

**Expériences jumelles d'assimilation 4D-var
de profils d'hydrologie et d'altimétrie
dans un modèle "eddy-permitting"**

Bruno Ferron

Laboratoire de Physique des Océans

UMR6523 CNRS-IFREMER-UBO

GMMC, Toulouse 17-18 octobre 2007

Sommaire

- 1. Présentation du système**
- 2. Expériences jumelles avec observations parfaites**
- 3. Expériences jumelles avec observations bruitées**
- 4. Travail futur**

Modèle de circulation générale

OPA, version 8.2 (Madec et al. 1998)

Equations primitives

**Résolution spatiale: $1/3^\circ \cos(\text{latitude})$
(280 x 361 points)**

43 niveaux verticaux

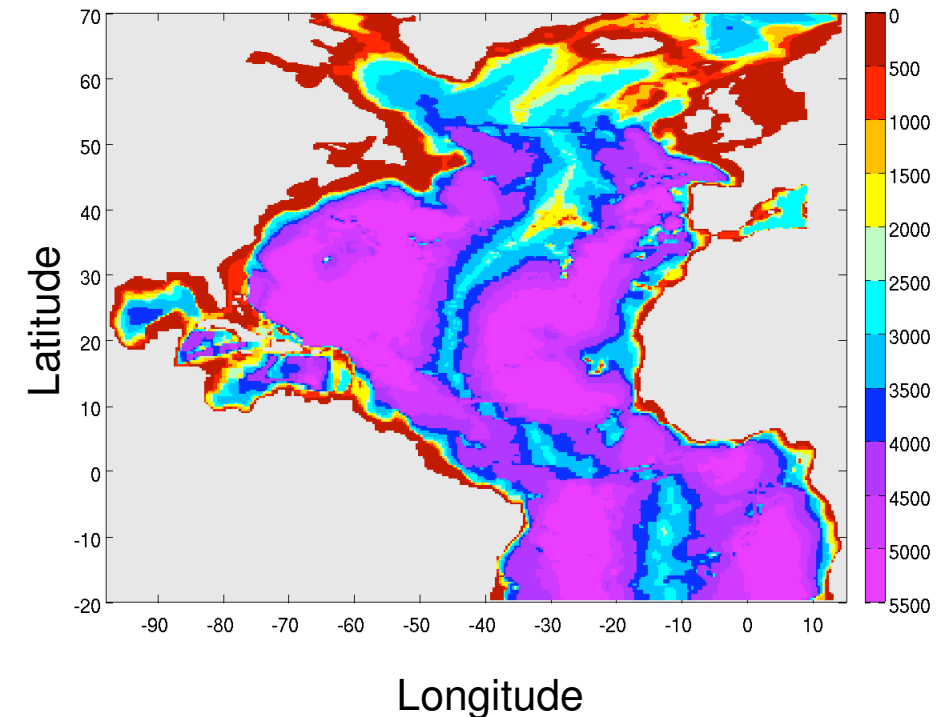
Diffusion/viscosité horizontale: bilaplacien

Diffusion/viscosité verticale: TKE

**Domaine fermé avec rappel sur
climatologie (frontières, surface)**

Forçages journaliers ré-analyses NCEP

Bathymétrie (m)



Système d'assimilation - Expériences jumelles

4D-var «complet»: modèle adjoint (Weaver et al. 2003)

Etat de référence («vrai»): année 2001 après 2 ans de mise en régime

Ebauche: état du modèle 1 an plus tard (01/01/2002)

Pas de perturbation des forçages air-mer

Variables de contrôle: état initial (T, S, u, v, η)

Matrices de covariance d'erreur: diagonales pour B et R

Observations assimilées: parfaites et bruitées

- profils T et S de type ARGO

et/ou

- cartes de SSH absolue moyennée sur 10 jours

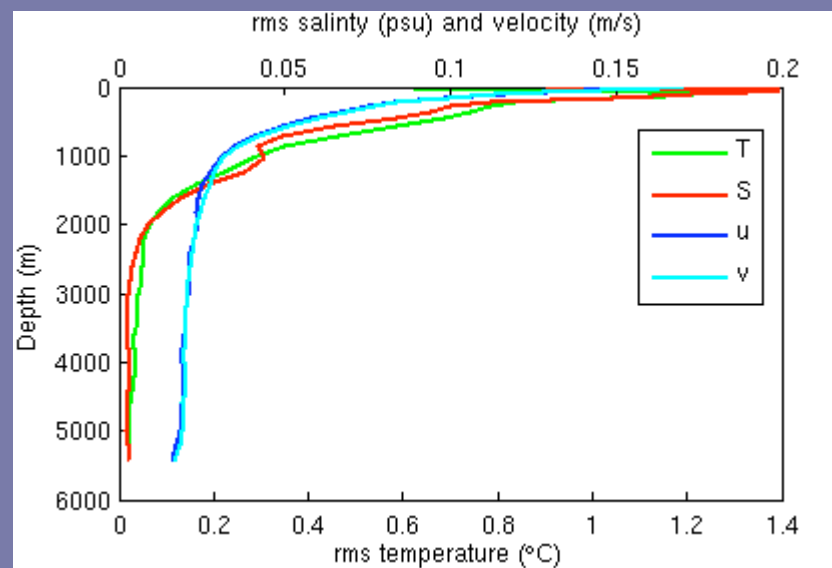
Longueur de la fenêtre d'assimilation: 30 ou 90 jours

