



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



OFFRE DE STAGE

OCEANOGRAPHIE OPERATIONNELLE ORIENTEE OBJET (O4) : CONTRIBUTION A LA CARACTERISATION INCERTAINE D'UN TOURBILLON MESO-EHELLE A L'AIDE DE DONNEES MULTI-SOURCES

M2 / Fin cycle ingénieur

Durée : 5 mois

Description de l'établissement

Le Shom est l'opérateur public pour l'information géographique maritime et littorale de référence.

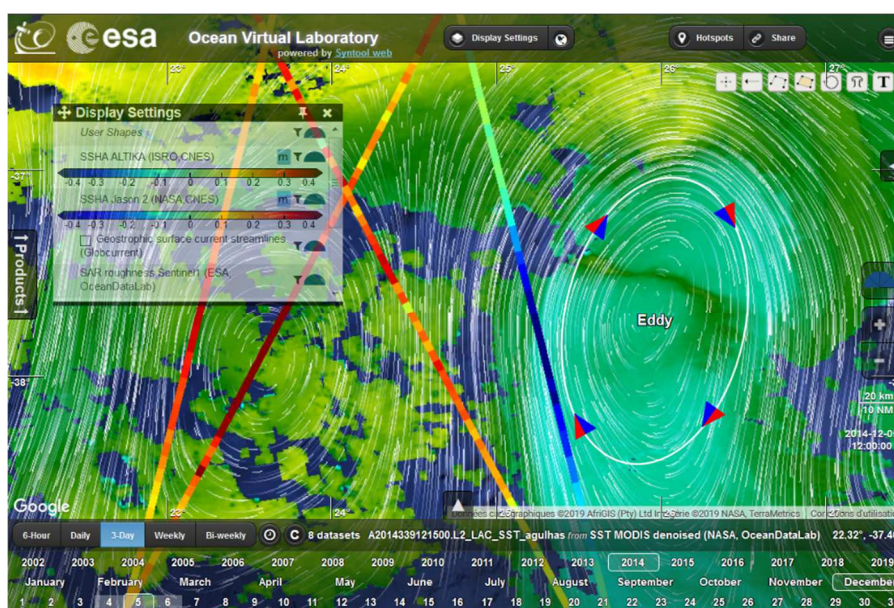
Etablissement public administratif sous tutelle du ministère des armées, il a pour mission de connaître et décrire l'environnement physique marin dans ses relations avec l'atmosphère, avec les fonds marins et les zones littorales, d'en prévoir l'évolution et d'assurer la diffusion des informations correspondantes.

L'exercice de cette mission se traduit par trois activités primordiales :

- de l'hydrographie nationale, pour satisfaire les besoins de la navigation de surface, dans les eaux sous juridiction française et dans les zones placées sous la responsabilité cartographique de la France ;
- du soutien de la défense, caractérisé par l'expertise apportée par le Shom dans les domaines hydro-océanographiques à la direction générale de l'armement et par ses capacités de soutien opérationnel des forces ;
- du soutien des politiques publiques de la mer et du littoral, par lequel le Shom valorise ses données patrimoniales et son expertise en les mettant à la disposition des pouvoirs publics, et plus généralement de tous les acteurs de la mer et du littoral.

Contexte

L'océan est de nature turbulente voire chaotique, notamment à méso et submésos-échelle. Il en résulte la cohabitation de structures connues telles que les tourbillons, les fronts, les filaments, les champignons, etc... La représentation spatio-temporelle en temps réel de l'océan est un exercice difficile : d'un côté, les observations sont parcellaires, et d'un autre côté les modèles peinent à être en phase avec la réalité, même s'ils assimilent les observations essentiellement parce qu'ils demeurent largement sous-observés par rapport au nombre de leurs degrés de liberté.



Capture d'écran de Syntool Web (<https://odl.bzh/s5j6GP9Y>) : tourbillon elliptique placé manuellement dans une situation synoptique au sud du Courant des Aiguilles.

