

RÉSUMÉ

Titre : Examen de l'état des connaissances scientifiques sur le champ de contraintes pendant un cycle glaciaire et la formation de failles d'origine glaciaire

Rapport n° : NWMO TR-2021-09

Auteur : Patrick Wu

Société : Université de Calgary

Date : Juin 2021

Résumé

Nous savons que les cycles glaciaires exercent une influence sur les contraintes à l'échelle régionale, ce qui peut influencer sur la stabilité des failles et augmenter la fréquence des séismes. Ce rapport passe en revue le contexte scientifique lié à la réponse terrestre aux cycles glaciaires et résume ce qui est su et compris au sujet de l'influence des cycles glaciaires sur l'évolution de la stabilité des failles.

Pour modéliser la variation spatio-temporelle de la stabilité des contraintes et des failles, les contraintes induites par le chargement glaciaire, y compris celles dues à la flexion de la lithosphère et à la relaxation du manteau, sont superposées aux contraintes verticales, à la pression des fluides interstitiels et aux contraintes tectoniques ambiantes pour obtenir la contrainte totale. L'effet des changements de contraintes associés aux processus de sédimentation et d'érosion et le cisaillement induit par l'écoulement des glaciers sont également pris en compte et s'avèrent relativement peu importants. Divers critères de défaillance des roches, y compris les changements dans la marge de stabilité des failles par rapport aux critères de défaillance de Mohr-Coulomb, sont examinés et l'hypothèse de failles virtuelles et d'orientation optimale est également examinée. Les contraintes induites par les charges glaciaires ne sont pas assez importantes pour fracturer des roches intactes dans la croûte, mais peuvent réactiver des failles préexistantes qui sont initialement près du seuil de rupture. Comme des contraintes tectoniques ambiantes sont nécessaires pour maintenir les failles préexistantes près du seuil de rupture, les contraintes induites par les glaciers et les contraintes tectoniques ambiantes doivent être prises en compte dans l'étude de la stabilité des failles.

La variation spatio-temporelle de la marge de stabilité des failles (δFSM) dans les zones autrefois glaciaires de l'est du Canada (Laurentie), de la Fennoscandie et de l'Écosse est étudiée. Pour les charges de grande étendue horizontale (par exemple, la calotte glaciaire laurentidienne), l'instabilité des failles est supprimée par le poids de la charge. Ceci n'est pas le cas, cependant, pour les petites calottes glaciaires isolées puisque l'effet de l'amplification des contraintes devient important. Les effets des contraintes tectoniques et verticales, les propriétés des matériaux, la compressibilité, la rhéologie du manteau et les zones ductiles lithosphériques sont également étudiés. Il s'avère qu'un régime de contraintes de fond chevauchantes serait l'explication d'un grand nombre des données observées en Laurentie et en Fennoscandie. La taille de la calotte glaciaire et son histoire de déglaciation ont des effets importants sur le moment de l'apparition des séismes à

l'intérieur et à l'extérieur de la marge glaciaire. La rhéologie du manteau a des effets importants sur le moment de l'apparition des tremblements de terre et l'amplitude de la marge de stabilité des failles à l'extérieur de la marge de glace, mais a peu d'effet sur le moment de l'apparition et le mode de rupture à l'intérieur de la marge glaciaire. Cependant, on observe que la viscosité du manteau a un effet important sur le taux de changement à l'intérieur de la marge glaciaire après le retrait glaciaire. Une zone ductile verticale au sein de la lithosphère concentre la vitesse de déformation et δ FSM près de la zone ductile à l'intérieur de la marge glaciaire.

Les résultats de la modélisation du glissement sur un plan de faille unique en deux dimensions confirment que les failles peuvent se stabiliser lorsqu'elles sont chargées par une couche de glace d'une épaisseur suffisante et peuvent être réactivées vers la fin de la déglaciation. Lorsqu'elles sont réactivées, les failles chevauchantes à faible angle de pendage glissent généralement une fois et s'arrêtent, mais les failles chevauchantes à angle élevé peuvent glisser plus d'une fois, les glissements ultérieurs étant plus faibles que le premier événement. Le taux de glissement de la faille peut être prédit à partir du modèle qui dicte l'amplitude du séisme induit et la libération des contraintes qui détermine l'histoire sismique ultérieure de la faille.