

A transmettre par le Département

pour le 2 novembre 2017 au plus tard

en version électronique aux directeurs de départements, copie les assistantes :

ANNEE UNIVERSITAIRE 2018 - 2019

PROPOSITION DE SUJET DE THESE POUR UNE DEMANDE DE CONTRAT DOCTORANT

1. FICHE SYNTHETIQUE

- **Titre du sujet de thèse proposé (français et anglais):** Méthylation du mercure en milieu côtier : interactions avec les particules / Mercury methylation in coastal environments : interactions with particles

- **Directeur de thèse :** Joel Knoery HDR (IFREMER, RBE/BE/LBCM)

- **Co-directeur de thèse :** Tiphaine Chouvelon (IFREMER, RBE/BE/LBCM)

- **Co-directeur de thèse :** LE Heimburger (MIO OSU Pythéas)

- **Projet contractualisé de rattachement (si c'est le cas) :**

ITN « GMOS Train » à soumettre le 18/1/2018. Ce projet financera entièrement la rémunération du/de la doctorant(e), et contribuera aux frais de recherche dans le laboratoire d'accueil à hauteur de 2-3k€/mois.

→ Ce dossier est une demande d'autorisation d'encadrer un doctorant, pas une demande de financement.

- **Laboratoire/unité, département d'accueil :** Laboratoire Biogéochimie des Contaminants Métalliques (Département Ressources Biologiques et Environnement/Unité Biogéochimie et Ecotoxicologie), Centre Atlantique)

MIO Marseille

- **Ecole doctorale de rattachement (préciser si l'équipe est équipée d'accueil d'une école doctorale, si oui le sujet sera-t-il éligible à l'appel d'offre de l'ED ?) :**

UBL, ED SML (Sciences de la mer et du Littoral)

- **Cofinancement envisagé/obtenu (merci d'indiquer la date de l'appel d'offre si un projet a été déposé, les références du projet s'il est obtenu) :**

2. Thèse faisant partie d'un projet d'ITN déposé à l'AO Marie Skłodowska-Curie actions research fellowship dans le cadre de l'AO MSCA-ITN-2018: Innovative Training Networks (ITN)

i)

- **Employeur envisagé** : (*Est-ce que il s'agit d'un contrat de travail Ifremer, ou est-ce que l'étudiant sera employé à l'extérieur avec cofinancement Ifremer?*)

IFREMER

Projet accompagnant le projet:
Europe

Projet à finalité :
X Emergence
Développement technologique
X Innovation
X Appui aux Pouvoirs Publics

- **Résumé et mots-clés en français et en anglais (15 lignes max) :**

With the signing of the UNEP Minamata Convention in 2013, governments have globally accepted that Hg is toxic and of global relevance; scientific needs will therefore shift towards best implementation practices of the Convention. With most Hg emissions emanating from the energy-industrial sector this means that governments have to balance economic and environmental interests. How does one assess that balance? Biogeochemical Hg cycling is complex: superimposed on the strongly perturbed inorganic Hg cycle is the natural process of biomethylation that generates the bioaccumulating monomethyl-Hg form that we are all exposed to when we consume fish. Today, comprehensive multimedia biogeochemical Hg cycle models are being developed that capture this complexity to try to evaluate the effectiveness of environmental policy scenarios. For the models to work however, they must include realistic descriptions of fundamental Hg transformations and fluxes that occur across the Earth's surface environments. Despite decades of Hg science, we lack answers to some of the most basic questions on these fundamental Hg transformations and fluxes. The objectives of the GMOS-TRAIN network are (1) to provide urgently needed training in mercury science within the context of the UNEP Minamata convention, and (2) to bridge key knowledge gaps on biogeochemical mercury cycling that currently hampers the optimization of national environmental policy regarding mercury emissions. The process of training a pool of 15 Early Stage Researchers represents an excellent opportunity for capacity building, which is needed for implementing the Minamata Convention and being trained in such a highly relevant research topic will enhance the researchers' career prospects and employability. Moreover, complimentary training in dissemination using open science principles, communication, exploitation and outreach will enforce the transfer of science results to effective policy making.

