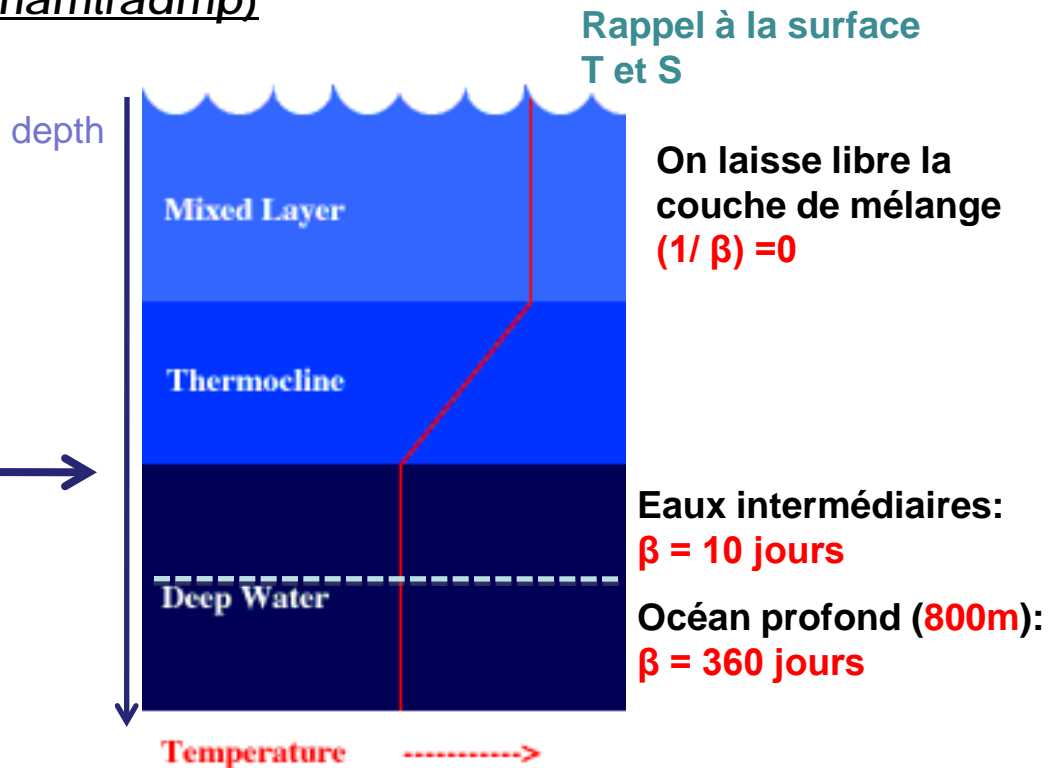
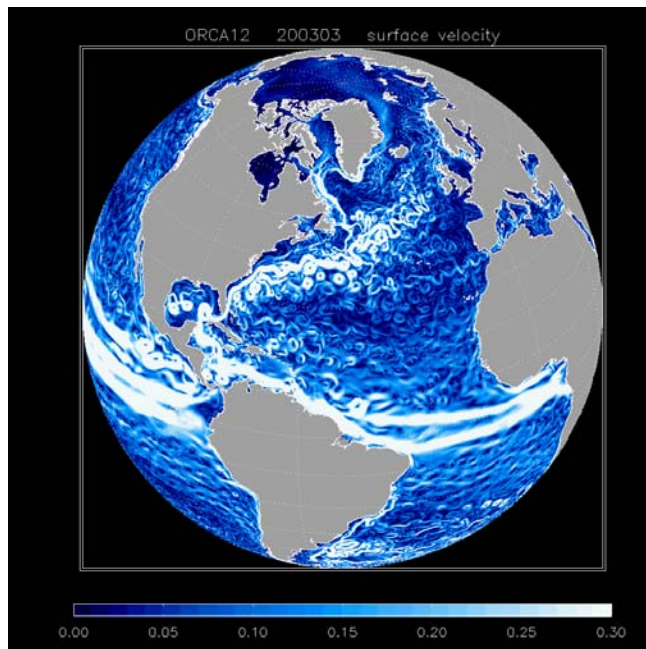
Nudging de NEMO (*dkey tradmp, namtradmp*)

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \dots - \frac{1}{\beta} (T - T_o)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \dots - \frac{1}{\beta} (S - S_o)$$

$T_o, S_o \rightarrow 3D$ observations

La valeur de β varie selon l'endroit



Bande équatoriale:

$(1/\beta) = 0$

Près des côtes (300km):

$(1/\beta) = 0$

Les échelles de temps d'ajustement sont très rapides et cela peut affecter les courants océaniques.

Principes du nudging océanique.

Sea surface restoring (namsbc_ssr)

Flux de chaleur:

$$Q_{ns} = Q_{ns}^o + \frac{dQ}{dT} (T_{k=1} - SST_{obs})$$

Flux de
chaleur à la
surface.

