

PROPOSITION DE SUJET POUR UN CONTRAT DOCTORAL

Laboratoire : LIENSS
Titre de la thèse Étude de la capacité des micro-organismes associés à la glace terrestre à atténuer les émissions de gaz à effet de serre en Arctique.
Direction de la thèse <i>directeur-trice-s (grade, HDR) et éventuels co-directeur-trice-s</i> Dimitri Kalenitchenko - 60% - (MCF, HDR 2023-2024) Co-encadrant Andrew Hodson - 20% - (Pr) de l'université du Svalbard (UNIS), Christine Dupuy - 20% - (Pr, HDR), Demande d'une co-tutelle avec l'université du Svalbard (UNIS).
Adéquation scientifique avec les priorités de l'établissement <i>Cette thèse cherchera à mieux comprendre l'impact (positif ou négatif) que les microorganismes associés à la glace saisonnière ont sur le cycle du carbone. Le site d'étude choisi se situe sur le littoral du Svalbard (Arctique), un milieu faiblement anthropisé et par conséquent mal connu qui vient contraster avec le littoral rochelais. Dans le cadre de la stratégie de l'institut LUDI, cette thèse apportera la composante littorale arctique et permettra un rapprochement avec l'université du Svalbard (UNIS), elle-même située sur le littoral. Ce rapprochement, au travers de la cotutelle avec Andrew Hodson, permettra de compléter le réseau de partenaire du LUDI avec l'université littorale la plus septentrionale du monde et ainsi compléter le maillage d'université du littoral du projet EU-CONEXUS.</i>
Descriptif du sujet <i>(enjeux scientifiques, applicatifs, sociétaux...)</i> <i>Le.a candidat.e sera intégré.e au projet financé par le research council of Norway, METHANICE (800 k€), qui a pour objectif d'identifier l'impact des micro-organismes associés à la glace saisonnière terrestre en Arctique sur le cycle du carbone. L'Arctique et sa cryosphère sont des régions particulièrement menacées par les changements climatiques en raison du réchauffement plus rapide observé comparé aux latitudes moyennes. C'est, par conséquent, une région d'intérêt pour l'étude des budgets carbone en raison de la fonte du pergélisol qui conduit à un relargage de méthane et de dioxyde de carbone vers l'atmosphère.</i> <i>Dans cette thèse, le.a candidat.e s'intéressera à la glace saisonnière se formant en hiver au-dessus de sources d'eau riches en méthane et en dioxyde de carbone au Svalbard. Ces gaz à effet de serre sont issus de la dissociation du permafrost et transportés sous forme dissoute jusqu'à la surface, faisant du système d'étude (Lagoon Pingo, Svalbard, Norvège) une opportunité accessible pour l'étude des communautés microbiennes capables de métaboliser ces sources de carbone.</i>

Les données préliminaires recueillies en 2020 nous ont permis de montrer qu'un flux constant de ce gaz diffuse vers l'atmosphère à travers la glace. En été, les aquifères sont colonisés par des micro-organismes, dont une partie est associée à la consommation de méthane. Toutefois, on ignore encore s'ils sont actifs en hiver dans le réservoir d'eau ou dans la couverture de glace.

Le.a doctorant.e testera l'hypothèse qu'une communauté microbienne active se met en place dans le système gelé hivernal, et consomme activement les GES ramenés à la surface depuis le pergélisol, atténuant ainsi leur relargage dans l'atmosphère. Pour adresser ce nouveau concept, le.a candidat.e mettra en place des expérimentations in situ et ex situ en utilisant des outils de pointe pour surveiller les flux de gaz, la géochimie et les activités microbiennes.

Plus précisément, le candidat.e étudiera :

1. Les flux s'échappant de la source gelée en période hivernale, lorsqu'elle est recouverte par une couche de glace. La quantité de gaz à effet de serre utilisée par les microorganismes sera mesurée in situ à l'aide d'un analyseur LGR (Off-Axis Integrated Cavity Output Spectroscopy) permettant de quantifier les gaz libérés dans l'atmosphère. Une deuxième approche ciblera les métabolismes microbiens ayant le potentiel d'atténuer les émissions de carbone en testant leurs présences dans les carottes de glace. Cette dernière approche sera réalisée grâce à des méthodes de séquençage à haut débit, permettant de caractériser la diversité taxonomique et fonctionnelle des communautés microbiennes, ainsi que de statuer sur leur caractère actif.