One of the 15 PhD's trained at IFREMER will investigate Hg and MMHg sorption and uptake rates by key marine particles along the abiotic/biotic continuum: particulate organic matter (POM), microbes, phytoplankton, and zooplankton. Controlled laboratory and mesocosm experiments and French Atlantic coastal field campaigns will be conducted by IFREMER to examine Hg and MMHg transfers. State-of-the-art analytical isotope tracing will be used to trace Hg and MMHg dynamics, seconded by MIO and CNRS (GET). This PhD will

collaborate with other ones in WP1 to incorporate atmospherically driven reactions, participate in joint collaborative marine sampling cruises on the Atlantic and Mediterranean coasts.

Keywords: PMercury, methylation, biogeochemistry, transfer to trophic networks, marine coastal ecosystems

- **Profil de candidature souhaitée en français et en anglais:**

Student with a Master degree in environmental chemistry/biogeochemistry and trace metal analyses. Environmental modelling.

-

3. PROGRAMME DE RECHERCHE DETAILLE

3.1. Projet/Action Ifremer de rattachement et contexte scientifique:

Le projet de rattachement (GMOS-train) est en cours d'élaboration et sera déposé mi-janvier 2018 en réponse à l'AO MSCA-ITN-2018: Innovative Training Networks (ITN). Il consiste à former 15 doctorants sur les différentes facettes de la problématique du mercure dans l'environnement global.

3.2. Exposé du projet :

The **bioaccumulation of methyl mercury (MeHg) in seafood** is still not completely understood, despite significant advances in our understanding of Hg transport and transformation in the marine environment. Current knowledge includes the various competing redox reactions. Near the air/sea interface, competing photolytic reactions are dominant due to radicals induced by UVa and UVb radiation. Also, biologically-mediated reactions facilitated by bacteria and plankton take place. They are associated with the presence of the Mera and Merb genes. The biological reduction of Hg^{2+} to Hg^0 is thought to detoxify mercury.

The key reaction responsible for the severe toxicity of Hg for higher organisms is the methylation of inorganic Hg^{2+} which occurs only in the aquatic environment. However, methylation processes are still little understood and the scientific consensus on the sources of MeHg evolves with our increasing knowledge. Methylation processes observed in the environment include methylation, di-methylation, and de-methylation. The occurrence of the methylation reaction in the environment was first discovered in the aftermath of the Minamata incident. It was subsequently discovered that methylation can occur in the presence of sulfur and iron reducing bacteria. However, the process of Hg methylation also occurs in the oxic water column which includes highly reducing micro-environments associated with the remineralisation of organic material. These particular environments have already been investigated for reduced sulfur anomalies encountered in the water-column (Knoery, 1993). Abiotic reactions are also thought to methylate and involve ubiquitous substances organic alcohols and acids (e.g. humic acids Weber 1993), and silicones (Nagase et al., 1988), vitamin B₁₂ (Compeau and Bartha 1983). Finally, a range of photo-induced methylation reactions was discovered. This process was observed in the presence of dissolved organic matter and methyl iodine. Like B₁₂ methyl iodine is of biotic origin and can be produced by marine bacteria. In the environment *monomethyl mercury (MMHg) bioamplification* factors of 10^3 up to 10^7 compared to water concentrations have been observed for phytoplankton and apical predators.

The doctoral student will investigate Hg and MMHg sorption and uptake rates by key marine particles along the abiotic/biotic continuum: particulate organic matter (POM), bacteria, phytoplankton, and zooplankton.

Controlled laboratory and mesocosm experiments will be conducted by IFREMER and MIO to examine Hg and MMHg transfer rates.

In collaboration within the ITN, state-of-the-art analytical facilities will be used to trace stable isotopes dynamics of Hg and MMHg, seconded by MIO and CNRS (GET).

This PhD will collaborate with other ones to take into account atmospherically-driven chemical reactions. In the course of the ITN, joint collaborative marine sampling cruises on the Atlantic and Mediterranean coasts will be organised to allow ground truthing of laboratory experiments.

The 3 key questions that the PhD will address include :

1.-what are the net rates of mercury speciation changes mediated by several classes of marine particles : phytoplankton cells, particulate organic matter, and zooplankton ?

2.-what are the most important factors influencing these rates ?

These questions will be examined at Ifremer and MIO (LE Heimburger) in photobioreactors and mesocosms by time-course experiments.

3.-Are non-traditional stable isotopes (Hg) useful to trace mercury reactions leading to and from the reduced mercury pool ?

