



**MERCATOR
OCEAN**
INTERNATIONAL

Proposition de stage de M2 - F/H

**Etablir des incertitudes à l'aide
de l'approche ensembliste
pour les prévisions Mercator
Ocean**

Comment postuler :

Envoyez votre lettre de motivation et un CV détaillé avec la référence suivante 2023-01/OO/M2 à recruitment@mercator-ocean.fr et marie.drevillon@mercator-ocean.fr

Nom et statut des co-responsables de stage :

Marie Dréwillon, responsable du service Evaluation des Analyses et Prévisions
Bruno Levier
Giovanni Ruggiero
Charly Régnier

Sujet du stage :

Dans le cadre du service Européen d'océanographie opérationnelle « Copernicus Marine Environment Monitoring Service » appelé également « CMEMS », Mercator Océan opère un système d'analyse et de prévision océanique global à haute résolution (1/12°, i.e. entre 9km et 2km selon la région du globe). Ce système produit chaque semaine 14 jours d'analyse (dans le passé) et chaque jour 10 jours de prévisions de température, de salinité et des courants de la surface au fond. Les états océaniques sont obtenus grâce au modèle océanique NEMO, couplé au système d'assimilation de données SAM2V1 développé par Mercator Océan (Lellouche et al, 2018). La température de surface et les anomalies de hauteur de mer satellitales, ainsi que les données in situ de profils de température et salinité sont assimilés conjointement. Mercator Océan développe également un système d'analyse et de prévision au 1/36° de résolution horizontale pour l'Atlantique Nord-Est, le système « IBI », qui est opéré quotidiennement par no login (Espagne) pour Copernicus Marine.

L'objectif de ce stage est de contribuer à la caractérisation des incertitudes associées aux prévisions océanographiques Mercator Ocean. Les principales sources d'incertitude sont les limitations du modèle dans sa représentation des phénomènes océaniques (en particulier à haute fréquence) et les limitations intrinsèques du réseau d'observations océanographique actuel (en particulier en subsurface) ainsi que les incertitudes du forçage atmosphérique. Le coût de calcul des modèles océaniques haute-résolution fait que les prévisions d'ensemble sont encore peu exploitées à Mercator Océan. Dans un premier temps, la/le stagiaire prendra en main des codes existants permettant d'extraire, d'analyser et de comparer les analyses Mercator Océan avec les observations haute fréquence de température, salinité et courant à des bouées fixes ou « mouillages ». Par la suite, la/le stagiaire recherchera des relations statistiques optimales entre ces observations et les équivalents prévus à différentes échéances temporelles, en faisant varier le nombre de points considérés autour de l'observation (pseudo-ensembles), ou en testant d'autres « opérateurs d'observation » qui permettraient de rendre plus compatible ou de mieux phaser les observations et le modèle (Ebert 2008). Les comparaisons aux données haute-fréquence seront ensuite élargies à des ensembles de prévisions pour la même période. La/le stagiaire participera à la sélection des diagnostics d'ensemble les mieux adaptés à la caractérisation des incertitudes des analyses et prévisions Mercator Océan à partir de ceux développés en particulier dans le cadre du projet SCRUM2. Elle/il participera à leur adaptation en vue d'une implémentation dans la chaîne de post-traitement dédiée à la validation des analyses et prévisions.

La/le stagiaire sera amené à manipuler et adapter des outils statistiques existants développés en python et fortran, ainsi que des fichiers très volumineux en provenance des systèmes à haute résolution (plusieurs Go).

But du stage :

Réaliser des comparaisons d'analyses et prévisions Mercator Océan avec des observations océaniques à haute résolution.

Tester et proposer des diagnostics permettant de caractériser les incertitudes à différentes échéances de prévision.

Contribuer à l'amélioration de la base existante de metrics de validation des analyses et prévisions Mercator Océan (Lellouche et al 2013, Hernandez et al 2015).

Acquérir la maîtrise d'un outil python de type « recherche » et acquérir l'expérience de participer à son transfert vers une production opérationnelle.

MERCATOR OCEAN

INTERNATIONAL

2 avenue de l'aérodrome de Montaudran, 31400 Toulouse, FRANCE

Tél : +33 5 61 39 38 02

Société civile de droit français au capital de

2 000 000 € - 522 911 577 RCS Toulouse - SIRET 522 911 577 00024

mercator-ocean.eu



**MERCATOR
OCEAN**
INTERNATIONAL

Proposition de stage de M2 - F/H

**Etablir des incertitudes à l'aide
de l'approche ensembliste
pour les prévisions Mercator
Ocean**

Comment postuler :

Envoyez votre lettre de motivation et un CV détaillé
avec la référence suivante 2023-01/OO/M2
à recruitment@mercator-ocean.fr
et marie.drevillon@mercator-ocean.fr

Prérequis pour effectuer ce stage :

Bac + 5 en physique, géosciences, maths, maths appliquées, ou informatique
Connaissance de langages de programmation (python, Fortran...) et de l'environnement linux
Connaissances solides en océanographie physique
Connaissances en traitement du signal et analyse numérique
Bonne maîtrise de l'anglais

Mots clés : Océanographie, modélisation, haute résolution, validation, observations, statistiques, ingénierie

Références :

Ebert, E. E. (2008). Fuzzy verification of high-resolution gridded forecasts: a review and proposed framework. *Meteorological applications*, 15(1), 51-64.

Hernandez, F. et al (2015) Recent progress in performance evaluations and near real-time assessment of operational ocean products, *Journal of Operational Oceanography*, 8:sup2, s221-s238, DOI: 10.1080/1755876X.2015.1050282

Lellouche, J.-M., et al (2018) Recent updates to the Copernicus Marine Service global ocean monitoring and forecasting real-time 1/12° high-resolution system, *Ocean Sci.*, 14, 1093-1126, <https://doi.org/10.5194/os-14-1093-2018>, 2018.

Lellouche, J.-M., et al. (2013): Evaluation of global monitoring and forecasting systems at Mercator Océan. *Ocean Science*, 9, 57-81, <https://doi.org/10.5194/os-9-57-2013>

Qui sommes-nous ?

Mercator Ocean International développe des activités d'océanographie opérationnelle depuis près de 25 ans, dans le cadre de sa mission d'intérêt général de préservation de l'océan.

De nombreux défis scientifiques et sociétaux doivent être relevés afin de garantir un océan durable, qu'ils concernent l'environnement, la biodiversité, le changement climatique, l'économie bleue ou l'éducation. Pour relever ces défis, Mercator Ocean conçoit, développe, opère et maintient à l'état de l'art scientifique des systèmes numériques capables de décrire, d'analyser et de prévoir l'état de l'océan en 3D, en continu et en temps réel. Les informations scientifiques sont ensuite traduites pour être accessibles à tous, qu'il s'agisse de services publics ou commerciaux, de décideurs politiques, d'industriels, d'associations, d'ONG, d'enseignants ou de citoyens. Mercator Océan International allie ainsi au quotidien excellence scientifique et engagement social.

En tant que société à but non lucratif sous gouvernance multinationale (ES, FR, GB, IT, NO), nous travaillons dans un climat de confiance avec nos dix partenaires actionnaires, tous acteurs clés du développement de l'océanographie européenne.

MERCATOR OCEAN

INTERNATIONAL

2 avenue de l'aérodrome de Montaudran, 31400 Toulouse, FRANCE

Tél : +33 5 61 39 38 02

Société civile de droit français au capital de

2 000 000 € - 522 911 577 RCS Toulouse - SIRET 522 911 577 00024

mercator-ocean.eu