Terme de rétroaction.
 SST_{obs} = observations

$\frac{dQ}{dT}$ Coefficient de rétroaction,
qui est lu dans la namelist:
= -40W/m²/K

Exemple: Pour une couche de mélange de
50m de profondeur, cette valeur
correspond à une relaxation de 2 mois.
(2 mois pour que $T(k=1) = SST_{obs}$)

Flux d'eau:

$$EMP = EMP_o + \gamma_s^{-1} e_{3t} \frac{(S_{k=1} - SSS_{obs})}{S_{k=1}}$$

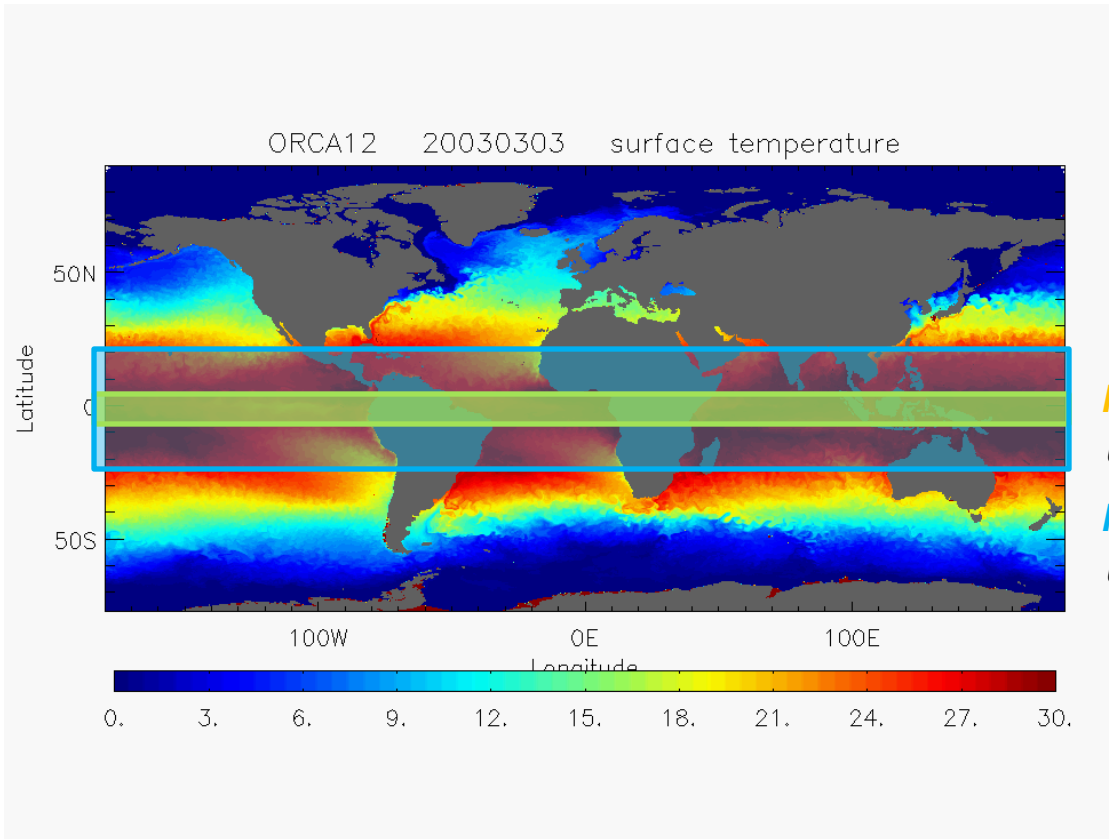
Bilan d'eau à
la surface

Terme de rétroaction.
 SSS_{obs} = observations

γ_s Paramètre de rétroaction,
qui est lu dans la namelist:
= -167 mm/jour

Expériences de nudging.

- ★ Nudging vers la réanalyse océanique NEMOVAR (ORCA1°) 1958 -2008
- ★ Plusieurs tests ont été effectués en changeant les paramètres du nudging dans la namelist.
- ★ Avec la version définitive du modèle, on en a gardé deux:



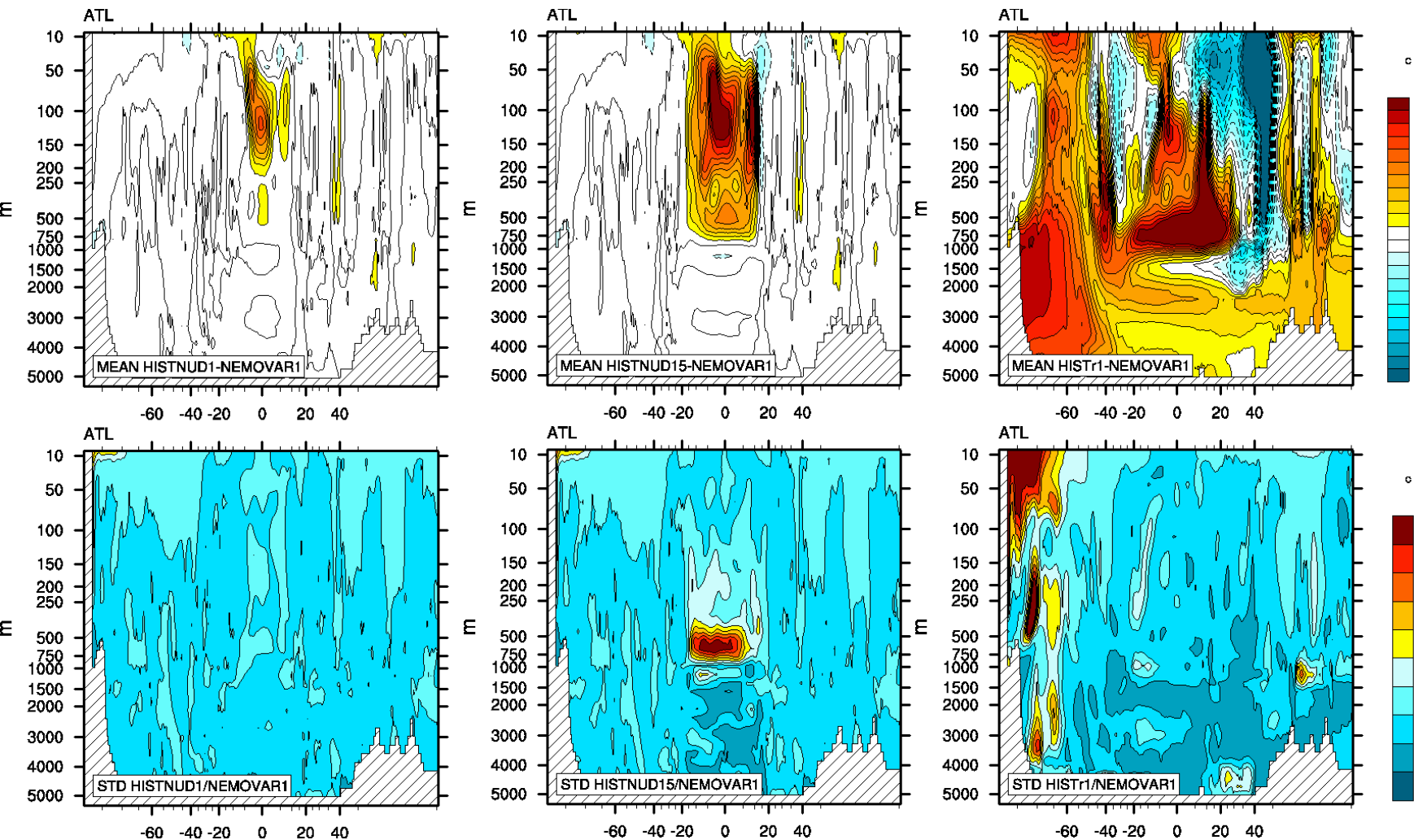
HISTNUD1 → on laisse libre
la bande (1°S - 1°N)_c

