

Proposition de sujet de stage de Master 2 Recherche Année 2020-2021

Intitulé du stage: Dynamique du plancton marin : Influence du régime lumineux sur le devenir du carbone et de l'azote fixés par les diazotrophes

Mots-clés : phytoplancton, croissance, fixation de N_2 , forçages couplés, exudation de C et N, matière organique, biogéochimie, couche de mélange, cultures

Laboratoire d'accueil :

LOMIC : Laboratoire d'Océanographie Microbienne (Banyuls) - <http://lomic.obs-banyuls.fr/fr/index.html>

Co-encadrement scientifique :

Sophie Rabouille (CR CNRS, LOMIC) et Eva Ortega-Retuerta (CR CNRS, LOMIC)

Contexte de recherche et objectifs généraux:

Dans l'environnement marin, l'azote est disponible pour le phytoplancton sous la forme d'ammonium et de nitrate. Bien que le diazote gazeux (N_2) soit la forme d'azote la plus abondante, la plupart des organismes du phytoplancton ne peuvent pas l'utiliser pour leur croissance, comme ils ne peuvent briser la triple liaison dans les molécules de N_2 . Seule une catégorie de microorganismes, appelés diazotrophes, possède une enzyme capable de cliver la molécule de N_2 et la transformer en ammoniac (NH_3) qui, lui, est alors biodisponible pour la croissance. Ces organismes incluent des cyanobactéries qui sont également photo-autotrophes et jouent un rôle important dans la production primaire océanique comme elles soutiennent jusqu'à 50 % de la production primaire nouvelle (Karl et al., 1997 ; Carpenter et al., 2004).

Que ce soit chez les algues phytoplanctoniques ou les cyanobactéries, la croissance autotrophe est avant tout contrôlée par la disponibilité en lumière, dont l'intensité varie en permanence au cours du temps et avec la profondeur. De plus, le brassage des masses d'eaux et en particulier le mélange de la couche de surface vont fortement affecter le régime lumineux effectivement perçu par les cellules (Figure 1, courbe bleue vs rouge). Ainsi,

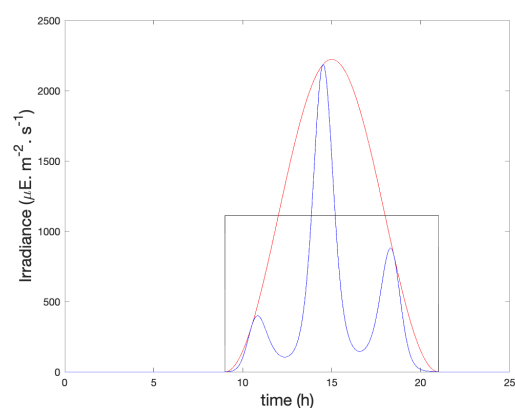


Figure 1. Comparaison d'éclaircements perçus par des cellules phytoplanctoniques dans un régime lumineux jour: nuit de 12h:12h de type on/off (carré, noir), un éclairciment incident type en surface (rouge) et un régime lumineux représentant l'éclairciment vécu par une cellule entraînée dans une couche de mélange (bleu), dont le régime de surface est celui de la courbe rouge. Dans l'exemple présent, le régime carré (noir) a la même moyenne journalière d'éclairciment que la courbe en cloche (rouge).

les effets couplés de l'éclaircissement et du mélange vont avoir des impacts majeurs sur la bioénergétique des cellules, sur la réponse photosynthétique, la fixation d'azote et de carbone, et in fine sur l'efficacité de croissance et donc la production primaire. Cependant, si l'influence de l'éclaircissement sur la croissance des cyanobactéries diazotrophes a déjà été caractérisée sur quelques souches (Garcia et al., 2013; Goebel et al., 2008; Rabouille et al., 2017), la réponse aux influences combinées du régime lumineux et du brassage sur les diazotrophes reste peu abordée.

L'objectif de ce stage est de quantifier et décrire la matière organique rejetée, en lien avec différentes conditions de brassage et d'éclaircissement. La partition de la matière organique produite entre les phases dissoute et particulaire est un facteur clef qui conditionne le devenir du carbone et des autres éléments dans l'océan. Dans le phytoplancton, 13 % en moyenne du C fixé par photosynthèse est rejeté dans le milieu sous forme de matière organique dissoute (DOM) au travers d'un processus appelé « extracellular release » (ER ; Baines and Pace 1991). L'ER est fortement affectée par l'éclaircissement ; Cherrier et al (2015) ont par exemple montré qu'elle augmentait

proportionnellement à la lumière incidente, stimulant de ce fait la croissance des bactéries hétérotrophes. L'impact des niveaux et du régime d'éclairement sur les diazotrophes reste relativement peu documenté mais l'une de nos précédentes études (Rabouille et al 2017) montre un lien entre éclairement reçu et exudation. Nous proposons ici d'aller plus avant dans cette caractérisation.

