

**ÉTUDE DE LA REPRESENTATIVITE PHYSIQUE
DES TOURBILLONS MESO-EHELLE SOUS FORME D'OBJETS**

Stage Ingénieur/Master

Durée de 4 à 6 mois - Période T2-T3 2020

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 de la défense, 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.

Contexte :

L'océan est de nature turbulente voire chaotique, notamment à méso- et subméso-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.



Figure 1 : Capture d'écran de Syntool Web (<https://odl.bzh/s5J6GP9Y>) : tourbillon elliptique placé manuellement dans une situation synoptique au sud du Courant des Aiguilles.

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 des structures océaniques avec très peu de paramètres, comme par exemple des ellipses pour des tourbillons méso-échelle. Complémentaire aux espaces des observations et des modèles évoqués ci-dessus, il existe l'espace des objets synthétiques qui tente de représenter de façon simplifiée les structures océaniques telles que les tourbillons méso-échelle.

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. Dans cette logique, le projet Dyned-Atlas a constitué une base données des structures méso-échelles perçues par l'altimétrie et des co-localisations de profils hydrologiques issus du réseau Argo avec ces structures. Cette base (<https://doi.org/10.14768/2019130201.2>) a permis d'affiner des modèles tridimensionnels simplifiés de tourbillons en Méditerranée (Stegner pers comm 2018, 2019). Et une exploration de la base de données a permis de bien cerner certaines caractéristiques dynamiques (Ioannou et al 2017, Ioannou et al 2019).

L'étude de la représentativité de l'océan dynamique et thermodynamique par des tourbillons synthétiques doit encore être approfondie, de même que les incertitudes (exemple méthode RIFOED, Stegner et Le Vu, comm pers 2019) liées à l'estimation des paramètres des tourbillons (position, extension, anomalie en densité au coeur, dynamique) pour des applications opérationnelles.

Objectif :

L'objectif de ce stage est d'une part, d'étudier la capacité à représenter l'océan physique avec des tourbillons synthétiques issus des observations ou des modèles, voire des deux ; d'autre part rationaliser l'estimation d'incertitude des objets de type tourbillon et d'étudier les propriétés des matrices de covariance d'erreur associées ; et enfin, en fonction de l'avancement des travaux, de tester de nouvelles méthodes d'assimilation "orientée objet", c'est à dire dans l'espace des paramètres.

On se placera pour cette étude dans une zone test en mer Méditerranée. On y exploitera les données et les acquis du projet Dyned-Atlas ainsi que des résultats de simulations numériques de la Méditerranée globale. On pourra avoir ainsi une double approche :

1. de type expérience jumelle sur les données de simulations numériques parfaitement échantillonnées mais ne mimant que partiellement la réalité. Ces simulations numériques déjà prêtes et évaluées permettront de générer des pseudo-observations
2. plus réaliste à partir de vraies données présentant des lacunes d'échantillonnage importantes et donc des incertitudes de nature différentes à celles du modèle.

Le travail se focalisera sur le contexte d'un nombre limité de tourbillons jugés intéressants. Pour chaque tourbillon, on étudiera les erreurs d'estimation des paramètres de tourbillons synthétiques dans l'espace observé et dans l'espace modélisé, en tenant compte des incertitudes. Les propriétés statistiques des erreurs seront ensuite exploitées afin de générer des ensembles. Enfin, suivant les résultats obtenus, ceux-ci seront exploités afin de tester l'assimilation dans l'espace des paramètres de tourbillon, et de la comparer à l'assimilation classique dans l'espace observé.

Le stagiaire sera intégré au sein du département Développement et Transfert Opérationnel du Shom à Brest.

Profil recherché :

Fin de cycle master ou ingénieur, avec bonnes connaissances en océanographie physique et *data science*.

Mots clés : océanographie, calcul numérique, optimisation, modélisation, incertitudes, python.

Renseignements complémentaires :

Stéphane Raynaud <stephane.raynaud@shom.fr> ,

Franck Dumas <franck.dumas@shom.fr> ,

Pierre Tandéo <pierre.tandeo@imt-atlantique.fr>

Dépôt de candidature :

Les candidatures (CV + lettre de motivation) sont à adresser **pour le 13 décembre 2019** par courriel à rh@shom.fr