

PROPOSITION DE SUJET

Thèse
2018 - 2021

Intitulé du sujet :

Caractérisation des variations de masse en Antarctique en réponse aux fluctuations climatiques à partir des données de gravimétrie spatiale et d'altimétrie radar

Mots clés :

Gravimétrie spatiale – Altimétrie radar – Antarctique – variations de masse – calotte polaire

Sujet :

Chaque année il neige en Antarctique l'équivalent de 6 mm du niveau de la mer. La moindre fluctuation dans les précipitations (neige) peut alors influencer le niveau de la mer. En outre, on observe depuis plusieurs années un amincissement dynamique (glace) important. Le bilan de masse de la calotte Antarctique reste cependant entaché de grosses incertitudes qui empêchent une estimation précise des variations du niveau marin induites par les redistributions de masse de neige et de glace (Mémin & Rémy, 2017, Rémy & al. accepté). Comprendre la réponse de la calotte Antarctique aux fluctuations dans le climat est alors fondamental pour estimer sa contribution aux variations du niveau marin.

Les satellites altimétriques (ERS pour 1995-2003, Envisat pour 2002-2010, AltiKa depuis février 2013) mesurent les variations d'élévation de la calotte Antarctique au cours du temps et permettent d'accéder à la variation de son volume. Toutefois, cette information seule ne permet pas de déterminer si la masse qui cause cette variation de géométrie est de la glace, de la neige ou une combinaison des deux. Les satellites gravimétriques de la mission spatiale Gravity Recovery And Climate Experiment (GRACE) fournissent entre 2002 et 2017 les variations spatio-temporelles du champ de gravité et permettent d'estimer les variations de masse de la calotte. La combinaison des données d'altimétrie et de gravimétrie satellitaire donne alors accès à la densité ce qui permet d'identifier le type de masse qui varie. Notamment, la combinaison des données Envisat et GRACE de 2003 à 2010 ont permis de distinguer les tendances en neige et en glace (Mémin et al., 2014) et de mettre en évidence une variation de la masse neigeuse avec une périodicité comprise entre 4 et 6 ans (Mémin et al., 2015). Cette périodicité rappelle celle de l'onde circumpolaire Antarctique (OCA) dont les implications climatiques ont été observées dans les températures des eaux de surface, les vents et la pression dans l'océan Austral, les précipitations en Australie et Nouvelle Zélande et dans les températures en Antarctique. Néanmoins, le mécanisme de cette onde reste encore largement débattu. Par ailleurs, sur l'ensemble de la calotte, les variations saisonnières déduites des données Envisat sont de plus forte amplitude et légèrement déphasées par rapport aux variations prédites par un modèle de compaction du manteau neigeux. On observe également que le signal saisonnier mesuré par Envisat et celui mesuré par GRACE sont déphasés et que l'amplitude du signal altimétrique est plus large que celle du signal gravimétrique. Ces écarts ne sont pas observés sur l'ensemble de la calotte, en Antarctique de l'ouest, les deux capteurs sont en meilleurs accord, mais semblent se concentrer dans les régions largement affectées par les vents. Réconcilier les signaux saisonniers altimétrique et gravimétrique observés et confirmer l'impact de l'OCA en Antarctique permettraient d'améliorer notre compréhension de la réponse de la calotte aux fluctuations dans le climat et nos estimations de son bilan de masse. Pour ce faire il est nécessaire de caractériser les variations de masse de la calotte sur plusieurs décennies.

Dans ce projet nous déterminerons, à partir des données ERS, Envisat et AltiKa, pour la première fois les variations de volume de la calotte Antarctique sur plusieurs décennies. Nous calerons Envisat et AltiKa avec les mesures de GRACE, et ainsi, nous connecterons les variations de volume déduites de

l'altimétrie à celles de masse déduites des données GRACE. Ces variations seront également confrontées à celles de plusieurs paramètres climatiques (vent, précipitation, pression, température, SOI...) provenant de modèles climatiques du type ECMWF et RACMO. Notamment nous caractériserons les signaux saisonnier et interannuel, et clarifierons les écarts observés entre altimétrie et gravimétrie spatiale ainsi que le rôle de l'OCA en Antarctique. Une caractérisation précise des variations de glace et de neige en Antarctique doit être simultanément réalisée avec la détermination des déformations que ces redistributions de masse induisent. Nous réaliserons cette détermination à l'aide des mouvements crustaux observés par GPS et les variations de gravité observées par GRACE.

Références :

Mémin A., Flament T., Alizier B., Watson C., Rémy F., 2015. Interannual Variation of the Antarctic Ice Sheet from a Combined Analysis of Satellite Gravimetry and Altimetry Data, Earth and Planetary Science Letters, Vol. 422, p. 150-156, doi: 10.1016/j.epsl.2015.03.045

Mémin A., Flament T., Rémy F., Llubes M., 2014. Snow- and ice- height change in Antarctica from satellite gravimetry and altimetry data, Earth and Planetary Science Letters, Vol. 404, p. 344-353, doi: 10.1016/j.epsl.2014.08.008.

Mémin A., Rémy F., 2017, Mass changes in Antarctica in response to changing climate, Encyclopedia of the Anthropocene, doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.09755-4.

Rémy F., Mémin A., Velicogna I. accepted, Applications of satellite altimetry to study the Antarctic ice sheet, Chapter in Satellite Altimetry Over Oceans and Land Surfaces, CRC Press, ISBN 9781498743457.

Encadrants :

Anthony Mémin
Géoazur
memin@geoazur.unice.fr

Frédérique Rémy
LEGOS
remy.omp@free.fr

Pierre Exertier
Géoazur
pierre.exertier@oca.eu