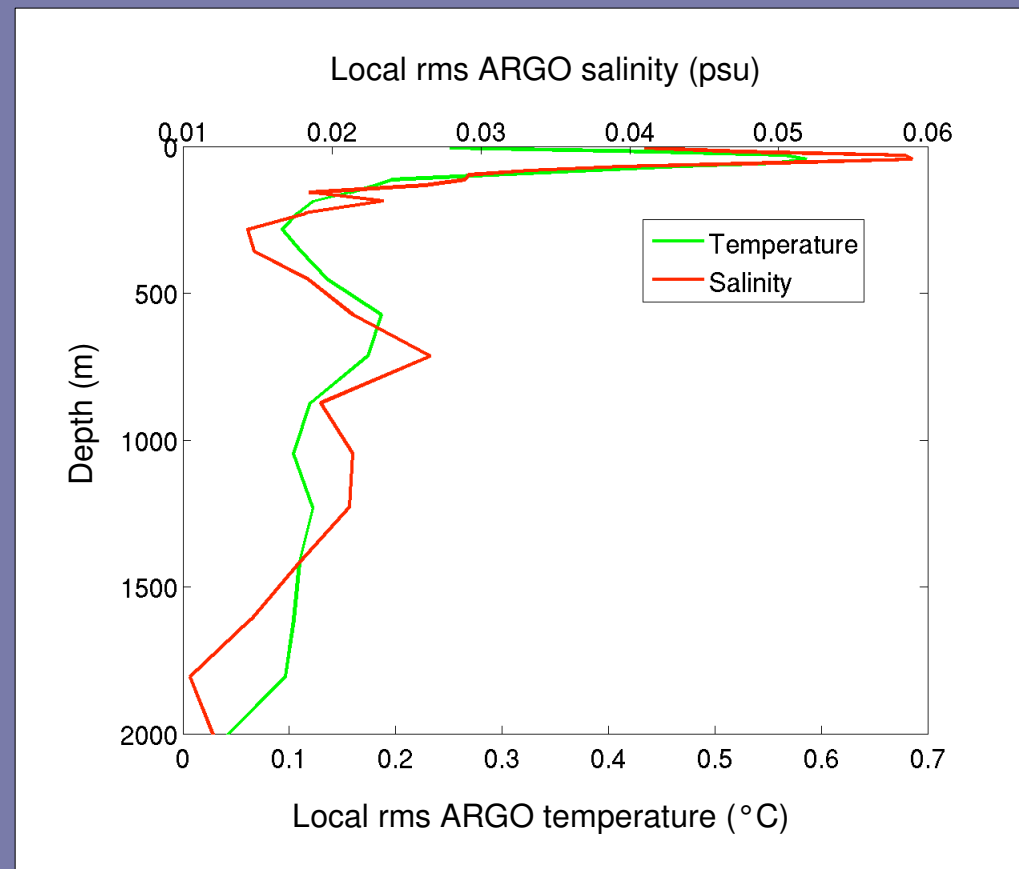
Matrice de covariance d'erreur d'ébauche

Diagonale basée sur la $rms(z)$ des différences entre l'ébauche (01/01/2002) et la référence (01/01/2001)

-> figure pour T, S, u et v

-> 8 cm sur la surface libre



Matrice de covariance d'erreur d'observations: profils de T et S**Observations parfaites: $\sigma_T = 0.01$ °C** **$\sigma_S = 0.03$ psu****Observations bruitées de T et S:
bruit ajouté aux profils calculé comme
rms(z) des profils ARGO à l'échelle de
la grille $1/3^\circ$ et dans une période de
10 jours**