2. La dynamique saisonnière de ces communautés à travers la réalisation de séries temporelles qui permettront de déterminer le moment où le système devient un puits de carbone, et comment la modification de la durée des saisons en Arctique pourrait perturber la mise en place de ces communautés.

3. L'effet de la géochimie et de la morphologie de la masse d'eau sur la structure, la composition et l'activité métabolique des communautés microbiennes associées à la glace saisonnière terrestre. Ces résultats permettront de comprendre les facteurs géochimiques influençant le budget carbone de ces systèmes. Ce dernier axe sera conduit à travers l'étude d'autres systèmes similaires au Svalbard.

À travers ces trois axes, le.a candidat.e contribuera à compléter les lacunes de connaissances autour des processus microbiens ayant lieu dans la glace saisonnière terrestre. De plus, elle permettra de mieux comprendre l'écologie des microorganismes se développant à basse température et en absence d'énergie lumineuse. Le but du candidat sera d'explorer l'activité des communautés microbiennes et le rôle de l'écosystème associé à la glace vis-à-vis du cycle du carbone.

Contexte partenarial (cotutelle internationale, EU-CONEXUS, partenariat avec un autre laboratoire, une entreprise...)

La thèse sera en cotutelle avec le professeur Andrew Hodson de l'Université du Svalbard (H index : 56, 188 articles). L'étudiant.e aura l'opportunité de travailler dans le cadre du projet METHANICE (PI : Dimitri Kalenitchenko) financé à hauteur de 800 K€ par le Research Council of Norway.

Impacts (scientifiques, technologiques, socio-économiques, environnementaux, sociétaux...)

Au travers d'un minimum de trois publications scientifiques, la thèse étudiera (1) l'existence d'une communauté psychrophile active associée à la glace terrestre impactée par une source d'énergie chimique, (2) la succession temporelle permettant l'établissement de la communauté microbienne capable de fixer du carbone inorganique, (3) la variabilité spatiale de ces microorganismes étendue à des corps d'eau similaires.

Le.a candidat.e participera, en collaboration avec l'institut océanographique de Woodshole, au développement technologique d'un observatoire capable de récolter des données environnementales sous le couvert de glace. L'observatoire devra être open source et pourra être déployé dans différentes régions peu ou non anthropisées. Ce développement de capteurs low-cost est en adéquation avec la volonté de l'université de la Rochelle de piloter le développement de zones ateliers en environnement côtier qui bénéficieront du travail du candidat.e.

Au travers de son travail le.a candidat.e sera amené.e à collaborer avec Kevin Hand (JPL, NASA), directeur du projet "Europa lander" visant à étudier la présence de forme de vie présente dans la glace d'eau d'Europe. Les résultats du candidat.e permettront de préparer la mission qui sera la première à emporter un microscope photonique afin d'étudier les formes de vie présentes à la surface d'une lune glacée. Ce travail aura à long terme un fort impact sociétal vis-à-vis de notre connaissance des limites de la vie.

Enfin, le travail du candidat.e s'inscrira dans l'objectif 13 des Nations Unies "Take urgent action to combat climate change and its impacts" permettant de guider de futures actions sociales et politiques à l'échelle internationale, participant à la compréhension du recyclage d'un gaz à effet de serre dans un environnement fortement menacé par les changements climatiques.

Programme de travail du doctorant (tâches confiées au doctorant)

L'étudiant.e sera amené.e à participer à des campagnes d'échantillonnage en Arctique afin de collecter des carottes de glace. Ces carottes seront ensuite utilisées pour des analyses de diversité taxonomique et fonctionnelle microbienne, d'activité microbienne et de structuration des communautés, de composition géochimique et de propriétés physiques de la glace.

