

Développement d'un système multi-incrémental d'assimilation variationnelle de données pour le modèle océanique NEMO

Le Projet NEMOVAR

Arthur Vidard

et la Nemovar Task Force

18 Octobre 2007



Outline

- 1 Contexte
- 2 État des lieux
- 3 Développements proposés
- 4 Applications



Outline

- 1 Contexte
- 2 État des lieux
- 3 Développements proposés
- 4 Applications



Le Projet NEMOVAR

Création du projet NEMOVAR fin 2005, structuré dans des projets LEFE/ASSIM, GMMC et TOSCA en 2006.

L'objectif est de développer une plateforme d'assimilation variationnelle multi-incrémentale pour le modèle d'océan OPA9/NEMO pour des applications opérationnelles et pour la recherche.

Cahier des charges :

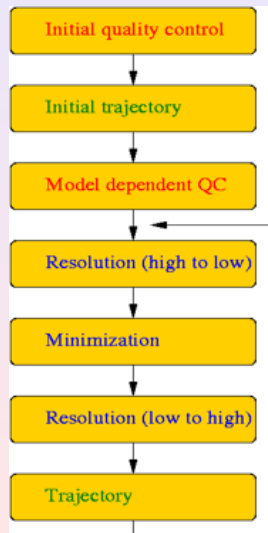
- Performant (parallélisation, gestion de la mémoire).
- Flexible (adapté aux différents type de configuration).
- Portable (script et code)

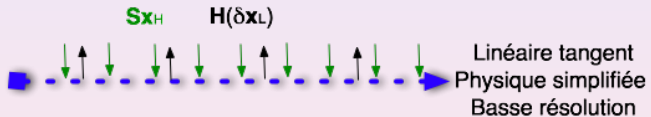
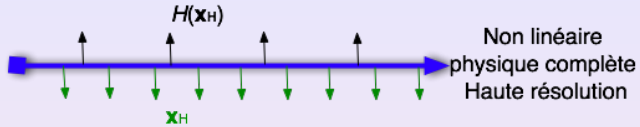
Basé sur OPAVAR, système d'assimilation 3D-FGAT/4D-VAR pour le modèle d'océan OPA 8.2.



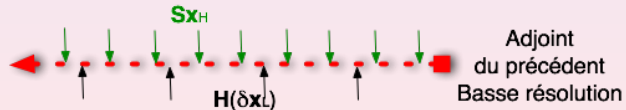
Multi-incrémental

- QC initial effectuée des tests sur les données indépendamment du système.
- L'intégration initiale calcule l'écart aux observations et le background.
- Un deuxième QC basé sur l'écart aux observations, ...
- La boucle interne consiste en
 - Changement de résolution (haute vers basse)
 - Minimisation (3D-FGAT ou 4D-VAR)
 - Changement de résolution (basse vers haute)
- Réactualisation de la trajectoire non linéaire





Calcul de la fonction coût quadratique



Calcul du gradient

$\mathbf{x}_H = \mathbf{x}_H + \mathbf{S}^{-1} \delta\mathbf{x}_L$



De OPAVAR à NEMOVAR

- Phase 1: Séparation des boucles externe et interne dans OPAVAR
- Phase 2: Introduction des opérateurs d'observation dans NEMO
- Phase 3: Système Hybride (NEMO outer loop/OPAVAR inner loop)
- Phase 4: NEMOVAR 3D-FGAT (avec IAU)
- Phase 5: NEMOVAR 4D-VAR



Outline

- 1 Contexte
- 2 État des lieux
- 3 Développements proposés
- 4 Applications

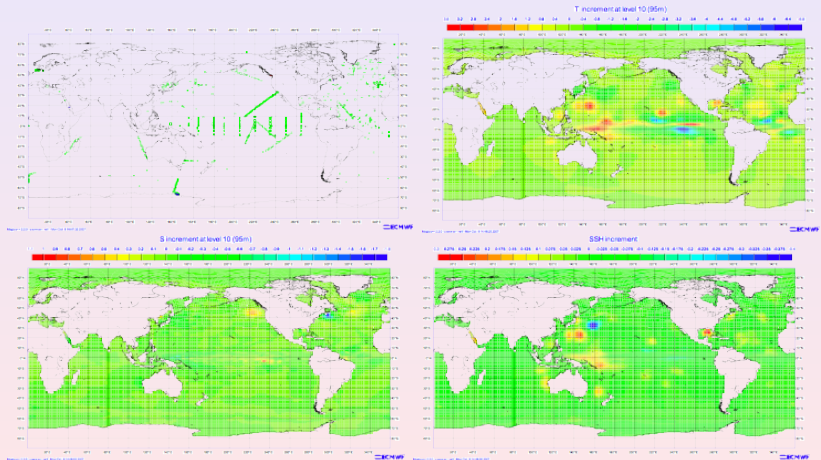


NEMOVAR-Core

- Phase 1 et 2 sont implémentées avec un support des profils T/S (ENSEMBLES et CORIOLIS), SLA and SST (along-track et cartes).
- Phase 3 est en train d'être testé.
- Phase 4 est en cours de développement, un prototype est déjà disponible et une première analyse a été effectuée.
 - Quelques mois de 3D-FGAT, rang complet, fenêtres d'assimilation de 10 jours, IAU.
 - mono incrémental, parallélisation de l'adjoint de l'opérateur de changement de variable à faire, ...



