



ÉCOLE DOCTORALE SCIENCES DE LA TERRE



Origine de la subduction à l'Archéen

Directeurs de thèse : Pascal Philippot & Patrice Rey

Collaborations : Claude Jaupart & Nicolas Colstice

La Tectonique des plaques est la signature majeure de la géodynamique terrestre actuelle. C'est un processus qui contribue très efficacement au refroidissement interne de notre planète, et qui est aussi responsable de la bathymétrie des océans et du relief des continents dont l'érosion et l'altération assurent un couplage géochimique entre les systèmes atmosphère/hydrosphère, lithosphère et manteau. Le couplage avec le manteau passe par la subduction des plaques océaniques et des sédiments associés. Du fait que les magmas granitiques sont formés par déshydratation et fusion partielle de la croûte basaltique altérée et des sédiments subductés, le processus de subduction est aussi le phénomène clé de la croissance crustale.

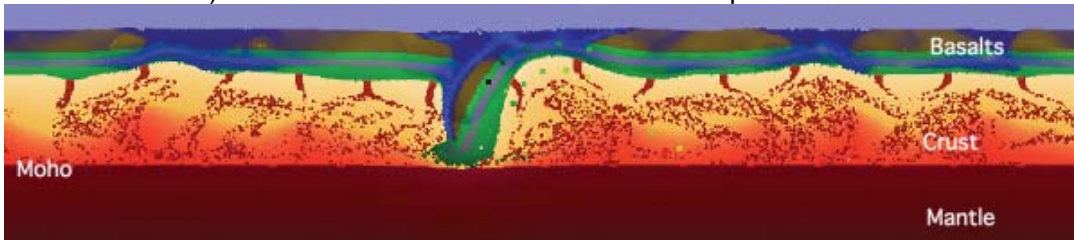
Les données isotopiques ^{146}Sm - ^{142}Nd indiquent que les processus de différenciation du manteau sont apparus dans les premiers 100 Ma de l'histoire de la Terre. Les plus vieux zircons connus (Jack Hills, Australie) ont été datés entre 3,9 et 4,4 Ga et l'on sait via les données ^{176}Hf - ^{177}Hf que les magmas différenciés dont ils dérivent étaient de type tonalite-trondhjémite-granodiorite (TTG). Ces magmas se sont vraisemblablement formés vers 4,1 Ga par refusion d'un protolithe basaltique. Des composés crustaux de type granitoïdes aussi vieux que 4,3 Ga ont été récemment identifiés par la méthode ^{147}Sm - ^{143}Nd dans une séquence volcano-sédimentaire archéenne des Pilbara (Australie). Ces résultats ont conduit certains auteurs à proposer que les mécanismes de la tectonique des plaques moderne, en particulier la fusion partielle de protolithe basaltique en contexte de subduction, sont apparus moins de 300 Ma après la formation de la Terre. Cette hypothèse est difficilement réconciliable cependant avec ce que l'on sait de la structure interne de la jeune Terre qui était beaucoup plus chaude qu'actuellement et caractérisée par un manteau moins dense, et donc de meilleure « flottabilité », et par une croûte basaltique plus épaisse.

Dans le cadre de la thèse de Camille François, nous proposons une étude comparative - structurale, métamorphique et numérique - des roches de moyenne et haute pression d'environ ~3,5 Ga décrivant à Barberton (Craton de Kaapvaal, Afrique du Sud) et dans l'est des Pilbara. À Barberton, des pressions > 1200 MPa pour des températures <650°C ont été obtenues dans des basaltes archéens. Le gradient géothermique que l'on en déduit semble soutenir l'hypothèse que la subduction était opérationnelle dès 3.5 Ga. Au contraire, dans les Pilbara, dont l'histoire archéenne est souvent comparée à celle du Kaapvaal, les paragenèses à disthène sont interprétées en terme de sagduction, un processus qui s'apparente à de la subduction intra-crustale des basaltes continentaux.

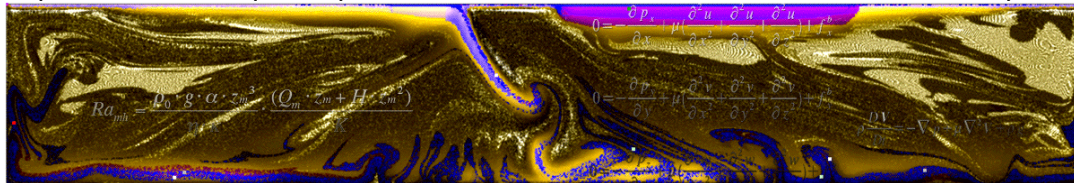
Dans cette thèse, le volet d'expérimentation numériques thermo-mécaniques a pour but de comprendre le phénomène de subduction dans le cadre d'une planète primitive où les lithosphères océaniques pouvaient inclure des épaisseurs de basalte > 30km au dessus d'un manteau particulièrement appauvrie et donc léger. Ces expériences, ainsi que celles déjà

disponibles sur le processus de sagduction (cf çï-dessous), permettront de cerner les signatures thermiques et mécaniques des processus de subduction et de sagduction, signatures que nous pourrons confronter aux données de terrain. En fonction des observations de terrain, nous réaliserons également des datations U-Pb et Sm-Nd pour contraindre la nature et l'origine des protolithes impliqués dans les processus de subduction/sagduction, en particulier pour tester plus avant l'hypothèse et les mécanismes d'un recyclage précoce de la protocroûte hadéenne/archéenne.

Expérience numérique du phénomène de sagduction. Les basaltes continentaux (couches vertes et brunes) s'enfoncent dans la croûte continentale partiellement fondu.



Expérience numérique du phénomène de subduction à l'échelle du manteau supérieur.



Les expérimentations numériques utiliseront les codes Ellipsis, Gale et CitcomS qui permettront l'étude du processus de subduction à différentes échelles, en 2D et 3D.

Débouchés : Recherche fondamentale