

Exercice AR5 court terme – prévision / prévisibilité décennale

Etat des réflexions à l'IPSL

Juliette Mignot
Journées Missterre 12-13 mai 2009

Prévisibilité décennale potentielle

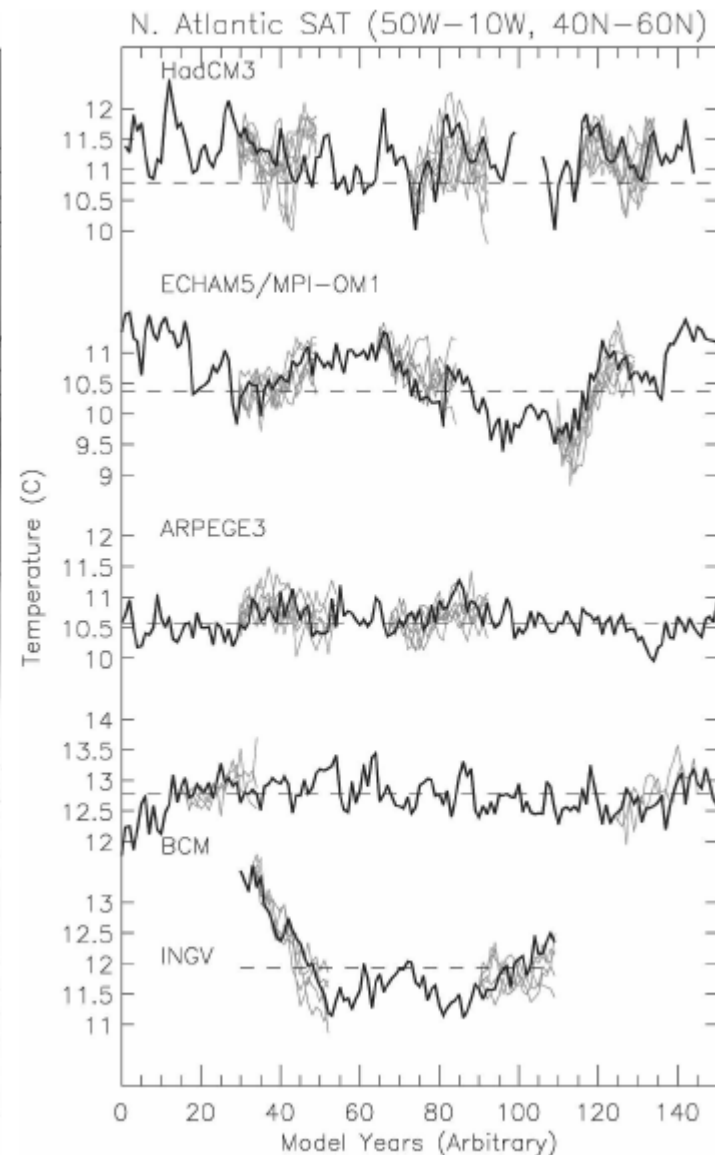
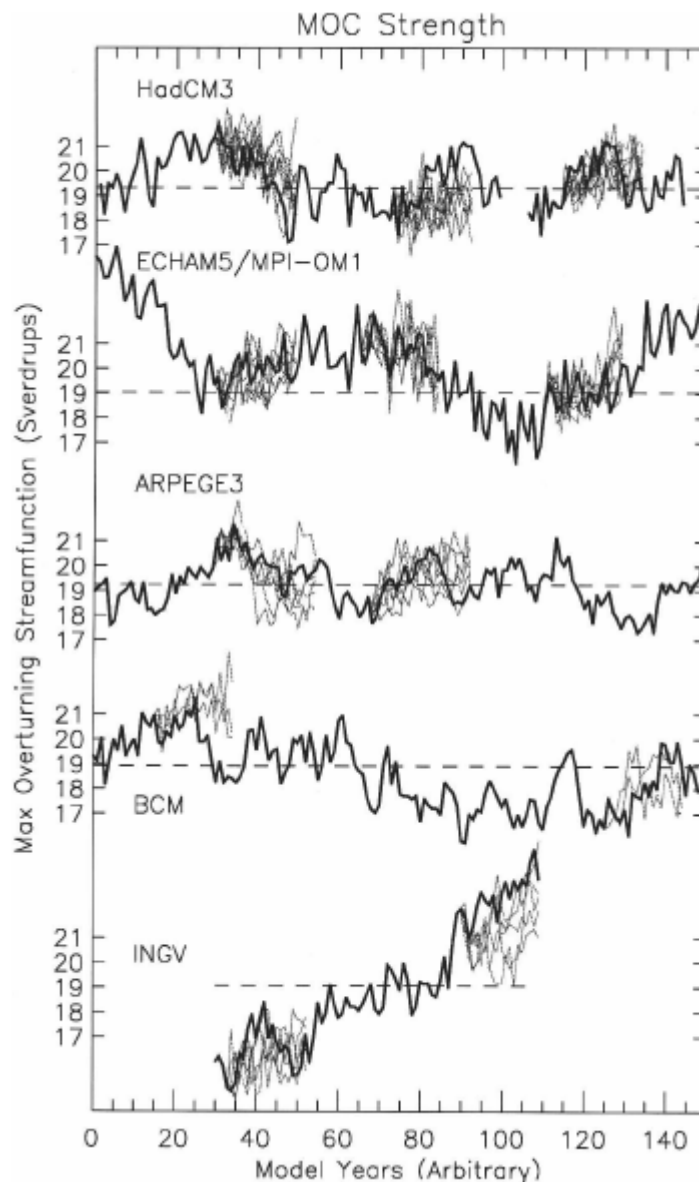
Un ensemble d'études récentes de modèles climatiques suggèrent que les variations de l'AMOC et les impacts climatiques associées sont potentiellement prévisibles à l'échelle de temps décennale. (e.g. *Pohlmann et al 2004, Sutton and Hodson 2005, Collins et al. 2006, Boer and Lambert 2008*).

