

# Etude de la fermeture des pores lors de la densification du névé polaire

Alexis BURR

Sous la direction de Armelle Philip (IGE) et Christophe Martin (SIMaP)

**Mercredi 29 novembre 9h30**

Salle Lliboutry (bâtiment Molière, IGE)

**Résumé :** Il est essentiel de comprendre le processus de densification du névé en glace afin d'interpréter les enregistrements climatiques. Une bonne connaissance des mécanismes permet une datation précise de l'air capturé dans la glace lors de la fermeture des pores. La glace est plus vieille que l'air capturé car le transport des gaz dans la colonne de névé est plus rapide que la densification de celui-ci. Cette différence d'âge entre la glace et le gaz est généralement appelée le  $\Delta$ age. La densification de la neige est un processus complexe de réarrangement de grains, de frittage et de déformation viscoplastique. Bien que le comportement viscoplastique du cristal de glace soit fortement anisotrope, les modèles de densification actuels ne tiennent pas compte de cette anisotropie. De plus, le caractère granulaire du névé affecte aussi sa densification. La relation entre la fermeture des pores et les mécanismes microstructuraux sous-jacents est encore méconnue. Le but de cette thèse est d'incorporer à la fois l'aspect granulaire et l'anisotropie du cristal de glace dans une approche de modélisation innovante de la densification. Des expériences sur l'indentation viscoplastique de cylindres monocristallins de glace ont été réalisées pour proposer une loi de contact basée sur la théorie de l'indentation, et prenant en compte la déformation préférentielle du cristal de glace sur les plans basaux. Cette loi de contact a été implémentée dans un code utilisant la méthode des éléments discrets pour prédire la densification du névé.

La micro-tomographie aux rayons X a été utilisée pour caractériser ex situ le névé polaire en trois dimensions à différentes étapes de la densification ( $\rho = 0,55 - 0,88 \text{ g.cm}^{-3}$ ), i.e. pour différentes profondeurs ( $\approx 23\text{m} - 130 \text{ m}$ ). Une étude fine de la fermeture des pores et de différentes caractéristiques morphologiques et physiques a été réalisée pour les sites polaires Dome C et Lock In. Des essais mécaniques ont aussi été réalisés in situ sur du névé extrait de Dome C dans le but de modéliser la densification du névé. Les observations microstructurales des expériences ex situ et in situ révèlent d'importantes différences dues aux vitesses relativement importantes utilisées lors des essais mécaniques. Ces vitesses élevées permettent de découpler la contribution des cinétiques de diffusion de la contribution viscoplastique de la déformation. Les effets de ces contributions sur la morphologie des pores et leur fermeture sont discutés. Pour caractériser la fermeture des pores, cette thèse propose un indice de connectivité défini par le ratio entre le volume du plus gros pore sur la porosité totale. En effet, cet indice est plus approprié lors de l'utilisation de la tomographie aux rayons X que le ratio de pores fermés pour prédire la densité au close-off.

**Mots clés :** névé, densification, fermeture des pores, anisotropie, tomographie X, simulations discrètes