Matrices de covariance d'erreurs d'observations: SSH

Observations parfaites: $\sigma_{\eta} = 1 \text{ cm}$

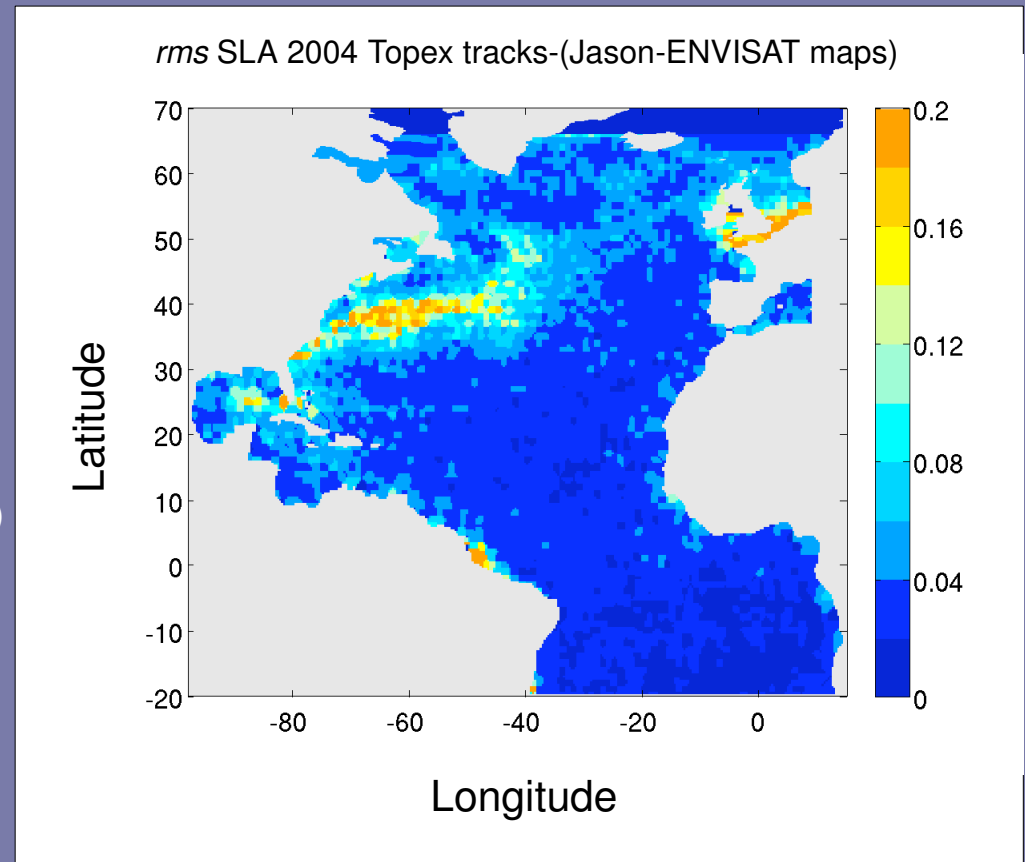
Observations bruitées:

* Erreur sur la MSL: Rio et al. 2005

* Erreur sur la SLA: basée sur mission tandem Topex-Jason en 2004

rms(traces Topex – cartes Jason-ENVISAT)

-> "eddy error", Ponte et al. 2007



Observations

in situ: Profils verticaux instantanés de T et S issus d'un réseau de 430 flotteurs dérivant dans l'état de référence du modèle (année 2001) [0 -> 2000 m tous les 10 jours]

**Ajout du bruit: - non corrélé d'un profil à l'autre (y compris pour un même flotteur)
-> pas de biais systématique
- non corrélé sur la verticale**

Satellite: cartes de SSH absolue moyennées sur 10 jours sur 2001

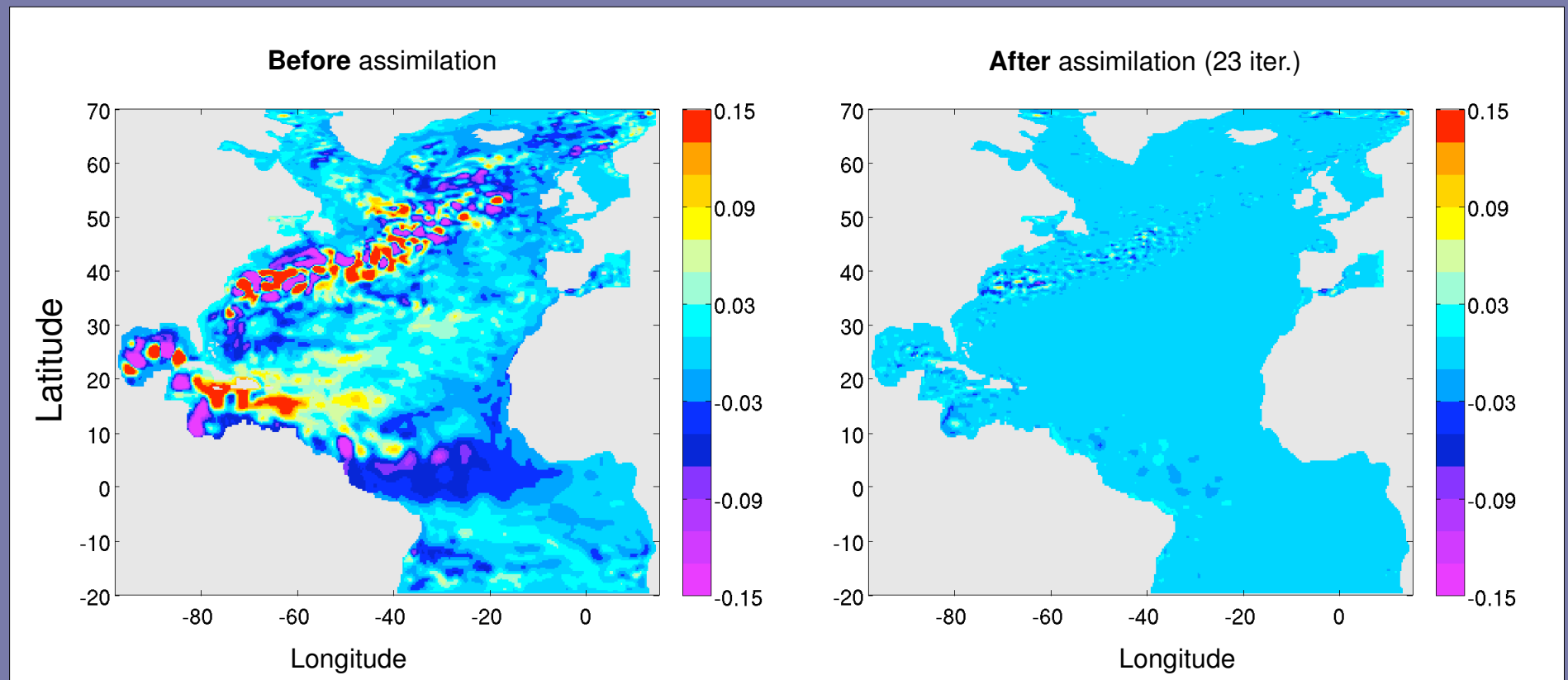
Ajout du bruit: prise en compte de la corrélation spatiale de l'erreur sur les cartes (80 km vers 60°N à plus de 150 km en zone équatoriale)

=> cartes décimées (~1/6 points), bruitées puis interpolées.

