

M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : LEGOS

Titre du stage : Couplage physique/biogéochimie dans l'océan Atlantique Tropical Est

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : : Isabelle Dadou (LEGOS), Gaël Alory (LEGOS), et collaborateurs projet SWOT-GG

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage : 05 61 33 29 02 ; isabelle.dadou@legos.obs-mip.fr, gael.alory@legos.obs-mip.fr

Sujet de stage :

L'océan Atlantique tropical Est (ETAO) est une région océanique caractérisée par deux dômes cycloniques (Guinée et Angola) séparés par la dynamique équatoriale (courants zonaux à grande échelle, ondes, instabilités,...) et d'autres processus particuliers associés à la dynamique à grande échelle (upwelling équatorial avec sa langue d'eau froide) et à la dynamique côtière (upwelling côtier le long de la Côte d'Ivoire, du Ghana, du Congo, courants côtiers, ondes côtières piégées, marées internes et décharges fluviales).

La zone ETAO est également connue pour être une zone très productive en termes de concentrations de chlorophylle, production primaire, écosystèmes et ressources halieutiques. De nombreux pays riverains de la région ETAO dépendent fortement des écosystèmes marins pour de nombreuses activités/services : l'alimentation, les ressources naturelles, les loisirs et la régulation du climat. Il est donc urgent de fournir des informations fiables sur leur état actuel afin de comprendre comment ces écosystèmes pourraient évoluer au cours des prochaines années ou décennies, qui sont les échelles de temps présentant un intérêt immédiat pour la plupart des parties prenantes et des acteurs économiques. Des études ont déjà montré la vulnérabilité de cette production au changement climatique à grande échelle dans l'océan Atlantique. Hors, ces écosystèmes et leur productivité sont peu connus dans la région ETAO notamment leur contrôle par l'apport de nutriment et la circulation océanique à grande échelle et à mésoéchelle. Il est donc essentiel de mieux connaître cette productivité et les processus la contrôlant afin de pouvoir prévoir son évolution face au changement climatique.

Les processus de méso-échelle (50-500 km, tourbillons, etc.), responsables d'une grande partie du transport de propriétés océaniques (chaleur, sel, traceurs biologiques et chimiques) restent à comprendre dans l'océan en général (e.g. Chelton et al., 2011), ce qui a motivé le lancement prochain du satellite SWOT dédié à leur étude. Cette dynamique à mésoéchelle est particulièrement difficile à étudier dans cette région ETAO. En effet, l'activité mésoéchelle en termes de tourbillons (durée de vie, amplitude) présente un signal faible dans les données altimétriques par rapport aux régions de moyennes latitudes (Chelton et al., 2011, Aguedjou et al., 2019 ; Aguedjou et al., 2021). Si l'altimétrie a permis une avancée certaine dans l'étude de l'activité mésoéchelle, les diagnostics dans les régions équatoriales restent problématiques et doivent être améliorés car la circulation n'est plus en équilibre géostrophique. De plus, la plupart des équilibres physiques gouvernant la dynamique aux latitudes moyennes sont fortement affectés, tels que les conditions de stabilité des courants de grande échelle et les mécanismes de génération de tourbillons, les caractéristiques des courants côtiers, ou encore la dynamique des panaches fluviaux (Vic et al, 2014). Enfin, la compréhension du lien entre la circulation côtière, les upwellings côtiers, les processus de méso-échelle, le mélange de surface et la biogéochimie est particulièrement d'intérêt dans l'ETAO. Il s'agit en effet d'une région de forte productivité et de pêche, intéressante pour comprendre les événements anoxiques associés aux faibles concentrations d'oxygène, la prolifération des algues ainsi que la pompe à carbone océanique. Dans le projet SWOT-GG (projet SWOT NASA/EUMETSAT/CNES, <https://swot.cnes.fr/fr/>, <https://swot.jpl.nasa.gov>) et le projet européen

TRIATLAS (<https://triatlas.w.uib.no/>), la dynamique de mésoéchelle dans la zone ETAO et son couplage avec la biogéochimie sont étudiés en utilisant des données satellitaires et in situ ainsi que la modélisation couplée physique/biogéochimie à haute résolution spatiale et temporelle.