Prévisibilité décennale potentielle

Expériences de prévisibilité classiques dans 5 modèles AOGCMs européens (PREDICATE)

Les ensembles sont générés à partir des simulations de contrôle en ne modifiant que les conditions atmosphériques

Collins et al 2006



Prévisibilité décennale potentielle

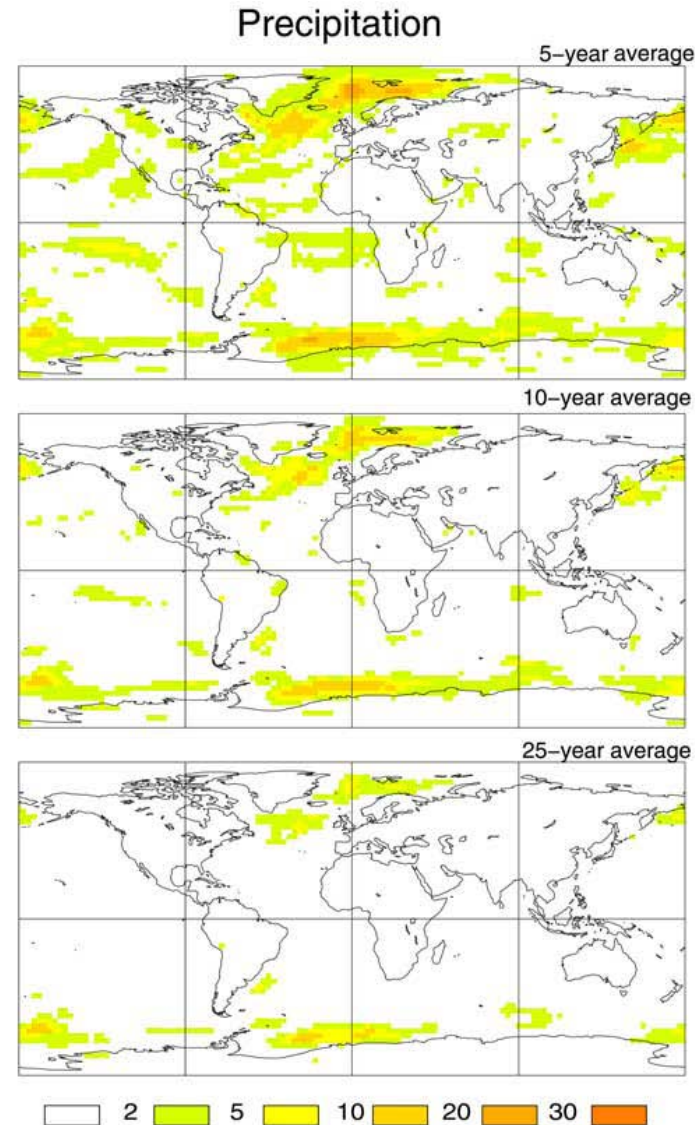
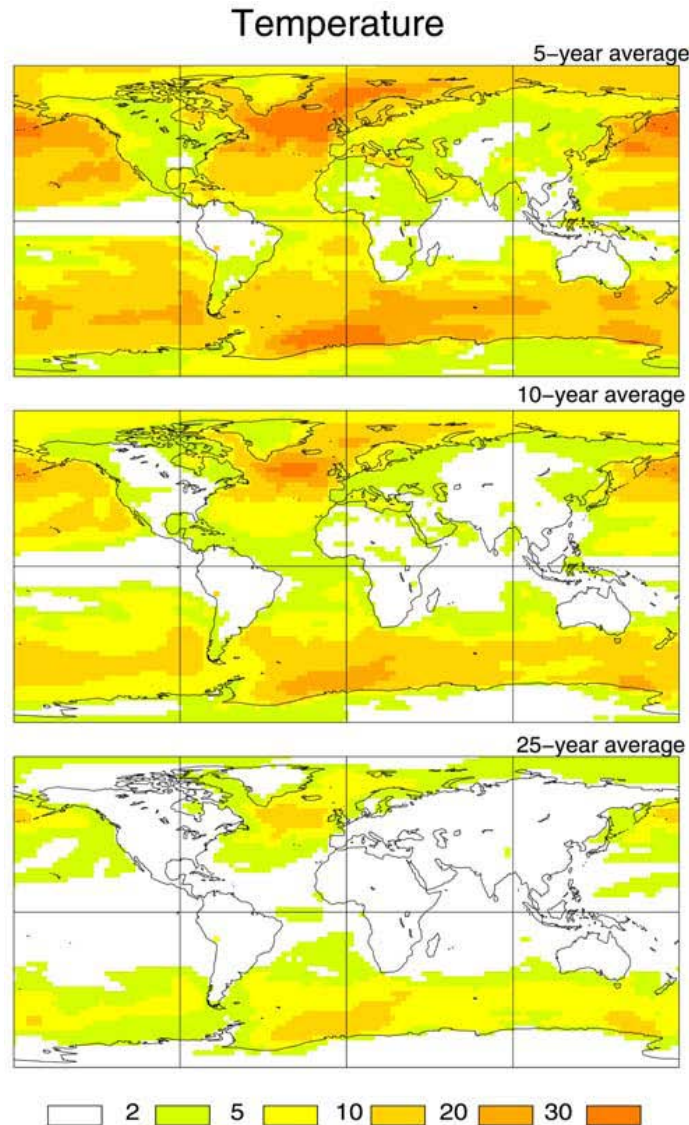
Multi-model potential predictability of the internally generated component

$$X = v + \varepsilon$$

Composante du signal qui contient une prévisibilité décennale aux longues échelles de temps