HISTNUD15 → on laisse libre
la bande (15°S - 15°N)_c

Expériences de nudging.

★ Biais des moyennes zonales de température et ratio variances par bassin

→ ATLANTIQUE



HISTNUD1

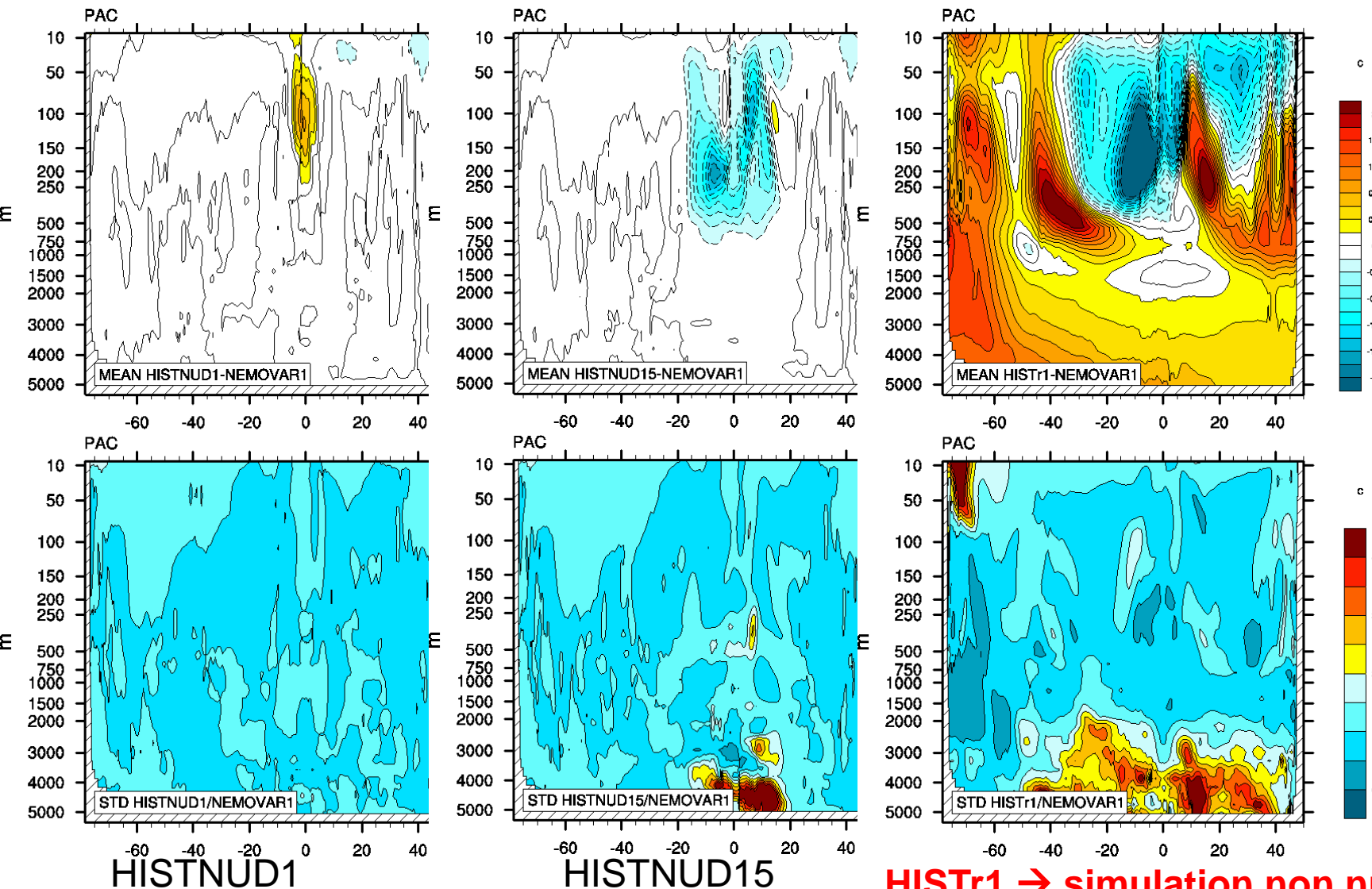
HISTNUD15

HISTr1 → simulation non nudgée

Expériences de nudging.

