

Sujet de stage M2 février-juin 2020

Laboratoire

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE), Gif sur Yvette, France

Encadrement

Aline Govin

Email : aline.govin@lsce.ipsl.fr

Tel : 01 69 08 04 78

Catherine Kissel

Email : catherine.kissel@lsce.ipsl.fr

Tel : 01 69 08 04 72

Titre

Dynamique de la circulation profonde en Atlantique Nord au dernier Interglaciaire

Description

La circulation profonde en Atlantique Nord joue un rôle central dans la régulation du climat de la Terre (transport de chaleur, stockage du CO₂). Les modèles climatiques suggèrent un ralentissement en 2100 de cette circulation en réponse au changement climatique, mais de nombreuses incertitudes demeurent sur l'ampleur de cette évolution future, et ses répercussions sur le climat à l'échelle régionale et globale. Les climats chauds du passé offrent d'unique possibilités de mieux comprendre la variabilité naturelle de la circulation profonde en Atlantique Nord.

La période du dernier Interglaciaire (~129-116 ka) est particulièrement intéressante. Le réchauffement polaire reconstruit au dernier Interglaciaire pourrait être dépassé avant 2100, et son niveau marin est 5 à 9 m plus élevé qu'actuellement, de par la fonte des calottes de l'Antarctique et du Groenland. Cette période représente donc un excellent cas pour étudier la circulation en Atlantique Nord dans un contexte de réchauffement, tel qu'il pourrait être atteint dans les décennies à venir. Mais les enregistrements existants ne procurent aucune information sur la dynamique des courants profonds, et rendent très simpliste notre vision actuelle de la circulation en Atlantique Nord en climat chaud.

L'objectif du stage proposé est de reconstruire les variations d'intensité des courants profonds en Atlantique Nord pour la période chaude englobant le dernier Interglaciaire. L'intensité des courants profonds sera déterminée à partir (1) de la granulométrie (« sortable silt ») de la fraction détritique, et (2) de la composition en éléments majeurs et mineurs de deux carottes sédimentaires prélevées à 2000 m et 2800 m de profondeur.

Le/La stagiaire participera à l'échantillonnage des deux carottes de sédiment. Il/elle procédera au traitement chimique des échantillons permettant d'éliminer la fraction biogène (carbonates, opale, matière organique) et aux mesures de taille des particules détritiques (granulomètre Counter Coulter). Il/elle réalisera les mesures par fluorescence X de la composition élémentaire, à la fois directement à la surface du sédiment (scanner Avaatech) et sur échantillons discrets (spectromètre de paillasse ED-XRF). En complément, il/elle pourra utiliser les données paléomagnétiques acquises sur plusieurs carottes de l'Atlantique Nord.

Le/La stagiaire acquerra ainsi une très bonne compréhension de plusieurs traceurs sédimentologiques et géochimiques couramment utilisés en paléoclimatologie. Il/elle participera activement à l'interprétation des résultats, qui permettra de réviser le schéma de circulation profonde en Atlantique Nord en climat chaud.

Prolongement du stage

Ce stage peut se poursuivre par une thèse dont le financement est acquis (cf sujet).

Sujet de thèse 2020-2023

Laboratoire

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE), Gif sur Yvette, France

Encadrement

Aline Govin (encadrante CEA)

Email : aline.govin@lsce.ipsl.fr

Tel : 01 69 08 04 78

Catherine Kissel (directrice de thèse)

Email : catherine.kissel@lsce.ipsl.fr

Tel : 01 69 08 04 72

Financement de la thèse

Contrat de Formation par la Recherche du CEA

Financement **acquis** (Sujet Phare du CEA) pour un début à l'automne 2020

Titre

Dynamique de la circulation profonde en Atlantique Nord au sein de climats chauds : comparaison des périodes interglaciaires des derniers 450 000 ans

Description

Les modèles de simulation du climat suggèrent un ralentissement en 2100 de la circulation profonde en Atlantique en réponse au changement climatique, mais de nombreuses incertitudes demeurent sur l'ampleur de cette évolution future, et ses répercussions sur le climat à l'échelle régionale et globale.

