

Réduction des incertitudes par assimilation de données

Une contribution à l'océanographie opérationnelle

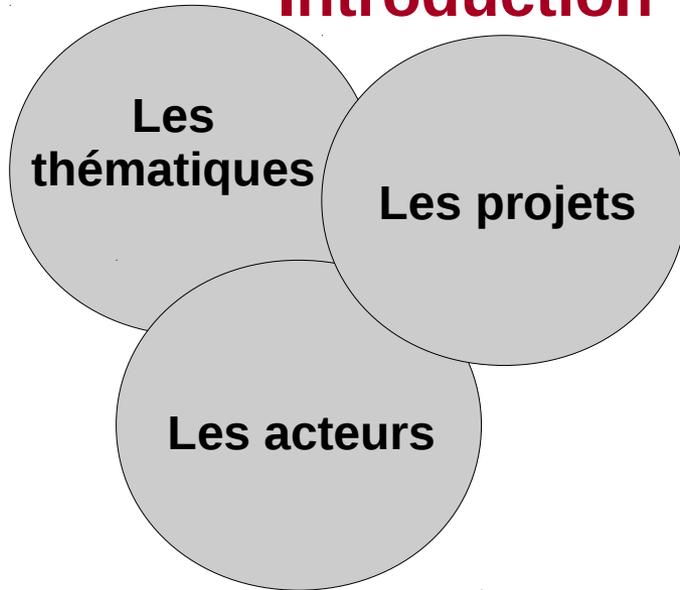
Institut des Géosciences de l'Environnement