Calendrier de réalisation (T=Trimestre)

- T1 - 2023 : Campagne d'échantillonnage au Svalbard afin d'assurer des échantillons pour la thèse
- T2 - 2023 : Échantillonnage à résolution temporelle
- Octobre 2023 : Début de la thèse
- T4 -2023 : Recherche bibliographie pour débiter l'état de l'art. Analyses des échantillons prélevés en mars
- T1 - 2024 : Rédaction d'un article sur la diversité des microorganismes. Inscription du candidat.e au programme RED 24 (<http://www.exobiologie.fr/red/>)
- T2-2024 : Déploiement de l'observatoire *in situ* et collecte d'échantillons complémentaires au Svalbard
- T3-2024 : Conférence ISME (International Symposium on Microbial Ecology)
- T3-2024 : Analyse des communautés microbiennes
- T3 et T4-2024 : Rédaction d'un article traitant de la variabilité temporelle des microorganismes
- T3 et T4-2024 : Rédaction de l'état de l'art (partie introductive du manuscrit de thèse) et mid-term evaluation
- T1-T2 2025 : Collecte d'échantillons afin d'étudier la variabilité spatiale des microorganismes. (Kongsfjord (Svalbard), Kangerlussuaq (Groenland), Troll station (Antarctique)) financé par le centre d'excellence "Ice, Carbon, Cryosphère and Climate" de Tromsø (2023-2033) .
- T3-T4 2025: Rédaction d'un article sur la variabilité spatiale
- 2026 : Manuscrit de thèse, finalisation des publications et préparation de la soutenance

Accompagnement du doctorant / Fonctionnement de la thèse (accompagnement humain, matériel, financier, en particulier pour la prise en charge du fonctionnement de la thèse et des dépenses associées)

Le candidat au doctorat intégrera l'équipe du projet METHANICE qui financera les consommables et analyses ainsi que les déplacements du candidat (80 K€). En complément, le candidat aura sa propre ligne budgétaire à hauteur de 10k€ lui permettant de se familiariser avec la gestion budgétaire et d'acquérir une certaine indépendance. Le.a candidat.e sera rattaché.e à l'équipe BIOFEEL du LIENSs pour l'infrastructure et l'environnement interdisciplinaire. Enfin il.elle sera amené.e à interagir régulièrement avec le centre d'excellence "Ice, Carbon, Cryosphère and Climate" de Tromsø auquel est rattaché le projet METHANICE. Ce centre d'excellence regroupe des experts du domaine étudié dans le cadre de ce projet et offrira au candidat.e d'excellentes opportunités de poursuite de carrière.

L'équipe d'encadrement est composée de

- Dimitri Kalenitchenko (H-index 11), Maître de conférences de La Rochelle Université et chercheur permanent à l'université de Tromsø. Dr. Kalenitchenko est le leader du projet METHANICE, il assurera la supervision du candidat.e au doctorat et l'accompagnera dans le développement de son projet et coordonnera l'équipe d'encadrement. Il s'engage comme ci plus haut à soutenir son HDR entre 2023-2024

- *Andrew Hodson (H-index 56), professeur de l'université du Svalbard. Pr. Hodson a acquis au cours de sa carrière une solide expérience dans la conduite de projets arctiques. Il assurera la qualité des collectes d'échantillons et supportera le.a candidat.e dans l'organisation des expéditions*
- *Christine Dupuy (H-index 33), professeure de La Rochelle Université, titulaire de l'habilitation à diriger des recherches et spécialiste en écologie microbienne et travaillant dans l'implication des microorganismes dans le cycle du carbone. Pr. Dupuy possède une solide expérience dans l'encadrement d'étudiants et pourra guider le.a candidat.e au cours de sa formation*

L'ensemble de l'équipe d'encadrement s'engage à supporter le.a candidat.e au cours des trois années de thèse avec des entrevues programmées :

- Une réunion de suivi hebdomadaire sera organisée avec Dr. Kalenitchenko.
- Une réunion trimestrielle sera organisée avec l'équipe d'encadrement afin de faire un point sur l'avancée du travail de thèse. Cette réunion s'achèvera systématiquement par une discussion entre Pr. Dupuy, Pr. Hodson et le.a candidat.e afin de faire un point sur l'encadrement et la balance travail/vie personnelle. Cette discussion sera confidentielle, en accord avec le.a candidat.e un rapport sera transmis à Dr. Kalenitchenko afin d'améliorer les conditions de travail et d'encadrement du candidat.e si nécessaire.

Au-delà des entrevues programmées, le candidat pourra solliciter autant que nécessaire ses encadrants de thèse.