Soutenance de Thèse

Vendredi 21 Novembre 2014, 14h
Salle Louis Lliboutry, LGGE

Cyril Palerme
LGGE, Grenoble

"Etude des précipitations en Antarctique par télédétection radar, mesures in-situ, et intercomparaison de modèles de climat"

Résumé

Au cours du XXIème siècle, une augmentation des précipitations est attendue dans les régions polaires. En Antarctique, cette augmentation devrait se traduire par une accumulation de neige sur le continent, contribuant ainsi positivement au bilan de masse de la calotte polaire, et par conséquent négativement au niveau des mers. Les modèles utilisés pour simuler le climat du XXIème siècle prédisent presque tous une augmentation des précipitations en Antarctique, mais l'importance de ce changement diffère fortement d'un modèle à l'autre. De plus, les taux de précipitation actuels reproduits par ces mêmes modèles divergent également beaucoup. Cependant, faute d'observation fiable de précipitation en Antarctique, il était jusqu'à présent difficile de vérifier la capacité des modèles à simuler ces dernières.

Dans cette étude, les données issues du radar météorologique embarqué à bord du satellite CloudSat ont été utilisées afin de produire la première climatologie de précipitation en Antarctique à partir d'observations. Cette climatologie couvre la période août 2006 - avril 2011, et a montré de très bons accords avec les réanalyses ERA Interim qui n'utilisent pas d'observations issues de CloudSat. Le taux de chute de neige obtenu avec CloudSat sur le continent Antarctique jusqu'à 82°S est en moyenne de 171 mm/an. L'automne austral est la saison avec les chutes de neige les plus importantes, et le printemps austral, la saison avec les chutes de neige les plus faibles.

Par ailleurs, une expérience de mesure in-situ des précipitations a été développée sur la base de Dumont d'Urville en Antarctique, des observations in-situ étant nécessaires à la validation des algorithmes de télédétection. Un système de profilage utilisant des capteurs optiques a été installé sur un mât de 73 m afin d'identifier les chutes de neige et les évènements de transport de neige par le vent. Les flux de neige mesurés à différentes hauteurs devraient être similaires lors de chute de neige sans transport de neige, alors qu'un gradient devrait apparaître si de la neige est transportée depuis la surface. Le système a été évalué et comparé aux analyses opérationnelles d'ECMWF.

Enfin, les simulations des modèles de climat utilisés pour la production du rapport du GIEC ont été comparées aux observations satellites obtenues. Tous les modèles simulent un taux de chute de neige supérieur à celui observé avec CloudSat. Le changement de précipitation en Antarctique durant le XXIème siècle simulé varie de -6.0 % à +39.4 % en fonction des modèles et des scénarios d'émission de gaz à effet de serre. Les modèles de climat simulant des taux de chute de neige proches de ceux observés par satellite pour la période actuelle prédisent en moyenne un changement plus important de précipitation au cours du XXIème siècle, et donc un impact sur le niveau des mers plus conséquent.

Abstract

During the 21st century, precipitation is expected to increase in polar regions. In Antarctica, this would lead to an increase in snow accumulation over the continent, which would represent a positive contribution to the ice sheet mass balance, and thus a negative contribution to sea level. Almost all the climate models predict a precipitation increase in Antarctica during the 21st century, but this change differs widely according to the models. Moreover, the current precipitation rate simulated by these models diverge greatly. However, because no reliable observation of Antarctic precipitation was available so far, it was not possible to benchmark climate models.

In this study, data from the cloud profiling radar onboard CloudSat satellite have been used to produce the first climatology of Antarctic precipitation from observations. This climatology agrees well with ERA Interim reanalysis, the production of which is constrained by various in situ and satellite observations, but does not use any data from CloudSat. The mean snowfall rate from CloudSat observations is 171 mm/an over the Antarctic ice sheet, north of 82°S. The maximum snowfall rate is observed during the fall, while the minimum snowfall rate occurs in spring.

Because in-situ measurements are necessary to evaluate remote sensing observations, a field experiment has been developed at Dumont d'Urville station in Antarctica for measuring precipitation. Optical sensors have been set up at different levels on a 73-meter tower in order to separate snowfall from blowing snow events. Snow flux measured at different heights should be similar during snowfall without blowing snow, whereas a gradient shoud be observed if blowing snow occurs. The system has been evaluated and compared to the ECMWF operational analysis.

Finally, simulations from the climate models used for the last IPCC report have been compared to the new satellite climatology. All the models produce a higher snowfall rate than the snowfall rate observed with CloudSat. Precipitation increase predicted in Antarctica varies from -6.0 % to +39.4 % according to the models and the greenhouse gas emissions scenarios.Climate models which reproduce a current snowfall rate close to the snowfall rate observed by satellite predict on average a larger increase in Antarctic precipitation during the 21st century, and thus a stronger impact on sea level.