

ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

D'ILE DE France N° 129

Proposition de sujet de thèse pour la rentrée 2019

Nom du Laboratoire d'accueil : AD2M

N° UMR : 7144

Nom du Directeur du laboratoire : Fabrice Not

Adresse complète du laboratoire : Station Biologique de Roscoff. Place Georges Tessier. 29680 ROSCOFF

Nom de l'Equipe d'accueil et adresse si différente de celle du laboratoire : EDYCO

Nom du Directeur de thèse **HDR** : Dominique Davoult

Téléphone : 02 98 29 23 33

Mail : davoult@sb-roscoff.fr

Nom du co-directeur de thèse **HDR** :

Téléphone :

Mail :

OU

Nom du co-encadrant **non HDR** : Cédric Boulart

Téléphone : 02 98 29 23 17

Mail : cedric.boulart@sb-roscoff.fr

• **Titre de la thèse en Français** : Contrôles physiques et biogéochimiques des flux de méthane en milieu marin

• **Titre de la thèse en Anglais** : Physical and biogeochemical controls of methane fluxes in marine environments

• **Résumé Sujet en Français (1 page maximum)** :

Contrairement aux sources anthropiques désormais bien connues, les processus naturels responsables d'émissions de méthane (CH₄), second gaz à effet de serre après le CO₂, restent encore mal définis en terme de dynamique, de réservoir et de stabilité. De fait, les estimations actuelles des émissions marines sont très variables, de l'ordre de 2 à 20% des émissions totales, reflétant de nombreuses lacunes sur la connaissance de la distribution des sources océaniques et sur la diversité et la dynamique des processus physiques et biogéochimiques contrôlant les flux de CH₄.

Le méthane est issu principalement de la dégradation de la matière organique dans les sédiments marins en conditions anoxiques. Celui-ci est ensuite oxydé par les bactéries méthanotrophes, d'abord dans le sédiment puis dans la colonne d'eau, ce qui contrôle et limite les flux de méthane vers l'atmosphère. Or, de nombreuses études ont mis en évidence une sursaturation en CH₄ des couches de surface oxygénées (0-200 m) connue aujourd'hui sous le nom de 'paradoxe océanique du méthane'. Plusieurs hypothèses ont été avancées pour expliquer ce phénomène : présence de bactéries méthanogènes dans les pelotes fécales et dans les systèmes digestifs zooplanctoniques, co-production de CH₄ lors de la décomposition des

methylphosphonates ou plus récemment, les cyanobactéries capables de fixer du carbone inorganique pour former du CH₄. Ce paradoxe a été décrit dans de nombreux systèmes océaniques à l'échelle du globe, aussi bien en milieu tempéré que tropical ou polaire. Le but principal de la thèse est donc de ré-évaluer le rôle des milieux océaniques (côtiers et hauturiers) dans le cycle global du méthane en mettant l'accent d'une part sur les processus de régulation des flux dans la colonne d'eau à partir des sources benthiques anoxiques (méthanotrophie aérobie), et d'autre part, sur les processus de production de CH₄ internes à la colonne d'eau (méthanogénèse en présence d'oxygène). Il s'agira plus précisément de déterminer la dynamique du CH₄ à travers la colonne d'eau dans différents écosystèmes océaniques côtiers et hauturiers en combinant observations discrètes (concentrations, composition isotopique, microbiologie et génomique) et mesures in situ haute résolution de concentrations et de flux. Les objectifs de la thèse seront donc:

- Identifier et tracer les sources de méthane benthiques et pélagiques en milieu hauturier et côtier;
- Déterminer la distribution du méthane dans les eaux océaniques et côtières et les flux associés et évaluer sa variabilité temporelle;
- Identifier les populations bactériennes intervenant dans le cycle du méthane en milieu océanique et le rôle des facteurs environnementaux sur les processus microbiens de production/consommation du méthane.

Les chantiers proposés sont la Baie de Morlaix pour le volet côtier (suivi SOMLIT et radiales MORGAS), l'Océan Pacifique Sud-Ouest (campagne TONGA, novembre 2019) et l'Océan Indien Austral (campagne SWINGS 2020-21) pour le volet hauturier.

• **Résumé Sujet en Anglais (1 page maximum) :**

Unlike the well-known anthropogenic sources, natural emissions of methane, second greenhouse gas after carbon dioxide (CO₂), remain to be characterised in terms of dynamics, reservoir and stability. Indeed, current estimates of marine emissions vary from 2 to 20% of the total emissions to the atmosphere, which indicates high uncertainties on the distribution of oceanic sources and the diversity and dynamics of the physical and biogeochemical processes controlling the CH₄ fluxes.

Methane is mainly the result of the degradation of organic matter under anoxic conditions in marine sediments. CH₄ is then oxidized, first in the upper layers of the sediment, then in the water column by methanotroph bacteria. This strongly limits the emissions of CH₄ in the water column despite the very high quantity of CH₄ stored in the sediments.

Nevertheless, several studies showed an over saturation of CH₄ in oceanic surface layers (0-200m), which has been known as the 'ocean methane paradox'. This paradox has been described in numerous marine ecosystems, in temperate as well as polar and tropical environments.

The aim of the PhD project is therefore to evaluate the role of the oceanic ecosystems (both coastal and open seas) in the global cycle of methane, on one hand focusing on the processes that regulate the fluxes in the water column from the benthic sources (methanotrophy), and on the other hand on the production processes in the water column (methanogenesis). The objective will be to determine the dynamics of methane across the water column both in coastal and open seas, using a combination of in situ measurements and observations and discrete sampling for 'omics' studies. In details, the objectives are:

- To identify and track the benthic and pelagic sources of methane;
- To evaluate the distribution of methane in marine environments and the associated fluxes taking into

account the spatio-temporal variability;

- To identify the bacterial fauna taking part in the methane cycle and the environmental factors controlling the microbial processes of production and consumption.

Field work will be carried out in the Bay of Morlaix (SOMLIT observatory and MORGAS transects), the South West Pacific Ocean (TONGA cruise, Nov 2019) and the Southern Indian Ocean (SWINGS cruise, 2020).

• **Type de financement autre que ED 129, précisez si envisageable ou acquis (CNES, CEA, ADEME etc...) :**

Bourse Région Bretagne ARED 2019 (demande en cours)

• **Encadrement :**

. **Liste des autres doctorants que vous encadrez ou co-encadrez au 1^{er} janvier 2019**

Florian de Bettignies, Sorbonne Université (50% ARED, 50% ED227), soutenance envisagée en novembre 2019, co-encadrement à 50% (50% Pr. Patrick Dauby, Univ. Liège)

Robin Gauff, Sorbonne Université (100% ED227), soutenance envisagée novembre 2021, co-encadrement à 50% (50% Christophe Lejeusne, Univ. Aix-Marseille)