

**LES INTERACTIONS ENTRE GLACIERS ET LACS  
DANS LES DRY VALLEYS, ANTARCTIQUE**  
**Approche par l'analyse multiparamétrique de la composition de la glace**

**Résumé**

L'étude du continent Antarctique s'avère aujourd'hui indispensable pour la compréhension et la modélisation des changements climatiques à l'échelle globale. Il s'agit en effet d'un lieu d'étude privilégié, tant comme livre ouvert sur le climat du passé que comme acteur important agissant dans les mécanismes du réchauffement global.

Ce travail s'inscrit dans un programme de recherche dont l'objectif principal est de contribuer à la compréhension du comportement de la calotte de glace antarctique en réponse aux changements climatiques (contrat **AMICS**\*). A cette fin, il est nécessaire de mieux connaître la dynamique interne de cet inlandsis ainsi que les interactions entre la calotte et son environnement sous-glaciaire. Ce travail porte sur ce dernier aspect, en se concentrant sur des processus qui affectent l'interface glace-eau. Plus particulièrement, il traite des interactions entre glaciers et lacs dans les Dry Valleys de McMurdo, sur base d'une approche multiparamétrique de la composition de la glace.

Les **Dry Valleys de McMurdo** (76°30' à 78°20'S – 160 à 164°E) constituent la plus grande superficie dépourvue de glace du continent antarctique. Les conditions de froid et d'aridité qui y règnent en font un désert parmi les plus hostiles de la planète. La température annuelle moyenne y est proche de -20°C et les précipitations atteignent à peine les 10 mm par an en équivalent eau. Plusieurs glaciers de tailles diverses s'écoulent dans ces vallées dont le sol est gelé en permanence (permafrost). Leur eau de fonte, présente uniquement en été, se rassemble dans des cours d'eau intermittents et alimente de multiples lacs qui, presque tous, présentent une couverture de glace permanente.

L'**étude multiparamétrique** est un outil clé pour déterminer la genèse des glaces prises en considération. Ces analyses concernent les aspects suivants : la cristallographie de la glace (texture et structure), la composition en ions majeurs, la

---

\* Antarctic Ice Sheet Dynamics and Climatic Change: Modelisation and Ice Composition Studies, partie du deuxième Plan pluriannuel belge d'Appui à une politique de Développement Durable (PADD II) <http://homepages.vub.ac.be/~fpattyn/amics/>

composition en isotopes stables de l'eau, le contenu total en gaz et la composition en gaz. Ces différentes caractéristiques sont analysées sur les mêmes échantillons ou sur des échantillons voisins.

**Trois zones de contact** entre glacier froid (c'est-à-dire dont l'entièreté de la masse de glace, y compris à la base, a une température inférieure au point de fusion en toute saison) et lac couvert de glace en permanence sont étudiées (voir **figure 1** pour localisation). Parmi les trois sites investigués, deux se situent au contact d'un même lac avec un même glacier mais présentent des morphologies nettement distinctes (**figure 2**). Il s'agit d'une part d'une large étendue de glace tout à fait transparente (dite glace bleue) et d'autre part d'un complexe morainique à cœur de glace, situés entre le glacier Wright Lower et le lac Brownworth (vallée de Wright). Le troisième site rend compte de l'influence d'un lac gelé sur un glacier local s'écoulant sur le flanc de la vallée et barrant le fond de celle-ci (contact entre le glacier Suess et le lac Popplewell). Ce contact se marque dans le talus (*apron*) situé à la base de la falaise de glace du glacier (**figure 3**). L'analyse multiparamétrique porte non seulement sur la glace de la zone de contact elle-même, mais aussi sur la glace basale en amont (prélevée au sein d'un tunnel creusé à la base du glacier) et sur la glace de lac en aval. L'étude révèle les points principaux suivants.

Dans le premier site, le lac a une influence essentielle dans l'origine de la glace présente dans la zone de contact. Cette glace résulte de la lente progression d'un front de gel dans l'eau libre du lac, comme en attestent les compositions isotopiques et chimiques ainsi que l'absence totale de bulles dans la glace analysée. Les données cristallographiques combinées aux résultats de ces analyses de composition ont permis de proposer un modèle de formation composite du couvert de glace dans la zone de contact.