Equipe de Modélisation des Ecoulements Océaniques Multiéchelles

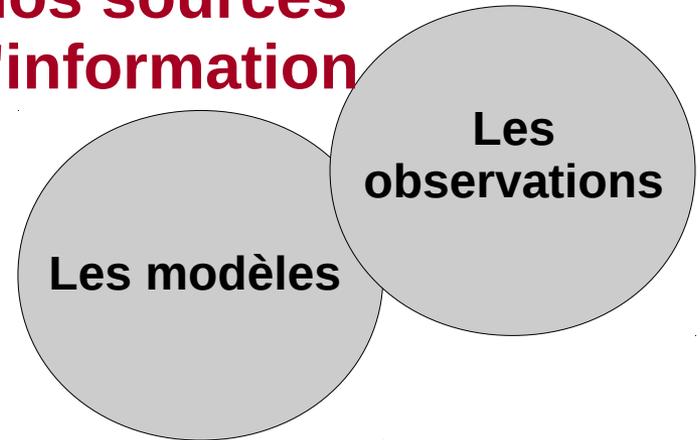


Plan de l'exposé

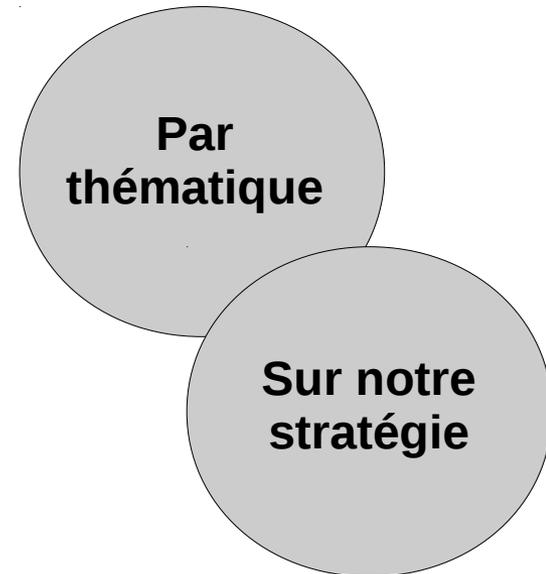
Introduction



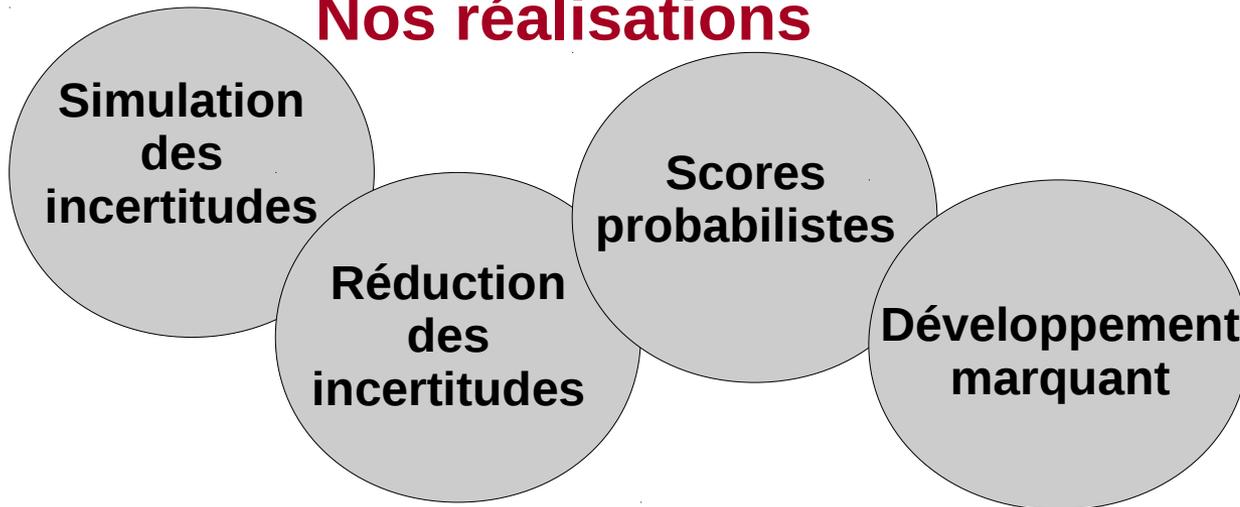
Nos sources d'information



Conclusions



Nos réalisations



1

Introduction

Les thématiques

Océan Vert

Pour développer une
composante biogéochimique
dans le système d'assimilation
de Mercator-Océan

Evaluation de scénarios
d'observation

Océan Bleu

Pour faire progresser
les méthodes d'assimilation
de Mercator-Océan

Assurer l'optimalité du système
à toutes les échelles

Océan Blanc

Pour adapter le système
d'assimilation aux spécificités
de la glace de mer

Variables non-gaussiennes
définies sur un intervalle borné

Les projets

CMEMS

GLO-HR-ASSIM (lot 1)

développement
du système d'assimilation

H2020

AtlantOS

évaluation de scénarios
d'observation

LEFE-GMMC

GREEN-GROG

adaptation des méthodes
aux spécificités du système

CMEMS

GLO-HR-ASSIM (lot 2)

séparation d'échelles
dans le système d'assimilation

LEFE-GMMC

ASSIM-ICE

gestion d'incertitudes
non-gaussiennes

CMEMS

GLO-HR-ASSIM (lot 2)

