
Exploration *ab initio* des intérieurs stellaires et planétaires

François Soubiran*¹

¹Earth and Planetary Science – Earth Planetary Science University of California, Berkeley Berkeley, CA 94720-4767 United States, États-Unis

Résumé

La très grande diversité des exoplanètes découvertes et les observations astérosismologiques toujours plus précises des étoiles proches nécessitent l'élaboration de modèles extrêmement détaillés pour permettre de rendre compte des propriétés observées. Les propriétés thermodynamiques – équations d'état et diagrammes de phase – et dynamiques – propriétés de transports électroniques, diffusivité particulière, viscosité,... – des matériaux constitutifs de ces objets sont essentielles à la construction de modèles fiables et prédictifs.

Or les conditions de température et de densité sont telles qu'il est nécessaire de considérer des matériaux plus ou moins ionisés, partiellement dégénérés, avec un fort couplage coulombien et aux propriétés quantiques nettement marquées. Malgré la complexité de ces systèmes, il est possible de les étudier grâce à des simulations numériques dites *ab initio*. Celles-ci ont nettement progressé ces dernières années et il est maintenant possible d'étudier pratiquement toutes les propriétés de cette matière dense tiède pourvu que l'on puisse y mettre le prix en terme de temps de calcul et humain.

Nos simulations ont permis par exemple de mettre en évidence les propriétés de démixtion du mélange hydrogène-hélium qui explique l'excès de luminosité de Saturne, mais également la dissolution du cœur des planètes géantes comme le suggèrent les observations de Juno. Ces simulations permettent également de produire des équations d'état détaillées pour les intérieurs stellaires et notamment de rendre compte des effets non-idéaux et d'en estimer les ordres de grandeur. Ce sont des points importants pour la caractérisation des phases évoluées des étoiles massives par exemple.

Cependant, ces simulations, toutes *ab initio* qu'elles soient, reposent sur certaines hypothèses ou approximations dont il convient de vérifier la validité. Les expériences de chocs sont en cela un outil de choix car elles permettent de confronter directement les prédictions numériques *ab initio* avec des observations expérimentales. C'est cette complémentarité numérique/expérience qui permettra d'obtenir à terme la caractérisation précise des propriétés de cette matière dense et tiède nécessaires à la description de différents objets astrophysiques d'intérêt pour le PNPS.

*Intervenant