

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Formulaire demande de financement : ARED - ISblue -
ETABLISSEMENTS - ...

pour dépôt sur le serveur <https://theses.u-bretagne.fr/sml> au format PDF

Identification du projet

Acronyme du projet (8 caractères *maximum*) : REaSON

Intitulé du projet en langue française : Redéfinir le flux de silice biogénique benthique et son rôle dans le cycle global du silicium dans l'océan

Intitulé du projet en langue anglaise : Re-defining the benthic flux of biogenic silica and its role in the global marine silicon cycle

Domaine d'innovation stratégique (DIS) du projet

Cocher le DIS prioritaire au sein duquel le projet de thèse s'intègre.

- DIS 1 : Innovations sociales et citoyennes pour une société ouverte et créative
- DIS 2 : Chaîne alimentaire durable pour des aliments de qualité
- DIS 3 : Activités maritimes pour une croissance bleue
- DIS 4 : Technologies pour la société numérique
- DIS 5 : Santé et bien-être pour une meilleure qualité de vie
- DIS 6 : Technologies de pointe pour les applications industrielles
- DIS 7 : Observation et ingénieries écologique et énergétique au service de l'environnement

Si aucun DIS ne correspond, cocher « Projet Blanc ».

- « Projet Blanc »

Préciser le sous-domaine correspondant :

D7A - Observation, surveillance et gestion de l'environnement et des éco-systèmes et de leurs inter-actions

DIS secondaire si nécessaire :

Présentation de l'établissement porteur (bénéficiaire de l'aide régionale)

Établissement porteur du projet : Université de Bretagne Occidentale

Identification du-de la responsable du projet (futur-e directeur-trice de thèse)

Nom du laboratoire d'accueil : Laboratoire des sciences de l'environnement marin, LEMAR

Code du laboratoire (U/UMR/USR/EA/JE/...) : UMR6539

Directeur du Laboratoire : Luis Tito de Morais

Nom de l'équipe de recherche : Chimie Marine, Cycles Biogéochimiques et dynamique océanique, CHIBIDO

Nombre HDR dans le laboratoire : 48

Nombre de thèses en cours : 47

Nombre de post-docs en cours : 12

Nom et prénom du directeur de thèse (HDR), porteur du projet : Leynaert, Aude (CR1 CNRS, LEMAR – UMR6539)

- **e-mail :** aude.leynaert@univ-brest.fr

- **Téléphone :** +33 2 98 49 86 57

- **Publications récentes du directeur-trice de thèse** (nb total et 5 références max au cours des 5 dernières années) :
Nombre total – 44

1. López-Acosta M., **A. Leynaert**, V. Coquille, M. Maldonado, **2018**. Silicon utilization by sponges: an assessment of seasonal changes. Mar. Ecol. Progr. Ser., <https://doi.org/10.3354/meps12752>

2. Gourault M., R. Lavaud, **A. Leynaert**, L. Pecquerie, Y.M. Paulet, S. Pouvreau, **2018**. New insights into the reproductive cycle of two Great Scallop populations in Brittany (France) using a DEB modelling approach. Journal of Sea Research. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2018.09.020>

3. López-Acosta M., **Leynaert A.**, Grall J., Maldonado M. **2018**. Silicon consumption kinetics by marine sponges: an assessment of their role at the ecosystem level. Limnol. Oceanogr. DOI: 10.1002/lno.10956

4. **Leynaert A.**, Fardel C., Beker B., Soler Ch., Delebecq G., Lemercier A., Pondaven Ph., Durand P.-E., Heggarty K., **2018**. Diatom frustules nanostructure in pelagic and benthic environments. Silicon. DOI: 10.1007/s12633-018-9809-0.

5. Siano R., Chapelle A., Antoine V., Michel-Guillou E., Rigaut-Jalabert F., Guillou L., Hegaret H., **Leynaert A.**, Curd A., **2018**. Citizen participation in monitoring phytoplankton seawater discolorations. Marine Policy DOI: 10.1016/j.marpol.2018.01.022

- Expériences d'encadrement et co-encadrement de doctorants (passées et en cours)

Nom : Natalia Llopis-Monferrer. *En cours 2017-2020. Sujet :* Rhizaria: an unexpected role in the silica cycle?
Financement : LabexMer / Région. Direction (100%)

Nom : Maria Lopez Acosta. *Soutenu en 2018. Sujet :* Silicon consumption by marine sponges. Co-supervision (30%). *Financement :* Gouvernement Espagnol (BES-BES-2013-062931, MEC-CTM2012-37787, MINECO-CTM2015-67221-R) *Situation professionnelle :* Post-doctorat.