$$p_v = \sigma_v^2 / \sigma^2$$

Fraction de variance potentiellement prévisible



Prévisibilité décennale potentielle

Linear inverse
modelling,
Analyse de la
perturbation optimale

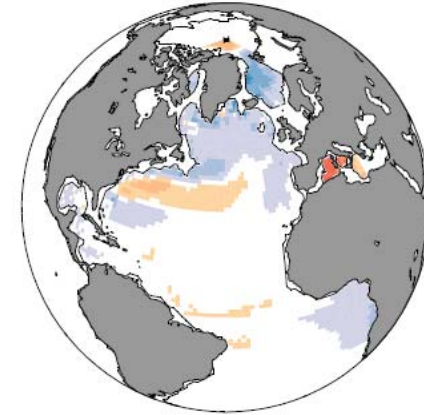
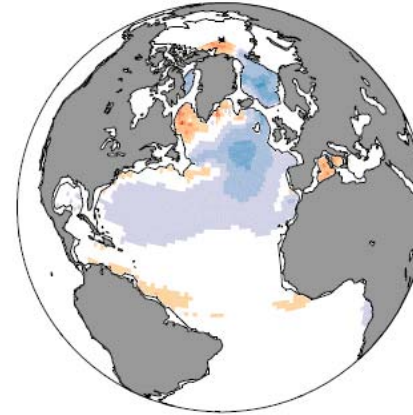
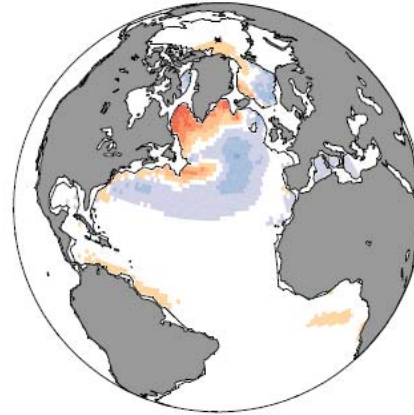
Régions sensibles à
de faibles anomalies
et donc optimales pour
tester les incertitudes
des prévisions et
focaliser les
observations

Integrated Temperature

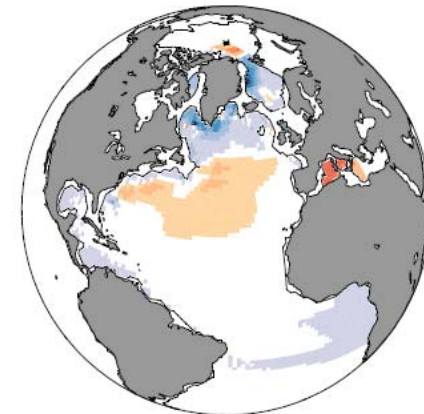
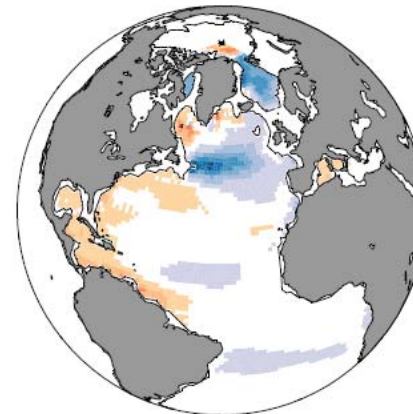
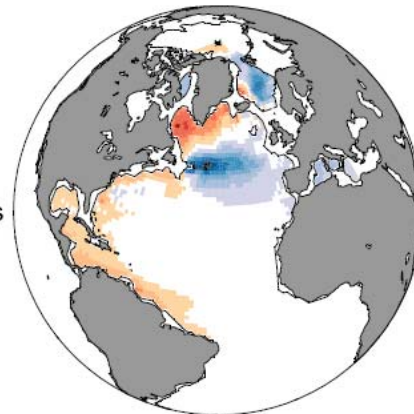
Integrated Salinity

Integrated Density

0 years



10 years



Evolution temporelle du vecteur
propre de T et S 3D le plus amplifié

Prévisibilité décennale potentielle

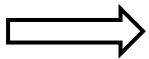
Un ensemble d'études récentes de modèles climatiques suggèrent que les variations de l'AMOC et les impacts climatiques associées sont potentiellement prévisibles à l'échelle de temps décennale. (e.g. *Pohlmann et al 2004, Sutton and Hodson 2005, Collins et al. 2006, Boer and Lambert 2008*).

→ Les prévisions du climat sur les prochaines décennies doivent être initialisées correctement en utilisant l'information sur l'état actuel de l'océan et ne pas se fier seulement à la réponse simulée à des changements de forçage radiatif.

Etudes de prévisibilité

DePreSys (HadCM3)
Initialisation par assimilation
d'anomalies atmosphériques
et océaniques 3D
*Smith et al. 2007, Haines et
al. 2009*

