

## Proposition de stage Master 2<sup>ème</sup> année (2012-2013)

### Cycles de biomasse phytoplanctonique dans l'Atlantique Nord : impact de la mesoéchelle

Hervé Claustre & Fabrizio D'Ortenzio

Laboratoire D'Océanographie de Villefranche, 06230 Villefranche sur mer

#### Contexte scientifique

Selon les régions de l'Océan, la biomasse végétale (phytoplancton) présente des variations saisonnières plus ou moins marquées. Au premier ordre, ces variations sont contrôlées par le niveau de stratification ou de mélange des couches superficielles, où se manifestent les conditions requises à la croissance du phytoplancton (disponibilité en lumière et en élément nutritif). Un gradient latitudinal marqué caractérise ainsi l'amplitude des variations saisonnières de la biomasse de phytoplancton : aux latitudes tempérées et sub-polaires (for mélange hivernal), ces variations sont caractérisées par un intense développement printanier: c'est le bloom ou floraison. Aux latitudes tropicales et sub-tropicales (fortement stratifiées la majorité de l'année), les variations de biomasse, bien que présentes, restent peu marquées. Sur la base de l'analyse des variations saisonnières de la concentration en Chlorophylle a vue par satellite, l'Océan peut être classifié en Bio-région. Ces Bio-Régions représentent des zones à l'intérieur desquelles le cycle de la biomasse peut être caractérisé par un cycle moyen. Toutefois, une certaine dispersion ou bruit entoure ce cycle moyen : il convient d'analyser les raisons de cette relative dispersion.

Au delà des cycles saisonniers de biomasse, majoritairement conditionnées par les flux de chaleur de surface qui impactent la stratification ou le mélange des eaux superficielles, d'autres mécanismes régulent les conditions d'interaction du phytoplancton avec la lumière et les éléments nutritifs. C'est le cas des tourbillons (cycloniques ou anticycloniques) à meso-échelle (10-100 km cyclonique ou anticyclonique) ou encore des fronts. L'importance de ces structures sur la production de biomasse végétale est pressentie depuis assez longtemps. Toutefois, faute d'outils adaptés permettant de bien résoudre ces échelles, les mises en évidence in situ de ces impacts de la physique sur la biologie restent peu nombreuses et généralement locales (étude d'un tourbillon); elles semblent néanmoins de mieux en mieux modélisées au travers d'expérimentations numériques aux résolutions de plus en plus fines.

#### *Evolution de la méthodologie d'observation.*

La technologie des flotteurs profileurs, robots équipés de capteurs physiques (température, salinité) a permis de densifier, grâce au programme Argo (<http://www.argo.ucsd.edu/>), l'observation des caractéristiques hydrologiques des différents bassins océaniques. Désormais plus de 100,000 profils sont acquis chaque année (à comparer aux ~ 5000 profils traditionnellement acquis par les bateaux océanographiques). Outre les acquisitions de température et de salinité dont on peut notamment extraire l'épaisseur de la couche de mélange (propriété à connaître pour étudier les cycles de biomasse végétale), l'analyse de la trajectoire des flotteurs nous renseigne potentiellement sur le type de structures à moyenne échelle dans lesquelles ils se déplacent.

Grâce à ces nouveaux types de mesures in situ automatiques, des perspectives nouvelles s'offrent donc désormais pour mieux tester les hypothèses sur les mécanismes de couplage entre la physique et la biologie, en particulier à des échelles spatiales (moyenne échelle) et temporelles (saisonnières et interannuelles) jusqu'à présent difficilement étudiables.

#### *Objectif des recherches et déroulement*

L'objectif des recherches visera à mieux comprendre les mécanismes de couplage entre le forçage physique et les cycles de biomasse dans les différentes régions de l'Océan, en mettant l'accent sur l'importance de la composante moyenne échelle. Dans un premier temps, l'accent sera mis sur l'Atlantique Nord car, tout comme la méditerranée, c'est un des chantiers prioritaires de l'équipe. Ce travail reposera essentiellement sur l'analyse conjointe de données acquises par des flotteurs profileurs Argo (température et salinité) et de données co-localisées de couleur de l'eau

(concentration en Chlorophylle).

- Dans un premier temps, l'étudiant(e) réalisera une analyse des données de couleur de l'eau dans la bande 20-60°N afin de régionaliser les cycles saisonnier de biomasse phytoplanctonique, selon une méthode analogue à celle de [D'Ortenzio and d'Alcala, 2009]. Cette méthode permet de spatialiser l'atlantique Nord en des sous-zones (bio-région) au sein desquelles les cycles annuels de biomasse sont homogène.
- Pour chaque bio-région, on analysera les données de trajectoire des flotteurs Argo selon qu'ils sont dans des structures cycloniques, anticycloniques ou des zones non-tourbillonnaires. On utilisera pour cela une méthode récemment développée au laboratoire.
- Au sein de chaque Bio-région on sub-divisera alors le cycle annuel moyen en cycle annuel représentatif de structures cycloniques, anticycloniques ou de zones non-tourbillonnaires.
- On analysera alors si un effet « mesoéchelle » peut-être observé dans les cycles de biomasse, en particulier si il concerne l'ensemble du cycle annuel ou certaines périodes clés.
- On pourra poursuivre l'analyse pour mieux comprendre les mécanismes mis en jeu en utilisant un certain nombre d'indicateurs additionnels dérivables à partir des données (épaisseur de la couche de mélange ; concentration intégrée de Chlorophylle a dans la couche de mélange ; éclaircissement moyen dans la couche de mélange).

#### ***Type de formation:***

- Formation en océanographie physique.
- Capacité à manipuler des jeux de données de grande taille et de différente nature (profils verticaux, cartes, trajectoires).
- Compétence en calcul numérique (matlab, fortran ou R) requise pour analyser des séries temporelles à travers des modèles conceptuels.

#### ***Poursuite en doctorat: oui***

Ce sujet est déposé avec l'idée de recruter un(e) candidat(e) motivé(e) qui puisse se familiariser avec certains des concepts et des outils qui seraient utilisés pendant la thèse. Celle-ci reposerait sur une analyse de données de flotteurs multi-instrumentées (non seulement température et salinité mais également une variété de mesures biogéochimiques et, à terme, certains paramètres météorologiques de l'état de la mer). Elle se déroulerait dans le cadre de deux projets majeurs dans les quels l'équipe est impliquée : remOcean (<http://www2.cnrs.fr/presse/communiqu/1957.htm>) et NAOS (<http://www.naos-equipex.fr/>).

#### *Contacts:*

Hervé Claustre: [claustre@obs-vlfr.fr](mailto:claustre@obs-vlfr.fr)

Fabrizio D'Ortenzio: [dortenzio@obs-vlfr.fr](mailto:dortenzio@obs-vlfr.fr)

Site web OAO: <http://www.oao.obs-vlfr.fr/>

#### Références

D'Ortenzio, F., and M. R. d'Alcala (2009), On the trophic regimes of the Mediterranean Sea: a satellite analysis, *Biogeosciences*, 6(2), 139-148.