Dans le deuxième site, l'influence du lac est aussi marquée, quoique non exclusive, dans la formation de la glace qui constitue le cœur de la moraine. Une très grande partie des échantillons analysés présente une signature de gel d'eau liquide, tant du point de vue isotopique que du point de vue des contenus totaux et compositions en gaz. L'alternance de couches de glace pauvre en débris et de couches de sédiments cimentés par de la glace résulte de la progression d'un front de gel à partir de la base du glacier jusqu'au lit du lac. Outre cette glace formée par accrétion à la base du glacier, la moraine comporte aussi de la glace similaire à la glace basale formée en amont, qui a subi l'influence limitée d'une phase liquide. Des déformations complexes ont mené à une intercalation de ces deux types de glace.

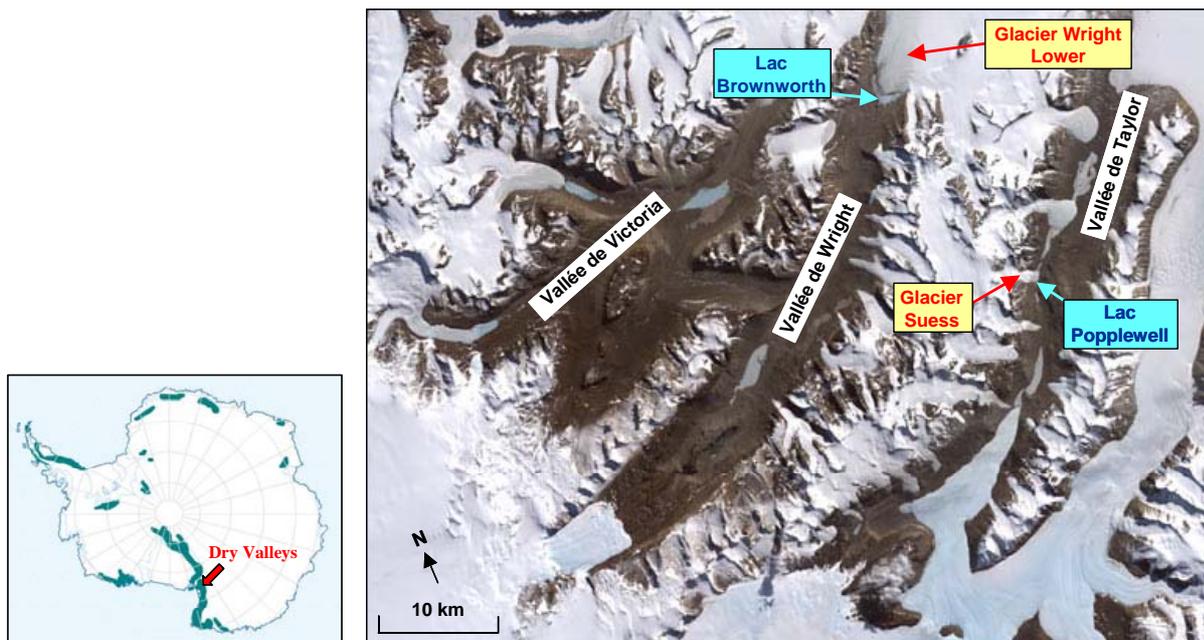
Enfin, le troisième site est particulier. Les analyses isotopiques, ioniques et de gaz, ainsi que les investigations cristallographiques réalisées sur la glace du lac Popplewell ont en effet montré que celui-ci est gelé à bloc, contrairement au cas du lac

Brownworth. L'interaction entre le glacier et le lac diffère donc considérablement des deux autres types rencontrés. Le glacier dans sa zone marginale a cependant subi l'influence du voisinage du lac en incorporant des sédiments lacustres et des glaces issues du gel d'eau liquide saturant saisonnièrement les sédiments en bordure du lac. La glace formée par influence du lac est néanmoins plus restreinte à la zone de contact par rapport aux autres sites étudiés. Elle n'y constitue pas non plus la plus grande part de la glace présente. De la glace directement issue de l'amont ainsi que des glaces indicatives du gel de poches d'eau formées à proximité de la surface y constituent une part importante.

