
Étude des modes d'une simulation solaire globale à l'aide d'un code hydrodynamique compressible

Grégoire Doebele*¹, Allan Sacha Brun¹, Sylvain Breton², and Maxime Delorme³

¹Astrophysique Interactions Multi-échelles – Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Institut National des Sciences de l'Univers, Université Paris-Saclay, Centre National de la Recherche Scientifique, Université Paris Cité – France

²INAF - Osservatorio di Catania – Italie

³Département d'Electronique, des Détecteurs et d'Informatique pour la Physique (ex SEDI) – Institut de Recherches sur les lois Fondamentales de l'Univers – France

Résumé

Bien que la convection solaire soit étudiée depuis longtemps dans des simulations locales compressibles, construire un modèle global compressible réaliste du Soleil entier, couplant de façon consistante l'enveloppe convective et l'intérieur radiatif stable, reste un défi numérique majeur.

En utilisant le code *Dyablo-Whole Sun*, un solveur volumes finis pour les équations compressibles de la dynamique des fluides et de la MHD, j'ai développé et appliqué une extension géométrique permettant de simuler la convection solaire depuis le centre $r=0$ jusqu'à la proche surface. Le code a été adapté à des maillages non cartésiens via des projections entre grille logique (cartésienne) et grille physique (*Calhoun 2008*), et j'ai implémenté un schéma well-balanced adaptés à ces grilles (*Berberich 2019*).

À partir d'un profil de vitesse du son calibré sismiquement (*Brun et al. 2002*), j'ai construit un modèle solaire en couplant enveloppe de convection et zone interne radiative sans magnétisme montrant l'excitation et la propagation simultanées d'ondes acoustiques (p-modes), d'ondes de gravité internes (g-modes) et du mode f, l'analyse spectrale et la comparaison au code linéaire *GYRE* confirment un bon accord avec la théorie. Les résultats sont une première mondiale : nous avons maintenant à la fois des modes acoustiques et gravitationnels auto-excités et se propageant de manière cohérente dans les deux cavités délimitées par les fréquences Lamb et Brunt-Vaissala. Le modèle est suffisamment polyvalent pour que nous puissions l'adapter à d'autres étoiles.

*Intervenant