

**ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT  
D'ILE DE France N° 129**

**Proposition de sujet de thèse pour la rentrée 2014**

Nom du Laboratoire d'accueil : Laboratoire d'Océanographie de Villefranche N° UMR : 7093  
Nom du Directeur du laboratoire : Antoine Sciandra  
Adresse complète du laboratoire : 181 Chemin du Lazaret 06230 Villefranche-sur-Mer  
Nom de l'Equipe d'accueil : Equipe Optique Marine, Télédétection et Applications Biogéochimiques

Nom du Directeur de thèse Responsable (HDR) : Annick Bricaud

Nom du co-directeur éventuel : Julia Uitz

Téléphone AB : 04 93 76 37 13

Téléphone JU : 04 93 76 38 73

Mail AB : annick.bricaud@obs-vlfr.fr

Mail JU : julia.uitz@obs-vlfr.fr

• **Titre de la thèse :**

Etude des anomalies bio-optiques et impact sur la biogéochimie en Méditerranée et dans l'Océan Austral à l'aide d'une approche synergique multi-outils (flotteurs-profileurs Bio-Argo, base de donnée de pigments phytoplanctoniques, satellites couleur de l'eau)

• **Sujet proposé (2 pages maximum) :**

**Contexte scientifique**

La télédétection satellitale de la couleur de l'océan permet d'estimer depuis l'espace la concentration en chlorophylle  $a$  (Chl) – le proxy universel de la biomasse phytoplanctonique – dans la couche de surface à l'échelle de l'océan global et à une échelle temporelle allant de la journée à la décennie. Ainsi la télédétection de la couleur de l'océan est devenue l'un des outils les plus puissants et utilisés pour étudier la dynamique spatio-temporelle du phytoplancton, quantifier la production primaire, ou dériver des produits d'intérêt biogéochimique majeur comme la composition des communautés phytoplanctoniques. Certaines régions présentent des propriétés optiques particulières (on parle d'anomalies bio-optiques) qui induisent des incertitudes considérables sur les estimations biogéochimiques dérivées d'observations de la couleur de l'océan. C'est le cas de deux grandes régions océaniques contrastées : la Méditerranée et l'Océan Austral. De nombreuses études ont montré que les algorithmes "couleur de l'océan" standards conduisent à une surestimation de la concentration en Chl en Méditerranée. Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer le statut bio-optique particulier des eaux oligotrophes méditerranéennes, en particulier un assemblage phytoplanctonique atypique (Gitelson et al. 1996), la présence de poussières Sahariennes (Claustre et al. 2002), une concentration en CDOM anormalement élevée par rapport aux concentrations en Chl observées (Morel et Gentili 2009), ou une combinaison de plusieurs facteurs (Loisel et al. 2011). Dans l'Océan Austral, les algorithmes standards tendent à sous-estimer la concentration en Chl et l'anomalie bio-optique de cette région pourrait résulter de la composition des communautés phytoplanctoniques (Johnson et al. 2013). Le statut bio-optique atypique de la Méditerranée et de l'Océan Austral est donc bien avéré, mais les facteurs qui en sont responsables n'ont encore pas été clairement identifiés, certainement du fait d'un manque d'observations in situ adéquates.

**Objectif de la thèse**

L'objectif de cette thèse est de mieux expliquer les anomalies bio-optiques de la Méditerranée et de l'Austral grâce à de nouveaux outils d'observations utilisés de manière synergique. Outre leur statut bio-optique particulier, la Méditerranée et l'Océan Austral présentent un intérêt certain de par leur caractère

biogéochimique contrasté (d'une perspective interbassin mais aussi intra-bassin) et leur sensibilité aux changements climatiques. Trois axes principaux seront développés :

1- *Exploitation d'observations in situ acquises par un réseau de flotteurs profileurs Bio-Argo déployés dans les deux régions cibles.* Il s'agira d'analyser et de mettre en regard l'ensemble des propriétés biogéochimiques et optiques mesurées par les flotteurs, en particulier les concentrations en Chl et CDOM d'une part et, d'autre part, le coefficient d'atténuation diffuse ( $K_d$ ) et les coefficients d'atténuation ( $c_p$ ) et de rétrodiffusion ( $b_{bp}$ ) particuliers desquels on peut estimer la concentration en POC. Ces éléments donneront une information sur la quantité et la qualité de la matière présente dans l'eau et sur l'environnement optique. Par exemple, les rapports de concentrations POC/Chl et CDOM/Chl renseignent sur les processus mis en jeu (photoacclimatation, biomasse active, dégradation et accumulation de matière végétale et détritique) ; le rapport  $b_{bp}/c_p$  renseigne qualitativement sur la taille des particules. D'autres indicateurs seront développés.