séparation d'échelles

Les acteurs

Ann'Sophie Tissier

séparation d'échelles
dans le système d'assimilation

Jean-Michel Brankart
Emmanuel Cosme

Christophe Calone

développement et application
du système d'assimilation

Ann'Sophie Tissier

simulations d'ensemble

Jean-Michel Brankart
Pierre Brasseur

Cyril Germaineaud

évaluation des scénarios
d'observation

Yeray Santana Falcon

développement et application
du système d'assimilation

Pierre Brasseur

Jean-Michel Brankart

2

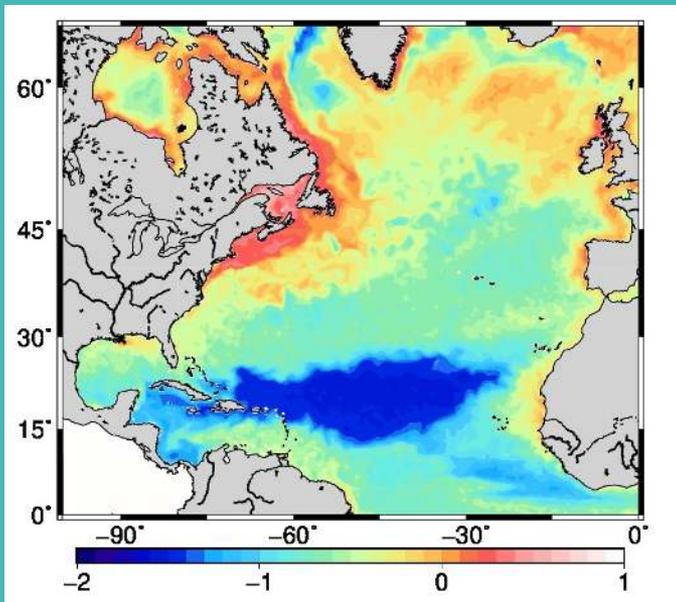
