

Sujet : *La physique des intérieurs de super-Terres*

Contexte :

Avec le développement de missions de détection et d'étude dédiées telles que TESS ou bientôt PLATO, ainsi que le lancement de JWST, de nombreuses exoplanètes vont continuer à être découvertes et étudiées. Parmi elles, les super-Terres, ces planètes rocheuses de 1 à 2 fois la taille de la Terre, sont particulièrement intéressantes, notamment car elles pourraient être habitables. L'habitabilité d'une planète est intimement liée aux processus internes – tectonique des plaques, formation d'un cœur de fer, processus dynamo,... – et à sa formation. Les propriétés physiques des intérieurs de super-Terres restent toutefois très mal caractérisées et il est nécessaire de mieux comprendre le comportement des matériaux constitutifs dans les conditions de température et de pression pertinentes pour les super-Terres.

Les simulations numériques dites *ab initio* et les expériences de chocs laser se sont révélées être des outils de choix pour déterminer des équations d'état, des diagrammes de phase ainsi que des propriétés de transport, y compris pour des matériaux complexes. Ces données sont essentielles pour la compréhension des super-Terres.

Objectif de la thèse :

Le projet a pour objectif de caractériser les mélanges fer-silicates à haute pression en utilisant les simulations *ab initio* et les expériences de chocs laser. Les propriétés de miscibilités fer-silicates seront explorées ainsi que le diagramme de cristallisation du mélange. En outre, une étude des propriétés de transport sera menée pour déterminer le lien entre la structure microscopique du liquide et les propriétés électroniques.

Ces propriétés permettront de déterminer si un cœur de fer peut se former au sein d'une super-Terre et s'il peut générer un champ magnétique. À partir des propriétés de transport il sera également possible de faire un bilan thermique des super-Terres et d'en comprendre leur évolution.

Déroulement de la thèse :

La thèse s'exercera en codirection entre le CEA DAM et le LULI (Ecole Polytechnique). Une présence à 50 % dans chacune des institutions est anticipée. L'étudiant(e) effectuera des simulations numériques avancées à l'aide de super-calculateurs. Il/elle participera également à la conception, réalisation et analyse d'expériences de chocs laser pour valider les calculs numériques. Pour ces expériences, l'étudiant(e) sera amené(e) à se déplacer en France, en Europe voire aux États-Unis. Une bonne maîtrise de l'anglais est donc nécessaire. Une bonne maîtrise de langages de programmation tels que Fortran, C, Python est nécessaire, de même qu'une bonne connaissance de la thermodynamique des équilibres de phase et de la physique statistique.

Directeur de thèse et école doctorale :

Alessandra Ravasio
LULI, École Polytechnique
Route de Saclay, 91128 Palaiseau
Tél. : 01 69 33 53 58 –
alessandra.ravasio@polytechnique.edu

Contacts :

François Soubiran
CEA DAM-DIF, 91297 Arpajon
Tél. : 01 69 26 40 00 – francois.soubiran@cea.fr

ED 626 IP Paris
Campus de l'École Polytechnique, Palaiseau