This question will be examined at OMP-GET in Toulouse (J. Sonke)

Positionnement du sujet dans la stratégie du département et de l'institut, originalité et le caractère innovant des recherches,

La thématique associée à ce projet s'intéresse aux biogéosciences appliquées aux problématiques environnementales et plus particulièrement aux processus menant à la bioamplification du mercure dans les réseaux trophiques. Les ressources biologiques marines sont la première source de mercure pour les populations humaines. Au niveau européen, la perte annuelle en PIB attribuée au problèmes neurologiques dûs au MMHg est de l'ordre de 8-9Mds€ (Bellanger et al., 2013).

Le caractère innovant des recherches se situe dans cadre du programme, un ITN ou 15 doctorants et leur encadrement travaillent conjointement sur la problématique mercure globale : de la chimie de atmosphérique à la modélisation numérique multimedia des processus et à l'appui aux politiques publiques par le développement d'outils pour optimiser la mise en œuvre Convention de Minamata,

Il se situe aussi dans l'association de moyens expérimentaux pour déterminer les cinétiques de réaction aux analyses d'isotopes stables du Hg pour en suivre les transformations,

Il se situe enfin dans la nature du travail de chimie analytique d'un élément ultra-trace à l'interface milieu/vivant.

Résultats attendus et leur valorisation

Les travaux de thèse viseront à répondre aux questions ci-dessus. Les avancées identifiées qui donneront lieu à des publications scientifiques sont :

1.-développements méthodologiques pour la détermination des espèces du mercure

2.-cinétiques et mécanismes de méthylation/déméthylation dans des cultures de micro-organismes marins

3.-modélisation de ceux-ci pour améliorer la compréhension du cycle global du mercure

Les applications des résultats de l'ITN dans son ensemble sont de fournir une assise scientifique aux politiques publiques qui pourraient être décidées pour mettre en œuvre la convention de Minamata, ratifiée depuis l'été 2017.

Les collaborations avec des laboratoires extérieurs et plus particulièrement si opportun à l'international.

Ce projet est international par construction. A l'état actuel, les instituts bénéficiaires de doctorants sont de 5 nationalités, et les organisations partenaires sont de 8 autres nationalités.

Le doctorant sera nécessairement originaire de l'étranger. Il effectuera une partie (15%) de son travail au MIO et au GET (France) avec des collaborateurs CNRS d'origine allemande (LE Heimbürger) et hollandaise (JE Sonke). Les travaux ont été présentés ci-dessus.

La composition du comité de suivi de thèse comportera des personnalités choisies pour leur expertise sur les thématiques liées au mercure, contamination, milieu marin et qui pourront effectivement contribuer aux orientations fines des travaux du/de la doctorant(e). Ce comité permettra d'appuyer les collaborations existantes et/ou d'en développer de nouvelles.

Un échéancier prévisionnel des travaux incluant la rédaction est demandé.

Un échéancier prévisionnel des travaux incluant la rédaction est présenté ci-dessous.

Le(la) doctorant(e) sera basée au LBCM de Nantes et les travaux seront conduits au LBCM de Nantes pour leur partie laboratoire. Le travail sera aussi mené MIO pour la partie « mésocosmes » de cette étude.

Trimestres →	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Pilotage de la thèse												
Réunions du Comité de thèse	C1			C2			C3			C4		
Rapport d'avancement (=>AERMC/Région)				R1				R2				R3
Rédaction du manuscrit et des publications				----	----	-> P1	----	-> P2		-> P3, Manuscrit de thèse		
Familiarisation du sujet, étude bibliographique	Biblio		Veille bibliographique									
Travail de labo / terrain												
-apprentissage et pilotage incubations		A	A	P	P	P	P					
-études mésocosmes (MIO)									P	P		
-traçage isotopique (GET)								T				T
-investigations sur le terrain et modélisation							I					I

4. ENCADREMENT SCIENTIFIQUE

(A rédiger par les responsables qui s'engagent personnellement à diriger la thèse)

4.1. Proposant du sujet / responsable scientifique de la thèse : (s'il n'est pas le Directeur de la thèse, il sera le co-directeur)

- **Nom, prénom** : Joel Knoery
- **Fonction et spécialité à l'Ifremer** : Responsable du LBCM (Biogéochimie, contaminants métalliques)
- **Diplôme le plus élevé obtenu** : PhD marine biogéochimie (1993) et HDR (2009)
- **Centre Ifremer de** : Nantes
- **Département** : RBE
- **Unité de recherche/Laboratoire** : BE/LBCM
Tél. : 02 40 37 43 11 **Mel** : knoery@ifremer.fr