La prévision opérationnelle régionale repose sur une représentation des paramètres physiques et chimiques de l'océan sur des points de grilles à différentes échances temporelles. Ce sont des millions d'informations à ingérer par les exploitants, que ce soit des systèmes informatiques ou des analystes humains. Le concept d'océanographie opérationnelle orientée objet explore la possibilité de simplifier la représentation océanique par la caractérisation d'objets (tourbillons, fronts, trains d'ondes, panaches, ...). L'O4 a pour but d'extraire et caractériser ces objets et de prédire leur comportement dynamique, en parallèle ou au sein même d'un modèle régional.

L'espace des observations et des modèles est potentiellement très grand, correspondant au nombre de pixel des images satellitaires et à la résolution spatiale des sorties modèles. Il est cependant possible de représenter approximativement des

structures océaniques avec très peu de paramètres, comme par exemple des ellipses pour des tourbillons méso-échelle en surface. Complémentaire aux espaces des observations et des modèles évoqués ci-dessus, l'espace des objets synthétiques est un espace réduit sur lequel les autres peuvent se projeter et dans lequel il est possible d'effectuer des analyses et des prévisions.

De nombreux algorithmes et outils ont été mis au point (Chelton et al 2011, Le Vu et al 2018) pour détecter les tourbillons et les traquer, tant dans les observations que dans les modèles. Néanmoins, ces algorithmes n'exploitent généralement qu'un type de données et ne fournissent pas d'incertitudes sur les paramètres estimés. La diversité des données est un atout pour affiner les estimations, et les incertitudes sont nécessaires pour une utilisation en opérationnel comme produit intermédiaire ou pour entrer directement dans un processus décisionnel.

Objectif

L'objectif de ce stage est d'étudier la capacité à estimer les paramètres de tourbillons 3D à l'aide de sources différentes telles que des données de courants, de niveau de la mer, de température de surface, de profils ARGO, de propagations acoustiques, voire en partant d'une estimation manuelle des paramètres recherchés.

On se placera pour cela dans le contexte d'une modélisation réaliste où les observations sont reconstruites à partir des sorties du modèle. Plusieurs cas d'étude seront envisagés afin de traiter des situations géographiques et physiques différentes. Pour un cas d'étude, le travail consistera à définir un modèle 3D de tourbillon, à simuler les observations ciblées, puis à estimer les paramètres du tourbillon et leur incertitude. L'estimation finale est alors possible par assimilation de données dans l'espace des paramètres et la comparaison avec le modèle sous-jacent permet d'évaluer cette estimation relativement aux erreurs de représentativité liée à la nature simplifiée du tourbillon synthétique.

On s'attachera ensuite à étudier la sensibilité des estimations de paramètre au type et à la densité des observations, ainsi qu'aux incertitudes des données d'entrée. Enfin, en exploitant des techniques d'optimisation de réseau d'observation, on étudiera la capacité à améliorer en opérationnel l'estimation d'un tourbillon avec des observations insitu nouvelles telles que celles fournies par des gliders.

Profil recherché

M2 ou fin de cycle d'ingénieur. Compétences en océanographie physique et sciences des données avec bonne maîtrise de l'environnement de calcul Python.

Lieu

Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM), Département Recherche en Océanographie, 13 rue du Chatellier - CS 92083 – 29228 Brest cedex 2.

Modalités de candidature

Les dossiers de candidatures doivent être composés d'un **CV** et d'une **lettre de motivation**.

Ils sont à adresser par courriel à rh@shom.fr pour le **21 février 2022**.

Contacts

Stéphane Raynaud <stephane.raynaud@shom.fr>
Yann Stéphan <yann.stephan@shom.fr>
Pierre Tandéo <pierre.tandeo@imt-atlantique.fr>
Xavier Carton <xcarton@univ-brest.fr>

Bibliographie

Chelton, D. B., Schlax, M. G., and Samelson, R. M. (2011). "Global observations of nonlinear mesoscale eddies". *Progress in Oceanography*, 91(2):167–216. doi:10.1016/j.pocean.2011.01.002.

Le Vu, B., Stegner, A., and Arsouze, T. (2018). "Angular momentum eddy detection and tracking algorithm (amedea) and its application to coastal eddy formation". *J. Atmos. Oceanic Technol*, 35:739–762. doi:10.1175/JTECH-D-17-0010.1.