★ Biais des moyennes zonales de température et ratio variances par bassin

→ PACIFIQUE

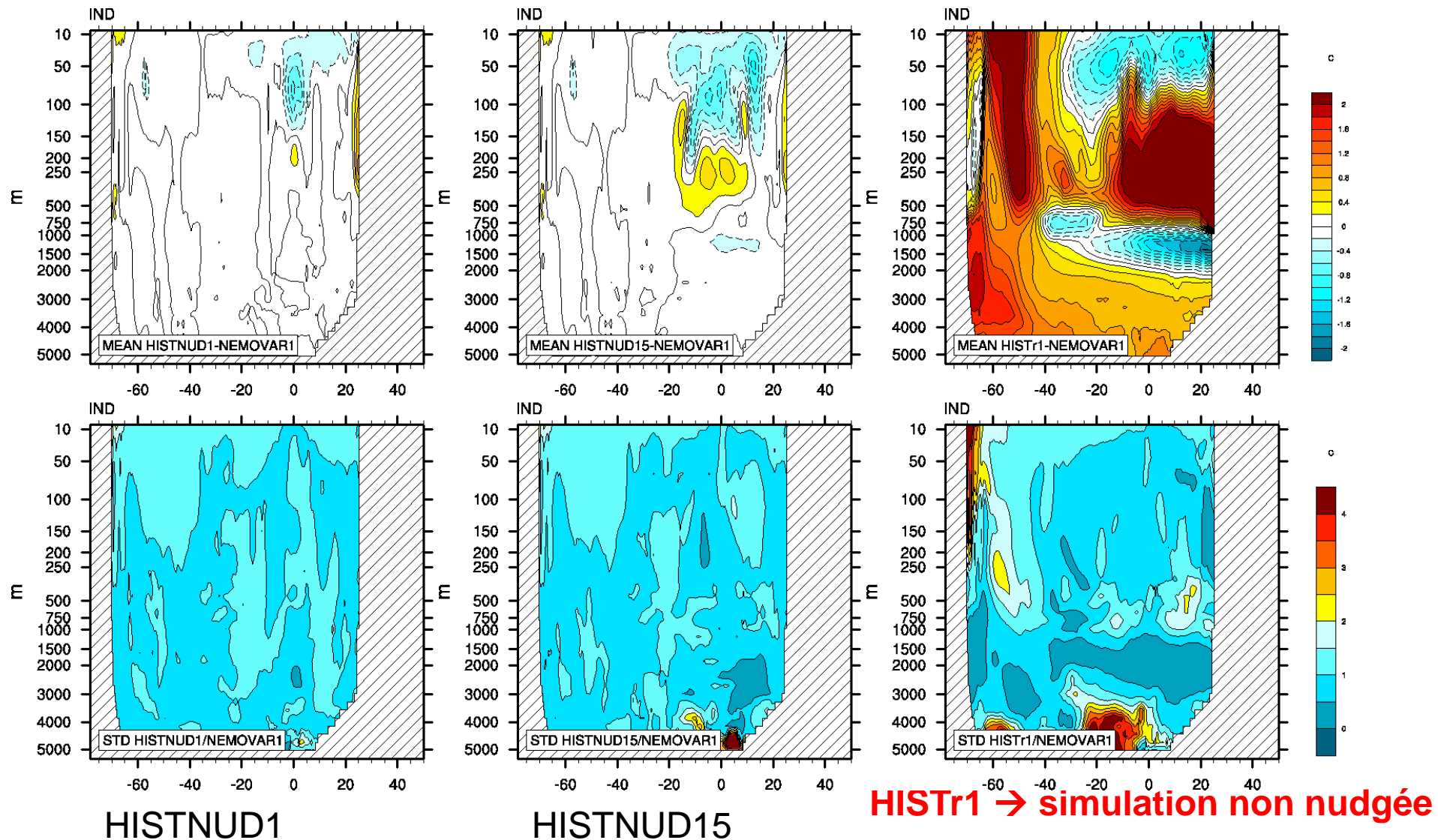


HISTr1 → simulation non nudgée

Expériences de nudging.

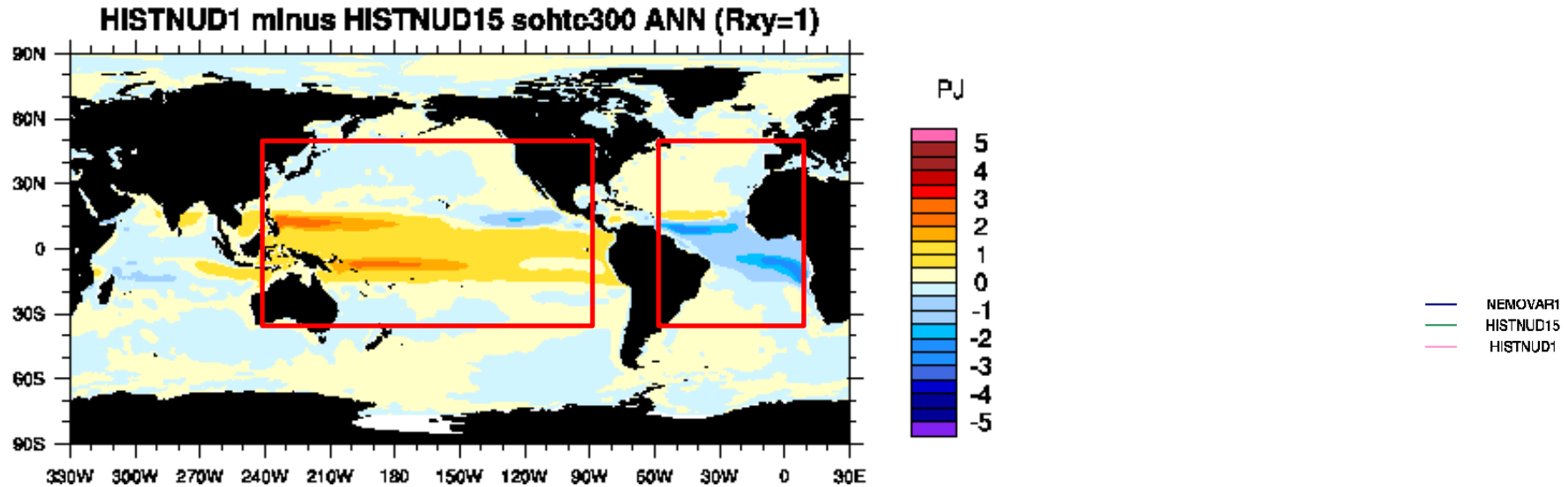
★ Biais des moyennes zonales de température et ratio variances par bassin

