

## Sujet de doctorat proposé

Intitulé : Variabilité saisonnière et interannuelle des algues sargasses en Atlantique Nord. Approche par observation satellitaire et modélisation biophysique.

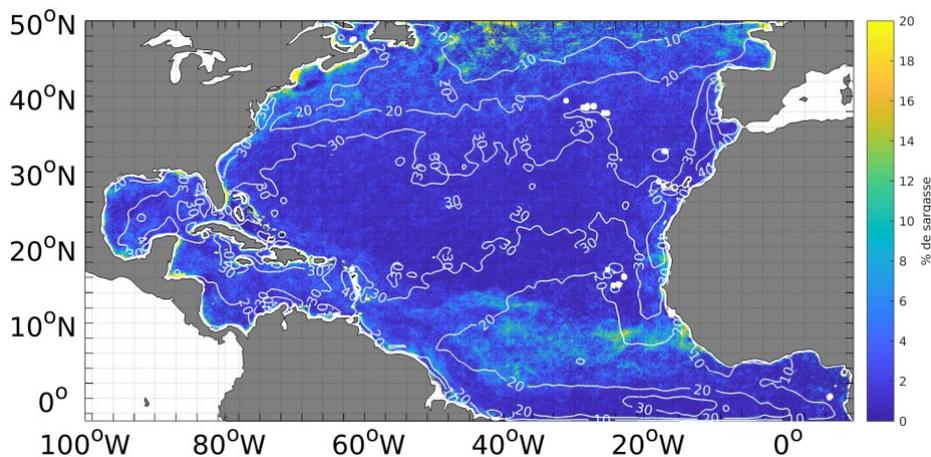
Descriptif :

**Mots clefs : Sargassum, modélisation Lagrangienne, modèle IBM, Index satellite algue flottante, Atlantique Tropical Nord**

### Contexte

Les algues brunes flottantes du genre *Sargassum* (Fucales) de l'Atlantique Nord ont été décrites depuis Christophe Colomb. Leur présence récurrente à l'intérieur du gyre subtropical a conduit à nommer la zone 'Mer des Sargasses'. Ces algues holopélagiques appartiennent à deux espèces, *Sargassum fluitans* et *S. natans*, chacune ayant plusieurs morphotypes (Schell *et al.*, 2015). Elles s'accumulent dans les zones de convergence en formant des radeaux de formes variées de quelques cm<sup>2</sup> à des centaines de m<sup>2</sup> qui abritent un écosystème diversifié. Ces algues brunes ont un signal en réflectance dans le proche infra-rouge qui les rend détectables depuis l'espace et plusieurs index satellite ont été proposés : MCI (Maximum Chlorophyll Index, Gower *et al.* (2005) pour le capteur MERIS. et FAI/AFAI (Floating Algae Index, Wang & Hu (2016)) pour le capteur MODIS depuis 2002. Ces index ont permis de densifier les observations jusqu'à cartographier l'abondance de ces algues au cours du temps à l'échelle de l'Atlantique Nord.

Figure 1: Fréquence de détection de Sargasses pour l'année 2017 (couleur, %), et de disponibilité des données (contours. Chaîne AFAI-MODIS développée par A Ody, résolution 1km.



Depuis 2011, des échouages particulièrement massifs de sargasses ont touché les côtes des Antilles, du Brésil et d'Afrique de l'Ouest, avec d'importantes répercussions écologiques, économiques et sanitaires. D'après les cartes satellite, l'origine des algues qui s'échouent se trouverait dans une zone d'accumulation située dans l'Atlantique tropical, nettement plus sud que la Mer des Sargasses historique. Mais si l'Atlantique tropical apparaît comme la zone probable de prolifération, les causes et modalités de la prolifération restent mal connues. L'influence des apports en nutriment de l'Amazone, d'anomalies de la température et de la courantologie sont les hypothèses actuelles de travail (Djakoure *et al.*, 2017). Pour examiner ces hypothèses, il est nécessaire d'étudier les forçages physiques et biologiques qui peuvent conduire à ces proliférations.

