

ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

D'ILE DE France N° 129

Proposition de sujet de thèse pour la rentrée 2018

Nom du Laboratoire d'accueil : Laboratoire d'Océanographie Microbienne
N° UMR : UMR7621

Nom du Directeur du laboratoire : Fabien JOUX

Adresse complète du laboratoire : Observatoire Océanologique de Banyuls.
1 avenue Pierre Fabre 66650 Banyuls/mer

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

Nom du Directeur de thèse **HDR** : Fabien JOUX

Téléphone : 04 68 88 73 42 / 06 46 27 51 22

Mail : joux@obs-banyuls.fr

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

Téléphone :

Mail :

OU

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

Téléphone :

Mail :

• **Titre de la thèse en Français** : Dégradation de la matière organique dissoute terrigène dans les écosystèmes aquatiques marins et d'eau douce : importance du priming effect et identification des acteurs microbiens

• **Titre de la thèse en Anglais** : Degradation of terrigenous dissolved organic matter in marine and freshwater aquatic ecosystems: importance of priming effect and identification of microbial actors

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

Les écosystèmes aquatiques mondiaux d'eau douce et marines reçoivent annuellement de 1,9 à 2,7 milliards (10^9) de tonnes de carbone allochtone, c.-à-d. du carbone provenant de sources terrestres (Cole et al., 2007; Battin et al., 2009). Une grande partie de cette matière organique se trouve sous une forme dissoute, facilitant sa dégradation par les microorganismes. Si une part substantielle de cette matière organique dissoute terrigène (MODt) est effectivement dégradée dans les cours d'eau (jusqu'à 50% ; Weyhenmeyer et al., 2012), des composés beaucoup plus réfractaires à la dégradation microbienne, comme les substances humiques, persistent dans le milieu. L'étude de l'équilibre entre l'accumulation et la minéralisation de cette MODt est cruciale dans les bilans de carbone et le fonctionnement des écosystèmes.

Le flux et le devenir de cette MODt réfractaire dans les milieux aquatiques sont susceptibles d'être modifiés par un certain nombre de facteurs environnementaux affectés par le changement climatique. Ainsi, une augmentation de la concentration en MODt dans les milieux aquatiques a été observée au cours des dernières décennies qui pourrait être due à divers facteurs, tels que l'intensification de l'usage agricole des terres, les changements climatiques, hydrologiques et atmosphériques (Solomon et al. 2015). L'augmentation de la concentration en MODt dans les milieux aquatiques diminue la pénétration de la lumière du fait de l'absorption du rayonnement solaire par les substances humiques (Roulet & Moore 2006). Ce phénomène nommé « brunification » affecte directement la croissance phytoplanctonique et peut conduire à une limitation de carbone organique pour les bactéries (Thingstad et al. 2008). Plus récemment, il a été suggéré que l'addition de MOD labile, produite notamment par le phytoplancton, pouvait augmenter la minéralisation de la MOD plus réfractaire dans les milieux aquatiques (Guenet et al. 2014, 2014). Ce phénomène appelé

priming effect a été souvent observé dans les sols. Les conditions favorables au priming effect et les acteurs microbiens impliqués dans ce processus restent insuffisamment étudiés dans les milieux aquatiques.

Le projet de thèse aura pour objectif de comparer pour la première fois la réponse de milieux aquatiques d'eau douce et marines à un apport de MODt sous la forme de composés modèles dans différentes conditions environnementales (présence de MOD labile, température, sels nutritifs) afin d'étudier la dynamique de minéralisation. Le processus de priming effect sera décrit au moyen d'un traçage ^{13}C du substrat terrigène et d'une analyse fine de la MOD par Spectrométrie de masse à résonance cyclotron à transformée de Fourier. La diversité microbienne et les gènes fonctionnels impliqués dans la minéralisation de la MODt seront décrits par des approches de barre coding et de métagénomique, respectivement. Ces études se réaliseront dans un cadre expérimental à petite échelle essentiellement (chémostats), mais elles pourront également bénéficier de travaux à plus grandes échelles dans des mésocosmes sur la plateforme MEDIMER (milieu marin) et PLANAQUA (milieu d'eau douce).

Ce sujet de thèse s'adresse à un(e) étudiante intéressé(e) par l'écologie microbienne et la biogéochimie avec un goût pour l'expérimentation, les approches conceptuelles et la bioinformatique.

Ce travail de thèse s'inscrit dans le cadre d'un projet ANR actuellement en cours de soumission.