Nos sources d'information

Les modèles

NEMO

NATL025-PISCES

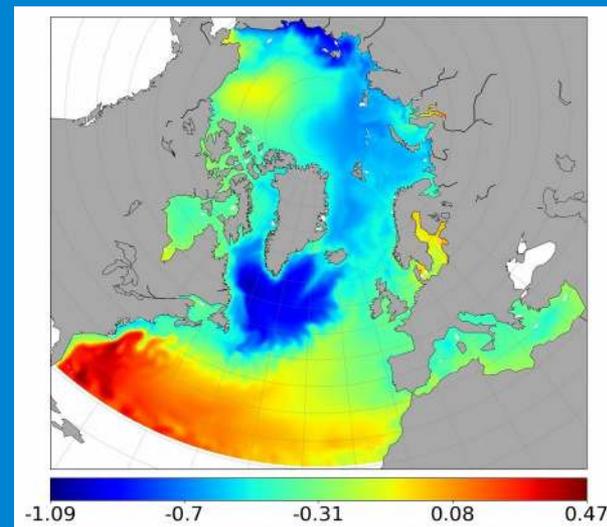
Atlantique Nord au $1/4^\circ$



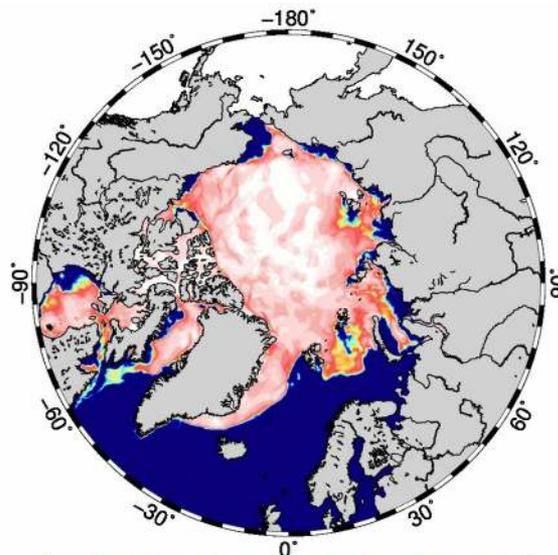
Chlorophylle de surface

NEMO
CREG4

Atlantique
Nord et
mers
nordiques
au $1/4^\circ$



Élévation de surface



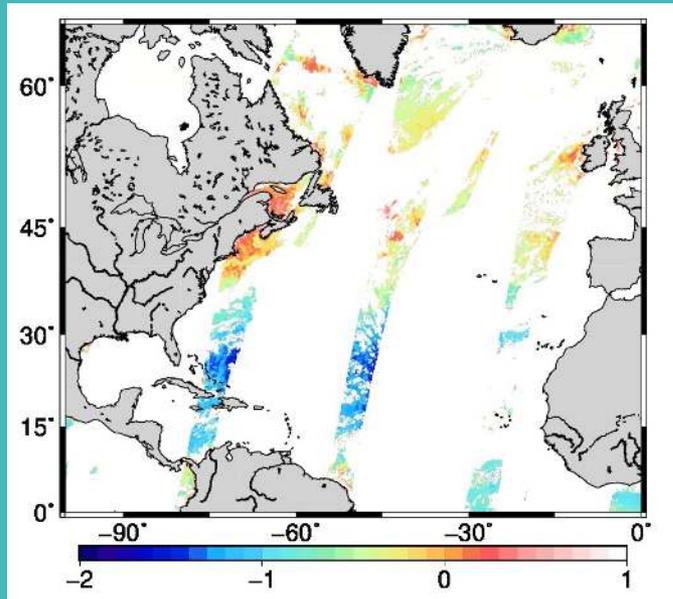
Concentration de glace

NEMO
CREG4

Modèle
de glace
de mer
LIM3

Les observations

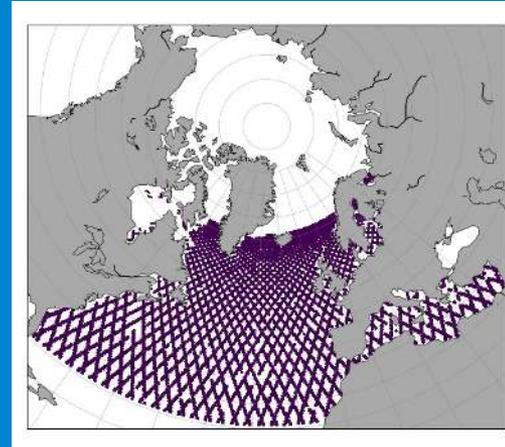
Couleur de l'eau



Chlorophylle de surface
(couverture journalière)

