

# QUINTET - Quantification des incertitudes, calibration et mise à l'équilibre des modèles de climat



Julie Deshayes, Frédéric Hourdin, Juliette Mignot, Aurélien Ribes, Romain Roehrig, Aurore Voldoire  
LOCEAN, LMD, CNRM

## Objectifs

**Faciliter l'exploration de l'incertitude paramétrique**

**se préparer à des configurations à plus haute résolution spatiale**

**réduire l'incertitude des projections futures sur la base des tendances climatiques disponibles**

## Avancées du projet

Production et Analyse d'ensembles à la physique perturbée, à l'IPSL et au CNRM et développement (durable) des outils associés

Analyse des processus contrôlant la ventilation océanique transitoire : exploitation de simulations océaniques dans lesquelles les processus physiques contrôlant la ventilation sont successivement neutralisés (voir encadré noir ci-dessous)

Développement d'outils pour accélérer la mise à l'équilibre de NEMO

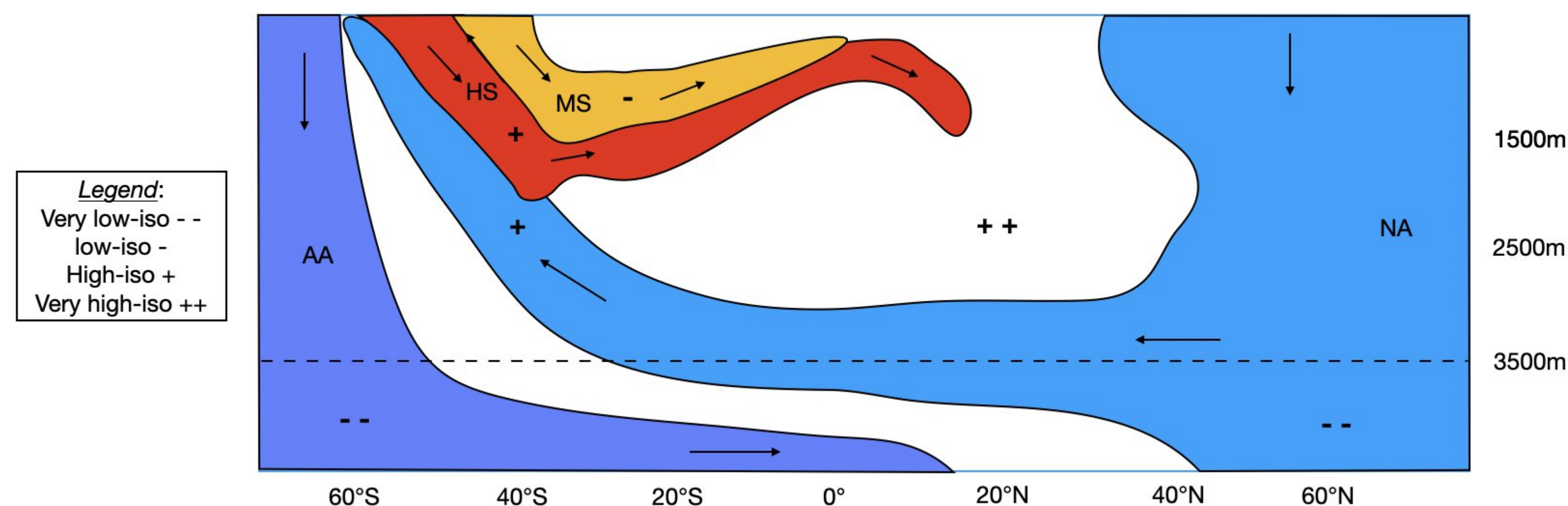
Exploration de solutions innovantes pour faciliter la calibration des paramètres et mise à l'équilibre des modèles océaniques :

- apports de la différentiabilité des modèles océaniques
- stabilité des paramétrisations
- modèles génératifs contraints par la physique

## Comment choisir les paramètres (donc l'intensité) du mélange isopycnal pour réduire les biais hydrographiques en profondeur dans NEMO ?

La figure ci-dessus illustre le fait que la diffusion isopycnale a des effets divers (voire contradictoires) et simultanés sur différentes masses d'eau en même temps : eaux intermédiaires antarctiques (jaune et rouge), eaux profondes de l'Atlantique Nord (bleu clair), et eaux profondes formées en Antarctique (bleu foncé).

Le choix optimal des paramètres du mélange dans l'océan intérieur est donc complexe...



## Perspectives

Les outils et méthodologies développées pour la calibration et la mise à l'équilibre sont déjà mises à l'oeuvre dans la préparation des nouveaux modèles système terre de l'IPSL et du CNRM.

L'exploration des solutions innovantes en modélisation de l'océan, relatives à la différentiabilité, sont menées en collaboration avec COMPACT.

L'élaboration d'un dictionnaire de métriques et des références observées, avec les incertitudes associées, progresse ! Il reste du travail, notamment pour associer les métriques d'intérêt pour les projets IMPRESSION-ESM, CYCL-ESM et ISCLIM.

## Productions

*Towards fully differentiable neural ocean model with Veros* par E. Meunier et al. [comm. EurIPS 2025]

Que peut-on apprendre de simulations de perturbations paramétriques en atmosphère seule pour la calibration d'un modèle couplé ? article en cours de finalisation, par B. Ferster et al.

IE CDD (1 an) Guillaume Gachon (métriques pour analyser des ensembles de simulations)  
PhD Hugo Divel (depuis 11/2024, supervision J. Mignot et C. Delavergne, LOCEAN – illustration ci-dessus)