

**Fiche doctorant – CANDIDATURE CONTRATS DOCTORAUX DU MESRI SUR DOSSIERS FFCR 2021
PRÉSÉLECTIONNÉS**

DATE LIMITE D'ENVOI DES DOSSIERS : 19 Février 2021

Titre du projet FFCR :

Mécanismes de fragmentation de la neige marine dans la zone mésopélagique de l'océan : Implications sur la séquestration de CO₂ par la pompe biologique de carbone.

Noms des porteurs du projet FFCR 2021:

Dr. Brivaëla Moriceau (habilitée à diriger des recherches, HDR)
Dr. Frédéric Le Moigne
Prof. Uta Passow

NOM, Prénom du doctorant potentiel * :

Courriel : NA

* si déjà connu

S'agit-il d'une :codirection ? oui

cotutelle ? non

Directeur de thèse français et établissement :

Nom : Moriceau Brivaëla (HDR), LEMAR UMR CNRS/UBO/IRD/IFREMER

Titre : Dr

Courriel du co-directeur de la thèse : frederic.lemoine@mio.osupytheas.fr

Laboratoire de recherche en France

- Nom du laboratoire : LEMAR UMR CNRS/UBO/IRD/IFREMER.
- Code d'identification du laboratoire : UMR 6539.
- Nom du responsable du laboratoire : Luis Tito de Morais

Co-directeur canadien et université:

Nom : Passow Uta

Titre : Prof

Courriel du co-directeur de la thèse :

uta.passow@mun.ca

Laboratoire de recherche au Canada

- Nom du laboratoire : Memorial University, Ocean Science Centre, St John's, NL.
- Nom du responsable du laboratoire : Prof Annie Mercier
- Etablissement au Canada (nom, ville) : Ocean Science Centre, St John's, NL

Titre de la thèse : Mechanisms of particle fragmentation in the ocean's mesopelagic zone : Implications for CO₂ sequestration by the biological carbon pump.

Descriptif du sujet:

La Pompe biologique de carbone océanique (PBC) régule le cycle du carbone sur Terre en transportant une partie du CO₂ fixé par photosynthèse dans les profondeurs de l'océan. La BCP se présente principalement sous la forme de particules riches en carbone organique (POC) qui quittent la couche de surface et s'enfoncent dans l'océan¹. Les concentrations atmosphériques de CO₂ sont très sensibles à la profondeur à laquelle le flux de POC pénètre dans la zone mésopélagique de l'océan (ce qu'on appelle l'atténuation du flux de POC entre 100 et 1000 m de profondeur)². Au départ, l'atténuation du flux de POC a été considérée comme résultant de la consommation de POC par les hétérotrophes seulement³ (bactéries et zooplancton). Néanmoins, la consommation directe de POC par les hétérotrophes ne semble expliquer qu'une partie de l'atténuation du flux observée dans la zone mésopélagique⁴. Des développements récents dans les observations semi-autonomes ont mis en évidence que la partie restante de l'atténuation du flux de POC pourrait provenir de la fragmentation des particules pendant leur sédimentation en petites particules qui ne coulent pas. La fragmentation des particules qui sédimentent pourrait expliquer jusqu'à la moitié de l'atténuation du flux de POC observée⁵, faisant de la décomposition des particules le principal processus contrôlant la séquestration biologique du CO₂ par l'océan.

Cependant, les mécanismes conduisant à la fragmentation des particules dans la zone mésopélagique ne sont pas clairs. Deux mécanismes principaux ont été proposés. 1) l'activité du zooplancton sur les particules qui sédimentent peut les fragmenter en particules plus petites qui ne sédimentent pas⁶. Alternativement, 2) la présence de turbulence due au cisaillement pourrait également provoquer la fragmentation des grosses particules en particules plus petites qui ne sédimentent pas, en particulier lorsqu'elles sont fragiles⁷. La teneur en nutriments organiques et la fragilité des particules marines paraissent donc toutes deux cruciales à prendre en compte lors de l'évaluation des mécanismes conduisant à la fragmentation des particules. Pourtant, aucune expérience n'a été réalisée pour évaluer l'importance de la turbulence par rapport à l'activité du zooplancton sur les changements des spectres de taille des particules.

