

PROJET DE FIN D'ETUDES

INGENIEURS DE L'ECOLE NATIONALE DE LA METEOROLOGIE

FICHE DE PROPOSITION DE SUJET

Titre du sujet proposé : Apport d'une méthode d'apprentissage statistique pour la détection des bancs de sargasses par télédétection spatiale.

Organisme ou service proposant le sujet : DESR/CNRM/CEMS/Océan

Responsable principal du stage :

Responsable principal (le responsable principal est l'interlocuteur direct de l'Ecole. C'est à lui, en particulier, que seront adressés les courriers ultérieurs) :

NOM : Guinaldo

Prénom : Thibault

téléphone : 0296056746

Mél : thibault.guinaldo@meteo.fr

Autres responsables : Stéphane Saux Picart (stephane.sauxpicart@meteo.fr)

Le stage présente-t-il un caractère de confidentialité ? : Non

Le stage peut-il être effectué à distance ? : Non

1) Description du sujet – livrables attendus

Dans le cadre du SAF OSI (Ocean and Sea Ice Satellite Application Facilities), l'équipe Océan du CNRM (Lannion, Bretagne) travaille sur l'étude des propriétés intrinsèques de l'océan (notamment la température de surface) par le biais d'observations satellites.

Depuis 2022 de la convention avec EUMETSAT inclus un volet sur l'étude de la couleur de l'océan. Pour y répondre, les travaux engagés portent sur la possibilité d'utiliser des imageurs embarqués sur des satellites géostationnaires (GOES-16, HIMAWARI8 et prochainement MTG) pour le suivi des concentrations en chlorophylle-a à la surface de l'océan.

En complément de cette activité, l'équipe Océan travaille en collaboration avec d'autres services de Météo-France au sein de la mission, confiée par le Ministère de la Transition Écologique depuis 2019, qui assure la détection, le suivi et la prévision d'échouage des sargasses pour la zone Antille-Guyane.

Les premiers radeaux de Sargasses ont été renseignés dès le 15^e siècle dans l'océan

Atlantique. Ils sont des biotopes essentiels pour la vie marine en assurant un habitat sécurisé et une source de nourriture pour de nombreuses espèces marines (Casazza et Ross, 2008). Depuis 2011, des échouages fréquents ont lieu en mer des Caraïbes (Gower et al, 2013). A la fois, la fréquence et l'intensité de ces échouages sont en hausse depuis cette date (Gower et al 2019, Wang et al, 2019) avec un impact non négligeable sur la santé des populations et l'économie touristique locale (Resiere et al 2018, Van Tussenbroek et al 2017). Tout cela justifie l'intégration de ce suivi dans les missions de sécurité des personnes et des biens de Météo France.

La chaîne de surveillance, mise en opérationnelle en 2022, s'appuie sur des algorithmes développés par l'équipe Océan qui traitent les données d'imageurs embarqués sur les satellites défilants (MODIS, OLCI, VIIRS). Ces images sont issues d'un traitement des canaux visibles sur lesquels une correction atmosphérique est apportée pour traiter les effets de la diffusion de Rayleigh ainsi que la diffusion des aérosols et les nuages présents. Le traitement traditionnel repose sur l'estimation d'un indice de sargasses (MCI : Maximum Chlorophyll Index, FAI : Floating Algae Index) qui indique la présence et de sargasses à la surface de l'océan. Cet indice est ensuite utilisé comme donnée d'entrée dans le modèle de dérive océanique de Météo France MOTHY (Modèle Océanique de Transport d'Hydrocarbures, DirOP/MAR) pour déterminer les zones d'échouages probables. Cependant, ces indices sont sensibles au bruit radiométrique, à la présence de vagues ou d'autres corps à la surface de l'océan (Wang et Hu, 2020).

De récents développements ont montré la capacité de certaines méthodes d'apprentissage dans la détection des sargasses (Arellano et al 2019, Wang et Hu 2021). Ces études ont démontré l'excellente opportunité que revêt ces outils en application pour les capteurs OLCI (Sentinel-3) et MODIS (Aqua & Terra). Cependant ces méthodes restent à usage recherche et une analyse de la performance sous contraintes opérationnelles est nécessaire avant une quelconque mise en application.

Le but du stage est donc d'évaluer la performance des méthodes d'apprentissage pour la détection des sargasses à partir des données Sentinel-2 voir VIIRS (embarqués sur le satellite défilants NOAA-20) et nouvellement utilisé dans la chaîne opérationnelle de Météo-France.

Il est attendu par la/le stagiaire d'établir, dans un premier temps, un état des lieux des techniques existantes et de tester, dans un second temps, ces méthodes d'apprentissage statistique (notamment les algorithmes tels que le convolutional neural networks largement adaptés à l'analyse d'images satellites) sur le capteur Sentinel-2. Enfin, une validation devra être proposée en comparant les résultats des différentes méthodes d'apprentissage statistique aux résultats issus de méthodes traditionnelles (par analyse d'indice) pour quantifier l'apport de telles techniques.

2) lieu du stage, durée ou période

Centre d'Etudes en Météorologie Spatiale, avenue de Lorraine 22300 Lannion

Période : 6 mois

Collaboration avec les différentes équipes investies dans le projet Sargasses de Météo France. + collègues des autres labos : MIO,LIS,etc..

3) Compétences requises

Le stage fait appel à diverses compétences qui seront donc appréciables :

- Connaissance de base et intérêt pour les méthodes d'apprentissage statistique
- Compétences solides en programmation Python
- Un intérêt pour la télédétection est fortement souhaitable.

4) Bibliographie

- Arellano-Verdejo, J., Lazcano-Hernandez, H. E., & Cabanillas-Terán, N. (2019). ERISNet: deep neural network for Sargassum detection along the coastline of the Mexican Caribbean. *PeerJ*, 7, e6842.
- Casazza, T. L., & Ross, S. W. (2008). Fishes associated with pelagic Sargassum and open water lacking Sargassum in the Gulf Stream off North Carolina.
- Gower, J., Young, E., & King, S. (2013). Satellite images suggest a new Sargassum source region in 2011. *Remote Sensing Letters*, 4(8), 764-773.
- Gower, J., King, S., 2019. The distribution of pelagic Sargassum observed with OLCI. *Int. J. Remote Sens.* 1–11.
- Resiere, D., Valentino, R., Nevière, R., Banydeen, R., Gueye, P., Florentin, J., ... & Mehdaoui, H. (2018). Sargassum seaweed on Caribbean islands: an international public health concern. *The Lancet*, 392(10165), 2691.
- Van Tussenbroek, B. I., Arana, H. A. H., Rodríguez-Martínez, R. E., Espinoza-Avalos, J., Canizales-Flores, H. M., González-Godoy, C. E., ... & Collado-Vides, L. (2017). Severe impacts of brown tides caused by Sargassum spp. on near-shore Caribbean seagrass communities. *Marine pollution bulletin*, 122(1-2), 272-281.
- Wang, M., Hu, C., Barnes, B.B., Mitchum, G., Lapointe, B., Montoya, J.P., 2019, The great Atlantic Sargassum belt. *Science* 365 (6448), 83–87
- Wang, M., Hu, C., 2020. Automatic extraction of Sargassum features from Sentinel-2 MSI images. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* <https://doi.org/10.1109/TGRS.2020.3002929>.
- Wang, M., & Hu, C. (2021). Satellite remote sensing of pelagic Sargassum macroalgae: The power of high resolution and deep learning. *Remote Sensing of Environment*, 264, 112631.