Nom : Arnab Chatterjee. *Soutenu en 2013. Sujet :* Rôle des micro-algues benthiques dans la zone côtière : biodiversité, productivité, toxicité ». *Financement :* ARED et projets CHIVAS et BECOZ. Direction (100%)
Situation professionnelle : Manager at Applied Research Works Pvt. Ltd., Kolkata, West Bengal, Inde

Co-directeur-trice de thèse et co-encadrant scientifique : Sutton, Jill (Maitre de conférences)

- **Laboratoire de recherche co-encadrant** (nom + code U/UMR/USR/EA/JE/...) : LEMAR, UMR6539

- **e-mail :** Jill.Sutton@univ-brest.fr

- **Téléphone :** +33 2 98 49 86 43

- **Expériences d'encadrement et co-encadrement de doctorants (passées et en cours)**

(nom des doctorants dirigés et en cours et antérieurement, sur les 6 années passées : sujet, financement, date de soutenance, et situation professionnelle actuelle si connue) :

Rien à déclarer, Première demande

Le cas échéant, autres collaborations (co-encadrant et laboratoire concerné)

Présentation du projet (en langue française ou anglaise, 2 à 3 pages)

Résumé du projet (4000 caractères maxi espaces compris) :

During the geological history of the Earth, evolutionary competition for dissolved silicon in the ocean directly influenced changes in the global cycles of silicon, carbon, and other nutrients that regulate ocean productivity and ultimately the Earth's climate^{1,2}. Radiolarians, sponges and diatoms are key players of this evolution and, as such, have provided rich palaeontological records for a multitude of palaeoceanographic studies³. These marine micro-organisms, which can produce intricate skeletons of silica, are very sensitive to changes in environmental conditions. The resistant silica-based skeletons of these organisms are particularly useful in regions of importance for studying climate change where carbonate-based archives are poorly preserved. The study of the biogeochemistry of these skeletons in the sediment layers allows us to obtain information on the environmental conditions and their variability over time.

In September 2015, with the financial support of LabexMER, the Silica Group (within the Laboratory of Environmental Marine Sciences; LEMAR, France) started a series of SILICAMICS conferences bringing together 60 silicon cycle experts. During the second SILICAMICS (II) conference, which promoted interactions between chemists, biochemists, physiologists, biogeochemists and genomics experts to better understand the processes of silicification and the role of silicifiers in marine ecosystems, the international consortium produced a number of scientific challenges to improve our understanding of the silicon cycle. **Among these challenges, was the poor characterization of the benthic component of the marine silicon cycle.** This was due, in part, to the lack of an internationally recognized method for accurately measuring biogenic silica (BSi) content in marine sediments. In addition, the intercalibration exercises that have been performed over the past 20 years have all highlighted that the disparity of the results for BSi analyses can vary by sample type, matrix, and provenance (e.g. see Conley et al., 1998⁴).

The proposed thesis will reassess the burial flux of opal in sediments in the context of the global marine silicon cycle⁵. This will be achieved by conducting an evaluation of the principal factors (identified but not thoroughly evaluated by the scientific community) that influence the accuracy of the analysis of BSi in sediment including:

- (1) the **physical structure and trace element content** of the **BSi** found within the sediment
- (2) the **structural/mineral/chemical composition** of the **sediment samples** (e.g. biogenic vs. lithogenic content; Al:Si ratio; Fe:Si ratio)
- (3) the **provenance** (physico-chemical environment) of the sediment samples

This thesis plans to characterize biogenic silica from a variety of different regions (e.g. East China Sea, Southern Ocean, North Atlantic Ocean) using several different methods and equipment, and will help to reinforce the development of strong international collaborations.

This thesis will benefit from an international cooperation as established under the framework of the SILICAMICS consortium. The LEMAR has extensive experience in sampling and analyzing silicon in dissolved and particulate fractions in different matrices using different techniques, including UV spectrometry, inductively coupled plasma mass spectrometry (ICPMS), Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy, and Nuclear Magnetic Resonance (NMR). The LEMAR is equipped with several clean laboratories for sample preparation. All baseline analyses (biogenic silica, dissolved, lithogenic) can be performed using existing LEMAR analytical facilities (PACHIDERM, PSO, PIIM-DRX).