4.2. Expérience d'encadrements d'étudiants :

2016 : Aubin Thibault de Chanvallon. Transformation des particules minérales dans l'estuaire de la Loire. Soutenue le 25/3/2016. En codirection avec E. Gehlin et E. Metzger (Angers). Situation actuelle : Post Doc aux USA (U. Delaware)

2007 Amandine Cozic : Distribution et rôle des composés sulfurés réduits volatils sur la spéciation métallique. - En co-direction avec G. Sarazin (IPGP/LGE - Paris 7).

1997 Martine Aballéa : Contribution à l'étude de l'hydrothermalisme océanique : utilisation de manganèse comme traceur de l'activité hydrothermale dans la région du point triple des Açores. Université de Bretagne Occidentale. Co-direction avec P. Appriou

Nom et signature du responsable scientifique

Joel Knoery



4.3. Co-directeur de la thèse (sans HDR) : idem responsable scientifique

- **Nom, prénom** : Chouvelon Tiphaine
- **Fonction et spécialité** : Cadre de Recherche. Biogéochimie marine
- **Ecole doctorale de rattachement** : UBL, ED SML (Sciences de la mer et du Littoral)
- **Adresse** : Ifremer, Centre Atlantique, BP 21105, 44311 Nantes Cedex 3

Pour le Directeur de thèse de l'Ifremer, préciser :

- **Centre Ifremer de** : Atlantique
- **Département** : RBE
- **Unité de recherche/Laboratoire**: Unité BE (Biogéochimie et Ecotoxicologie)/LBCM
- **Tél.** : 02 40 37 41 78 **Mel** : tchouvel@ifremer.fr

4.4. Expérience d'encadrements d'étudiants :

- **Nom des doctorants dirigés antérieurement (*bourses Ifremer et autres*) sur les 7 dernières années; Sujet et date de soutenance de thèse; Situation professionnelle actuelle (*si connue*) :**

S/O

4.5. Avis concertés des responsables d'accueil (Unité et Laboratoire/Service Ifremer) :

Intitulé du laboratoire ou de l'unité : Unité Biogéochimie et Ecotoxicologie

- Nom du responsable de laboratoire ou d'unité : Thierry Burgeot

- Centre Ifremer de : Nantes

- Tél. : 02 40 37 40 51

Mel : tburgeot@ifremer.fr

- Nom de la secrétaire : M.-J. Thébaud

Tél. secrétariat : 02 40 37 41 93

- Intitulé du département : Ressources Biologiques et Environnement

- Nom du responsable de département : Tristan Renault

- Centre Ifremer de :

- Tél. : 02 40 37 41 89

Mel : Tristan.Renault@ifremer.fr

- Nom de la secrétaire : C. Maisonneuve

Tél. secrétariat : 02 40 37 40 44

- Expérience acquise par le laboratoire ou l'unité d'accueil :

Le LBCM s'intéresse au devenir et aux effets des contaminants chimiques depuis leurs sources jusqu'à leurs transferts vers les réseaux trophiques des écosystèmes marins. Leur activité récente se décline en 3 objectifs :

- Identifier et quantifier les apports et les sources de contaminants pour l'environnement marin (sources et apports),
- Etudier les processus biogéochimiques majeurs qui gouvernent la spéciation des contaminants métalliques dans la colonne d'eau et par conséquent leur biodisponibilité et leur toxicité (relation spéciation/biodisponibilité),
- Améliorer la connaissance des mécanismes gouvernant les transferts des contaminants métalliques et leur bioaccumulation dans les réseaux trophiques marins (bioaccumulation/bioamplification).

Ils ont par exemple conduit des recherches sur les **sources de polluants métalliques** (comme le mercure dans le projet européen du 7^{ème} PCRD GMOS, l'argent en Gironde dans le projet EELSCOPE ou le plomb dans le projet Seine-Aval ISOMET et MERMEX avec l'action C3A :Contaminant inputs from large Cities in the Coastal Area, leur devenir (projet DYCOMED), l'enregistrement de leurs apports dans le sédiment marin (projet européen HERMIONE et ANR EXTREMA) ou leurs transferts dans la chaîne trophique de poissons pélagiques (projet ANR COSTAS).