Expériences jumelles avec observations parfaites: **SSH**

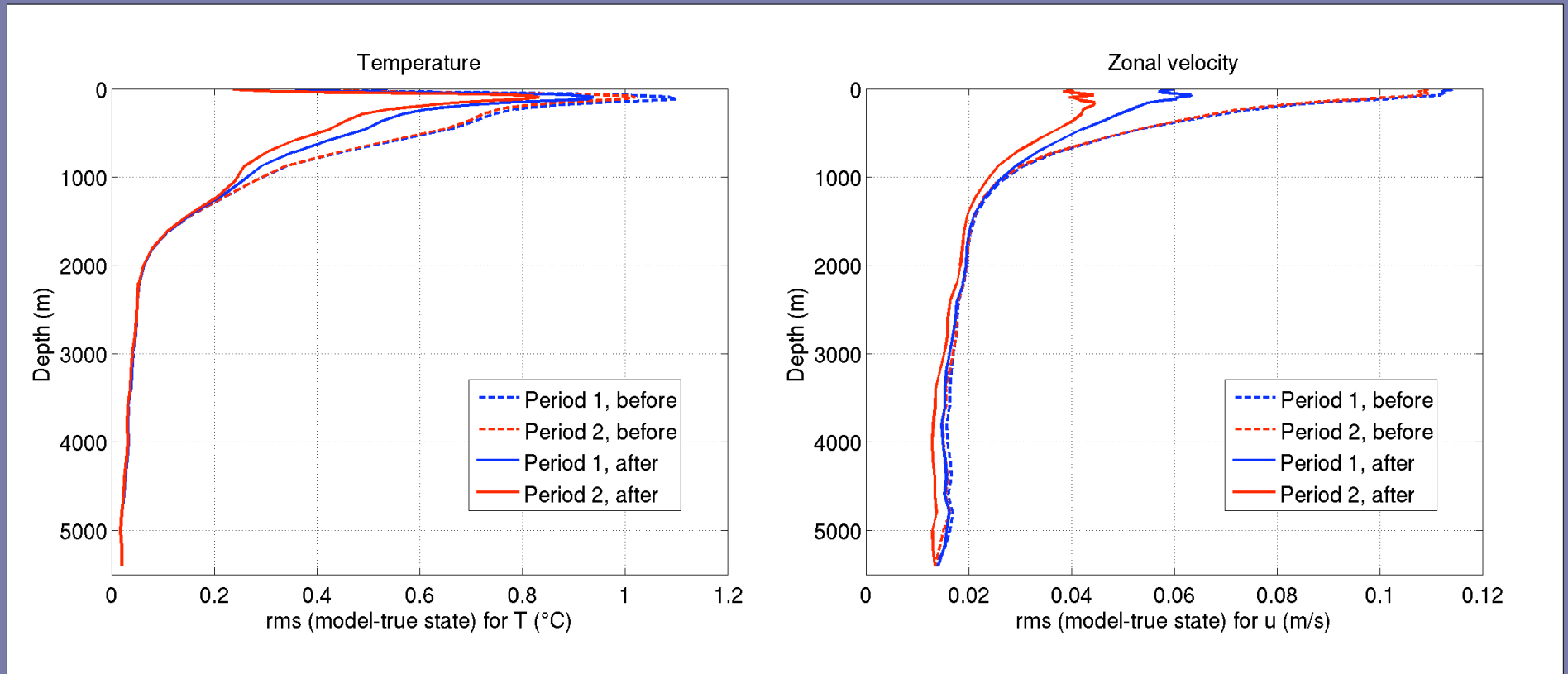
- But:**
- fonctionnement du système avec les non-linéarités de la dynamique
 - identifier d'éventuels problèmes

Assimilation de SSH absolue sur 30 jours: Ecart en SSH (m) modèle-référence en moyenne sur janvier