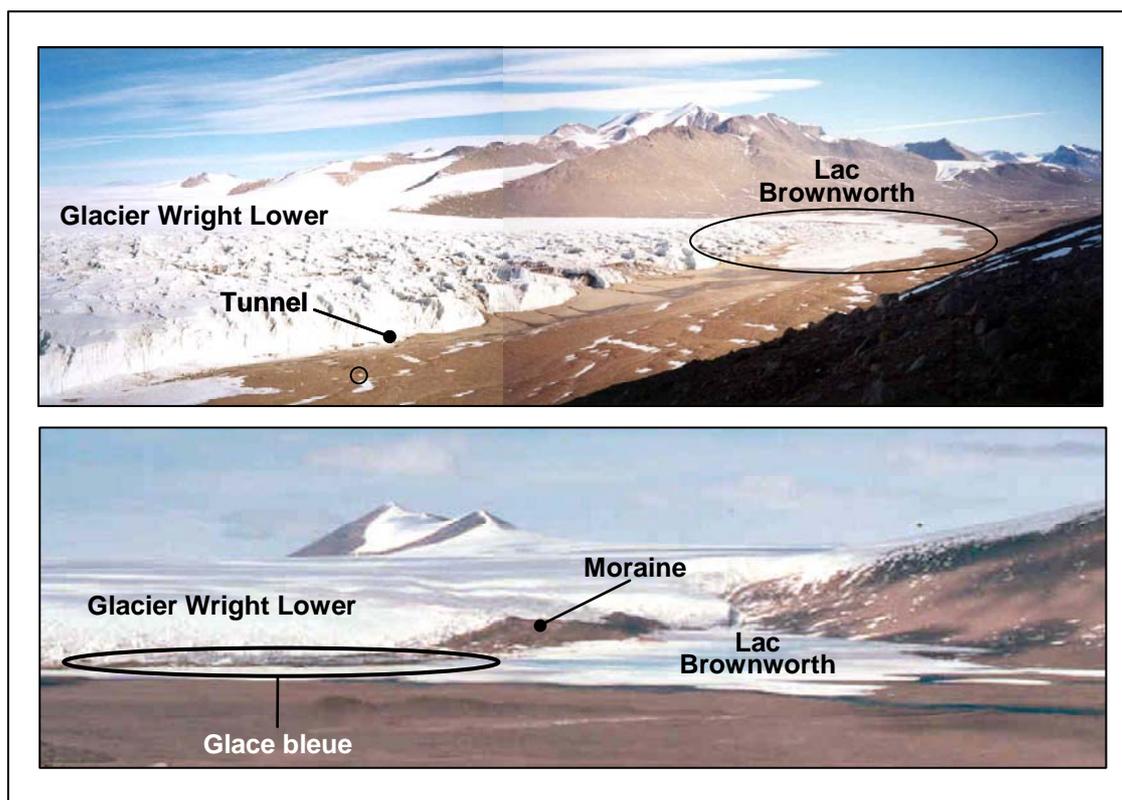
Une gradation dans l'interaction entre glacier et lac a ainsi été mise en évidence, basée principalement sur la quantité d'eau liquide présente dans la zone de contact. Le premier site illustre le cas d'un glacier froid ayant une grande épaisseur immergée, le deuxième site correspond au cas d'un glacier froid s'avançant dans un lac ayant une faible profondeur d'eau liquide, le dernier est un exemple de glacier froid arrivant dans un environnement lacustre sans entrer en contact direct avec le lac lui-même.

Par rapport aux modèles présentés dans la littérature, le travail réalisé apporte des éléments nouveaux dans la compréhension des processus actifs au contact d'un glacier froid avec une masse d'eau liquide et met en évidence leur complexité. Des investigations supplémentaires (relevés radar, relevés de mouvement des glaciers, mesures de température) devraient compléter celles des explications qui restent hypothétiques. L'élaboration de modèles numériques prenant tous ces paramètres en compte permettrait par ailleurs de généraliser les interprétations résultant de ce travail.

