

Nom des co-responsables de stage :

Quentin Hyvernat
Patrick Lehodey
Alexandre Mignot
Giovanni Ruggiero

Sujet du stage :

Les modèles biogéochimiques océaniques sont devenus des outils indispensables pour prévoir les effets du changement climatique sur les ressources marines (Fennel et al., 2019). L'exactitude de ces modèles dépend de la précision, à la fois, des fonctions mathématiques décrivant les processus biogéochimiques et de leurs paramètres. Ces paramètres sont généralement dérivés d'un nombre restreint d'expériences en laboratoire, une approche potentiellement inadéquate pour des simulations globales où ils doivent refléter des conditions environnementales et écologiques plus diversifiées (Schartau et al., 2017; Ward et al., 2010).

A Mercator Océan International, nous avons développé une méthode d'assimilation basée sur une technique ensembliste (Kantas et al. 2015) qui permet d'estimer les paramètres d'une configuration 1D du modèle NEMO-PISCES (Aumont et al., 2015), en assimilant des données issues de flotteurs profileurs BGC-Argo (Biogeochemical-Argo Planning Group, 2016).

La prochaine génération de flotteurs BGC-Argo sera équipée de nouveaux capteurs permettant de mesurer la densité en zooplancton. Dans ce stage, nous proposons d'étudier l'impact de l'assimilation de données de zooplancton pour l'amélioration des cycles saisonniers de la biogéochimie marine par le modèle PISCES.

But du stage :

Quantifier la précision des modèles actuels distribués par CMEMS (Copernicus Marine Service) par rapport à des séries temporelles de zooplancton provenant de différentes stations océanographiques (HOT, BATS, CALCOFI).

Utiliser ensuite ces séries temporelles pour optimiser une configuration 1D NEMO-PISCES.

Vérifier la mesure dans laquelle l'assimilation des données de zooplancton permet de reproduire les cycles saisonniers de la biogéochimie tels qu'ils sont observés à ces stations.

Ce stage s'effectuera à Mercator Océan. Après une première phase bibliographique et de familiarisation de l'étudiant(e) aux outils d'analyse et aux différents jeux de données, l'analyse et l'interprétation des résultats s'effectueront sous Python. Ce travail sera finalisé par l'écriture d'un rapport.

Prérequis pour effectuer ce stage :

Bac + 5 en océanographie ou mathématiques appliquées
Connaissance de langages de programmation (python, Fortran...) et de l'environnement Linux
Connaissances solides en océanographie physique et biogéochimie
Connaissances en analyse numérique
Bonne maîtrise de l'anglais

Références :

Aumont, O., Ethé, C., Tagliabue, A., Bopp, L., and Gehlen, M.: PISCES-v2: an ocean biogeochemical model for carbon and ecosystem studies, *Geosci. Model Dev.*, 8, 2465–2513, <https://doi.org/10.5194/gmd-8-2465-2015>, 2015.

Biogeochemical-Argo Planning Group: The scientific rationale, design and implementation plan for a Biogeochemical-Argo float array, <https://doi.org/10.13155/46601>, 2016.

Fennel, K., Gehlen, M., Brasseur, P., Brown, C. W., Ciavatta, S., Cossarini, G., Crise, A., Edwards, C. A., Ford, D., Friedrichs, M. A. M., Gregoire, M., Jones, E., Kim, H.-C., Lamouroux, J., Murtugudde, R., Perruche, C., and the GODAE OceanView Marine Ecosystem Analysis and Prediction Task Team: Advancing Marine Biogeochemical and Ecosystem Reanalyses and Forecasts as Tools for Monitoring and Managing Ecosystem Health, *Front. Mar. Sci.*, 6, 89, <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00089>, 2019.

Kantas, N., Doucet, A., Singh, S. S., Maciejowski, J., and Chopin, N.: On Particle Methods for Parameter Estimation in State-Space Models, *Stat. Sci.*, 30, 328–351, <https://doi.org/10.1214/14-STS511>, 2015.

Schartau, M., Wallhead, P., Hemmings, J., Löptien, U., Kriest, I., Krishna, S., Ward, B. A., Slawig, T., and Oschlies, A.: Reviews and syntheses: parameter identification in marine planktonic ecosystem modelling, *Biogeosciences*, 14, 1647–1701, <https://doi.org/10.5194/bg-14-1647-2017>, 2017.

Ward, B. A., Friedrichs, M. A. M., Anderson, T. R., and Oschlies, A.: Parameter optimisation techniques and the problem of underdetermination in marine biogeochemical models, *J. Mar. Syst.*, 81, 34–43, <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2009.12.005>, 2010.

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.