Expériences jumelles avec observations parfaites: SSH

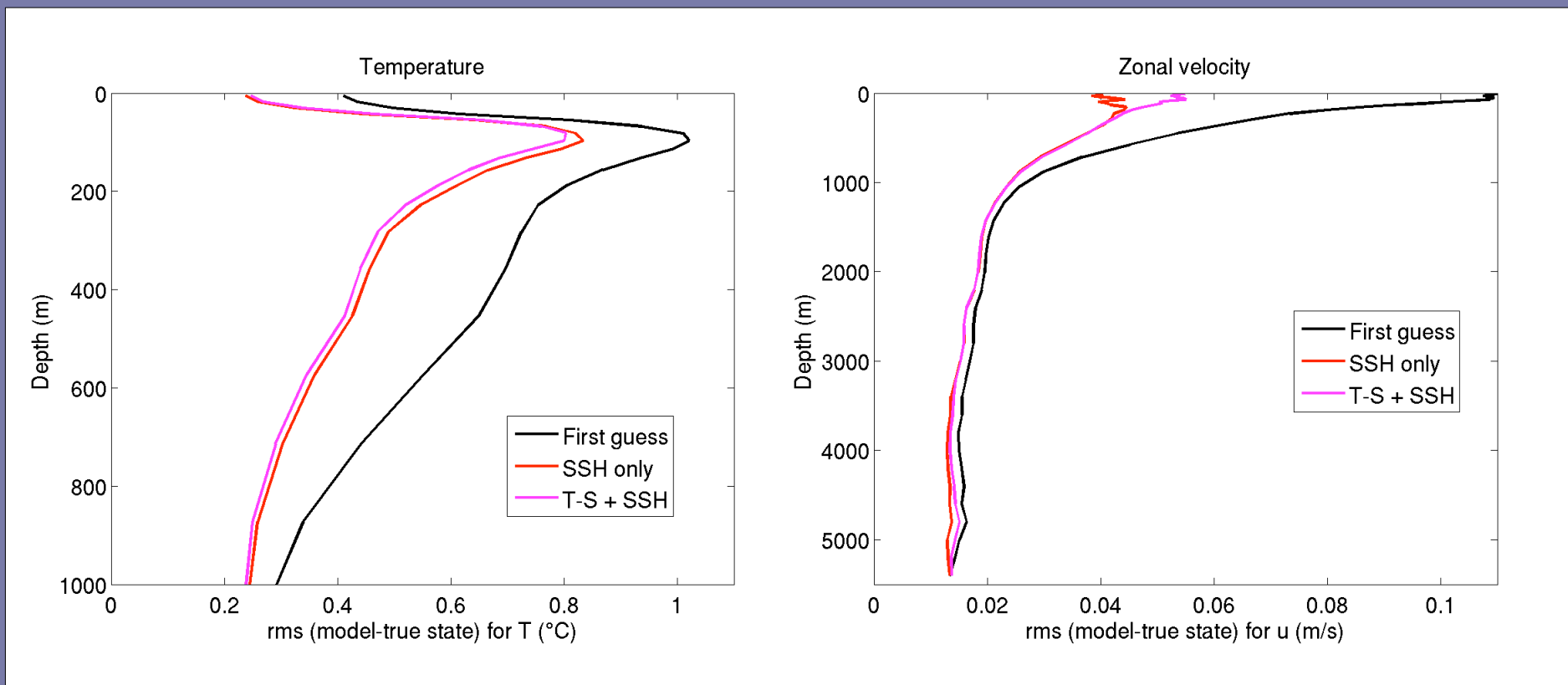
Assimilation de SSH absolue sur 30 jours: écart modèle-référence pour les variables "non assimilées" par période de 15 jours



Pour la salinité, amélioration similaire à la température

Expériences jumelles avec observations parfaites: **SSH + T-S**

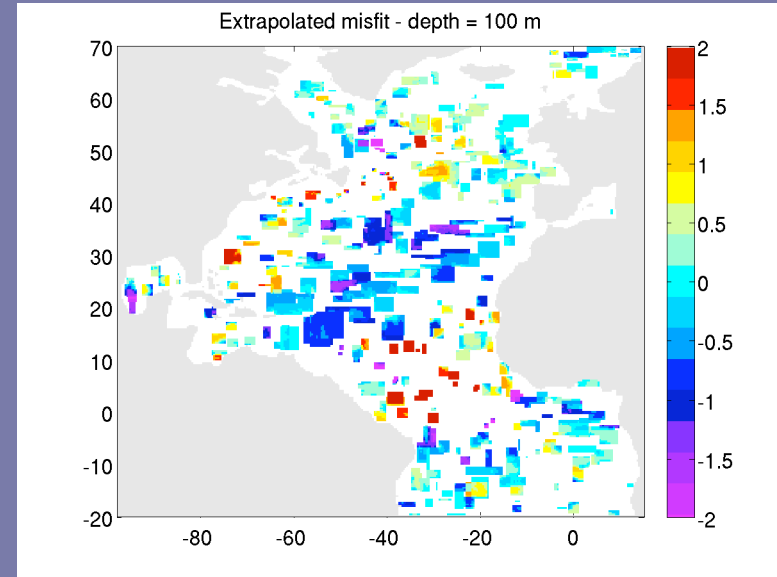
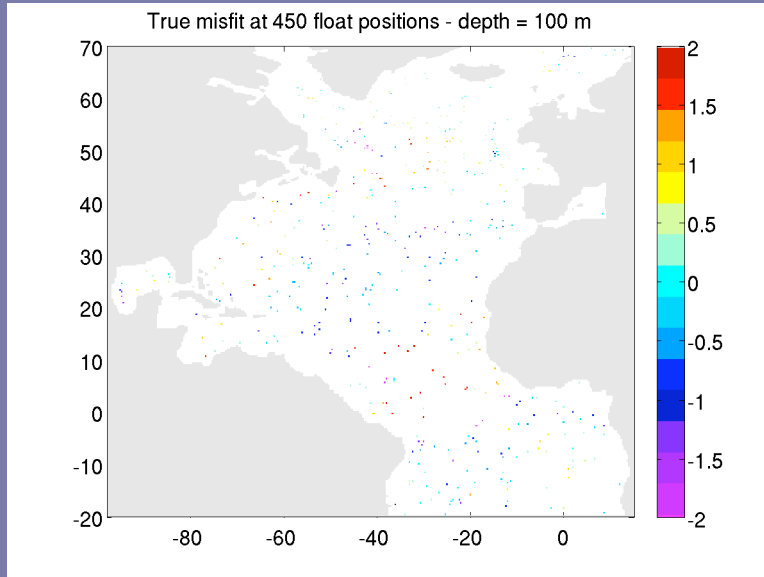
Assimilation de SSH + T-S sur 30 jours: écart modèle-référence pour la seconde période de 15 jours