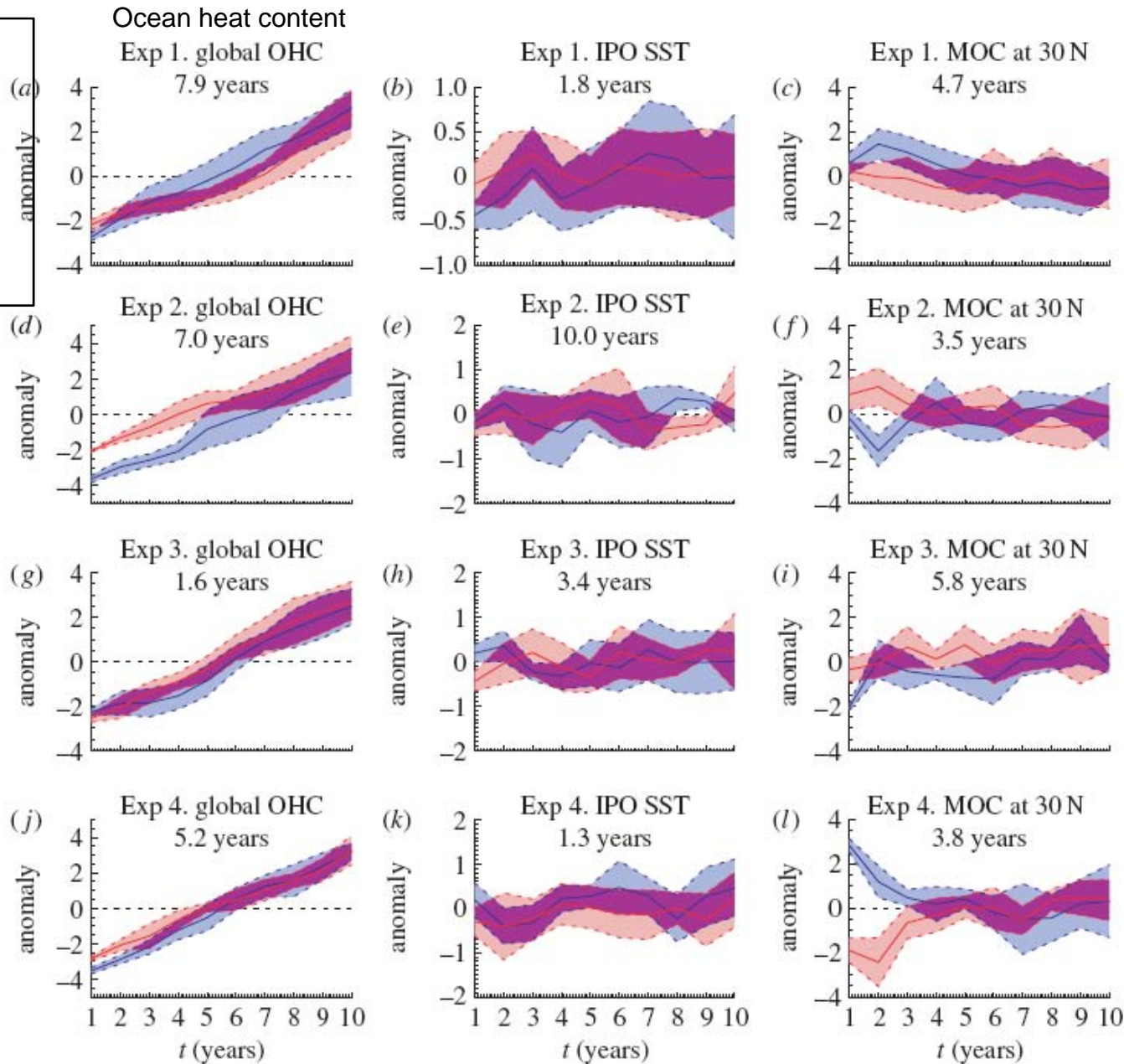
4 expériences de
comparaison de 2
ensembles partant de
structures océaniques
extrêmes



- Meilleure prévisibilité de
contenu thermique de
l'océan que de la SST

- Relativement peu de
variabilité dans la
prévisibilité de la MOC

- ...



