

## **PhD position in lipidomics and genomics at ISMER**

Project: Deciphering environmental and evolutionary controls on alkenone-producing haptophyte assemblages across the Canadian Arctic

### **Background**

Haptophyte algae are important phytoplanktonic primary producers in the ocean and in lakes. Within this group, members of the Isochrysidales produce characteristic unsaturated methyl and ethyl ketones (long-chain alkenones) that preserve in sediments for million years and can be used to infer environmental conditions in the past, including sea surface or lake surface temperatures. At higher temperature, Isochrysidales increase the relative number of unsaturations in the alkyl chain. This response can be generalized but species-specific effects still require different temperature calibrations. However, other environmental parameters such as salinity and stratification also control the presence and diversity of haptophytes and, in turn, the alkenone (and alkenoate) assemblages in different settings and the underlying species-specific temperature relationship. Until recently, the known diversity of Isochrysidales was limited to a reduced number of culturable species isolated from coastal (brackish) and oceanic environments with distinct alkenone signatures (group II and III, respectively). The advent of metagenomic studies revealed a surprisingly higher diversity of Isochrysidales in both freshwater and salty lakes across the world, often in association with a new alkenone signature (group I). Recent methodological improvements have revealed seemingly chemotaxonomically specific alkenone and alkenoate fingerprints of group I, II, and III Isochrysidales that may aid disentangling mixed species input to sediments. Yet, evolutionary controls on sedimentary alkenone distributions are poorly understood. Typically, it is assumed that the primary alkenone producers in a setting remain invariable through time but changing environmental conditions may lead to different species assemblages. Moreover, species diversification may have led to alkenone diversification in the past. Published metagenomic environmental sequences clearly delineate the existence of a potentially new family within the Isochrysidales with distinct alkenone fingerprints, suggesting several evolutionary transitions from the marine environment to inland aquatic systems.

### **Project**

This project will combine lipidomic and metagenomics tools to investigate environmental and evolutionary controls on haptophyte assemblages in lakes across the Canadian Arctic and adjacent marine settings. We will analyze recent core-top sediments along latitudinal gradients to assess the current Isochrysidales populations and their alkenone fingerprints and environmental controls on alkenone assemblages (including  $U^{k'}_{37}$  and related temperature proxies). Moreover, we will use downcore sediment records to determine the effects of species diversity on alkenone diversification as well as their link with environmental variables. Organic geochemical mass spectrometry techniques will be combined with omics methodology. We will estimate changes in Isochrysidales diversity from the sediments by retrieving their paleogenetic fingerprints through the generation of environmental DNA sequence libraries. These will be compared with sedimentary alkenone assemblages as well as other organic geochemical proxies that constrain environmental conditions.

### **Context**

The presence of alkenones in inland aquatic systems provides an unprecedented potential for the reconstruction of past terrestrial temperatures. Given that the Arctic warms at unprecedented speed, paleotemperature records from this environment are crucial to establish the paleoclimate history of the region and inform global climate models. This project will make an important contribution towards understanding past Arctic climate dynamics as well as the evolutionary history of Isochrysidales in Arctic systems.

### **PIs**

Stephanie Kusch, professor in molecular organic biogeochemistry ([stephanie\\_kusch@uqar.ca](mailto:stephanie_kusch@uqar.ca))  
El Mahdi Bendif, professor in phytoplankton ecology ([elmahdi\\_bendif@uqar.ca](mailto:elmahdi_bendif@uqar.ca))

## **Poste de doctorant en lipidomique et génomique à l'ISMER**

Projet: Déterminer le contrôle environnemental et évolutif des assemblages d'haptophytes producteurs d'alcénones dans l'Arctique canadien.