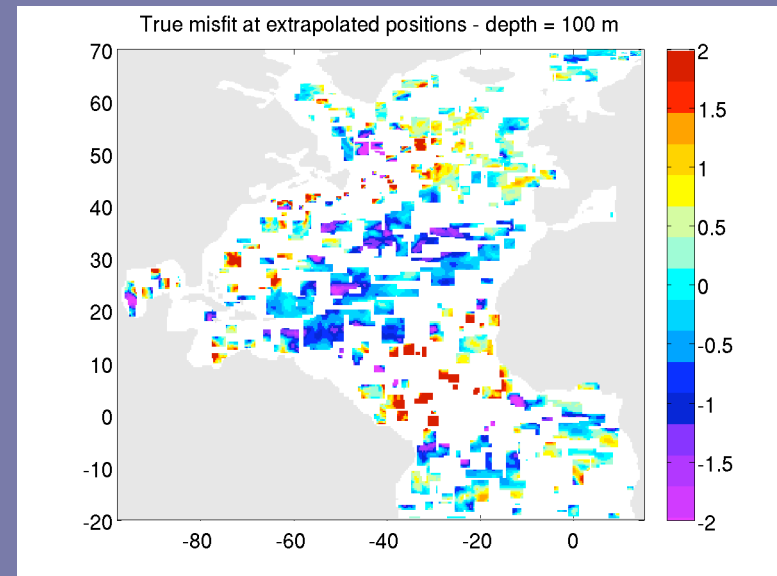
=> combinés à la SSH, les profils T-S apportent très peu ou pas d'information aux analyses

T-S ajoutent des structures de petites échelles sur les champs adjoints (ondes de gravité)

Expériences jumelles avec observations parfaites: **extrapolation des écarts aux profils T-S**