References: **(1)** Hendry, K. R., et al. *Front. Mar. Sci.* 5 :22 (2018). **(2)** Conley, D. et al. *Front. Mar. Sci.* 4 :397 (2017). **(3)** Racki, G. and Cordey, F. *Earth Sci. Rev.* 52, 83-120 (2000). **(4)** Conley, D. J. *Marine Chemistry*, 63(1-2), 39-48. (1998). **(5)** Tréguer, P. J., and De La Rocha, C. L., *Ann. Rev. Mar. Sci.* 5, 477-501 (2013).

Présentation détaillée du projet :

1 - Hypothèse et questions posées, identification des points de blocages scientifiques

L'étude de la biogéochimie des squelettes siliceux dans les couches de sédiments nous permettent d'obtenir des informations sur les conditions environnementales et leur variabilité dans le temps. En septembre 2015, avec le soutien du LabexMER, le Groupe Silice (LEMAR) a débuté un cycle de conférences SILICAMICS regroupant 60 experts du cycle du silicium. Pendant le deuxième congrès SILICAMICS (II), qui a favorisé les interactions entre chimistes, biochimistes, physiologistes, biogéochimistes et experts en génomique pour mieux comprendre les processus de silicification et le rôle

des silicifiants dans les écosystèmes marins, le consortium international s'est mis d'accord sur un certain nombre de défis scientifique à relever pour améliorer notre compréhension du cycle du silicium. Parmi ces défis, alors que depuis 20 ans toutes les études d'intercalibration et d'intercomparaison ont souligné la disparité des résultats selon le type d'échantillon, sa matrice, et son origine⁴, à ce jour il n'existe toujours aucune méthode validée à l'international permettant de mesurer précisément la teneur en silice biogénique dans les sédiments. La thèse proposée réévaluera le flux d'enfouissement de l'opale dans les sédiments dans le contexte du cycle global du silicium marin⁵. Pour ce faire, on procédera à une évaluation des principaux facteurs (identifiés mais non évalués en profondeur par la communauté scientifique) qui influent sur l'exactitude de l'analyse du BSi dans les sédiments, notamment : (1) la structure de la silice en lien avec les espèces siliceuses, (2) la matrice, et (3) les conditions physico-chimiques.

2 - Approche méthodologique et techniques envisagées :

Pour réévaluer le flux d'enfouissement de l'opale dans les sédiments ainsi que pour mieux contraindre le flux d'altération inverse du silicium marin global, cette thèse définira le protocole optimal pour analyser le BSi dans les sédiments en menant une évaluation approfondie des principaux facteurs (déjà identifiés par la communauté scientifique ; Conley 1998) qui influencent la précision de l'analyse du BSi dans les sédiments, notamment :

(1) la structure physique et la teneur en éléments trace de la BSi dans le sédiment

(2) la composition structurale, minérale/chimique des échantillons de sédiments (p. ex. teneur biogénique par rapport à la teneur lithogénique, rapport Al:Si, rapport Fe:Si)

(3) la provenance (environnement physico-chimique) des échantillons de sédiments

Cette thèse vise à caractériser la silice biogénique de différentes régions (par exemple la mer de Chine orientale, l'océan Austral, l'océan Atlantique Nord) et mettre au point un protocole d'analyse de référence pour mieux contraindre les flux benthiques de silice dans l'océan mondial. Cette étude sera basée sur plusieurs méthodes et différents équipements. Elle contribuera à renforcer le développement de collaborations internationales, notamment dans le cadre d'atelier d'intercalibration (Jill Sutton est représentante pour GEOTRACES-PAGES de la coordination d'un programme d'intercalibration pour plusieurs éléments, la BSi inclus).

Le LEMAR possède une forte expérience dans l'échantillonnage et l'analyse du silicium dans les fractions dissoutes et particulaires dans différentes matrices et utilise différentes techniques, y compris la spectrométrie UV, la spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ICPMS), la spectrométrie Infra-Rouge à Transformée de Fourier (IRTF), et la Résonance Magnétique Nucléaire (RMN). Pour mener à bien ce travail, le LEMAR est équipé de plusieurs laboratoires propres (salles blanches) pour la préparation des échantillons. Toutes les analyses de base (silice biogénique, dissoute, lithogénique) seront réalisées en utilisant les plates-formes existantes du LEMAR (PACHIDERM, PSO, PIIM-DRX).

3 - Positionnement et environnement scientifique dans le contexte régional, national et international :

Ce projet s'insère tout particulièrement dans la continuité des travaux menés par l'Unité depuis plus de trois décennies. Les chercheurs du LEMAR sont reconnus au niveau international pour leurs travaux sur le cycle de la silice. Cette thèse permettra d'accroître la notoriété de la recherche conduite en Bretagne au sein de la communauté scientifique internationale.