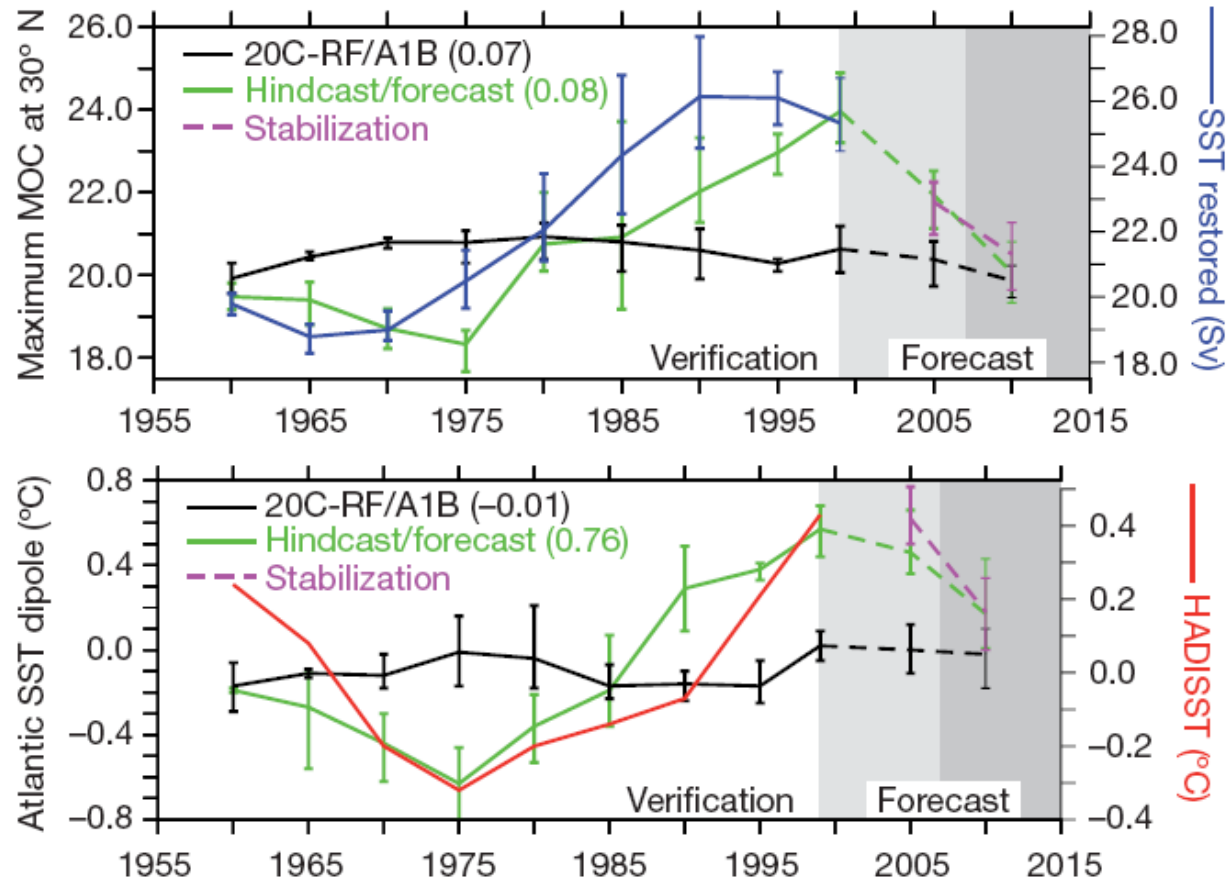
Etudes de prévisibilité

ECHAM5/MPI-OM

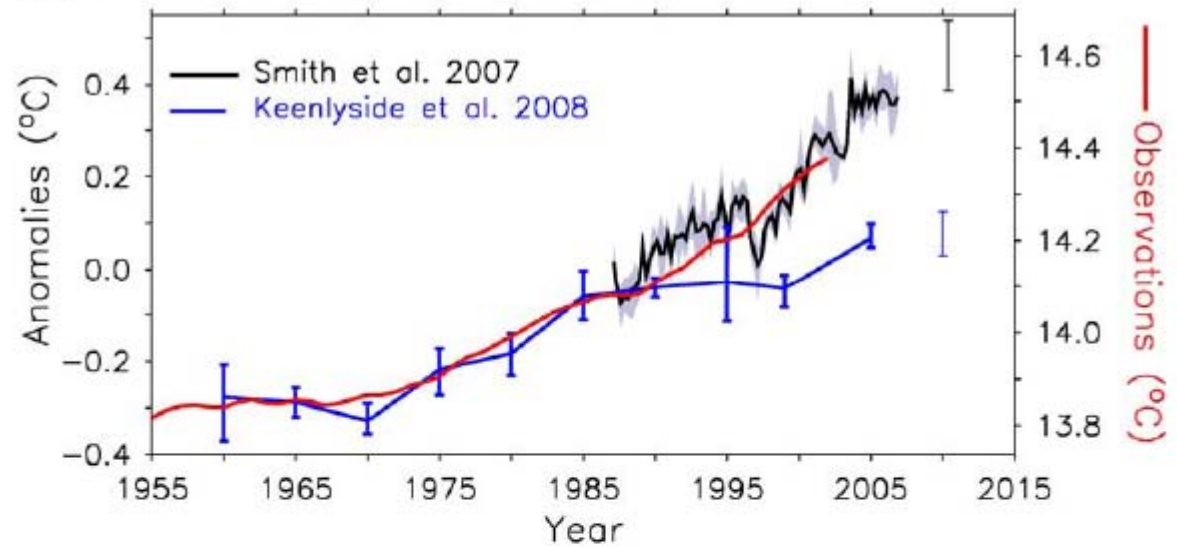
Initialisation par simple guidage en SST

Keenlyside et al. 2008

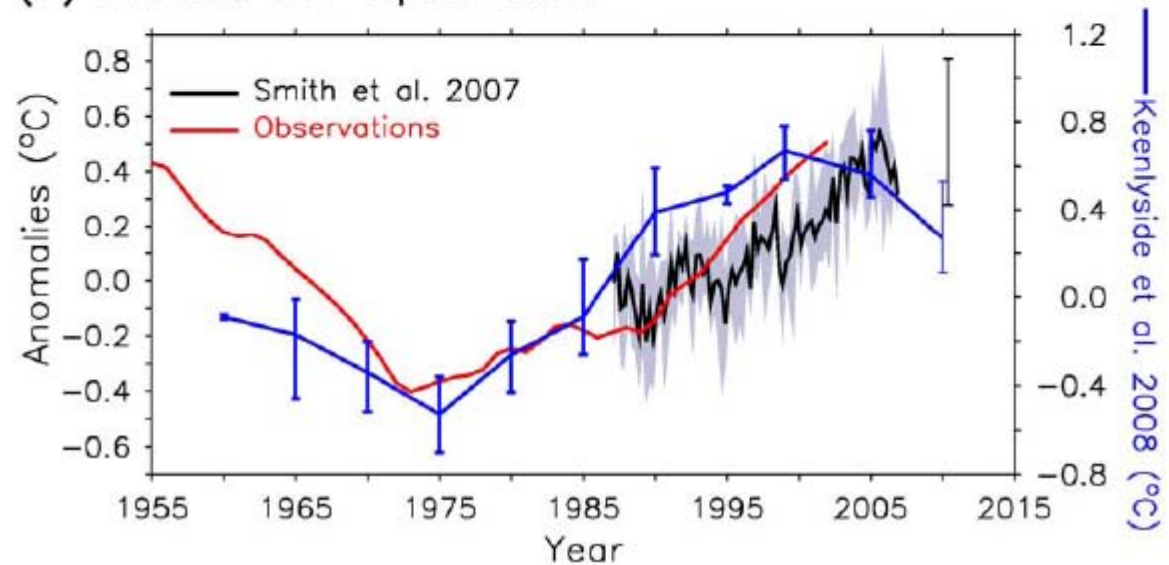
- Variations BF de la circulation océanique et de la structure de SST associée plutôt reproduite, mieux qu'en simulation scénario « classique »



(A) Global average surface temperature



(B) Atlantic SST dipole index



Etudes de prévisibilité

ECHAM5/MPI-OM

Initialisation T & S 3D

GECCO

Pohlmann et al. 2009

- Prévisibilité potentielle de la SST dans l'Atl N et Pac tropical ouest a longue échelle de temps
- Prévisibilité pas améliorée par rapport à un run 20C
« classique » pour la SST globale, amélioration pour la SST Atl N et la MOC