Une première analyse 3D-FGAT



NEMOTAM (phase 5)

Objectif : fournir un tangent linéaire et son adjoint d'OPA ET être capable de suivre les évolutions du système.

- On a exploré la possibilité d'utiliser TAPENADE.
- et obtenu les TAM d'une configuration fixée.(bientôt dispo)
- MAIS incompatibilité sévère avec le 4DVAR incrémental.
- trop coûteux pour des applications opérationnelles.
- Approche mixte dérivation automatique / codage manuel est envisagé.



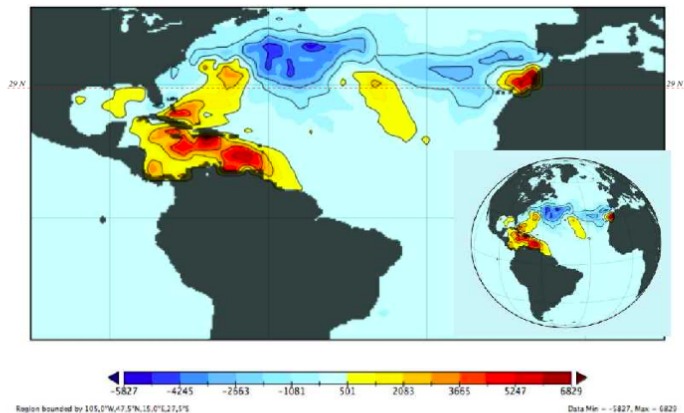


Figure 8: Sensitivity map of the North Atlantic heat transport at 29°N (dotted line), with respect to changes in the initial surface temperature

Outline

- 1 Contexte
- 2 État des lieux
- 3 Développements proposés**
- 4 Applications



Le Projet PPR

Le projet de recherche présenté ici s'inscrit dans le cadre d'une réponse commune aux appels d'offre LEFE/ASSIM et GMMC 2007.

Participants : Arthur Vidard (INRIA), Anthony Weaver (CERFACS), Kristian Mogensen (CEPMMT), Elisabeth Remy (MERCATOR), Isabelle Mirouze (CERFACS), Bruno Ferron (LPO), Rachid Benshila (LOCEAN), Charles Deltel (LOCEAN), Laurent Hascoët (INRIA), Luca Amodei (UPS), Serge Gratton (CNES/GRGS), Nicolas Daget (CERFACS), Jean Tshimanga (CERFACS), Eric Greiner (MERCATOR), Eric Blayo (LJK/UJF), Jacques Verron (LEGI), Magdalena Balmaseda (CEPMMT).
Mais aussi, Matt Martin (UKMO), Greg Smith (UOR), Hicham Tber (ex INRIA).



Développements proposés

- Formulation implicite de opérateur général de diffusion.
 - Sert à modéliser les covariances d'erreur d'ébauche.
 - La formulation explicite d'OPAVAR trop coûteuse quand on augmente la résolution.
- Minimisation et Préconditionnement.
 - Crucial pour la performance du système.
 - Bonne opportunité développer un outil de minimisation adapté à nos besoins spécifiques.
- Opérateur de simplification et son inverse généralisée.
 - Pour passer d'une résolution à une autre (boucle interne/externe) et retour.
- NEMOTAM



Outline

- 1 Contexte
- 2 État des lieux
- 3 Développements proposés
- 4 Applications**



Configurations globales à basse résolution

- Les applications sur l'océan global dans ce projet vont se faire à basse résolution : configurations ORCA2° et ORCA1°.
- ORCA1° sera vraisemblablement la configuration du prochain système opérationnel à l'ECMWF (System 4).
- Les expériences longues avec ces configurations se feront dans le cadre d'ensemble de 3D-FGAT avec et sans réactualisation des covariances d'erreur d'ébauche.
- Ensemble de 3D-FGAT avec ORCA1° dans la boucle externe et ORCA2° dans la boucle externe.



Configurations régionales à haute résolution

Les activités opérationnelles dans MERCATOR, MERSEA et MCS/MyOcean se focalisent sur l'analyse et la prévision à haute résolution (p.ex $1/12^\circ$ global en développement à MERCATOR).

- L'assimilation de données (variationnelle ou non) sur ce type de configuration est un challenge.
- Le cout d'un 4D-Var global au $1/12^\circ$ global est prohibitif.
- La haute résolution va affecter la validité de l'hypothèse linéaire tangente nécessaire à la formulation incrémentale.
- Les caractéristiques de la minimisation vont être modifiés de façon significative (conditionnement, non linéarité, minima multiples).



Configurations régionales à haute résolution (2)

- Les développements sur l'opérateur de diffusion proposés sont cruciaux.
- L'utilisation de méthode multi-incrémentale devrait réduire les problèmes de minima multiples.
- Le 4D-Var contrainte faible devrait résoudre ce problème.
- Les travaux proposés sur la minimisation et le préconditionnement vont avoir un impact important sur cet aspect.

La stratégie proposée est de faire du multi-incrémental avec a première (inner loop) minimisation à $1/2^\circ$, une seconde (inner loop) minimisation à $1/4^\circ$, avec l'intégration du modèle non linéaire (outer loop) au $1/12^\circ$.

La configuration régionale à déterminer en lien avec MERCATOR.



Working Group

Assimilation challenges for research and operational systems.

- Point sur SAM3.
- Choix de la ou des configurations régionales.
- Assimilation, observations et haute résolution.