Le travail sera réalisé en collaboration avec SuMei Liu (Ocean University of China), spécialiste des cycles biogéochimiques marins et de l'océanographie chimique, qui co-superviser le doctorat. SuMei Liu a de nombreuses publications en lien avec le cycle du silicium dans l'océan et la dynamique de dissolution de la silice biogénique.

Au vu de l'enjeu, cette thèse sera menée en collaboration avec des laboratoires internationaux leader sur le cycle du silicium : aux Etats Unis (University of California, Santa Barbara), en Europe du nord (University of Lund, Suède), et en Asie (Ocean University of China). Au travers de ces fortes collaborations ainsi que la participation à un projet d'envergure, REASON participera à la visibilité internationale de la région.

Cette thèse sera également en forte interaction avec d'autres membres du LEMAR (équipe CHIBIDO ; B. Moriceau et M. Gallinari, équipe DISCOVERY ; P. Pondaven), de l'Observatoire de L'IUEM (J. Grall) et de l'Ifremer (A. Erhold).

Le coût de fonctionnement des travaux sera couvert par le programme ANR « RadiCal « Calibration des isotopes stable du silicium des Radiolaires : Développement d'un nouveau paleo-indicateur du cycle du silicium marin » (PI : J. Sutton,

LEMAR) dont un des objectifs est de mesurer précisément la teneur des radiolaires (en silice biogénique) dans les sédiments.

4 - Pour la région Bretagne : adéquation du projet au regard du DIS de rattachement (et/ou du DIS secondaire).

Parce que le cycle de la silice est lié au cycle du carbone, notamment en ce qui concerne le rôle clé des diatomées dans la pompe biologique du CO₂ et en tant que ressource majeure dans les réseaux trophiques des zones les plus productives de l'océan mondial, REaSON sera une contribution au programme international IMBER (Integrated Marine Biogeochemistry and Ecosystems Research, <http://www.imber.info/index.php/Science/Science-Plan>) soutenu par IGBP et SCOR, voir thèmes 1 et 2 : "Les interactions entre cycles biochimiques et réseaux alimentaires marins" et "la sensibilité au changement planétaire". Dans ce cadre, le projet REaSON s'intègre parfaitement dans le DIS D7A de la Région Bretagne (Observation, surveillance et gestion de l'environnement et des éco-systèmes et de leurs inter-actions).

5 - Si « projet blanc » (hors DIS), préciser les raisons de ce choix :

6 - Si lien avec projet ERC, préciser lequel :

7 - Autres informations utiles (CPER, FEDER, concernant la politique régionale) :

8 - Le cas échéant, précisez le lien du sujet avec les thèmes ISblue

- la régulation du climat par l'océan
- les interactions entre la Terre et l'océan
- la durabilité des systèmes côtiers
- l'océan vivant et les services écosystémiques
- les systèmes d'observation à long terme

Le cas échéant (si financement ISblue demandé): en regard de la formation par la recherche du futur docteur, perspectives d'insertion professionnelle dans le milieu académique et non académique

Cette thèse va renforcer les connaissances en chimie du candidat et approfondir ses connaissances en chimie sédimentaires avec l'acquisition de nombreuses techniques d'analyses, comme l'IRTF, la spectrométrie de masse (ICPMS), la RMN... qui pourront être valorisées auprès d'entreprises privées (pétrolier par ex), ou dans le monde académique. Cette thèse va fournir à l'étudiant une expérience dans un contexte international susceptible d'ouvrir des opportunités d'insertion professionnelle.

9 - Contexte scientifique et partenarial : éléments généraux

Au vu de l'enjeu, cette thèse sera menée en collaboration avec des laboratoires internationaux leader sur le cycle du silicium : aux Etats Unis (University of California, Santa Barbara), en Europe du nord (University of Lund, Suède), et en Asie (Ocean University of China). Voir présentation du projet (ci-dessus) pour détail.

10 - Si projet de co-tutelle, internationale, précisez le pays et l'établissement

Su Mei Liu, Ocean University of China, China

11 - Financements Région Bretagne acquis par le porteur au cours des 3 dernières années (titre, montant)

Bourse de thèse LabexMer / Région Bretagne de Natalia Llopis-Monferrer. *En cours 2017-2020. Sujet* : Rhizaria: an unexpected role in the silica cycle? Direction (100%)

12 - Si projet cofinancé, nom du cofinancier (sollicité et ou acquis)

Acquis - Ocean University of China, Quingdao, Chine

13 - Si cofinancement refusé, autres sources de cofinancement identifiées

Le – la candidat.e

Profil souhaité du candidat (compétences scientifiques et techniques requises) :

Le candidat ou la candidate sera titulaire d'un Master en chimie ; une formation en chimie, chimie marine, et/ou géologie. Une bonne maîtrise de l'anglais est nécessaire.