→ **INDIEN**



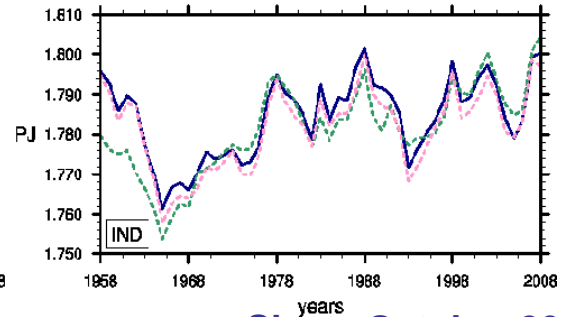
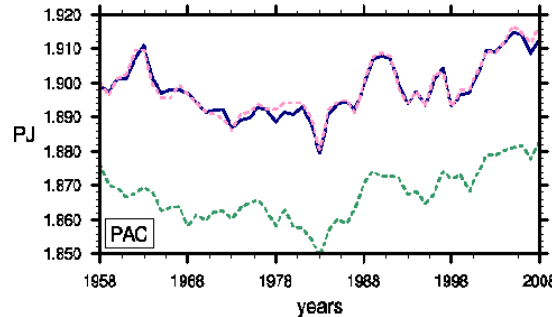
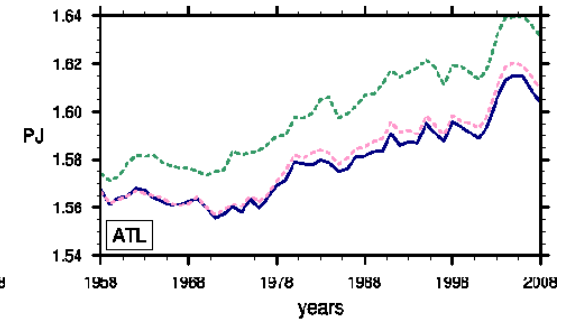
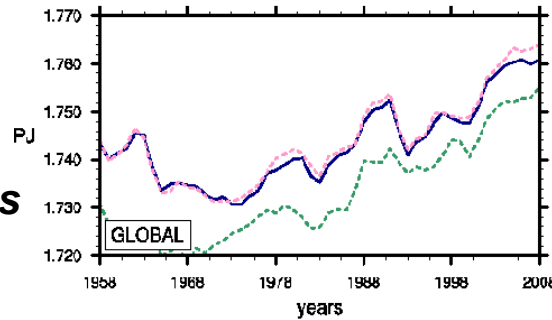
Expériences de nudging.

★ Contenu de chaleur 300 m



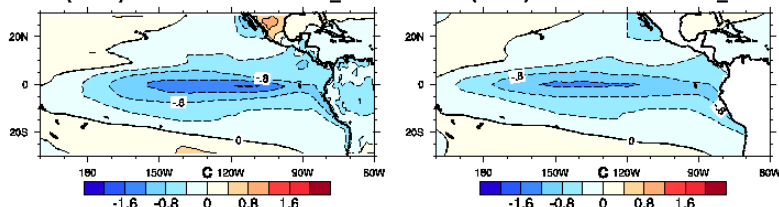
Séries temporelles annuelles du contenu de chaleur moyennées pas bassin.

L'impact du nudging est différent selon le bassin océanique.

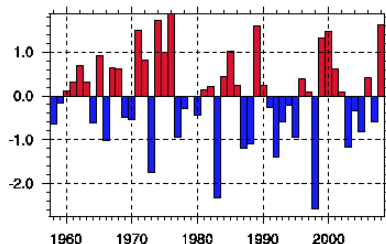


★ Téléconnection ENSO + dynamique atmosphérique

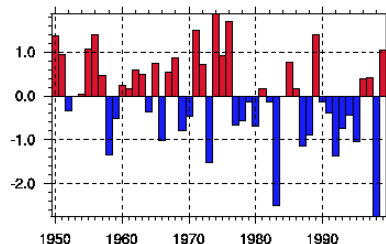
EOF1 (53.6%) HISTNUD1 ts DJF 195801_200812 EOF1 (61.1%) ERSST2 ts DJF 195001_199912



