

Proposition de sujet de M2 (Janvier-Juin 2024)

Une étude expérimentale de l'impact potentiel du changement climatique sur la pompe biologique de carbone

A la surface des océans le phytoplancton photosynthétise des molécules carbonées organiques à partir du CO₂ atmosphérique dissous dans l'océan. Lors de leur dégénérescence les cellules phytoplanctoniques peuvent s'agréger les unes aux autres et former des particules de plus grande taille (neige marine)¹ qui coulent alors vers l'océan profond y transportant le carbone synthétisé. Cette séquestration effective du carbone atmosphérique dans l'océan profond est un processus biogéochimique important appelé la Pompe Biologique de Carbone (PBC), qui joue un rôle crucial dans le climat terrestre^{2,3}.

L'accélération du changement climatique à l'échelle globale modifie rapidement les paramètres physico-chimiques de l'océan, entraînant de sévères conséquences sur l'abondance, la structuration et la répartition des communautés de phytoplancton⁴. L'effet de ces changements sur la PBC — et notamment sur la capacité des communautés phytoplanctoniques futures à exporter efficacement le carbone vers l'océan profond — demeure inconnu. En particulier, l'exploration de la relation complexe entre les caractéristiques physico-chimiques des particules et leur vitesse de chute⁵ — qui influe sur la quantité de carbone effectivement séquestré — revêt une importance primordiale pour estimer la capacité future de l'océan à séquestrer le carbone.

Lors de ce stage de Master 2, un instrument récemment conçu, le SNOWMAN⁶ (Simulator of Non-finite Open-Wheeled Marine Aggregation and siNking), sera utilisé pour simuler les processus d'agrégation et de chute du phytoplancton en utilisant un large panel d'espèces issues de culture et présentant des traits variés (ex: taille, morphologie). En appliquant des techniques utilisées traditionnellement en biogéochimie des particules (imagerie en lumière laser, microscopie, analyses chimiques, préservation en gel de polyacrylamide), l'étudiant.e de M2 mesurera les caractéristiques particulières clés de l'export de carbone pour chacune des populations de particules issues d'espèces différentes: vitesse de chute, taille, structure fractale, porosité, contenu en composés organiques carbonés, etc. L'analyse d'image se fera à l'aide du logiciel Image J (US National Institutes of Health) et de sa version enrichie de divers plugins (Fiji). Les différentes lois régissant la vitesse de chute des particules dans un fluide⁷ (type Loi de Stokes) pourront être formulées et confrontées aux observations si l'étudiant.e souhaite aborder des modèles 1D simples (Matlab, Python).

En plus des espèces cultivées en laboratoire, des communautés phytoplanctoniques naturelles pourront être prélevées de façon opportuniste en rade de Brest et utilisées pour des incubations dans le SNOWMAN.

L'ensemble des résultats sera comparé aux observations récentes et aux prédictions de modèles biogéochimiques sur les grandes tendances d'évolution des communautés phytoplanctoniques actuelles et futures dans l'océan global; l'objectif sera ainsi d'apporter des premiers éléments de réponse sur l'impact potentiel du changement climatique sur la PBC.

Ce stage permettra à l'étudiant.e de se familiariser avec l'ensemble des grandes méthodes d'étude de la pompe biologique de carbone (imagerie, échantillonnage, analyses chimiques, modélisation). La supervision du stage sera réalisée par deux biogéochimistes marins spécialistes de la pompe biologique de carbone et des dynamiques particulières dans l'océan. En plus de la rédaction du rapport de stage en anglais, la publication d'un article scientifique dans une revue de rang A sera fortement encouragée si les résultats le permettent.

Compétences souhaitées:

Ce stage de M2 s'adresse à des étudiants issus d'un parcours sciences biologiques marines, écologie marine, biogéochimie marine.

- Connaissances de base dans les cycles biogéochimiques dans l'océan et en particulier celui du carbone.
- Maîtrise d'au moins un langage de programmation type Matlab, Python, R.
- Compétences dans la planification et la mise en place d'expérience de laboratoire.
- Bon niveau d'anglais (parlé et écrit).

Encadrement:

Emmanuel Laurenceau Cornec (Post-Doctorant, Ingénieur de Recherche CNRS)

Frédéric Le Moigne (Cadre de Recherche CNRS)

Laboratoire d'accueil:

LEMAR UMR 6539, Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM)

Rue Dumont d'Urville

29280 PLOUZANE

Candidature à envoyer à :

emmanuel.laurenceaucornec@univ-brest.fr

frederic.lemoigne1@univ-brest.fr

BIBLIOGRAPHIE

1. Alldredge, A. L. Particle Aggregation Dynamics. *Encycl. Ocean Sci.* **4**, 2090–2097 (2001).
2. Boyd, P. W., Claustre, H., Levy, M., Siegel, D. A. & Weber, T. Multi-faceted particle pumps drive carbon sequestration in the ocean. *Nature* **568**, 327–335 (2019).
3. Le Moigne, F. A. C. Pathways of Organic Carbon Downward Transport by the Oceanic Biological Carbon Pump. *Front. Mar. Sci.* **6**, 634 (2019).
4. Bopp, L., Aumont, O., Cadule, P., Alvain, S. & Gehlen, M. Response of diatoms distribution to global warming and potential implications: A global model study. *Geophys. Res. Lett.* **32**, (2005).
5. Laurenceau-Cornec, E. C., Trull, T. W., Davies, D. M., De La Rocha, C. L. & Blain, S. Phytoplankton morphology controls on marine snow sinking velocity. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **520**, 35–56 (2015).
6. Laurenceau-Cornec, E. C. *et al.* The SNOWMAN: a new experimental device to study quantitatively the link between phytoplankton community structure, the dynamics of marine snow formation and export time lag. in *Ocean Sciences Meeting 2020* (AGU, 2020).
7. Laurenceau-Cornec, E. C. *et al.* New guidelines for the application of Stokes' models to the sinking velocity of marine aggregates. *Limnol. Oceanogr.* **65**, 1264–1285 (2020).