La diversité des conditions de contact glacier-lac indique que les glaces interceptées par des sondages profonds dans la calotte glaciaire antarctique peuvent avoir des origines multiples dans le cas où l'inlandsis s'est écoulé par dessus des lacs sous-glaciaires. Cette situation, qui jusqu'à présent n'a été étudiée qu'au site de Vostok, est en fait très fréquente (plus de 150 lacs sous-glaciaires ont été détectés jusqu'à présent). Nous pensons que nos travaux pourront aider à décoder les analyses multiparamétriques auxquelles seront soumis les échantillons prélevés dans des sondages qui pénétreront dans d'autres glaces lacustres.

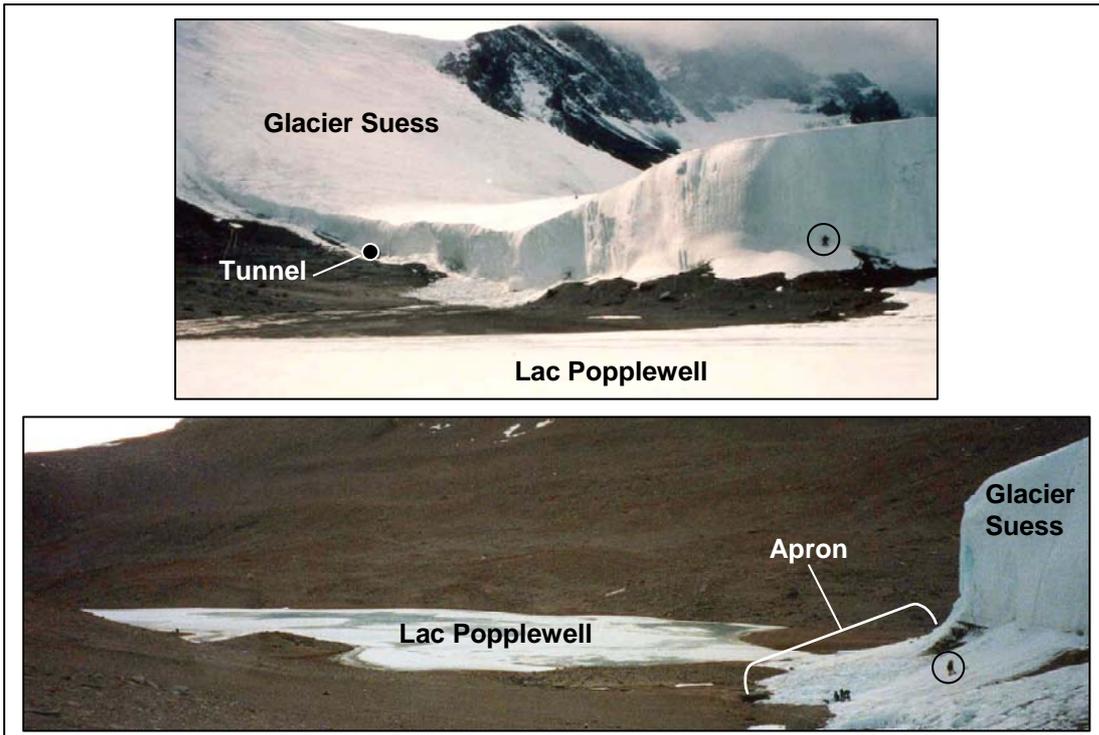


**Figure 1** : Localisation des Dry Valleys de McMurdo en Antarctique et localisation des sites d'étude au sein de ces vallées (photo satellitaire LANDSAT).



**Figure 2** : Photos présentant les sites d'étude de la zone de contact entre le glacier Wright Lower et le lac Brownworth (vallée de Wright). L'échelle du glacier est donnée sur la photo du dessus par la tente entourée en noir.

Photos : S.Sleewaegen et R.Lorrain



**Figure 3** : Photos présentant les sites d'étude de la zone de contact entre le glacier Suess et le lac Popplewell (vallée de Taylor). L'échelle est donnée par les hommes entourés en noir.  
Photos : R.Lorrain