
Convection dans les glaces de haute-pression des mondes océans et implications pour l'habitabilité

Laëtitia Lebec^{*1}, Stéphane Labrosse², Adrien Morison³, and Paul J. Tackley⁴

¹Laboratoire de Géologie de Lyon - Terre, Planètes, Environnement [Lyon] – École Normale Supérieure
- Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1 – France

²Laboratoire de Géologie de Lyon - Terre, Planètes, Environnement [Lyon] – École normale supérieure -
Lyon (ENS Lyon) – France

³University of Exeter, Physics and Astronomy – United Kingdom

⁴Institut für Geophysik (ETHZ) – ETH Zürich, Sonneggstrasse 5, Zürich, CH-8092, Switzerland,
Switzerland

Abstract

L'existence d'une couche de glace de haute-pression (HP) entre le noyau rocheux et l'océan dans les grandes lunes glacées et les planètes océans est en général considérée comme un obstacle à l'habitabilité car il n'existe pas de contact assurant un échange direct de nutriments entre le noyau et l'océan. Dans le but d'établir l'efficacité des transferts thermiques et massiques à travers cette couche de glace HP, nous avons tout d'abord étudié l'effet sur la dynamique d'un changement de phase à l'interface entre la couche de glace HP et l'océan, qui n'avait pas été considéré dans les précédentes études sur le sujet. Cette condition implique une vitesse radiale non nulle à la surface de la couche de glace HP, ce qui a un effet important sur la dynamique de l'écoulement, permettant notamment des échanges par fusion et cristallisation à l'interface supérieure, même sans fusion partielle à l'intérieur de la couche de glace. En considérant cette nouvelle condition à l'interface entre la couche de glace HP et l'océan, nous proposons une mise à l'échelle de la température à l'interface avec le noyau et de la vitesse radiale à l'interface avec l'océan en fonction du nombre de Rayleigh pour différentes valeurs du paramètre de changement de phase Φ . La deuxième partie de cette étude vise à inclure des impuretés dans la couche de glace HP afin d'étudier l'efficacité du transfert des sels par convection dans le solide. Les sels peuvent pénétrer dans la couche de glace par diffusion, un processus très inefficace. Sinon, si la température atteint la température de fusion en bas de la couche de glace, l'eau liquide et le noyau interagissent et l'eau s'enrichit en sels. Ce mélange peut alors remonter à travers la glace et éventuellement recristalliser, puis être transporté par les panaches ascendants à l'état solide. La densité du mélange sels/glace est supérieure à celle de la glace pure à la même température et peut entraver la convection selon la valeur du rapport entre l'augmentation de la densité associée aux sels et sa diminution associée à la température, un rapport appelé nombre de flottabilité Bi . Afin de tester les effets du nombre de flottabilité et du type de sels, défini par son coefficient de partage entre l'eau liquide et la glace HP à l'interface avec l'océan, sur l'efficacité des transferts thermiques et massiques dans la couche de glace, et les implications pour l'évolution de la concentration en sels dans l'océan, nous avons introduit dans notre modèle un flux de sels à l'interface noyau/glace.

^{*}Speaker