

Fiche sujet de stage (à remplir par le proposant)

Titre du sujet de stage : The power of deep learning applied to oceanic eddy detection.

Description du sujet (1 page maximum) :

Résumé en anglais (5 lignes) :

The aim of this internship is to detect and classify oceanic eddies on various remote-sensing images such as Ocean Color/Chlorophyll (CHL), or synthetic-aperture radar (SAR images). As SST, these two types of images also contain clear eddy signatures. However, as for the SST signal, these new set of images contains "noisy labels" due to the intrinsic errors of the altimetry. The main complexity of the task is to treat and correct noisy labels through an extra (but small) subset of accurately labeled images. The goal is to achieve the best performance with a small number of images selected by visual inspection.

Responsable du stage (Nom/prénom/statut) : **Olivier Schwander**, CNRS LIP6, Paris Sorbonne Université, 4 place Jussieu 75005 Paris. olivier.schwander@lip6.fr

Co-encadrant : Alexandre Stegner, CNRS LMD, Ecole Polytechnique 91218 Palaiseau

Laboratoire concerné : LIP6, UPMC, 4 place Jussieu 75005 Paris

Equipe de recherche concernée (si pertinent) :

Niveau du stage (Licence, M1, M2, internship) : M2

Licence ou Master(s) où sera proposé le sujet : Master MOCIS, Master WAPE

Thème scientifique de l'IPSL concerné : SAMA, Intelligence artificielle et réseaux neuronaux appliqué à l'océanographie physique.

Durée du stage : 5 mois

Période : 01/03/2020 → 01/07/2020

Est-il prévu une thèse dans le prolongement du stage ? C'est envisageable en fonction de l'obtention d'un financement ANR.

Objectifs et contextes :

L'augmentation de la résolution spatiale des modèles numériques et les observations satellite ont montré la dominance des tourbillons océaniques. Ces structures sont capables de piéger et de transporter la chaleur, le sel et les propriétés biogéochimiques de leurs régions de formation vers des régions éloignées. Les tourbillons ont donc un impact significatif sur la circulation de surface à l'échelle locale et régionale. Afin d'étudier un grand nombre de structures cohérentes sur de longues périodes (plusieurs années), le développement d'algorithmes automatiques de détection et de suivi des tourbillons est devenu enjeu important de la recherche en océanographie.

De nombreux critères objectifs peuvent être utilisés pour détecter et identifier les tourbillons (Mkhini et al. 2014, LeVu et al. 2018). Cependant, les observations satellites (hauteur de mer, température ou couleur...) sont souvent limités, soit par les nuages (imagerie visible), soit par la résolution des traces altimétriques. La combinaison d'un ensemble de données de télédétection (SSH, SST, CHL...) pourrait remédier au manque d'information qui peut exister sur un seul ensemble de données. Nos travaux récents (Moschos et al. 2019) utilisent l'algorithme de détection des tourbillons AMEDA pour localiser les tourbillons sur les champs altimétriques et extraire sur des images SST haute résolution (1km) (NPP VIIRS, CNR-MED L3) des instantanés de la signature des tourbillons. Un indice de fiabilité et une inspection visuelle ont été utilisés pour sélectionner et valider une première série de plusieurs milliers d'images. Ensuite, en utilisant un réseau neuronal pré-entraîné (ResNet18) et des techniques d'augmentation de données, nous avons obtenu un outil de classification d'image relativement efficace EDDIES-HL (précision de 96% !) ceci même lorsque la couverture nuageuse atteint 50% (Moschos et al. 2020)

Outils et méthodologie :

- 1- La première étape du travail consistera à fournir un très grand nombre d'« images de signature tourbillonnaire » pour entraîner le réseau de neurone. La base de données DYNED-Atlas servira à localiser un très grand nombre de tourbillons méso-échelle en mer Méditerranée au cours de la période 2000-2018. Ces tourbillons ont d'abord été détectés par l'algorithme AMEDA. Ensuite, un indice de fiabilité sera utilisé pour ne sélectionner que les tourbillons détectés avec une grande précision sur les cartes altimétriques. Ceci augmente la fiabilité du positionnement et de la taille du tourbillon détecté. Cette détection permet ensuite d'extraire sur les images visibles (CHL, SAR) une vignette image ayant une signature tourbillonnaire.
- 2- Dans un deuxième temps, une inspection visuelle sera nécessaire pour construire un véritable ensemble d'étiquettes de quelques centaines d'images afin de tester l'efficacité et la précision des différents modèles de réseaux de neurones convolutif.
- 3- Dans une troisième étape, un algorithme global sera développé, incluant des images SST, CHL et SAR, pour valider la fiabilité de la détection AMEDA sur les produits standard AVISO/DUACS.
- 4- Les liens entre l'activité biogéochimique à l'intérieur et à l'extérieur des tourbillons détectés pourraient alors être déduits de la signature en surface des tourbillons.

Compétences du candidat :

Ce projet conviendrait à un étudiant qui souhaite acquérir de l'expérience en intelligence artificielle, en océanographie côtière et en détection des tourbillons océaniques dans un environnement de recherche.

L'élève doit avoir de bonnes aptitudes en mathématiques, en résolution de problèmes et être à l'aise avec l'informatique numérique. Une bonne connaissance de matlab et/ou python est requise. Bien que l'encadrement sera effectué par deux chercheurs (du LIP6 et du LMD), l'étudiant sera encouragé à travailler de façon autonome et à faire preuve d'initiative dans les méthodes d'analyse et l'interprétation des résultats.

Références :

- B.Le Vu, A.Stegner, T. Arsouze (2018) Angular Momentum Eddy Detection and tracking Algorithm (AMEDA) and its application to coastal eddy formation " J. Atmos. Oceanic Technol,doi:10.1175/JTECH-D-17-0010.1
 - Evangelos Moschos, Olivier Schwander, Alexandre Stegner, Patrick Gallinari. DEEP-SST-EDDIES: A Deep Learning framework to detect oceanic eddies in Sea Surface Temperature images. ICASSP 2020 - 45th International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, May 2020, Barcelona, Spain. (hal-02470051).
 - Moschos, E., Stegner, A., Schwander, O., & Gallinari, P. (2020). Classification of Eddy Sea Surface Temperature Signatures Under Cloud Coverage. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 13, 3437-3447. DOI: [10.1109/JSTARS.2020.3001830](https://doi.org/10.1109/JSTARS.2020.3001830) (hal-03028674)
 - Redouane Lguensat, Miao Sun, Ronan Fablet, Pierre Tandeo, Evan Mason et Ge Chen (2018) "Eddynet : A deep neural network for pixel-wise classification of oceanic eddies ", dans IGARSS 2018-2018 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. IEEE, 2018, pp. 1764-1767.
 - Dongmei Huang, Yanling Du, Qi He, Wei Song et Antonio Liotta (2017) "Deepeddy : A simple deep architecture for messscale oceanic eddy detection in sar images", en 2017 IEEE 14th International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC). IEEE, 2017, pp. 673-678.
-