

Variation du volume de banquise par altimétrie:

Impacts et observation de la couverture neige

Durée du stage : 6 mois

Lieu de stage : LEGOS/OMP

Indemnité de stage : environ 550€ / mois

Coordonnées et statut des responsables de stage :

FLEURY Sara (Dr-Ingénieur, LEGOS): 05 61 33 27 88 sara.fleury@legos.obs-mip.fr

Contexte scientifique :

La banquise est à la fois un témoin et un acteur majeur du changement climatique. Cependant, ses variations d'étendue et d'épaisseur sont encore relativement mal représentées dans les modèles climatiques. Depuis 1979, la diminution de l'étendue de la glace de mer dans l'Océan Arctique a pu être mise en évidence grâce à l'imagerie par satellite. Par contre, son épaisseur, indispensable pour connaître les variations de volume de glace, est plus difficile à observer.

L'observation de l'épaisseur de la banquise par satellite consiste à mesurer la hauteur de glace émergée par altimétrie et à extrapoler l'épaisseur totale en faisant l'hypothèse d'équilibre hydrostatique entre l'océan et la glace (voir figure 1). Ainsi, des premières séries de variation de l'épaisseur de la banquise ont pu être établies pour la période 2002-2019.

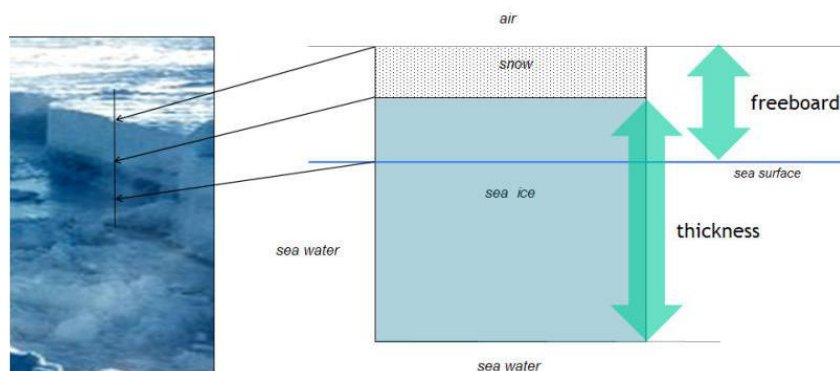


Figure 1: Schéma d'estimation de l'épaisseur de glace par altimétrie.

Ces mesures présentent des incertitudes dont les principales sources proviennent de la mesure altimétrique du franc-bord, des paramètres d'interpolation du niveau de la mer, et de l'épaisseur de la couche de neige.

Nous avons pu récemment démontrer que l'épaisseur de la neige pouvait également être observée par altimétrie en utilisant différentes fréquences radar. Ces résultats se sont concrétisés par un nouveau projet de satellite altimétrique bi-fréquence européen dénommé CRISTAL.

Objectifs du stage :

Le principal objectif du stage va être de déterminer les conditions d'observation de la couche neigeuse sur la banquise. Pour cela le stage s'appuiera sur différentes sources d'observation de la banquise : les différents satellites d'observation, les modèles des centres météorologiques, les mesures in-situ. Un intérêt particulier sera porté aux incertitudes liées à ces différentes observations.

Déroulement du stage :

1. Bibliographie ; prise en main des outils informatiques (Python), des jeux de données du LEGOS et des objectifs de la mission CRISTAL.
2. Constitution de nouveaux jeux de données en relation avec d'autres laboratoires de recherche.
3. Evaluation des méthodes et des conditions pour mesurer les épaisseurs de neige, en prenant en considération les différentes sources d'incertitudes.
4. Rédaction du rapport de stage.

Compétences souhaitées:

Connaissance de l'environnement informatique **Unix/Linux** (dont l'utilisation du shell), expérience en programmation en **Python**, ou à défaut, Matlab et/ou C. Maîtrise de l'anglais technique. Sensibilisation aux problèmes climatiques et environnementaux. Intérêt pour les activités de recherche (formation Master-2, thèse envisagée, ...)

Références:

Chevallier, M., Salas y Méliá, D., Voldoire, A., Déqué, M., et Garric, G. (2013). Seasonal forecasts of the pan-Arctic sea ice extent using a GCM-based seasonal prediction system. *Journal of Climate*, 26(16), 6092-6104.

Guerreiro, K., Fleury, S., Zakharova, E., Kouraev, A., Rémy, F., & Maisongrande, P. (2017). Comparison of CryoSat-2 and ENVISAT radar freeboard over Arctic sea ice: toward an improved Envisat freeboard retrieval. *The Cryosphere*, 11(5), 2059.

Guerreiro, K., Fleury, S., Zakharova, E., Rémy, F., Kouraev, A., 2016. Potential for estimation of snow depth on Arctic sea ice from CryoSat-2 and SARAL/AltiKa missions. *Remote Sensing of Environment* 186, 339–349. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.07.013>

Kwok, R., et Cunningham, G. F. (2008). ICESat over Arctic sea ice: Estimation of snow depth and ice thickness. *Journal of Geophysical Research: Oceans (1978–2012)*, 113(C8).

Lellouche J.-M., et al. (2013) Evaluation of real time and future global monitoring and forecasting systems at Mercator Océan, *Ocean Science Discussions* ; 9(2):1123-1185..

Ricker, R. et al. (2014) Sensitivity of CryoSat-2 Arctic sea-ice freeboard and thickness on radar-waveform interpretation. *The Cryosphere* 2014

Voldoire, A., et co-auteurs (2013). The CNRM-CM5. 1 global climate model: description and basic evaluation. *Climate Dynamics*, 40(9-10), 2091-2121.