

**Titre :** Réponse de l'océan au déclin de la glace de mer arctique aux échelles de temps décennales à multi-décennales

La glace de mer a perdu environ 45 % de son étendue et 80% de son volume depuis le début des observations satellitaires en 1979 (Meredith *et al.*, 2019). Les projections climatiques indiquent une diminution de la glace de mer quel que soit le scénario climatique envisagé et une forte probabilité de disparition complète de la glace de mer d'été dès le milieu du siècle actuel (Stocker *et al.*, 2013). Le déclin de la banquise n'est pas seulement une conséquence du réchauffement arctique, il contribue également à l'amplification des températures de surface atmosphériques aux hautes latitudes (Cohen *et al.* 2014). L'océan libre de glace se réchauffe également en réponse au retrait de la banquise du fait notamment de la plus grande absorption du rayonnement solaire par l'océan de surface (Cohen et al. 2014). De nombreuses études se sont intéressées aux effets que pourrait avoir le déclin de banquise arctique sur le climat des moyennes latitudes via des changements de la circulation atmosphérique. Les conséquences du déclin de la glace de mer sur la circulation océanique à l'échelle globale et aux échelles de temps multi-décennales restent cependant mal connues.

L'objectif de ce stage est d'identifier les mécanismes océaniques qui interviennent dans la réponse climatique au déclin de la banquise arctique. Le travail consistera à analyser des simulations climatiques réalisées par le groupe CNRM-CERFACS et par d'autres groupes climatiques dans le cadre du projet européen APPLICATE et du projet d'intercomparaison pour CMIP6 PAMIP (Polar Amplification Model Intercomparison Project). Nous proposons d'analyser notamment des sorties de simulations climatiques réalisées à l'aide du modèle couplé océan-atmosphère CNRM-CM6 permettant d'isoler l'influence du déclin de la banquise arctique des autres influences climatiques. Le stagiaire cherchera à décrire et à quantifier i) les changements de stratification en Arctique et en Atlantique Nord, région de formation d'eaux profondes, ii) les changements de circulation océanique (circulation horizontale à l'échelle du gyre, circulation méridienne de renversement ou AMOC), iii) les anomalies de transport de chaleur et d'eau douce vers l'Arctique. Afin de déterminer l'importance du déclin de la glace de mer arctique par rapport aux autres influences climatiques (par exemple CO<sub>2</sub>, aérosols), les résultats seront comparés aux changements océaniques projetés par différents scénarios climatiques pour les décennies à venir.

Le déroulé du stage inclura les étapes suivantes :

- Etude bibliographique visant à faire un état des lieux des connaissances sur le sujet d'étude.
- Utilisation de scripts (en NCL, python) permettant de calculer et visualiser les changements de la glace de mer, de l'océan et de l'atmosphère. Adaptation de scripts existants pour étendre l'analyse.
- Analyse critique et interprétation physique des résultats en comparant à la littérature existante.
- Résumé des résultats obtenus sous forme d'une présentation (type powerpoint) et d'un rapport écrit.
- Présentation des résultats à l'oral devant l'équipe

Les qualités requises pour le bon déroulement du projet sont :

-Curiosité scientifique, esprit critique, bonne connaissance en physique, expérience en programmation, travail en équipe, capacité à travailler en autonomie.

Contact : Rym Msadek ([msadek@cerfacs.fr](mailto:msadek@cerfacs.fr))

#### Bibliographie :

Cohen, J., Screen, J. A., Furtado, J. C., Barlow, M., Whittleston, D., Coumou, D., Francis, J., Dethloff, K., Entekhabi, D., Overland, J. *et al.* (2014). Recent arctic amplification and extreme mid-latitude weather. *Nature geoscience*, 7(9):627– 637.

Meredith, M., Sommerkorn, M., Cassotta, S., Derksen, C., Ekaykin, A., Hollowed, A., Kofinas, G., Mackintosh, A., Melbourne-Thomas, J., Muelbert, M., Ottersen, G., Pritchard, H. et Schuur, E. (2019). *Polar Regions. In : IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate.*

Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P. M. *et al.* (2013). Climate change 2013 : The physical science basis. *Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, 1535.