Les périodes interglaciaires des derniers 450 000 ans présentent une très grande diversité en termes de forçage orbital et de réponse climatique (e.g. niveaux de CO₂), et plusieurs d'entre elles exhibent un réchauffement polaire d'une amplitude comparable à celle attendue à la fin du siècle. Ces périodes représentent ainsi d'excellents cas d'étude des processus de variabilité de la circulation atlantique profonde au sein de climats chauds, tels qu'ils pourraient être atteints sur Terre dans les décennies à venir.

Alors que l'Atlantique Nord joue un rôle central dans la circulation océanique globale et a fait l'objet de nombreuses études, les mécanismes contrôlant la circulation profonde dans le bassin atlantique subpolaire en climat chaud restent mal compris, pour deux raisons principales : (1) les enregistrements existants ne renseignent que qualitativement sur la répartition des principales masses d'eau d'Atlantique Nord, et (2) aucune information quantitative sur la vitesse et la direction des courants profonds n'est actuellement disponible pour les interglaciaires du passé.

De nouveaux traceurs de l'intensité des courants profonds (taille moyenne des particules détritiques fines, variation de taille et de la concentration des grains magnétiques, rapport zirconium/rubidium) ont été récemment développés dans les sédiments marins. Leur utilité dans les reconstructions paléoclimatiques est maintenant bien établie, et il est particulièrement opportun de les mettre à profit pour mieux comprendre les processus climatiques en jeu lors des périodes chaudes du passé.

Ce sujet de thèse vise ainsi à déterminer les mécanismes naturels contrôlant l'intensité de la circulation atlantique profonde au sein de climats chauds, grâce à l'étude de trois périodes interglaciaires complémentaires (les stades isotopiques 7, 9 et 11) des derniers 450 000 ans. Il repose sur un volet expérimental « multi-indicateurs » qui sera appliqué à deux carottes sédimentaires complémentaires (MD03-2679 et MD03-2673), sélectionnées à 1800 et 2800 m de profondeur en Atlantique Nord. Cette étude permettra (1) de caractériser la structure,

l'intensité, et la stabilité (ou non) de la circulation profonde en Atlantique Nord, et (2) de déterminer sa réponse aux perturbateurs du climat (apport d'eau douce issue de fonte des calottes), dans des contextes variés de réchauffement polaire qui pourrait être atteint sur Terre avant 2100.

Concrètement, l'étudiant(e) reconstruira, pour les trois périodes interglaciaires, l'intensité du principal courant profond de l'Atlantique Nord en combinant des mesures géophysiques (propriétés magnétiques du sédiment), sédimentologiques (granulométrie) et géochimiques (concentrations en éléments majeurs et mineurs) sur les deux carottes sédimentaires. Il/Elle comparera les séries temporelles obtenues aux données géochimiques (composition isotopique du carbone des foraminifères benthiques) existant sur d'autres carottes de l'Atlantique Nord. Il/Elle comparera aussi les résultats obtenus pour les trois interglaciaires étudiés aux données d'intensité disponibles pour l'interglaciaire actuel (0-10 ka) et le dernier interglaciaire (110-140 ka), dans le but d'élargir notre compréhension des mécanismes contrôlant l'intensité de la circulation atlantique profonde en climat chaud. Enfin, selon les résultats obtenus, il/elle collaborera avec les modélisateurs du LSCE pour tester les mécanismes climatiques en jeu à l'aide de simulations de modèles du climat.

L'important volet expérimental de la thèse permettra ainsi à l'étudiant(e) d'acquérir de multiples compétences analytiques en sédimentologie, paléomagnétisme et géochimie. Il/Elle aura accès à la collection d'échantillons disponible au LSCE, aux divers instruments de mesure disponibles au LSCE, et à l'expertise complémentaire en paléoclimatologie de l'équipe d'accueil et plus largement au sein du LSCE.

Profil recherché

Titulaire d'un diplôme d'ingénieur ou étudiant en Master II (en cours).

Formation en sciences de la terre, géochimie, ou géophysique.

Expérience souhaitée en sédimentologie et paléomagnétisme avec compétences réelles en préparation et mesures d'échantillons.

Intérêts scientifiques marqués pour les sciences de la terre, sciences de l'environnement et les reconstructions paléoclimatologiques.