Flotteurs BGC-Argo

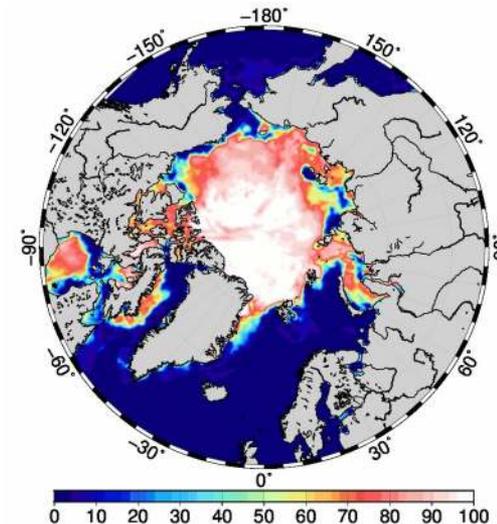
Altimétrie satellitaire



couverture
de type
JASON
sur 10 jours

Flotteurs Argo

Concentration de glace



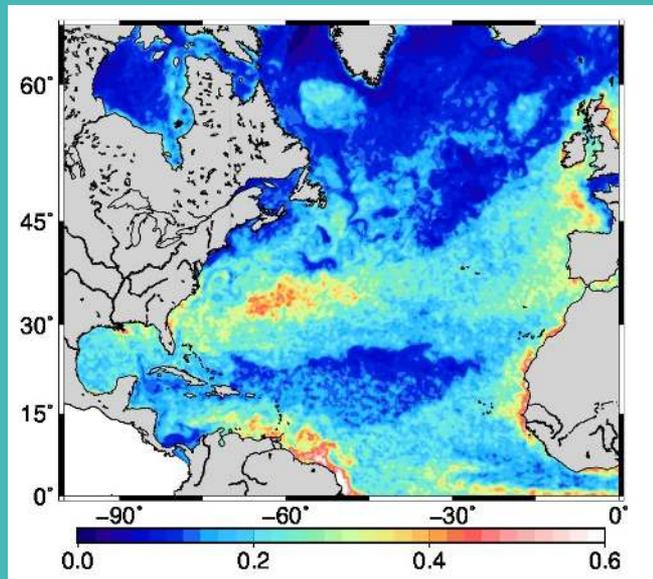
3

Nos réalisations

Simulation des incertitudes

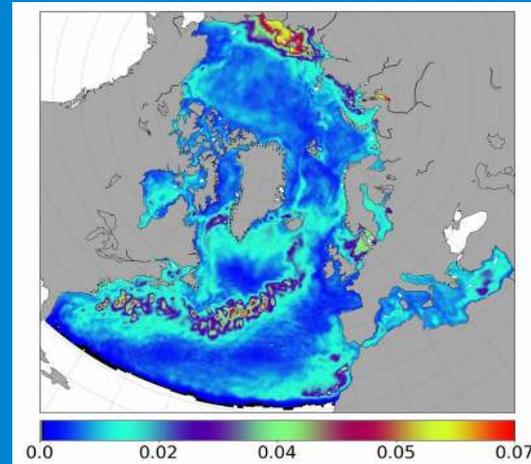
$$\rightarrow p^f(x)$$

Ensemble de 60 membres, avec paramétrisation stochastique des paramètres incertains de l'effet des échelles non-résolues



Ecart-type de l'incertitude sur la chlorophylle de surface

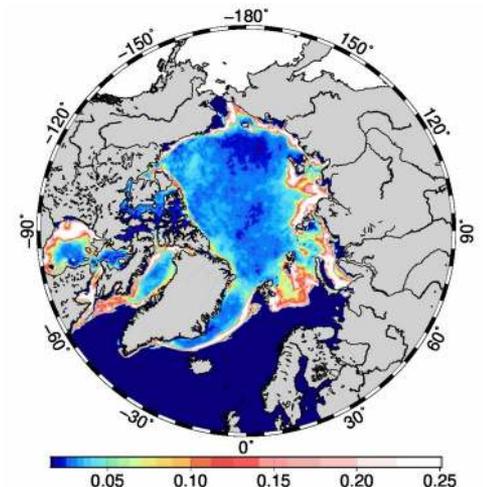
Ensemble de 70 membres simulant l'incertitude liée à l'équation d'état et au forçage



Ecart-type de l'incertitude sur l'élévation de surface

Simulation de l'incertitude sur la résistance de la glace, son albédo et les coefficients de drag

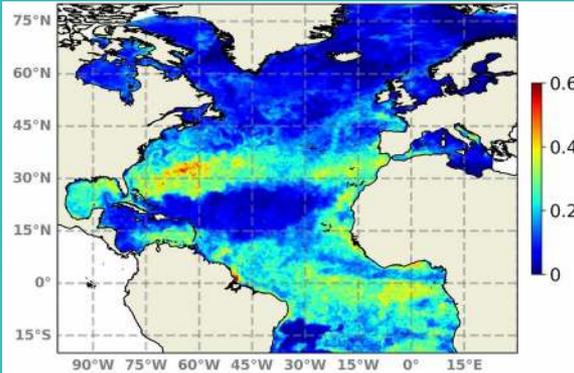
Ecart-type de l'incertitude sur la concentration de glace



Réduction des incertitudes

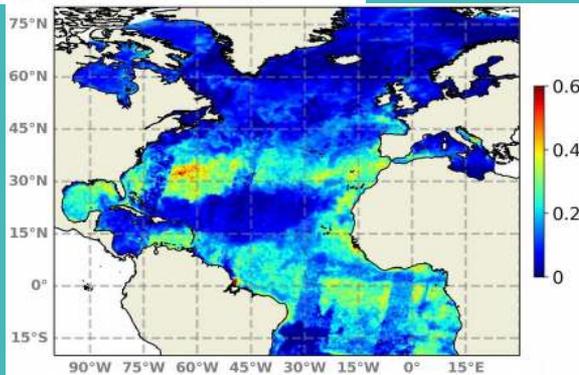
$$p^a(x) \sim p^f(x) p(y|x)$$

Réduction de l'écart-type de l'ensemble par assimilation de données de couleur de l'eau