### Objectifs

L'objectif de cette thèse est de construire un modèle mécaniste des processus physiques et biologiques gouvernant la dynamique des sargasses pour tenter d'expliquer les variations saisonnières et interannuelles des sargasses observées à l'échelle du bassin Atlantique Nord. Plusieurs questions se posent : i) Variabilité saisonnière et interannuelle à l'échelle du bassin Atlantique observée par satellite au cours de la dernière

décennie 2008-2017 ? ii) Processus (advection par les courants, croissance algale) à l'origine de cette variabilité observée ? iii) A la mésoéchelle, quels facteurs expliquent la distribution des sargasses et en quoi diffère-t-elle d'autres organismes ?

## Moyens à disposition

Au MIO, un programme d'étude pluridisciplinaire des sargasses a été lancé en 2015 avec plusieurs approches télédétection, modélisation Lagrangienne et échantillonnage in situ lors de deux campagnes (taxinomie, génétique de populations, phylogénie, réseau trophique, contaminants) en Atlantique tropical. Ces campagnes ont eu lieu en juillet et octobre 2017 (voir <https://www.mio.univ-amu.fr/SARGASSES/>). Le présent sujet bénéficiera des avancées déjà réalisées dans le cadre de ce programme, en particulier des travaux d'Anouck Ody (postdoc 2017-2018 télédétection des sargasses), et d'une collaboration avec le LEGOS (J Jouanno) avec le travail de Christine Tchamabi (postdoc 2018-2019) sur la modélisation biogéochimique des apports des fleuves dans l'Atlantique tropical. Le sujet bénéficiera du financement acquis du projet **TOSCA-CNES SAREDA\_DA** (PI L Berline). L Berline envisage une demande LEFE-GMMC (septembre 2019) et une réponse à l'AAP Sargassum (ouvert sur le site ANR depuis le 20/02/2019). **Cette thématique mobilise des chercheurs de toutes les équipes du MIO** (EMBIO, OPLC, CYBELE, MEB) et émerge dans les **axes transverses** Couplage et End to End.

La période d'étude couvrira la décennie 2008-2017 qui entoure l'année 2011 du changement d'abondance de sargasses. Le calcul d'index permettant la détection de sargasses par satellite (AFAI et MCI) a été implémenté au MIO (Anouck Ody) à différentes résolutions et les données AFAI pour l'Atlantique complet ont déjà été partiellement dépouillées (2015 et 2017 actuellement) et le seront avant le début de la thèse (projet SAREDA\_DA).

Le travail proposé fournira le contexte nécessaire pour interpréter les distributions observées des formes de sargasses (3 morphotypes décrits à chaque station), et de leur diversité génétique, données inédites issues des campagnes en mer (juin-juillet et octobre 2017).

## Étapes du travail

(i) Tout d'abord, une analyse de la variabilité saisonnière et interannuelle des distributions des Sargasses par index satellite à l'échelle de l'Atlantique Nord en relation avec les paramètres de l'environnement (température, Chl-a, nutriments) sera conduite pour la période 2008-2017. Cette analyse est inédite car la série existante (Gower et al 2013) s'est arrêtée en 2012. Cette étape permettra de guider les choix de modélisation et préciser les hypothèses à tester ensuite par simulation.

(ii) A l'échelle de quelques mois, la distribution des sargasses résulte principalement d'un transport passif (Berline, Ody et al, en préparation). Pour identifier les zones sources et les causes de la variabilité observée par satellite, des simulations interannuelles du transport Lagrangien des sargasses seront conduites. Un module de croissance des sargasses fournira l'évolution de la biomasse en fonction des conditions rencontrées en température, nutriment et lumière, fournies par les sorties du modèle couplé NEMO-PISCES du LEGOS (J Jouanno). Un premier modèle de croissance sera implémenté et testé sur l'année 2017 en s'inspirant de travaux récents (Brooks et al 2018). Ensuite, ce modèle pourra être modifié pour incorporer les paramètres physiologiques issues des cultures de sargasse en cours au MIO (PI T Changeux). Cette action devrait se renforcer dans le cadre de l'AAP Sargassum.