Des composés tels que les exopolymères transparents riches en C (TEP) et d'autres particules gélifiées à base de protéines colorables au bleu de Coomassie (CSP) sont tous deux considérés comme des adhésifs importants liant les particules marines entre elles⁸. Les TEP et les CSP sont produits par l'exsudation du phytoplancton et des procaryotes. Cela peut se produire sous diverses contraintes telles que la limitation de N pour la production de TEP et la limitation de P pour la CSP^{9,10}. Étant un composant essentiel de la matrice organique des particules marines et agissant comme des colles de liaison, les TEP et les CSP pourraient jouer un rôle majeur dans la détermination du niveau de fragmentation induit par les mécanismes décrits ci-dessus (turbulence et activité du zooplancton).

Dans ce contexte, nous proposons un projet de doctorat et un ensemble d'expériences de laboratoire visant à :

- 1) Évaluer l'influence de la teneur en TEP et CSP des particules sur leur taux de fragmentation induite par la turbulence.
- 2) Évaluer l'influence de la teneur en TEP et CSP des particules sur leur taux de fragmentation par le zooplancton.
- 3) Comparer les données de terrain sur la turbulence et l'abondance du zooplancton à celles de la fragmentation des particules.

Pour les objectifs 1) et 2), nous utiliserons un ensemble d'expériences impliquant différents systèmes de cylindres roulants (flow through tanks¹¹ et SNOWMAN¹²) dont nous sommes équipés au LEMAR. Ces systèmes imitent les processus d'agrégation des particules en surface et le comportement des agrégats formés lors de leur sédimentation dans la colonne d'eau. En outre, ils permettent d'étudier l'activité du zooplancton de façon non-intrusive¹³. De tels systèmes peuvent également créer des turbulences variées en modulant les débits à des seuils spécifiques. Des particules au contenu en TEP et CSP contrasté seront formées à partir de différentes communautés phytoplanctoniques (cyanobactéries et diatomées) sous différentes limitations en nutriments et le zooplancton (copépodes) sera collecté in situ et maintenu en cultures. Pour l'objectif 3), nous utiliserons les mesures de terrain existantes de l'abondance du zooplancton et les spectres granulométriques complets obtenus à l'aide du profileur vidéo sous-marin¹⁴, du LISST et du compteur optique laser de plancton (UVP/LISST/LOPC) ainsi que les mesures de la turbulence à l'échelle de la dissipation provenant des mouillages du profileur de turbulence à microstructure verticale¹⁵. En outre, l'étudiant participera à des campagnes de croisières en mer telles que APERO, où de nombreux profils verticaux de turbulence et de spectres de taille des particules seront réalisés à partir des UVP/LISST/LOPC.

Les résultats obtenus dans le cadre de notre projet de doctorat permettront d'affiner notre compréhension mécaniste de la pompe à carbone biologique en établissant un lien direct entre la fragmentation des particules et les caractéristiques biogéochimiques telles que le niveau de turbulence, les communautés de plancton et la limitation potentielle des nutriments, qui sont amenées à changer dans le cadre de scénarios de changement climatique.

References

1. Le Moigne *Front. Mar. Sci.* (2019).
2. Kwon *Nat. Geosci.* (2009).
3. Martin *Deep Sea Res. Part A. Oceanogr. Res. Pap.* (1987).
4. Giering *Nature* (2014).
5. Briggs *Science* (80-.). (2020).doi:10.1126/science.aay1790
6. Goldthwait *Limnol. Oceanogr.* (2004).
7. Jackson *Deep. Res. Part II* (1995).
8. Passow *Mar. Ecol. Prog. Ser.* (2012).
9. Passow *Mar. Ecol. Ser.* (2002).
10. Thornton *Front. Mar. Sci.* (2018).
11. Long *Mar. Chem.* (2015).
12. Laurenceau-Cornec *Ocean Sci. Meet. 2020, San Diego* (2020).
13. Toullec *Front. Mar. Sci.* (2019).
14. Picheral *Limnol. Oceanogr. Methods* (2010).doi:10.4319/lom.2010.8.462
15. Painter *biogeosciences* (2014).