Structure thermochimique du manteau profond : observations et modèles.

Frédéric Deschamps, ETH Zürich, Sonnegstrasse 5, 8092 Zürich – deschamps@erdw.ethz.ch

La structure thermochimique du manteau profond se révèle plus complexe que ce qu'on ne le pensait il-y-a une dizaine d'années. De nombreux indices suggèrent la présence de fortes variations latérales de composition dans le manteau, notamment dans sa partie la plus profonde (> 2000 km). La détermination précise de ces anomalies se heurte toutefois à un fort trade-off entre la température et la composition: les anomalies de vitesses sismiques seules ne suffisent pas à séparer le signal chimique du signal thermique. La tomographie probabiliste permet de résoudre ce trade-off en apportant des contraintes robustes sur les distributions des anomalies de vitesses sismiques et de densité. À partir de ces distributions et de sensibilités à la température et à la composition déduites de la physique des minéraux, il est possible de calculer des distributions de température et de composition (parametrisée en fonction des fractions volumiques de perovskite et d'oxyde de fer). Celles-ci font apparaître la présence de matériau enrichi en fer (donc chimiquement plus dense que le manteau moyen) dans les régions habituellement associées aux superplumes. Les anomalies de vitesse de cisaillement observées à la base du manteau résultent ainsi de la combinaison de variations de la température et de la fraction volumique de fer. L'étape suivante est d'évaluer les conséquences qu'ont ces variations thermochimiques sur la dynamique et la structure du manteau terrestre, et en particulier de déterminer quel(s) paramètre(s) est (sont) capables de maintenir des réservoirs de matériau dense à la base du manteau. Une exploration exhaustive de l'espace des modèles de convection thermochimique, au moyen d'une modélisation numérique appropriée, permet d'apporter des réponses préliminaires à ces questions. Pour éviter une stratification du manteau (qui serait sans doute visible sur les modèles sismologiques 1D), le contraste de densité chimique ne doit pas être trop élevé, typiquement inférieur à 100 kg/m^3. De plus, le rapport de viscosité thermique et la pente de Clapeyron de la transition de phase à 660 km jouent des rôles cruciaux pour maintenir des réservoirs de matériau dense sur des périodes de temps comparables à l'âge de la Terre. Par ailleurs, la transition de phase à 660 km empêche le matériau dense de pénétrer massivement dans le manteau supérieur, ce qui semble accréditer l'hypothèse que les basaltes intra-océaniques (OIB) échantillonnent partiellement un réservoir primitif situé dans le manteau profond. L'origine et la nature précise des anomalies de composition du manteau profond restent cependant mal connues. Une hypothèse probable est que deux sources distinctes contribuent à ces anomalies: un réservoir primitif enrichi en fer, et la croûte océanique recyclée. Les variations latérales de la transition de phase post-perovskite pourraient aussi contribuer aux anomalies de vitesse sismique et de densité.