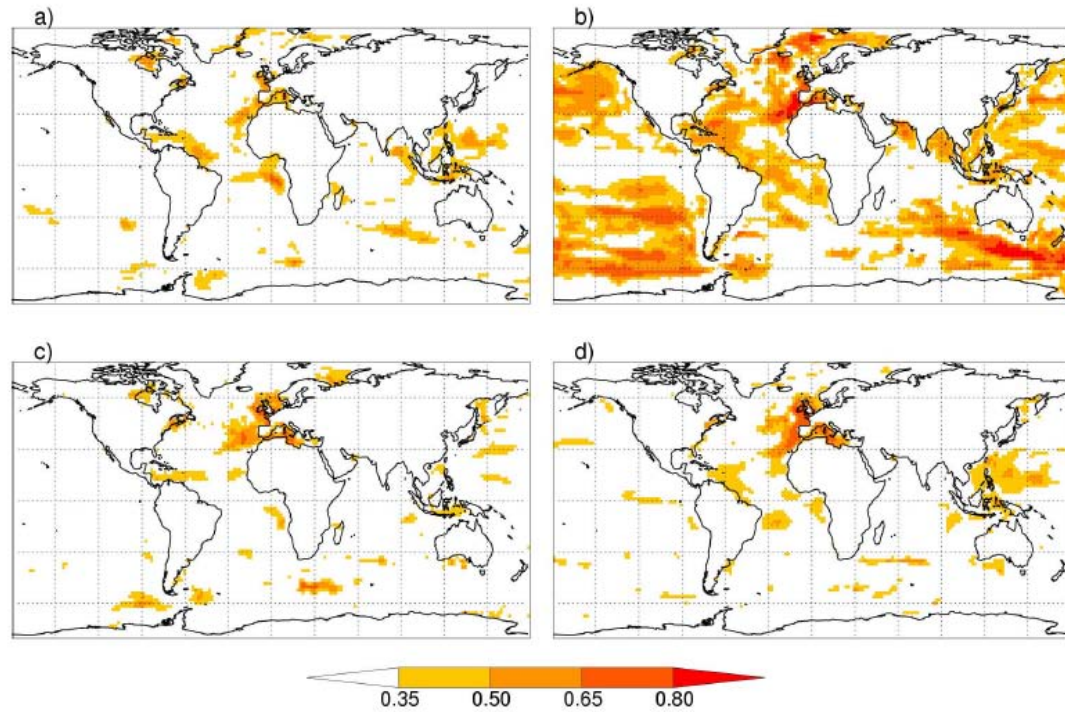
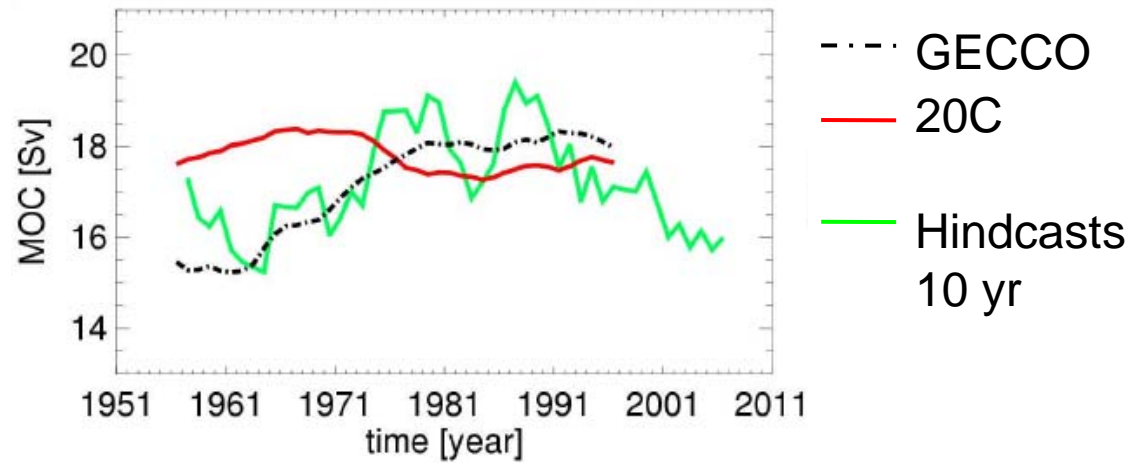
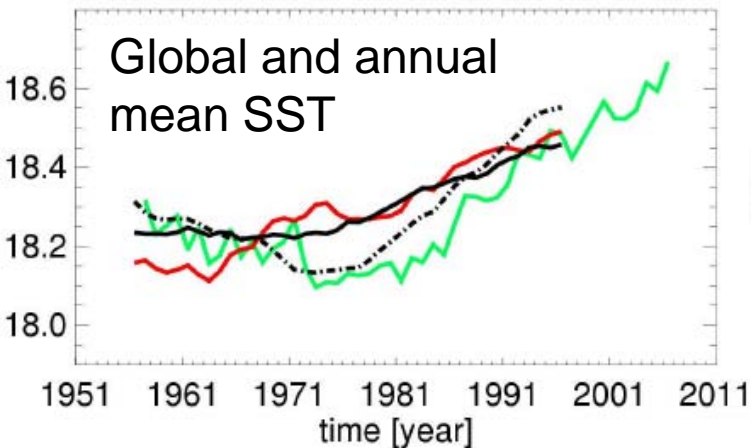


Figure 3: Anomaly correlation coefficient between the sea surface temperature (SST COR) of the GECCO data and the ensemble mean 20C experiment (a) and the hindcasts for the first year (b), year 5 (c), and year 10 (d). The colored areas are significant at the 95% level according to a t-test.



