

Résumé

La plupart des processus géologiques affectant la surface de la Terre sont le reflet des mouvements de convection au sein du manteau terrestre. Ces mouvements sont essentiellement gouvernés par le fluage par dislocations des silicates du manteau et sont à l'origine d'une anisotropie des vitesses des ondes sismiques. Cependant, les mécanismes de déformation de ces minéraux sont mal connus.

A l'intérieur de la Terre les conditions sont extrêmes ; la température y atteint plusieurs milliers de degrés et la pression est jusqu'à plus d'un million de fois supérieure à la pression atmosphérique. La détermination expérimentale de la plasticité de ces minéraux nécessite des expériences de déformation sous haute pression et température.

Les mécanismes de déformation sont généralement déterminés à partir d'expériences en cellule à enclumes diamants permettant d'atteindre les conditions de pression et de température du manteau. L'objectif de cette thèse visait à développer une nouvelle technique permettant de caractériser les dislocations in situ dans les grains d'un polycristal sous haute pression, directement à partir de leur effet sur les raies de diffraction X. De ce fait, nous avons combiné la diffraction X tridimensionnelle (3D-XRD) et la méthode d'analyse des profils de pics de diffraction (XLPA, X-ray Line Profile Analysis).

Les travaux de cette thèse ont été appliqués à un analogue (MgGeO_3) de la post-perovskite, présente dans la couche D'' à l'interface noyau-manteau et à la stishovite, un polymorphe de haute pression de la silice, principalement présent dans les plaques en subduction. Les résultats obtenus contribuent à la compréhension et à la modélisation des mouvements de convection et du développement d'anisotropie sismique dans le manteau.

Mots-clés : *Dislocations, haute pression, déformation, cellule diamant, 3D-XRD, XLPA, couche D'' , anisotropie sismique, post-perovskite, stishovite*

Abstract

The Earth mantle and inner core are submitted to large scale movements of solid materials. The physical process allowing the flow of solid materials is connected to plastic properties and, in particular, dislocations. It is the source of seismic wave velocities anisotropy. However, the deformation mechanisms of deep Earth minerals are poorly understood.

Deep in the Earth's interior, minerals are under extreme conditions ; the temperature reaches several thousand degrees and the pressure is more than one million times the atmospheric pressure. The experimental study of the plasticity of those minerals requires deformation experiments under high pressure and temperature.

High pressure phenomena are often determined from experiments using diamond anvil cell to reach the conditions of pressure and temperature of the mantle. The objective of this PhD thesis was to develop a new technique for studying dislocations in situ in grains inside a polycrystal under high pressure, directly from their effect on the X ray diffraction profiles. To do so, we combine three-dimensional X-ray diffraction (3D-XRD) with X ray Line Profile Analysis method (XLPA).

The development done in this thesis was applied to an analogue (MgGeO_3) of the post-perovskite, the main constituent of the D'' layer at the core-mantle boundary and to stishovite, a high-pressure polymorph of silica present mainly in subducting slabs. The results obtained are useful for understanding and modeling of convection and the development of seismic anisotropy in the mantle.

Keywords : *Dislocations, high pressure, deformation, diamond anvil cell, 3D-XRD, XLPA, D'' layer, seismic anisotropy, post-perovskite, stishovite*