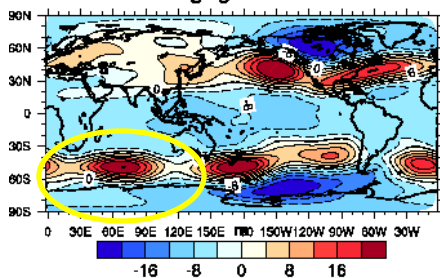
PC1 HISTNUD1



PC1 ERSST2

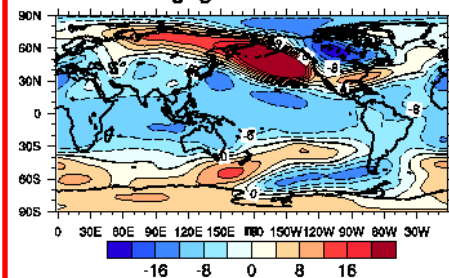


HISTNUD1 Reg zg500 onto PC1 ts DJF



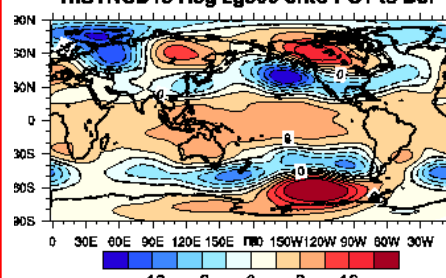
HISTNUD1

NCP Reg zg500 onto PC1 ts DJF



NCEP/ERSST2

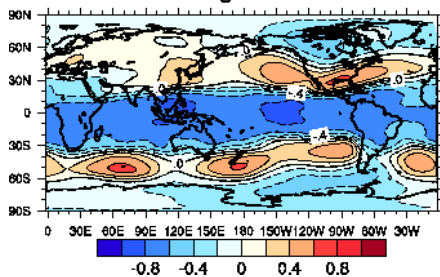
HISTNUD15 Reg zg500 onto PC1 ts DJF



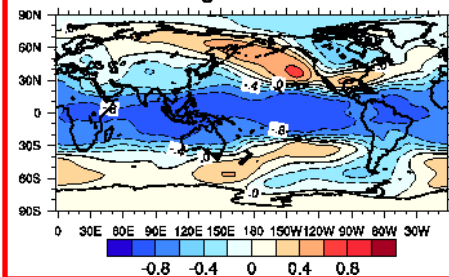
HISTNUD15

Régression

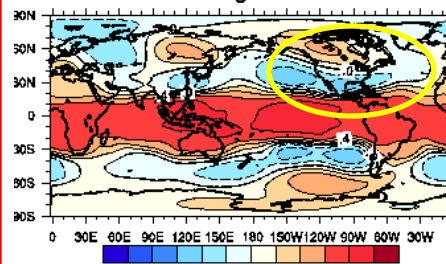
HISTNUD1 Corr zg500 onto PC1 ts DJF



NCP Corr zg500 onto PC1 ts DJF



HISTNUD15 Corr zg500 onto PC1 ts DJF



Correlation

EOFs de la température de surface de l'océan dans la région Pacifique Equatorial

*Téléconnection:
régression/corrélation entre la PC et un champ 2D (Z500)*

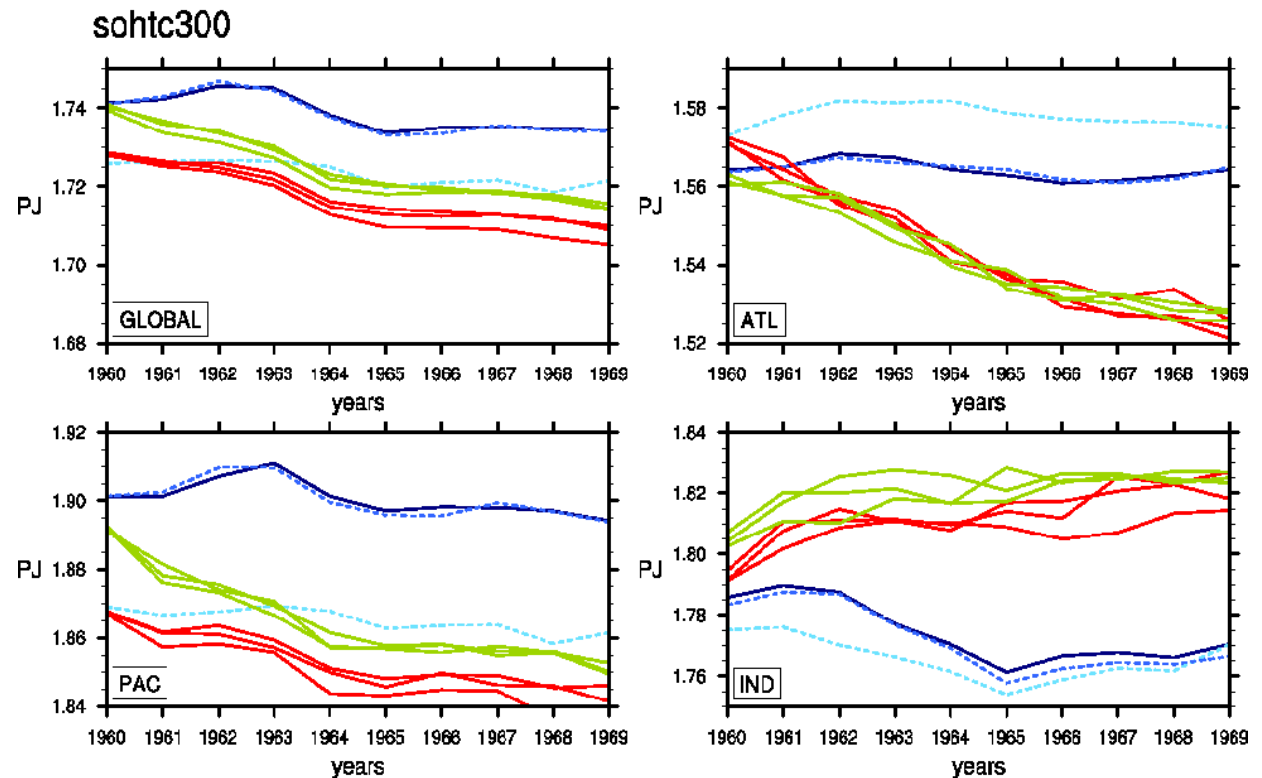
Premiers résultats sur l'initialisation à partir des expériences du nudging