Aujourd'hui le laboratoire poursuit son activité au travers de différentes actions collaboratives et pluridisciplinaires comme par exemple le programme PolluSols en Loire ou MERMEX/MERITE et SCOTTI en région PACA (en lien avec le LER/PAC).

Dans le cadre des projet RS2E et PolluSols, animés par l'Observatoire des Sciences de l'Univers Nantes-Atlantique (OSUNA), le LBCM étudie le comportement biogéochimique et la mobilité des contaminants en milieu estuarien. Il vise d'une part à mieux appréhender les effets des pressions anthropiques (augmentation de la densité de population, travaux d'aménagement ...) sur la charge, la distribution et la mobilité des

contaminants ; et d'autre part à mettre en place des traceurs et marqueurs de l'empreinte anthropique (signatures isotopiques et multi-élémentaires. Dans le cadre de MERMEX/MERITE et SCOTTI, le LBCM et le LERPAC s'intéressent cette fois-ci aux transferts des contaminants remobilisés depuis les zones de stockage (sédiments) vers la colonne d'eau et les réseaux trophiques. Les équipes étudient tout particulièrement la relation complexe « spéciation/bioaccumulation » en combinant l'utilisation des DGT pour la détermination des formes labiles et l'utilisation des signatures isotopiques des différents compartiments pour tracer les échanges entre les différents compartiments. Toutes ces actions reposent en grande partie sur l'expertise du LBCM dans les domaines de la biogéochimie et sa capacité à déterminer les teneurs en métaux traces et métalloïdes associées aux différentes phases constitutives d'un hydrosystème, incluant le milieu marin, à des niveaux proches des « backgrounds » géochimiques.

- Moyens nécessaires et disponibles pour la réalisation du travail :

- Moyens analytiques (instrumentation) et d'incubation (photobioréacteurs)
- Accès aux moyens d'échantillonnage du MIO, au pôle analytique du GET et des partenaires extérieurs.


- Période d'accueil envisagée : Janvier 2019-2022

- Avis concertés des responsables de l'unité et du laboratoire/service d'accueil :
qui s'engagent à accueillir le candidat au cas où une bourse lui serait accordée et à lui fournir les moyens matériels nécessaires à la réalisation du projet proposé.

Le sujet de thèse proposé offre la possibilité de mener dans un cadre international, une thématique clé de l'unité BE. La bioaccumulation du mercure est sélectionnée au sein du projet d'unité BE comme modèle pour comprendre les processus originaux de spéciation et bioamplification d'un contaminant métallique dans les réseaux trophiques. Le mercure est un contaminant métallique répondant aux enjeux d'une substance toxique prioritaire retenue dans la liste des contaminants de la DCE, DCSMM et la convention de Minamata. Cette demande concerne une resoumission d'un projet ITN avec financement complet de bourse et de frais de fonctionnement au laboratoire. Je donne un avis très favorable

**Nom et signature du responsable de l'unité de recherche et
du laboratoire/service d'accueil**

Thierry Burgeot
Responsable de l'unité de
Biogéochimie et Ecotoxicologie
Ifremer Nantes



4.6. Avis d'autre(s) unité(s) d'accueil (universités, CNRS, autres organismes...) :

Le projet d'ITN est en construction et ce dossier Ifremer est en avance de phase. Néanmoins le MIO complètera cette partie du dossier courant novembre 2017.

Intitulé 1 :

- Nom du responsable :

- Adresse :

Tél. :

Mel :

- Nom de la secrétaire :

Tél. secrétariat :

- Expérience acquise par cette unité d'accueil :

- Moyens nécessaires et disponibles pour la réalisation du travail :

- Période d'accueil envisagée :

- Avis du responsable de l'unité d'accueil :

qui s'engage à accueillir le candidat au cas où une bourse lui serait accordée et à lui fournir les moyens matériels nécessaires à la réalisation du projet proposé.

Nom et signature du responsable de l'unité d'accueil extérieure à l'Ifremer

4.7. Avis du responsable de projet (si la thèse se déroule dans le cadre d'un projet contractualisé) :

Le projet d'ITN est en construction et ce dossier Ifremer est en avance de phase. Néanmoins la coordinatrice complètera cette partie du dossier courant novembre 2017.

Nom et Signature du responsable de projet

4.8. Avis du Directeur de Département:

Nom et signature du Directeur de Département