

Comment postuler :

Envoyez votre lettre de motivation et un CV détaillé avec la référence suivante 202410/RD/Optical-Modelling aux encadrants.

Date de publication : 10/10/2024

Sujet de stage : Amélioration du schéma de lumière dans le modèle couplé physique-biogéochimique de Mercator Océan

Au sujet du stage :

La lumière est la source d'énergie primordiale pour l'océan. Elle régule la répartition de la chaleur, la stratification de la colonne d'eau et la circulation océanique. Elle est également un élément fondamental pour la vie et le fonctionnement des écosystèmes marins. Elle influence la croissance des organismes photosynthétiques, la distribution des espèces et de nombreux processus biogéochimiques qui régulent l'équilibre de l'océan et de la planète.

Les progrès récents dans le domaine des données radiométriques satellitaires permettent d'analyser la manière dont les différents groupes fonctionnels de phytoplancton (PFTs), interagissent avec la lumière. Leur signature spectrale unique rend possible la discrimination et l'identification de ces espèces. Une description suffisamment détaillée de la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau (absorption, diffusion et réflexion de la lumière dans différentes longueurs d'onde), associée à une complexité biogéochimique adaptée (PFTs et autres éléments ayant des propriétés optiques), semble donc nécessaire dans les modèles océaniques, qui sont devenus des outils incontournables pour surveiller les conditions océaniques et les écosystèmes marins.

Certains modèles couplés physique-biogéochimique intègrent déjà des modèles de transfert radiatif complexes, incluant une composante atmosphérique (OASIM ; Gregg et Casey, 2009) et une composante océanique impactée par les propriétés des principaux constituants optiques, tels que les PFTs, les détritiques et la matière organique dissoute colorée (CDOM), issus des travaux de Dutkiewicz et al. (2015) et Gregg et Rousseaux (2016).

Dans le cadre du Copernicus Marine Service, Mercator Ocean international (MOi) est en charge du développement des systèmes opérationnels pour l'océan global et les eaux européennes. Les deux systèmes sont basés sur le modèle couplé physique-biogéochimique NEMO-PISCES, qui utilisent une formulation simple pour décrire la pénétration de la lumière : le schéma standard à 3 bandes spectrales de Lengaigne et al. (2007), et la chlorophylle est le seul constituant optiquement actif.

Au cours de ce stage, nous proposons d'analyser l'impact d'un modèle optique plus complexe sur les principales caractéristiques biogéochimiques et d'améliorer nos connaissances sur les propriétés optiques en relation avec les variables du modèle biogéochimique PISCES (Aumont et al., 2015). L'étude sera menée sur une configuration 1D du modèle NEMO-PISCES, en océan ouvert (e.g. station PAPA dans le Pacifique Nord, station BOUSSOLE en Méditerranée), et en océan côtier (e.g. station L4 en Manche). Pour chaque station, vous réaliserez deux simulations en modifiant le schéma optique :

- 1) une simulation avec le schéma optique standard ;
- 2) une autre avec le module radiatif multi-spectral (basé sur Skakala et al., 2020), qui inclut une composante atmosphérique (basée sur OASIM) et un module bio-optique océanique (basé sur Gregg et Rousseaux, 2016).

Ensuite, vous effectuerez une analyse de sensibilité pour identifier l'impact de chaque constituant optique, identifier les constituants les plus importants, et affiner les propriétés optiques en relation avec les PFTs de PISCES. En outre, vous testerez plusieurs formulations pour représenter l'impact du CDOM. Enfin, l'influence du carbone inorganique particulaire (PIC) sur la propagation de la lumière sera testée.

Ce stage s'effectuera à Mercator Océan. Après une première phase bibliographique, vous vous familiariserez avec les outils de modélisation ; 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 + 4 en océanographie ou mathématiques appliquées
- Connaissance de langages de programmation (python, Fortran...) et de l'environnement linux
- Connaissances en océanographie physique et biogéochimie
- Connaissances en analyse numérique
- Bonne maîtrise de l'anglais

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

Comment postuler :

Envoyez votre lettre de motivation et un CV détaillé avec la référence suivante 202410/RD/Optical-Modelling aux encadrants.

Date de publication : 10/10/2024

Encadrants :

Elodie Gutknecht, egutknecht@mercator-ocean.fr
Guillaume Reffray, greffray@mercator-ocean.fr

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.

Dutkiewicz, S., Hickman, A. E., Jahn, O., Gregg, W. W., Mouw, C. B., and Follows, M. J.: Capturing optically important constituents and properties in a marine biogeochemical and ecosystem model, *Biogeosciences*, 12, 4447–4481, <https://doi.org/10.5194/bg-12-4447-2015>, 2015.

Follows M. J. et al., Emergent Biogeography of Microbial Communities in a Model Ocean. *Science* 315, 1843–1846, DOI:10.1126/science.1138544, 2007.

Gregg, W. W. and Casey, N. W.: Modeling coccolithophores in the global oceans, *Deep-Sea Res. Pt. II*, 54, 447–477, <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2006.12.007>, 2007.

Gregg, W. W. and Casey, N. W.: Skill assessment of a spectral ocean-atmosphere radiative model, *J. Marine Syst.*, 76, 49–63, <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2008.05.007>, 2009.

Gregg, W.W., Casey, N.W., Rousseaux, C.S., 2013. Global surface ocean estimates in a model forced by MERRA. *NASA Global Modeling and Assimilation Series*, M. Suarez, ed., NASA Technical Memorandum 2012-104606, Vol. 31, 32 pp.

Gregg, W. W. and Rousseaux, C. S.: Simulating PACE Global Ocean Radiances, *Front. Mar. Sci.*, 4, 60, <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00060>, 2017.

Lazzari, P., Salon, S., Terzić, E., Gregg, W. W., D'Ortenzio, F., Vellucci, V., et al. (2021a). Assessment of the spectral downward irradiance at the surface of the Mediterranean Sea using the radiative ocean-atmosphere spectral irradiance model (OASIM). *Ocean Science*, 17(3), 675–697, <https://doi.org/10.5194/os-17-675-2021>, 2021a.

Lazzari, P.; Álvarez, E.; Terzić, E.; Cossarini, G.; Chernov, I.; D'Ortenzio, F.; Organelli, E. CDOM Spatiotemporal Variability in the Mediterranean Sea: A Modelling Study. *J. Mar. Sci. Eng.*, 9, 176., <https://doi.org/10.3390/jmse9020176>, 2021b.

Skákala, J., Bruggeman, J., Brewin, R. J. W., Ford, D. A., & Ciavatta, S. Improved representation of underwater light field and its impact on ecosystem dynamics: A study in the North Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 125, e2020JC016122. <https://doi.org/10.1029/2020JC016122>, 2020.

Skakala, Jozef & Bruggeman, J. & Ford, David & Wakelin, Sarah & Akpınar, Anil & Hull, Tom & Kaiser, Jan & Loveday, Benjamin & O'Dea, Enda & Williams, Charlotte & Ciavatta, Stefano., The impact of ocean biogeochemistry on physics and its consequences for modelling shelf seas. *Ocean Modelling*. 172. 101976. [10.1016/j.ocemod.2022.101976](https://doi.org/10.1016/j.ocemod.2022.101976), 2022.

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

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

Comment postuler :

Envoyez votre lettre de motivation et un CV détaillé avec la référence suivante 202410/RD/Optical-Modelling aux encadrants.

Date de publication : 10/10/2024

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.