



Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement

Thèse de Doctorat

Modélisation du régime thermique des glaciers: application à l'étude du risque glaciaire et à la quantification des changements climatiques à haute altitude.

Adrien GILBERT

Thèse préparée sous la direction de Christian VINCENT et Patrick WAGNON

Jeudi 19 Décembre 2013, 14h

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement
Salle L. Lliboutry
54 rue Molière, Saint Martin d'Hères

Résumé :

La température au sein des glaciers varie en fonction des variations climatiques. Dans un contexte de réchauffement climatique, ces variations peuvent être importantes et avoir des conséquences sur l'apparition de nouveaux aléas glaciaires.

Les travaux présentés dans cette thèse se focalisent sur la modélisation numérique de la réponse thermique des glaciers froids aux variations climatiques. La prise en compte du forçage climatique par la modification des conditions de surface des glaciers est l'un des points clefs de cette étude. On montre l'importance des processus de fusion/regel en zone d'accumulation froide ainsi que de l'épaisseur de la couverture de neige et névé autour de la ligne d'équilibre. Les modèles développés dans cette thèse s'appliquent à des cas concrets sur trois glaciers du massif du Mont Blanc (Alpes françaises). Ces études permettent d'analyser des situations à risque et de reconstituer le climat passé à haute altitude. Le jeu de données très complet acquis sur le site du Col du Dôme (4250 m) comprend des mesures profondes de températures et de densités ainsi que des mesures d'accumulation et de vitesses de surface. Il a permis de valider et développer un modèle à trois dimensions de régime thermique couplé à un modèle d'écoulement et forcé par des données climatiques. Ce modèle permet d'étudier en détail la réponse thermique des zones d'accumulation froides aux changements climatiques. Il peut aussi être utilisé pour la prédiction du réchauffement futur des glaciers suspendus présentant un risque comme le glacier de Tacconnaz dont une analyse préliminaire est effectuée ici. Le réchauffement basal jusqu'au point de fusion pourrait conduire à la déstabilisation de ce type de glacier.

Le site du glacier de Tête Rousse (environ 3200 m) a permis d'établir clairement l'influence

de la couverture de neige et de névé sur le régime thermique des glaciers autour de la ligne d'équilibre. Les résultats obtenus à partir du couplage d'un modèle de neige (CROCUS) avec un modèle de régime thermique sont en excellent accord avec les observations de températures réalisées dans le glacier. On explique ainsi les causes de la structure thermique particulière du glacier de Tête Rousse responsable de la formation d'une poche présentant un risque pour la commune à l'aval. Dans le futur, les simulations indiquent que le glacier va continuer de se refroidir, limitant ainsi le risque de formation de poche d'eau.

Enfin, nous avons développé une nouvelle méthode inverse pour reconstituer les températures du passé à partir de profils de températures observées dans la glace. Elle est basée sur l'inversion simultanée de plusieurs profils de températures provenant de différents sites de forage ayant subi le même forçage climatique. La méthode permet de s'affranchir de l'impact des processus de fonte/regel en surface pour reconstruire les variations passées des températures de l'air. Les résultats obtenus sur le Col du Dôme montrent que le réchauffement climatique sur le site à 4250 m est similaire à celui observé à basse altitude. Ces résultats tendent à montrer que le réchauffement climatique n'est pas amplifié avec l'altitude.

Mots-clés : Régime thermique, glaciers, climat, Alpes, aléas glaciaires, modèle inverse