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

The global freshwater and marine aquatic ecosystems receive 1.9 to 2.7 billion (10^9) tonnes of allochthonous carbon annually, that is, carbon from land-based sources (Cole et al., 2007, Battin et al., 2009). Much of this organic material is in a dissolved form, facilitating its degradation by microorganisms. If a substantial part of this terrigenous dissolved organic matter (tDOM) is actually degraded in rivers (up to 50%, Weyhenmeyer et al., 2012), compounds much more refractory to microbial degradation, such as substances humic, persist in the environment. The study of the equilibrium between the accumulation and the mineralization of this MODt is crucial in carbon balances and the functioning of ecosystems.

The flux and fate of this refractory tDOM in aquatic environments is likely to be modified by a number of environmental factors affected by climate change. For example, an increase in the concentration of tDOM in aquatic environments has been observed in recent decades which could be due to various factors, such as intensification of agricultural land use, climate, hydrological and atmospheric changes (Solomon et al., 2015). The increase in the concentration of tDOM in aquatic environments decreases the penetration of light due to the absorption of solar radiation by humic substances (Roulet & Moore 2006). This phenomenon called "browning" directly affects phytoplankton growth and can lead to a limitation of organic carbon for bacteria (Thingstad et al., 2008). More recently, it has been suggested that the addition of labile DOM, produced especially by phytoplankton, may increase the mineralization of the more refractory DOM in aquatic environments (Guenet et al., 2014, 2014). This phenomenon, called priming effect, has often been observed in soils. The favorable conditions for priming effect and the microbial actors involved in this process remain insufficiently studied in aquatic environments.

The aim of the thesis project will be to compare for the first time the response of freshwater and marine aquatic environments to a contribution of tDOM in the form of model compounds under different environmental conditions (presence of labile DOM, temperature, nutrient salts) in order to study the dynamics of mineralization. The priming process will be described by means of a ^{13}C tracing of the terrigenous substrate and a fine analysis of the DOM by Fourier transform cyclotron resonance mass spectrometry. Microbial diversity and functional genes involved in tDOM mineralization will be described by bar coding and metagenomic approaches, respectively. These studies will be carried out in a mainly small-scale experimental setting (chemostats), but they will also be able to benefit from larger scale work in mesocosms on the MEDIMER platform (marine environment) and PLANAQUA (freshwater environment). This thesis is for a student interested in microbial ecology and biogeochemistry with a taste for experimentation, conceptual approaches and bioinformatics.

This thesis work is part of an ANR project currently being submitted.

Références

- Battin TJ *et al.* 2009. The boundless carbon cycle. *Nat. Geosci.* 2:598–600.
- Cole JJ *et al.* 2007. Plumbing the global carbon cycle: Integrating inland waters into the terrestrial carbon budget. *Ecosystems* 10:171–184.
- Guenet B *et al.* 2010. Priming effect: bridging the gap between terrestrial and aquatic ecology. *Ecology* 91:2850–2861.
- Guenet B *et al.* 2014. Fast mineralization of land-born C in inland waters: first experimental evidences of aquatic priming effect. *Hydrobiologia* 721:35–44.
- Roulet, N, Moore TR. 2006. Environmental chemistry: browning the waters. *Nature* 444:283–284.
- Solomon CT *et al.* 2015. Ecosystem consequences of changing inputs of terrestrial dissolved organic matter to lakes: current knowledge and future challenges. *Ecosystems* 18:376–389.
- Tranvik LJ. 1998. Degradation of dissolved organic matter in humic waters by bacteria, p. 259–278. In DO Hessen and LJ Tranvik [eds.], *Aquatic humic substances—ecology and bio-geochemistry*. Springer.
- Weyhenmeyer GA, Fröberg M, Karlun E, Khalili M, Kothawala D, Temnerud J, Tranvik LJ (2012) Selective decay of terrestrial organic carbon during transport from land to sea. *Glob Chang Biol* 18:349–355

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

néant

• **Encadrement :**

- Fabien JOUX, MCF Sorbonne Université. Expertise : écologie microbienne, biogéochimie
- Gérard LACROIX, CR CNRS, iEES Paris. Expertise : priming effect, marquage isotopique
- Sara BEIER, Germany. Expertise : métagénomique
- Behzad MOSTAJIR, DR CNRS, MARBEC Montpellier. Expertise : réseaux trophiques

. **Liste des autres doctorants que vous encadrez au 1^{er} janvier 2018**

(Nom, Université d'inscription, type de financement, date de soutenance envisagée)

Laetitia DADAGLIO, contrat doctoral Sorbonne Université, soutenance prévue en septembre 2018