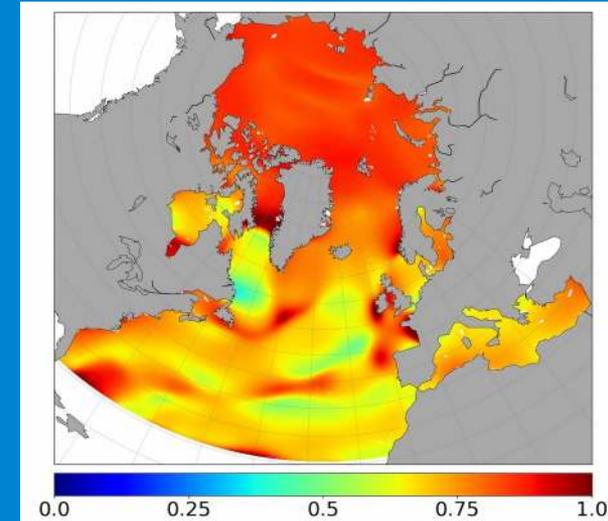
$p^f(x)$

$p^a(x)$

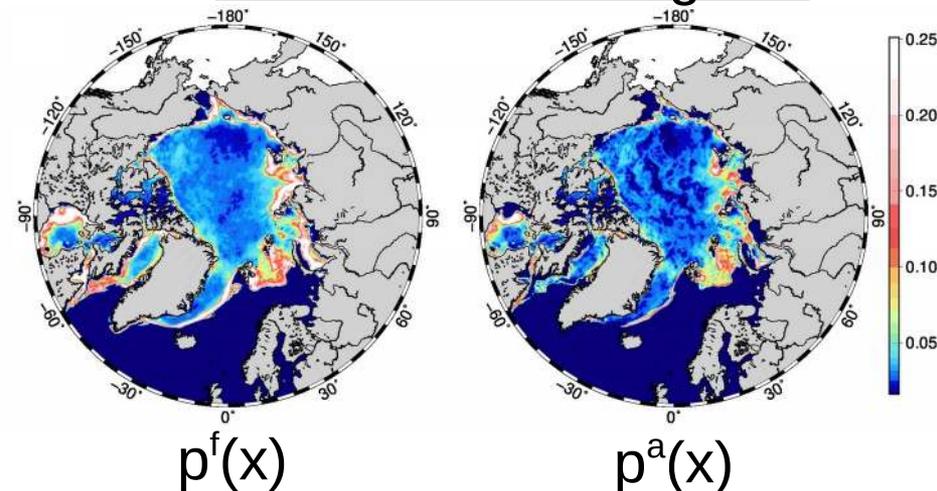


Assimilation de données altimétriques

Réduction de l'écart-type de l'erreur pour le signal à grande échelle



Réduction de l'écart-type par assimilation de données de concentration de glace

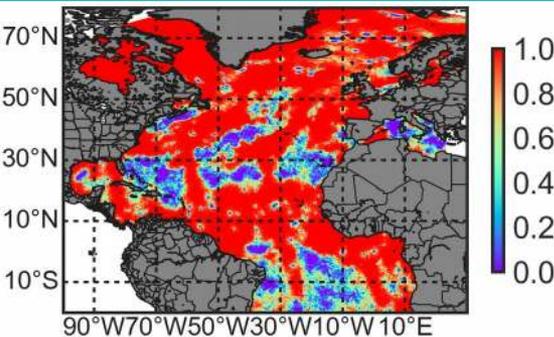
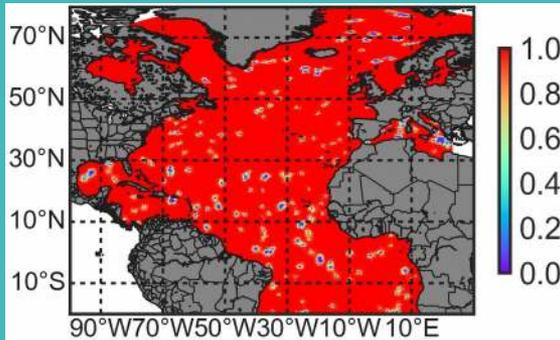


Scores probabilistes

$$p^{\{f,a\}}(x) \leftrightarrow y$$

Gain d'information sur la probabilité d'événements extrêmes