2- *Analyse d'une base de données de pigments phytoplanctoniques mesurés par HPLC (Chromatographie Liquide Haute Performance).* Les pigments phytoplanctoniques permettent d'estimer de façon quantitative la composition de l'assemblage phytoplanctonique. Il s'agira de caractériser la composition de l'assemblage phytoplanctonique dans les deux régions d'étude et de déterminer de quelle façon cet assemblage se distingue de celui rencontré généralement dans l'océan global. Les résultats seront interprétés dans le contexte des résultats obtenus au point 1. L'ensemble de ces résultats (points 1 et 2) devra permettre non seulement de caractériser les sources d'anomalies bio-optiques de la Méditerranée et de l'Austral mais aussi d'améliorer notre compréhension des processus biogéochimiques liés au phytoplancton dans ces deux régions.

3- *Développer des relations entre les produits de surface et leur distribution dans la colonne d'eau en vue d'une extrapolation via la télédétection de la couleur de l'océan.* Appliquées aux observations satellitaires de la couleur de l'océan, des relations (ou "fonctions de transfert") entre les produits biogéochimiques de surface (Chl, POC, groupes phytoplanctoniques) et leur distribution verticale permettent de créer une vision tri- à quadridimensionnelle de la biogéochimie marine, indispensable pour établir des bilans régionaux et globaux (en termes de biomasse et de flux carbonés). De telles relations ont déjà été proposées pour l'océan mondial (Uitz et al. 2006 ; Duforêt-Gaurier et al. 2011), mais devront être adaptées aux deux régions cibles afin de tenir compte de leur(s) spécificité(s). Les flotteurs Bio-Argo commencent à offrir des bases de données beaucoup plus conséquentes que celles dont nous disposions auparavant (homogénéité et quantité de données) et donnent accès à des paramètres supplémentaires (profondeur de couche de mélange, éclaircissement) qui doivent permettre de mieux contraindre ces relations. Les données acquises par les flotteurs pourront être couplées à l'aide d'outils statistiques (e.g. régression linéaire multiple, réseau de neurones) aux données de pigments HPLC afin d'intégrer la dimension "biodiversité phytoplanctonique" dans les bilans.

Le laboratoire se présente parmi les leaders internationaux du programme Bio-Argo (<http://www.newoao.obs-vlfr.fr/web/>). Un véritable réseau se met en place grâce aux déploiements déjà effectués par le laboratoire et à venir, en particulier dans les zones ciblées ici. On prévoit près de 5000 profils multi-paramètres en Méditerranée et dans l'Océan Austral pour le démarrage de cette thèse. Le laboratoire est également le siège du service analytique national de pigments HPLC (SAPIGH) et a mis en place une politique pour la création d'une base de données pigmentaires très complète et de grande qualité dont nous disposons aujourd'hui (<http://www.sapigh.obs-vlfr.fr/>; Péloquin et al. 2013).

## **Références**

Claustre H., et al. (2002). Is desert dust making oligotrophic waters greener? *Geophys Res Lett*, doi:10.1029/2001GL014056.

Duforêt-Gaurier L., et al. (2010). Estimates of particulate organic carbon over the euphotic depth from in situ measurements. Application to satellite data over the global ocean, *Deep-Sea Res I*, 57, 351-367.

- Gitelson A., et al. (1996). Chlorophyll estimation in the Southern Mediterranean using CZCS images: adaptation of an algorithm and its validation. *J Mar Syst*, 9, 283-290.
- Johnson R., et al. (2013). Three improved Satellite Chlorophyll algorithms for the Southern Ocean. *J Geophys Res*, doi:10.1002/jgrc.20270.
- Loisel H., et al. (2011). Characterization of the bio-optical anomaly and diurnal variability of particulate matter, as seen from scattering and backscattering coefficients, in ultra-oligotrophic eddies of the Mediterranean Sea. *Biogeosciences*, doi:10.5194/bg-8-3295-2011.
- Morel A., B. Gentili (2009). The dissolved yellow substance and the shades of blue in the Mediterranean Sea, *Biogeosciences*, doi:10.5194/bg-6-2625-2009.
- Peloquin J., et al. (2013). The MAREDAT global database of high performance liquid chromatography marine pigment measurements. *Earth Syst Sc Data*, doi:10.5194/essd-5-109-2013.
- Uitz J., et al. (2006). Vertical distribution of phytoplankton communities in open ocean: an assessment based on surface chlorophyll. *J Geophys Res*, doi:10.1029/2005JC003207.

- **Type de Financements prévu autre que ED 129 (CNES, CEA, ADEME etc...) :**

Cette thèse bénéficiera d'une demi-bourse remOcean (ERC ; PI H. Claustre)

- **Encadrement :**

**Liste des autres doctorants que vous encadrez au 1<sup>er</sup> janvier 2014 toutes ED confondues ? (Nom, Université d'inscription, type de financement, date de soutenance envisagée) :**

Raphaëlle Sauzède : Co-encadrement Hervé Claustre / Julia Uitz - Inscription UPMC - Financement ERC - Soutenance prévue octobre 2015