Pour ce faire, nous proposons d'étudier comment les organismes réagissent aux variations d'éclairement et de suivre les flux conséquents de matière particulaire et dissoute. Un suivi de l'activité photosynthétique (fluorimétrie PAM) renseignera sur l'efficacité à gérer la lumière reçue. Les mesures de dynamique en nombre de la population (cytométrie en flux) et des contenus en carbone, azote et phosphore cellulaires nous permettront de caractériser les taux de croissance nette. Le suivi des pools dissous et particulaire de la matière organique rejetée et de leur stœchiométrie en C, N et P permettra de déterminer la quantité et la qualité de la matière exsudée lors de la croissance, qui seront discutées en regard du régime d'éclairement perçu par les cellules.

Le stage repose sur une approche expérimentale en laboratoire. Il consistera à maintenir des cultures en mode semi-continu (fed-batch) exposées à différentes conditions de lumière. Un ensemble de paramètres physiologiques et biochimiques seront suivis périodiquement afin de décrire le potentiel des organismes en phase de croissance exponentielle. Le stagiaire apprendra ainsi à monter et mener des cultures phytoplanctoniques, effectuer et interpréter des mesures optiques et des analyses biochimiques, dans un contexte fortement interdisciplinaire. Il/elle travaillera en interaction étroite avec deux chercheurs au LOMIC.

Travail du stagiaire

- Mettre en place des cultures au laboratoire
- Assurer leur suivi journalier (mesures d'abondance cellulaire analysées en cytométrie),
- Effectuer un suivi de croissance (contenus en carbone et azote par exemple)
- Effectuer des dosages biochimiques pour quantifier et caractériser la matière organique exsudée
- Interpréter les résultats obtenus et les discuter au regard de la littérature existante

Candidature

L'étudiant(e) de M2 devra avoir des connaissances en biologie marine, un intérêt pour la physiologie et la biogéochimie et le désir de mener une approche expérimentale en laboratoire. Une petite expérience du travail en laboratoire serait un avantage. Un niveau d'anglais raisonnable est requis, une partie des échanges dans le groupe se faisant en anglais. Le rapport de stage sera rédigé en anglais.

Pour répondre à cette offre de stage de Master 2 Recherche : envoyer une lettre de motivation +CV +relevés de notes de licence et master à Sophie Rabouille rabouille@obs-banyuls.fr et Eva Ortega-Retuerta ortegaretuerta@obs-banyuls.fr

Poursuite en thèse possible selon les résultats (candidature à une bourse ministérielle)

Références

- Baines, S. and Pace, M. (1991) The production of dissolved organic matter by phytoplankton and its importance to bacteria: Patterns across marine and freshwater systems. *Limnol. Oceanogr.* 36:1078-1090
- Carpenter, E.J., Subramaniam, A., and Capone, D.G. (2004) Biomass and primary productivity of the cyanobacterium *Trichodesmium* spp. in the tropical N Atlantic Ocean. *Deep-Sea Res Pt I* 51: 173-203.
- Cherrier, J., Valentine, S., Hamill, B., Jeffrey, W.H. and Marra, J. (2015). Light-mediated release of dissolved organic carbon by phytoplankton. *Journal of Marine systems* 147:45-51
- Garcia, N.S., Fu, F.X., and Hutchins, D.A. (2013). Colimitation of the unicellular photosynthetic diazotroph *Crocosphaera watsonii* by phosphorus, light, and carbon dioxide. *Limnology and Oceanography* 58(4): 1501-1512. DOI: [10.4319/lo.2013.58.4.1501](https://doi.org/10.4319/lo.2013.58.4.1501)
- Goebel NL, Edwards CA, Carter BJ, Achilles KM, Zehr JP (2008) Growth and carbon content of three different-sized diazotrophic cyanobacteria observed in the subtropical North Pacific. *J Phycol* 44: 1212–1220.
- Karl, D., Letelier, R., Tupas, L., Dore, J., Christian, J., and Hebel, D. (1997) The role of nitrogen fixation in biogeochemical cycling in the subtropical North Pacific Ocean. *Nature* 388: 533-538.
- Rabouille S., Semedo-Cabral G. and Pedrotti M.-L. (2017). Towards a carbon budget of the diazotrophic cyanobacterium *Crocosphaera*: effect of irradiance. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, DOI: 10.3354/meps12087