Pour 4 dates : 1960, 1975, 1985, 1995

★ Séries temporelles du contenu de chaleur 300 m

- On observe la dérive du modèle en global
- Forte dérive vers un état plus froid en Atlantique
- Forte dérive vers un état plus chaud en Indien
- Dérive vers le froid pour le Pacifique

— NEMOVAR1
— HISTNUD15
— HISTNUD1
— DEC1960nl1
— DEC1960in2

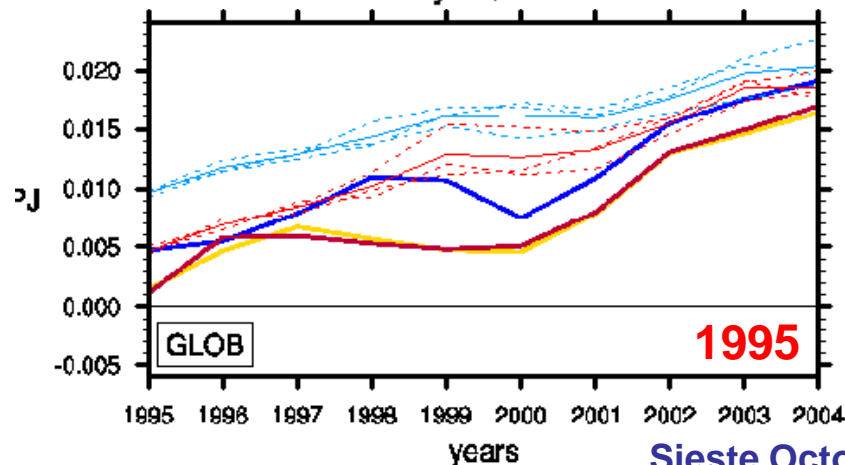
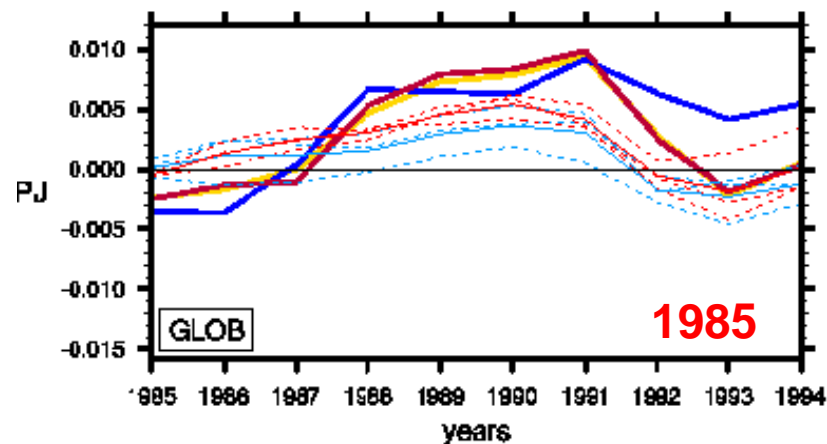
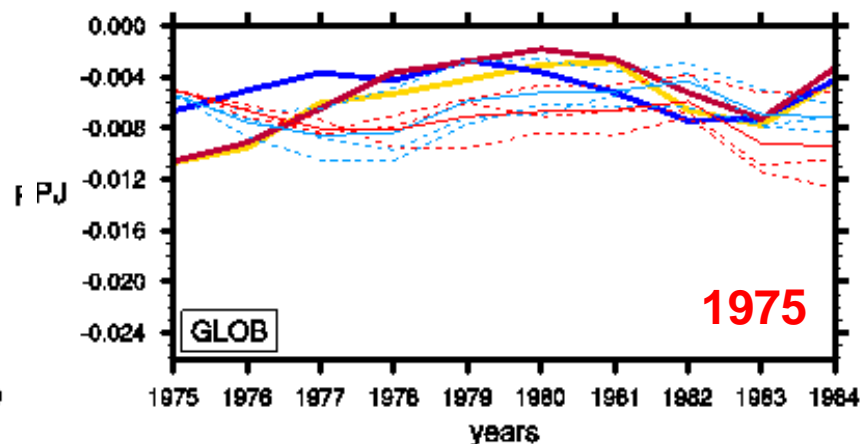
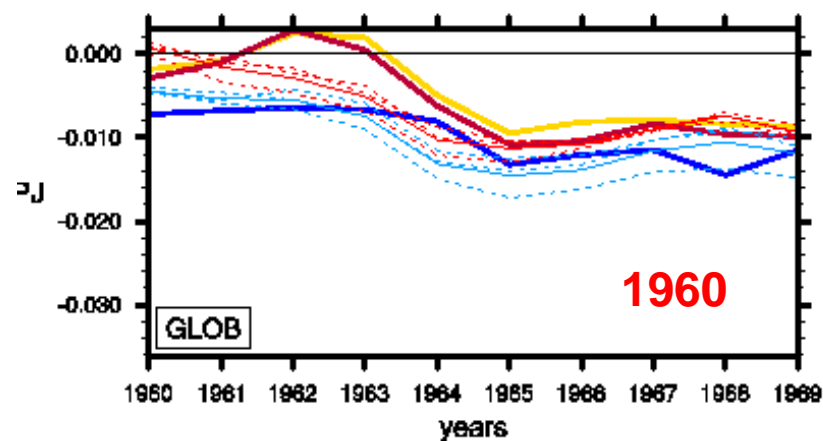


Premiers resultats sur l'initialisation à partir des expériences du nudging

★ Séries temporelles du contenu de chaleur 300 m

- On debiaise les prévisions en fonction de la dérive pour les dates
- Les expériences de nudging et la reanalyse sont callées vers les valeurs des prévisions debiaisées.