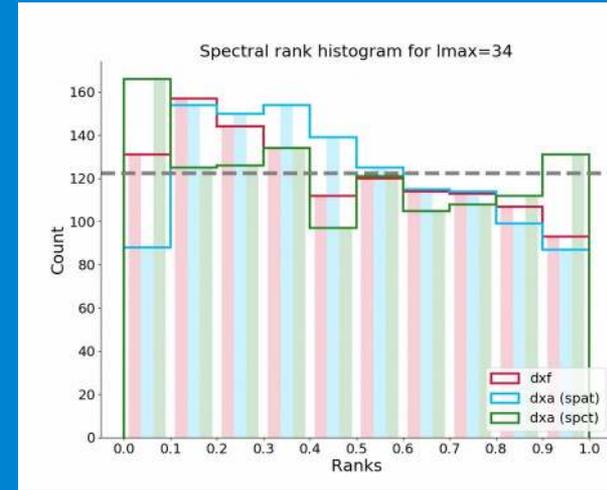
Entropie avec un réseau BGC-Argo au quart du réseau Argo



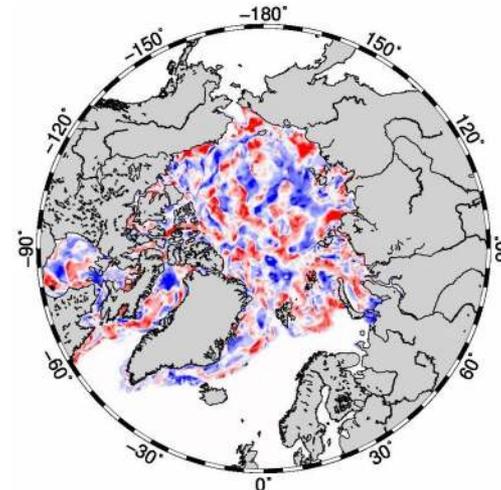
Entropie quand on y adjoint les données de couleur de l'eau

Histogramme des rangs (plat si l'ensemble est fiable)

Pour deux algorithmes d'assimilation de données altimétriques (avec ou sans séparation des échelles)



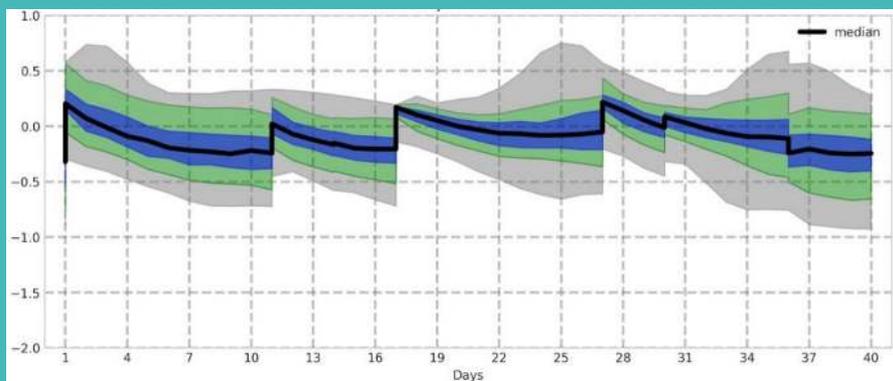
Rang des observations parmi les membres de l'ensemble