Prévision décennale - initialisation (1)

Problème de l'état moyen

- correction empirique a posteriori (*Stockdale 1997 - Coupled ocean-atmosphere forecasts in the presence of climate drift*)
- initialisation par anomalies (*Smith et al. 2007, Keenlyside et al. 2008, Pohlmann et al. 2008, etc*)

Prévision décennale - initialisation (2)

Problème du manque d'observations océaniques 3D

- assimilation de la SST seulement (*Keenlyside et al. 2008: nudging*)
Solution la + simple a mettre en œuvre a l'IPSL en collaboration avec les études de prévisibilité interannuelle (Guilyardi et al.)
- Utilisation des jeux d'observations 3D existantes (cf CLIVAR GSOP)
Smith et al. 2007: optimal interpolation ECMWF, Pohlman et al. 2008: ECCO + ENSEMBLES?
Pb interpolation + validité de ces jeux d'observations?
- Diagnostique de la T & S de subsurface à partir d'une simulation océanique forcée. Le couplé est ensuite guidé vers cet état initial avant de commencer les forecasts (*en test au NCAR – Gent & au MPI – Matei*)
Utilisation d'une simulation DAKKAR par exemple
Pb: état initial « loin » des observations
- assimilation (*Sugiura et al. 2008, GFDL – Rosati...*)

Prévision décennale - initialisation (3)

Autres variables que T et S?

- sea ice, snow cover, frozen soil, soil moisture?
- atmospheric initialisation (*Smith et al. 2007*).
- Wind nudging: *Chen et al 1997*.

Prévision décennale - initialisation - IPSL

- E. Guilyardi, S. Labetoulle + thèse Benoit: **prévision interannuelle. SST nudging.**
Pour le décennal, ça implique que les hindcast des années 60 seront intrinsèquement de moins bonne qualité que ceux des années 90 car l'initialisation est moins longue.
- Quid de **SST + wind nudging**, de façon à améliorer l'état initial & accélérer l'initialisation de l'océan intérieur par rapport à SST nudging simple?
Stage M1 Florian: vents AMIP pour forcer l'océan? Tests résolution etc.
- Quel **état initial au début du nudging**?
 - ❖ Lévitus + Océan au repos?
On colle alors le + possible aux « obs ». Mais ajustement probablement très long pour le décennal.
Si l'initialisation par nudging SST seul, utiliser alors HadISST depuis 1900?
 - ❖ Etat moyen d'une simulation forcée longue (DRAKKAR)?

Prévision décennale - génération d'ensembles

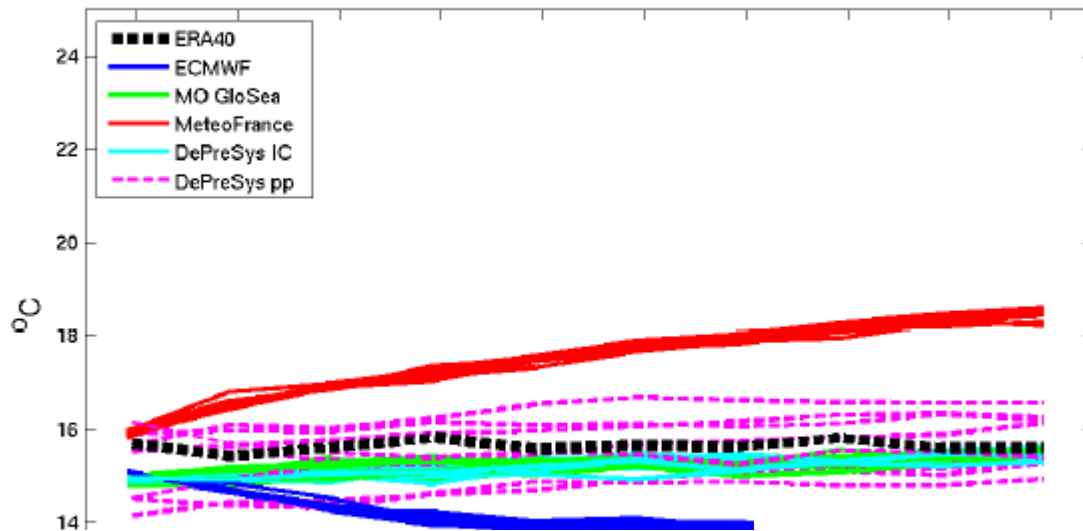
- *Luo et al. 2005*: nudging sur différents jeux de réanalyses
- *Smith et al. 2007*: 4 états initiaux correspondants à 4 jrs consécutifs de la réanalyse
- *Keenlyside et al. 2008*: différents points d'une simulation de contrôle
- perturbation optimale. Cf weather forecasting. Application to longer term climate predictions: *Kleeman et al. 2003, Hawkins and Sutton 2008*
- ensembles filtre de Kalman

ENSEMBLES

- Decadal predictions experiments (10 year runs starting every 5 yearsn 3-member ensembles)
- Multimodel / perturbed physical parameters / stochastic physics
- Initialisation: HadCM3: 6 hourly ERA atmospheric surface pressure + θ + winds at each model level + WOA01 interpolation optimale + HadISST relaxation timescale of 3 hours in the atmosphere and 6 hours in the ocean.
http://www.ecmwf.int/research/EU_projects/ENSEMBLES/documents/HadCM3_decadalpred_info.pdf
- Current ECMWF operational ocean reanalyses (ORA-S3):
<http://ensembles.ecmwf.int/thredds/catalog.html>
T, S, u, v, w, mxld, SSH, Z20, T0-300m. 1 deg horizontal, 32 niveaux verticaux