— NEMOVAR1
— HISTNUD15
— HISTNUD1
— DEC1995ini1
— DEC1995lr12



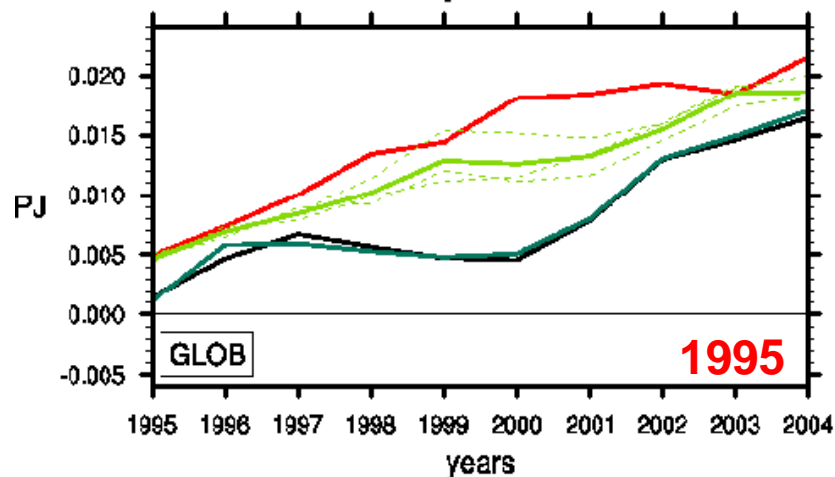
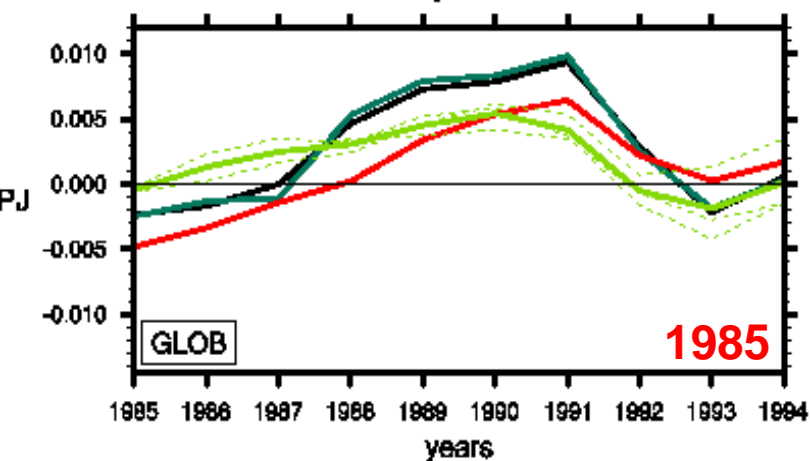
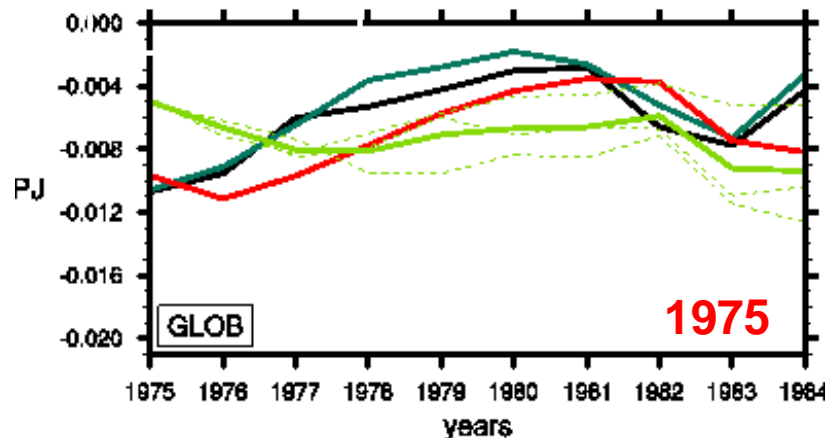
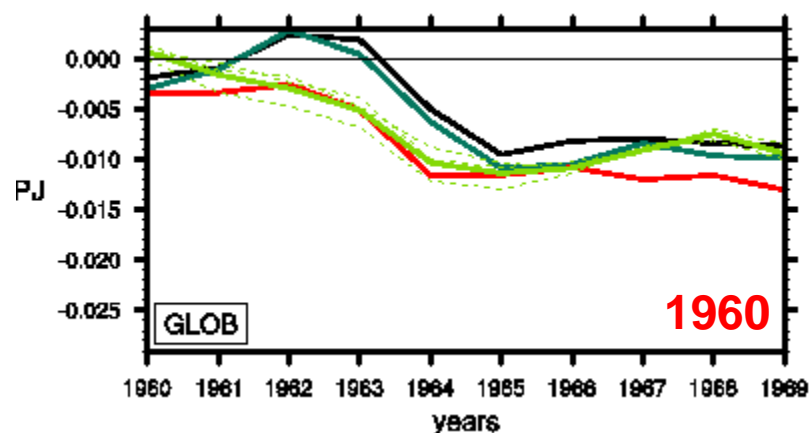
Premiers resultats sur l'initialisation à partir des expériences du nudging

★ Séries temporelles du contenu de chaleur 300 m

Quel est l'impact de l'initialisation??

On compare les prévisions DEC avec HISTr1 (simulation historique initialisée à partir de la simulation préindustrielle)

— NEMOVAR1
— HISTNUD1
— HISTr1
— DEC1960ini1



1. Scores de prévision: RMSE, corrélation, comparaison avec la persistance
2. Plus de diagnostics pour évaluer l'impact de l'initialisation, plus des expériences historiques.
3. Continuer le core de l'exercice : finir les dates et commencer les expériences de 30 ans....