

Climate and low latitude water cycle variations during the Quaternary : a model – data approach

The Quaternary is characterized by a succession of glacial and interglacial periods recorded in various climatic archives from high to low latitudes. However, despite the wealth of available paleoclimatic records, an accurate chronological framework is still missing to link external forcing to climatic and environmental variations recorded by the different archives. This PhD project aims at providing an unambiguous sequences of events for high vs low latitudes to test forcing and climatic mechanisms by an innovated approach combining physical climate modeling and paleoclimatic data, with a special focus on the isotopic composition of oxygen trapped in polar ice cores, a global tracer of the low latitude water cycle. A module will be developed representing the isotopic composition of oxygen in a climate model of intermediate complexity already equipped with vegetation, atmosphere and ocean modules. In parallel, additional measurements will be performed in the air trapped in the Antarctic Dome C ice core to accurately infer the link between orbital forcing (precession) and variation of the isotopic composition of oxygen over the last 800000 years.

Variations climatiques et variations du cycle hydrologique aux basses latitudes au cours du Quaternaire : une approche combinant modèle et données.

Le climat du Quaternaire est défini par une succession de périodes glaciaires et interglaciaires enregistrées dans les archives climatiques à différentes latitudes. Cependant, malgré les nombreux enregistrements paléoclimatiques disponibles aux différentes latitudes, il manque un cadre chronologique suffisamment précis pour relier l'enchaînement d' événements physiques entre le forçage externe et les variations climatiques et environnementales enregistrées par les différentes archives. Ce sujet de thèse propose d'établir sans équivoque possible la séquence des événements entre hautes et basses latitudes ainsi que de tester les différents forçages et mécanismes climatiques par une approche novatrice combinant modèle physique du climat et données d'archives paléoclimatiques, notamment l'exploitation de la composition isotopique de l'oxygène de l'air dans les carottes de glace polaire qui est un traceur global du cycle hydrologique des basses latitudes. Nous proposons de développer un module simulant la composition isotopique de l'oxygène dans un modèle climatique de complexité intermédiaire incluant déjà des modules pour simuler l'évolution de la végétation, de l'atmosphère et de l'océan. En parallèle, des mesures additionnelles seront effectuées dans l'air piégé dans la glace issue de la carotte de Dome C en Antarctique pour déterminer précisément le lien entre forçage orbital (précession) et variation de composition isotopique de l'oxygène sur les derniers 800 000 ans.

Exposé du sujet

Le climat du Quaternaire est défini par une succession de périodes glaciaires et interglaciaires enregistrées dans les archives climatiques à différentes latitudes par des variations de niveau des mers, de température, de précipitations, de gaz à effet de serre, de couvert végétal, de productivité, ... Les cycles glaciaires-interglaciaires se succèdent avec une période caractéristique de 40 000 à 100 000 ans qui sont liées aux variations de l'orbite terrestre (eccentricité, obliquité, précession de l'équinoxe). En outre, les périodes glaciaires sont caractérisées par une variabilité millénaire avec une succession d'événements abrupts associés à des variations de température de plus de 10°C en 10 ans au Groenland et des déplacements de la zone de convergence intertropicale aux basses latitudes. La cause de ces variations climatiques abruptes n'est pas encore comprise.

Malgré les nombreux enregistrements paléoclimatiques aux différentes latitudes, il manque un cadre chronologique suffisamment précis pour relier l'enchaînement d' événements physiques entre le

forçage externe et les variations climatiques et environnementales enregistrées par les différentes archives. Ce sujet de thèse propose d'établir sans équivoque possible la séquence des événements entre hautes et basses latitudes ainsi que de tester les différents forçages et mécanismes climatiques pouvant être à l'origine de ces variations enregistrées par une approche novatrice combinant modèle physique du climat et données d'archives paléoclimatiques.

La composition isotopique de l'oxygène de l'air dans les carottes de glace polaire est un traceur global du cycle hydrologique des basses latitudes : elle est liée à la position des zones de moussons grâce au transfert, par la photosynthèse, de la composition isotopique de l'eau des pluies. Sa mesure dans les carottes de glace est à relier au cycle hydrologique et donc au climat des basses latitudes. Combinées aux mesures classiques d'isotopes de l'eau dans les carottes polaires qui donnent accès à la température locale des hautes latitudes, les mesures isotopiques de l'oxygène de l'air piégé dans la glace donnent donc un accès unique à la séquence d'événements entre hautes et basses latitudes sur une même échelle de temps dans la même archive. Cependant, le lien quantitatif entre variations climatiques, variations du cycle hydrologique local et variations globale de la composition isotopique de l'oxygène n'est pas établi.

Au cours de cette thèse, nous proposons de développer un module simulant la composition isotopique de l'oxygène dans un modèle climatique de complexité intermédiaire incluant déjà des modules pour simuler l'évolution de la végétation, de l'atmosphère et de l'océan. L'avantage majeur de ce modèle climatique est sa capacité à simuler l'évolution du climat sur des périodes de plusieurs milliers d'années permettant ainsi de reconstruire les variations millénaires et orbitales du climat au cours du Quaternaire.

En parallèle, des mesures additionnelles seront effectuées dans l'air piégé dans la glace issue de la carotte de Dome C en Antarctique pour déterminer précisément le lien entre forçage orbital (précession) et variation de composition isotopique de l'oxygène sur les derniers 800 000 ans.

L'objectif fixé pour cette thèse sera d'utiliser la comparaison entre enregistrements et variations simulées du climat et de la composition isotopique de l'oxygène au cours des 800 000 dernières années pour lier forçage orbital, climat des hautes latitudes et variabilité du cycle hydrologique aux basses latitudes.

Contacts :

Amaelle.landais@lsce.ipsl.fr

Didier.roche@lsce.ipsl.fr