ENSEMBLES

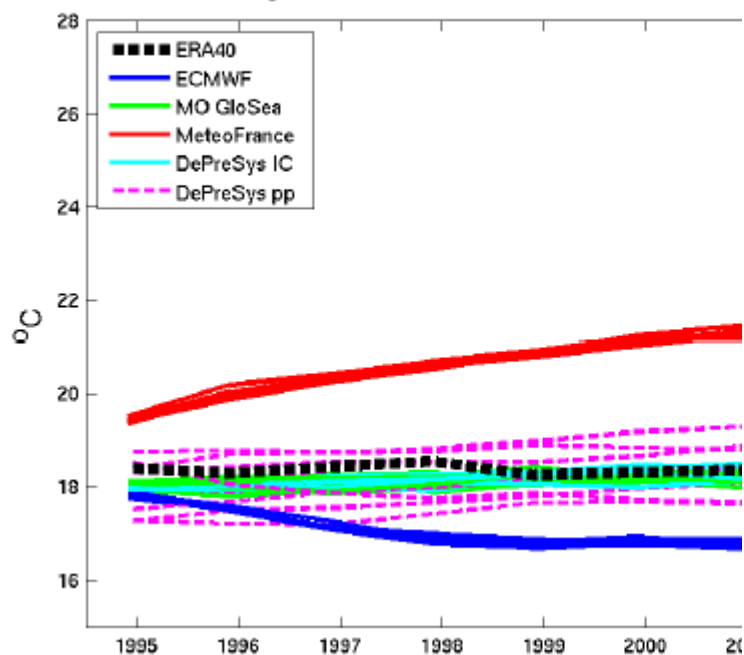
NH annual mean 2m temperature (167) multi-model



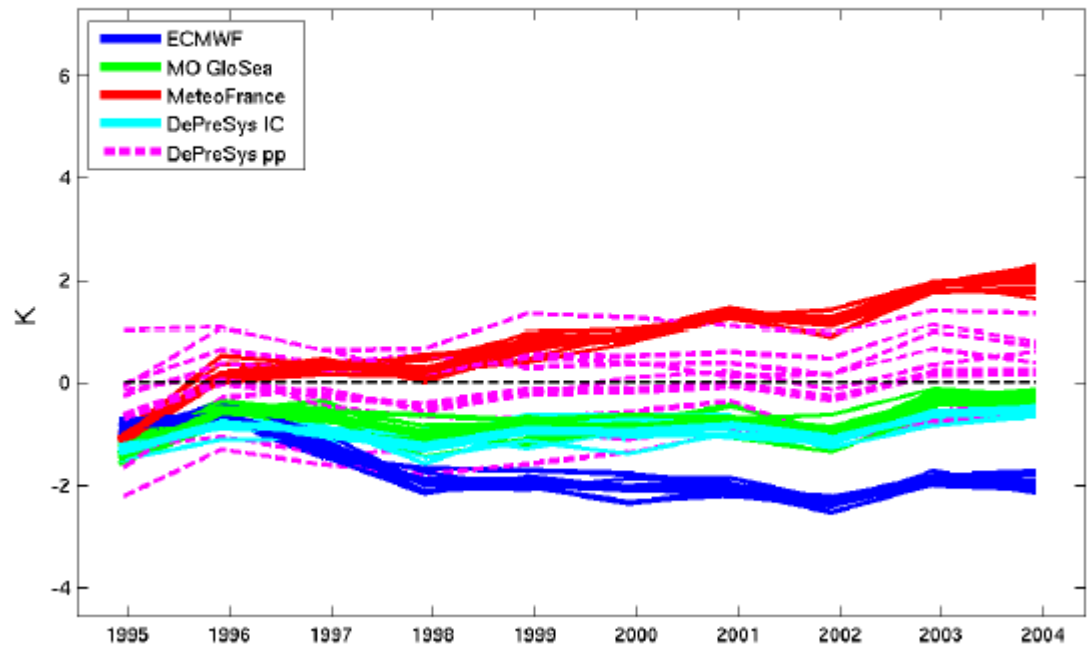
Stream 1, 1994 start date, multimodel (IFS/HOPE, GloSea, MeteoFrance, DePreSys IC) and DePreSys perturbed physics ensemble

http://www.ecmwf.int/research/EU_projects/ENSEMBLES/documents/results/stream1_decadal_timeseries_T2m_globregional_ann_mm_pp_Feb192007.pdf

NH ocean annual mean 2m temperature (



NH land annual mean bias 2m temperature (167) multi-model



- Estimating the circulation and climate of the ocean
- Data assimilation based on MITgcm code

- Monthly, 10-day, daily or 12-hourly ocean model state, adjusted forcing fields and mixing coefficients

Ex Cazes et al
Pohlmann et al 2008

ECCO products at a glance

Product	Version	Period	Horiz.Res.	Levels	Iteration	Method	Comment
ECCO-SIO	0	1992-1997	2 deg.	23	NN	adjoint	
ECCO-SIO	0	1992-2000	2 deg.	23	NN	adjoint	
ECCO-SIO	1	1992-2002	1 deg.	23	69	adjoint	
ECCO-GODAE	2	1992-2004	1 deg.	23	177 , 199 , 216	adjoint	
ECCO-GODAE	3	1992-2006	1 deg.	23	27	adjoint	experimental (sea-ice, bulk formulae)
ECCO-GODAE	2,3	1992-2006	1 deg.	23	gridded observations	-	gridded data sets
ECCO-GODAE	2,3	1992-2006	1 deg.	23	in-situ observations	-	via DODS/OPeNDAP
ECCO-GODAE	4	1992-2006	LLC	50	-	adjoint	development
OCCA	1	2004-2006	1 deg.	50	N/A	adjoint	Atlas from annual solutions
GECCO	-	1950-2000	1 deg.	23	23	adjoint	
ECCO-JPL	-	1993-present	0.3-1 deg. telescopic	46	KF	Kalman filter, RTS smoother	Near real-time analysis
ECCO2	-	1992-2002	Cubed-sphere (18 km)	50	GF	Green functions	

Prévision décennale - projets

GOAPP: global ocean-atmosphere prediction and predictability – network Canada

DHFP: a proposal for decadal historical forecasting project

GCEP - UK

Hawkins and Sutton 2009 LIM cf Marini & Frankignoul