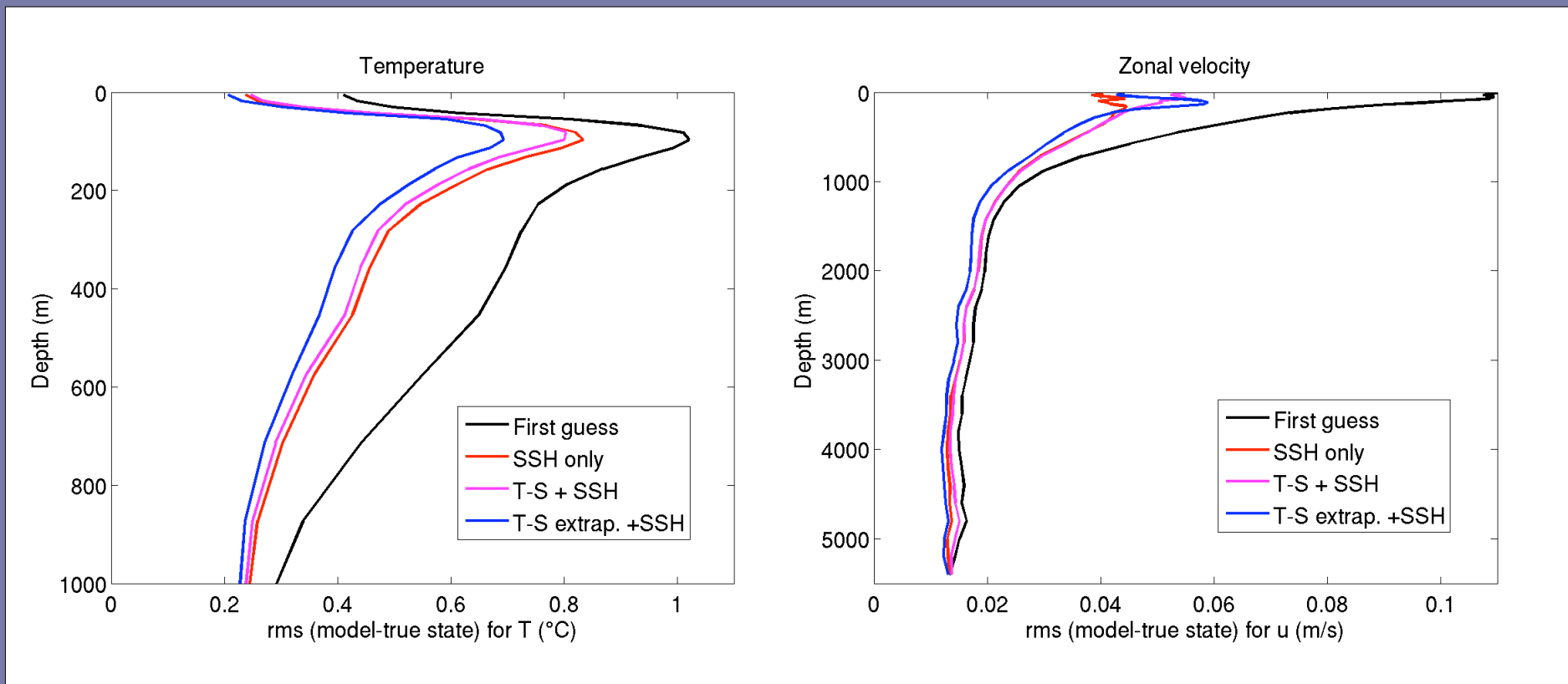


Extrapolation de l'écart modèle-observations aux points voisins dans la partie adjointe
=> contraindre les échelles spatiales dans les champs adjoints



Expériences jumelles avec observations parfaites: **SSH + T-S extrapolés**

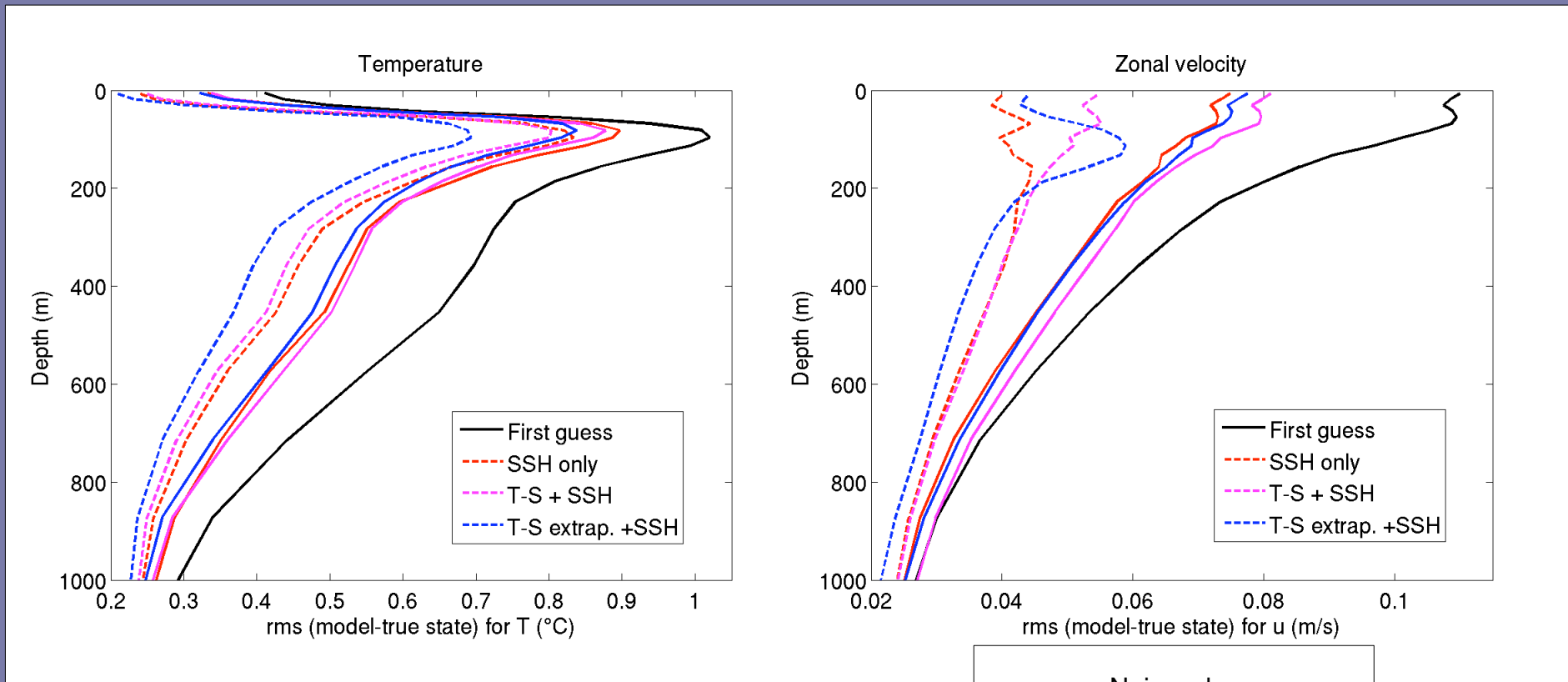
Assimilation de SSH + T-S extrapolés sur 30 jours: écart modèle-référence pour la seconde période de 15 jours



=> Impact positif des profils in situ T-S

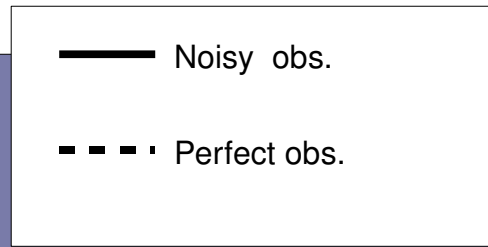
Expériences jumelles avec observations **bruitées**: SSH + T-S extrapolés