Projet de thèse en cotutelle internationale

S'agit-il d'un projet de thèse en cotutelle internationale (oui/non) : oui

Si oui, préciser l'établissement pressenti (et le pays de rattachement) : Ocean University of China, China

Ce projet de thèse fera-t-il l'objet d'un cofinancement international (oui/non) : oui

(Rémunération du doctorant par l'établissement implanté sur le territoire régional (18 mois sur 36 mois), et l'établissement étranger, qui s'engage également à rémunérer le doctorant dans le cadre de son séjour à l'étranger, soit durant 18 mois -a minima-)

En cas de cofinancement international, préciser -si vous en avez connaissance- l'organisation du calendrier des périodes de séjour :

Financement du projet de thèse

Part de l'enveloppe financière régionale affectée au projet :

Financement Région 100 %

Financement Région 50 % (préconisé)

En cas de financement à 50 %, le cofinancement est-il déjà identifié (oui/non) : Oui

Si oui, préciser la nature du cofinancement (ANR, partenaire privé, Ademe, etc.) : Ocean University of China

Si le cofinancement n'est pas encore confirmé, date prévue de réponse du cofinancier :

En cas de non-obtention du cofinancement demandé, une autre source de cofinancement est-elle identifiée (oui/non) : non

Annexe : Domaines et sous-domaines d'innovation stratégique

Domaines d'innovation stratégique

- 1/ Innovations sociales et citoyennes pour une société ouverte et créative
- 2/ Chaîne alimentaire durable pour des aliments de qualité
- 3/ Activités maritimes pour une croissance bleue
- 4/ Technologies pour la société numérique
- 5/ Santé et bien-être pour une meilleure qualité de vie
- 6/ Technologies de pointe pour les applications industrielles
- 7/ Observation et ingénieries écologique et énergétique au service de l'environnement

Ventilation en sous-domaines

D1 – Innovations sociales et citoyennes pour une société ouverte et créative

- 1A- Démarches d'innovation sociale et citoyenne
- 1B- E-éducation et e-learning
- 1C- Patrimoine et tourisme durable
- 1D- Industries créatives et culturelles
- 1E- Transitions et mutations des modèles économiques des filières et des entreprises

D2- Chaîne alimentaire durable pour des aliments de qualité

- 2A- Qualité et sécurité sanitaire des aliments
- 2B- Nouveaux modèles de production agricole
- 2C- Usine agro-alimentaire du futur

D3- Activités maritimes pour une croissance bleue

- 3A- Energies marines renouvelables
- 3B- Valorisation de la biomasse marine et biotechnologies (pour toutes les applications)
- 3C- Valorisation des ressources minières marines
- 3D- Nouveaux modèles d'exploitation des ressources vivantes aquatiques (pêche et aquacultures)
- 3E- Navire du futur
- 3F- Sécurité et sûreté maritime

D4- Technologies pour la société numérique

- 4A- Internet du futur : objets communicants, cloud computing et big data
- 4B- Images et contenus
- 4C- Conception logiciels
- 4D- Modélisation numérique
- 4E- Réseaux convergents, fixes mobile broadcast
- 4F- Cybersécurité

D5- Santé et bien-être pour une meilleure qualité de vie

- 5A- Prévention – santé – bien-être
- 5B- Nouvelles approches thérapeutiques alliant génétique, bio-marqueurs et biomolécules
- 5C- Technologies médicales, diagnostiques et thérapeutiques et e-santé

D6- Technologies de pointe pour les applications industrielles

- 6A- Photonique et matériaux pour l'optique
- 6B- Matériaux multi-fonctionnels
- 6C- Technologies en environnements sévères
- 6D- Electronique, robotique et cobotique pour l'ingénierie industrielle
- 6E- Systèmes de production avancés de petites et moyennes séries (usine du futur)

D7- Observation et Ingénieries écologique et énergétique au service de l'environnement

- 7A- Observation, surveillance et gestion de l'environnement et des éco-systèmes et de leurs inter-actions
- 7B- Réseaux énergétiques intelligents
- 7C- Système constructif performant et durable (éco-construction et éco-rénovation, TIC et bâtiment)
- 7D- Véhicules et mobilités serviciels durables
- 7E- Eco-procédés, éco-produits et matériaux bio-sourcés.