Le stage se concentrera sur les couplages physique/biogéochimie à mésoéchelle notamment dans les upwellings côtiers et autour des îles à partir des données in situ, satellite et les sorties du modèle couplé physique/biogéochimie (NEMO/PISCES) pour sa configuration couplée sur le golfe de Guinée à haute résolution spatiale (1/36°). La configuration physique NEMO (1/12°, 1/36°) a déjà été validée et utilisée pour l'étude de la dynamique de mésoéchelle, les upwellings côtiers et l'interaction avec les îles (Dieng et al., 2019; Alory et al., 2021, Napolitano et al., 2022).

La première partie du stage consistera à comparer les sorties du modèle couplé avec les données in situ (PIRATA, etc.) et satellite (couleur de l'eau) pour les concentrations en nutriments et en chlorophylle. Dans la seconde partie du stage, les impacts des upwellings côtiers, des îles et la dynamique de mésoéchelle sur les concentrations en nutriment et en chlorophylle seront étudiés. Dans une troisième partie, la variabilité saisonnière de ces impacts et couplages physique/biogéochimie sera analysée.

Les principales étapes du plan de travail du stage sont les suivantes:

- l'étudiant(e) fera une courte revue bibliographique sur les principaux processus physiques/biogéochimiques couplés, les caractéristiques de la circulation et les propriétés biogéochimiques (nutriments, chlorophylle, production primaire) dans la zone ETAO.
- L'étudiant(e) se familiarisera avec le modèle réaliste couplé (NEMO/PISCES), les différents champs simulés ainsi que les données satellitaires et in situ utilisées dans le projet SWOT-GG et le projet TRIATLAS.
- Ensuite, la validation du modèle couplé physique-biogéochimie (simulation avec une résolution horizontale au 1/36° (~ 3 km) dans le golfe de Guinée) pour les propriétés biogéochimiques (oxygène, nutriment, chlorophylle, etc.) sera réalisée à partir des climatologies disponibles, des données satellitaires (couleur de l'océan) et des mesures in situ (PIRATA ,etc.)
- L'étape suivante consistera à étudier l'impact des upwellings côtiers, des îles, de la dynamique de mésoéchelle sur les concentrations en nutriment et chlorophylle et les principaux processus couplés physique/biogéochimie associés.
- Le cycle saisonnier de ces impacts et des principaux processus couplés physique/biogéochimie sera ensuite analysé dans la zone ETAO.

Le travail sera divisé en 25% de travail bibliographique, 50% d'analyse des sorties de modèles et des données (sous Matlab / Python) et 25% d'interprétation, de rédaction de rapports et idéalement d'une publication. Une bonne connaissance de Matlab/Python et de la dynamique océanique (physique et biogéochimie) est fortement recommandée.

Références :

- Aguedjou, H. M. A., Dadou, I., Chaigneau, A., Morel, Y., & Alory, G. (2019). Eddies in the Tropical Atlantic Ocean and their seasonal variability. *Geophysical Research Letters*, 46(21), 12156-12164.
- Aguedjou, H. M. A., Chaigneau, A., Dadou, I., Morel, Y., Pegliasco, C., Da-Allada, C. Y., & Baloitcha, E. (2021). What can we learn from observed temperature and salinity isopycnal anomalies at eddy generation sites? Application in the Tropical Atlantic Ocean. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 126(11), e2021JC017630.
- Alory, G., Da-Allada, C. Y., Djakouré, S., Dadou, I., Jouanno, J., & Loemba, D. P. (2021). Coastal upwelling limitation by onshore geostrophic flow in the Gulf of Guinea around the Niger River plume. *Frontiers in Marine Science*, 7, 607216.
- Chelton, D. B., Schlax, M. G., & Samelson, R. M. (2011). Global observations of nonlinear mesoscale eddies. *Progress in oceanography*, 91(2), 167-216.
- Dieng, H. B., Dadou, I., Leger, F., Morel, Y., Jouanno, J., Lyard, F., & Allain, D. (2021). Sea level anomalies using altimetry, model and tide gauges along the african coasts in the eastern tropical atlantic ocean: Inter-comparison and temporal variability. *Advances in Space Research*, 68(2), 534-552.
- Napolitano, D., Alory, G., Dadou, I., Morel, Y., Jouanno, J., & Morvan (2022). Influence of the Gulf of Guinea islands on the Atlantic Equatorial Undercurrent circulation. *Journal of Geophysical Research. Oceans*, In press.
- Vic, C., Berger, H., Tréguier, A. M., & Couvelard, X. (2014). Dynamics of an equatorial river plume: Theory and numerical experiments applied to the Congo plume case. *Journal of physical oceanography*, 44(3), 980-994.