Assimilation de SSH + T-S extrapolés sur 30 jours: écarts modèle-référence pour la seconde période de 15 jours



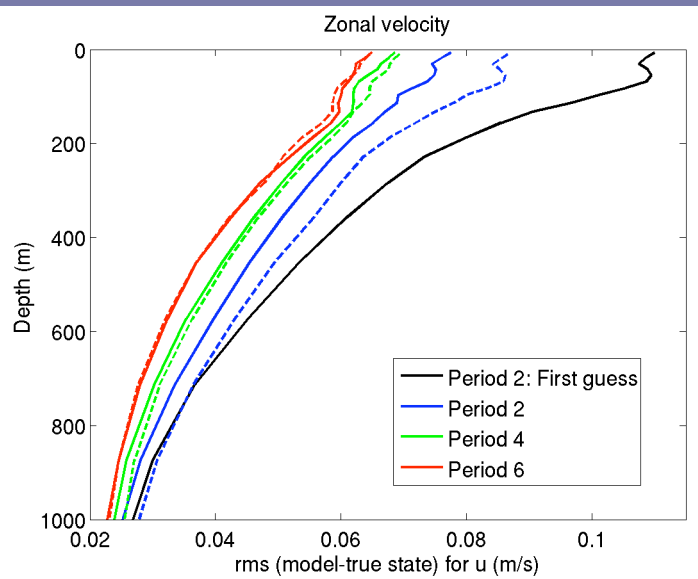
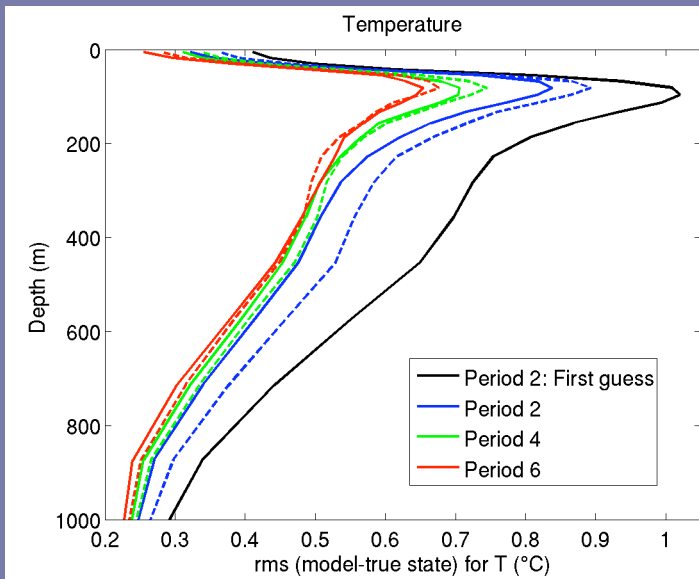
=> influence du bruit sur la qualité de l'analyse

=> Impact positif des profils in situ T-S

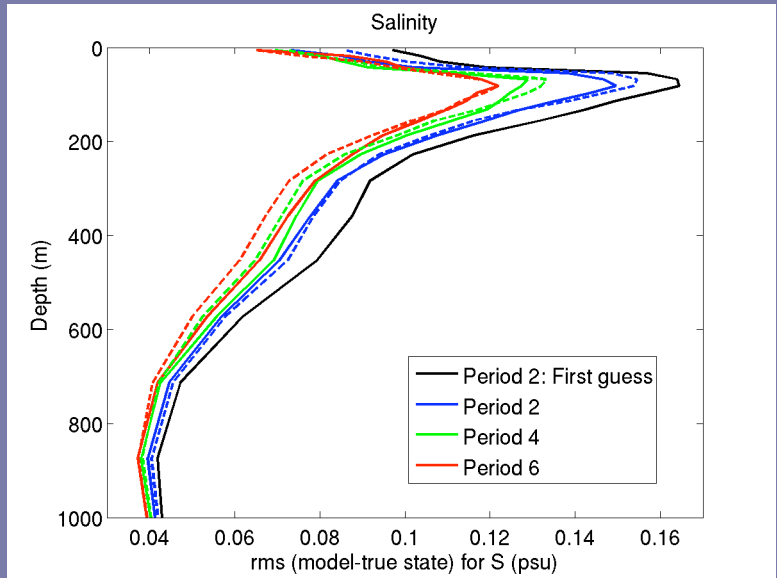


Expériences jumelles: cycle sur 3 mois avec observations bruitées de SSH + T-S extrapolés

Assimilation de SSH + T-S extrapolés sur 90 jours: 3 cycles de 30 jours ou un cycle de 90 jours



— 30-day window
 - - - 90-day window



Après 3 mois d'analyses:

=> amélioration continue des champs

=> pas de stratégie évidente sur la longueur de fenêtre d'assimilation

Travail en cours/futur

Poursuite de l'enchaînement des cycles sur 12 mois:

- <> Définir une première stratégie sur la longueur de la fenêtre (30, 90, 180 jours ?)**
- <> Déterminer l'erreur après 1 an d'analyse (T, S, u, v, transport de chaleur, ...)**
- <> Après combien de mois la qualité des analyses sature-t-elle ?**
- <> Apport des profils T-S**
- <> ...**

Début de l'assimilation d'observations réelles (SSH uniquement en 2000-2001; profils T-S comme observations indépendantes).