La quantification du transport advectif des sargasses à l'échelle de l'Atlantique Nord, et donc de la connectivité hydrodynamique entre zones distantes viendra compléter l'analyse de la distribution spatiale des trois morphotypes de sargasses observés, de la connectivité génétique entre les radeaux de sargasses échantillonnés, et des signatures isotopiques proche des embouchures de l'Amazone.

(iii) A la mésoéchelle (10-100km), les organismes flottants comme les sargasses forment des agrégations observées par satellite, qui ne ressemblent pas à celles observées pour le phytoplancton. Ces agrégations résultent des convergences et divergences du courant de surface à plusieurs échelles d'espace et de temps. La mise en relation du jeu de donnée important des détections satellite à haute résolution (1km) sur la période 2008-2017, des conditions météo et de la courantologie de surface (modélisée et observée) permettra de

clarifier les processus principaux à prendre en compte pour modéliser la dérive des sargasses (effet du vent, de l'inertie, de l'immersion), ainsi que les situations favorables à l'agrégation ou à la désagrégation.

### **Profil du candidat(e)**

Motivé par les problématiques à l'interface entre processus physique et biologique et l'interdisciplinarité. Goût pour la modélisation numérique et l'analyse de données satellite à grande échelle. Autonome. Maîtrise de l'environnement linux et d'un langage de programmation (Matlab, R, python).

### **Bibliographie**

- Gower, J, S. King, G. Borstad and L. Brown (2005), Detection of intense plankton blooms using the 709 nm band of the MERIS imaging spectrometer, Int J of Rem Sens, Vol. 26, No. 9
- Lehahn, Y., d'Ovidio, F., Lévy, M., & Heifetz, E. (2007). Stirring of the northeast Atlantic spring bloom: A Lagrangian analysis based on multisatellite data. J of Geophys Res: Oceans, 112(C8).
- Ody A., J.-M. André, L. Berline, C. Chevalier, A. M. Doglioli, A. A. Petrenko, J. F. R. Gower and S. A. King (2017), High quality Sargassum mapping in the W-Atlantic with OLCI (Sentinel-3): Implications for Sargassum raft detection, monitoring and dynamics understanding, IOCS meeting poster, Lisbon, May 2017.
- Ody A., et al (en revision), From *in situ* to satellite observations of pelagic *Sargassum* aggregations distribution and shape in the Tropical North Atlantic Ocean, Plos One
- Schell JM, Goodwin DS, Siuda ANS. (2015). Recent *Sargassum* inundation events in the Caribbean –shipboard observations establish baseline and reveal dominance of a previously rare form. Oceanography 28: 8-10.
- Wang, M., and C. Hu (2016). Mapping and quantifying Sargassum distribution and coverage in the Central West Atlantic using MODIS observations. Remote Sens. Environ., 183:356-367.

Détail du Programme finançant la recherche :

Ce sujet relève du projet SAREDA\_DA (Sargassum Evolving Distributions in the Atlantic, decadal analysis), soutenu par le TOSCA-CNES et l'IRD (PI L Berline). En 2019, une demande au LEFE-GMMC et à l'AAP Sargassum est prévue.

### **Directeur proposé (non HDR)**

Nom - Prénom : Berline Léo MCU MIO

Adresse mail : [leo.berline@mio.osupytheas.fr](mailto:leo.berline@mio.osupytheas.fr)

### **Directeur HDR**

Nom - Prénom : Diaz Frederic MCU MIO

Adresse mail : [frederic.diaz@mio.osupytheas.fr](mailto:frederic.diaz@mio.osupytheas.fr)