Distribution uniforme entre 0 et m si l'ensemble est fiable

Développements marquants

Assimilation ensembliste de la couleur de l'eau (60 membres sur 45 jours)

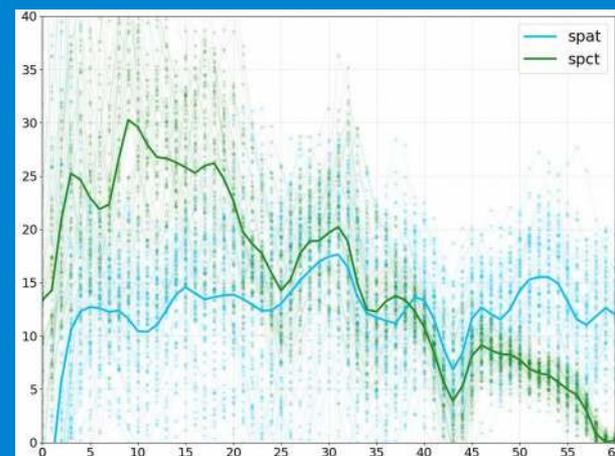


Les images satellitaires MERIS sont assimilées journalièrement.

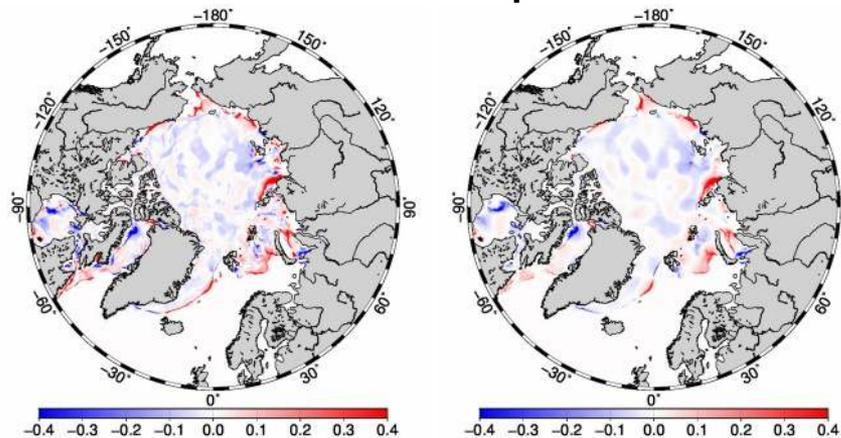
L'ensemble se corrige et se contracte dès qu'une observation est assimilée à proximité.

Séparation des échelles pour l'assimilation de l'altimétrie

Précision de l'assimilation selon l'échelle pour deux schémas de localisation



Séparation des échelles avec anamorphose



On sépare les grandes structures en préservant les bords et les bornes.

4

Conclusions

Par thématique

Simulation explicite des incertitudes du modèle biogéochimique

Assimilation ensembliste des observations satellitaires de couleur de l'eau

Intercomparaison du gain d'information produit par divers scénarios d'observations (couleur de l'eau, BGC-Argo)

La même logique



Les mêmes outils

Simulation explicite des incertitudes

Séparation des échelles dans l'algorithme d'assimilation (méthode ensembliste)

Simulation explicite des incertitudes

Anamorphose pour se rapprocher d'un problème gaussien

Séparation des échelles

Sur notre stratégie

**Renforcer un partenariat existant
avec l'océanographie opérationnelle**

**Poursuivre et renouveler nos approches
d'assimilation de données**

**Rester ancrés aux applications
et préserver notre lien aux systèmes
d'observations de l'océan
(spatiales et in situ)**