### **Contexte**

Les algues haptophytes sont d'importants producteurs primaires phytoplanctoniques dans l'océan et dans les lacs. Au sein de ce groupe, les membres des Isochrysidales produisent des méthyl et éthylcétones insaturées caractéristiques (alcénones à longue chaîne) qui restent préservées dans les sédiments pendant des millions d'années et peuvent être utilisées pour reconstituer les conditions environnementales du passé, y compris les températures de surface de la mer ou des lacs. En température élevée, les Isochrysidales augmentent le nombre relatif d'insaturations dans la chaîne alkyle. Cette réponse peut être généralisée, mais les effets en relation aux différentes espèces d'Isochrysidales nécessitent encore de nouvelles calibrations pour la température. Cependant, d'autres paramètres environnementaux tels que la salinité et la stratification contrôlent également la présence et la diversité des haptophytes et, à leur tour, les assemblages d'alcénones (et d'alcénoates) dans différents environnements et la relation spécifique aux températures. Jusqu'à récemment, la diversité connue des Isochrysidales était limitée à un nombre réduit d'espèces cultivables isolées dans des environnements côtiers (saumâtres) et océaniques avec des signatures d'alcénones distinctifs (groupe II et III, respectivement). L'avènement des études métagénomiques a révélé une diversité étonnamment plus élevée d'Isochrysidales dans les lacs d'eau douce et salée du monde entier, souvent en association avec une nouvelle signature d'alcénones (groupe I). En parallèle, des améliorations méthodologiques récentes ont permis de mieux révéler ces signatures d'alcénones et d'alcénoates distinctives des Isochrysidales (groupes I, II et III) comme marqueurs chemotaxonomiques, permettant de démêler l'apport de différentes espèces dans les sédiments. Cependant, les facteurs évolutifs sur la distribution des alcénones sédimentaires restent mal compris. En général, on suppose que les producteurs d'alcénone dans l'environnement ne varient pas dans le temps, pourtant des conditions environnementales changeantes conduisent souvent à des changements dans l'assemblage des espèces. De plus, la diversification des espèces semble avoir conduit à une diversification des alcénones dans le passé. Les séquences métagénomiques environnementales publiées délimitent clairement l'existence d'une famille potentiellement nouvelle au sein des Isochrysidales avec des empreintes d'alcénone distinctes, suggérant plusieurs transitions évolutives de l'environnement marin vers les systèmes aquatiques lacustres.

### **Projet**

Ce projet combinera des outils lipidomiques et métagénomiques pour étudier les contrôles environnementaux et évolutifs sur les assemblages d'haptophytes dans les lacs de l'Arctique canadien et les milieux marins adjacents. Nous analyserons des carottes de sédiments récents le long de gradients latitudinaux pour évaluer les populations actuelles d'Isochrysidales et leurs signatures d'alcénones ainsi que les contrôles environnementaux sur les assemblages d'alcénone (y compris  $U^{k_{37}}$  et les proxies de température connexes). De plus, nous utiliserons des enregistrements de sédiments de fond pour déterminer les effets de la diversité des espèces sur la diversification des alcénones ainsi que leur lien avec les variables environnementales. Les techniques de spectrométrie de masse en géochimie organique seront combinées avec d'autres approches "omiques". Nous estimerons les changements de la diversité des Isochrysidales dans les sédiments en révélant leurs empreintes paléogénétiques par la génération de bibliothèques de séquences d'ADN environnementales. Celles-ci seront comparées aux assemblages d'alcénones sédimentaires ainsi qu'à d'autres proxies géochimiques organiques qui limitent les conditions environnementales.

### **Implications**

La présence d'alcénones dans les systèmes aquatiques lacustres offre un potentiel sans précédent pour la reconstruction des températures terrestres passées. Étant donné que l'Arctique se réchauffe à une vitesse sans précédent, les enregistrements de paléotempératures de cet environnement sont cruciaux pour reconstituer l'histoire paléoclimatique de la région et informer les modèles climatiques mondiaux. Ce projet apportera une contribution importante à la compréhension de la dynamique du climat arctique passé ainsi qu'à l'histoire de l'évolution des Isochrysidales dans les systèmes arctiques.

### **PIs**

Stephanie Kusch, professeure de biogéochimie organique moléculaire (stephanie\_kusch@uqar.ca)

El Mahdi Bendif, professeur en écologie du phytoplancton (elmahdi\_bendif@uqar.ca)