

STEM

La structure et l'évolution du noyau de Mercure

DURÉE
15/12/2019 - 15/03/2022

BUDGET
196 200 €

DESCRIPTION DU PROJET

Mercury est la seule planète terrestre du système solaire, autre que la Terre, à avoir un champ magnétique généré par l'action de la dynamo dans son noyau. Les données des engins spatiaux ont indiqué que la masse du noyau constitue une fraction beaucoup plus importante de la masse totale de la planète que les noyaux des autres planètes terrestres et ont également donné des indications sur la composition du noyau. De nombreuses autres caractéristiques, souvent même fondamentales, du noyau ne sont pas encore connues. Par exemple, il n'existe toujours pas de preuves solides de l'existence d'une partie solide à l'intérieur du noyau liquide, mais aussi l'évolution thermique et chimique du noyau et le fonctionnement du mécanisme de la dynamo restent enveloppés de mystère.

Ce projet vise à mieux comprendre le noyau de Mercure en améliorant les approches de modélisation utilisées pour l'interprétation des données de géodésie. La géodésie planétaire, la discipline qui étudie la rotation, le champ gravitationnel et la forme d'une planète, donne actuellement la vue la plus claire sur le noyau de Mercure, mais nécessite des modèles théoriques pour relier les données d'observation à l'intérieur. Ici, nous développerons deux aspects complémentaires et innovants de ces modèles: (1) un modèle théorique ('mixing length theory') pour mieux comprendre l'évolution thermique du noyau, et (2) une évaluation de l'influence de l'écoulement dans la partie liquide du noyau sur les variations de vitesse de rotation (appelées libérations) de Mercure par des calculs magnétohydrodynamiques. Pour le premier objectif, nous calculerons la température locale et le flux convectif à chaque position dans le noyau, ce qui nous permettra de déterminer le profil de température du noyau et de suivre l'évolution d'une région de stabilité convectif, quelle que soit sa position dans le noyau. Une telle couche influence non seulement l'évolution de Mercure, mais est également suggérée comme un ingrédient clé pour expliquer le champ magnétique de Mercure. Pour le deuxième objectif, nous irons au-delà de l'hypothèse classiquement utilisée qui modélise le mouvement du fluide dans le noyau par une rotation 'en bloc'. Pour décrire la dynamique des fluides à l'intérieur du noyau, nous utiliserons un modèle basé sur la résolution de l'équation de Navier-Stokes couplée à l'équation d'induction magnétique qui décrit la dynamique du champ magnétique. Nous étudierons comment le flux du noyau peut modifier la rotation de la planète et calculerons les libérations de Mercure pour une gamme de différents paramètres de contrôle du système, comme la taille de la graine (la partie solide du noyau), le moment d'inertie du manteau, la viscosité du cœur fluide, le champ magnétique imposé, la diffusivité magnétique, et la conductivité du manteau à la frontière noyau-manteau.

Les deux axes de recherche proposés vont bien au-delà des approches actuelles et s'appuient sur l'expertise existante de l'Observatoire royal de Belgique en théorie de la rotation, modélisation de l'intérieur de Mercure et dynamique des fluides. Les résultats amélioreront l'interprétation des données de la mission NASA MESSENGER (en orbite autour de Mercure de mars 2011 à avril 2015) pertinentes pour le noyau de Mercure. En particulier, ce projet améliorera les conclusions sur l'intérieur qui peuvent être tirées de la libration principale de Mercure, qui est actuellement la source d'information la plus importante sur le noyau.

Ce projet contribuera non seulement à l'optimisation du retour scientifique de la mission NASA MESSENGER mais sera également un atout majeur pour l'interprétation des données à venir de la mission BepiColombo de ESA / JAXA, lancée en 2018 à Mercure. Cela permettra non seulement de mieux comprendre l'intérieur de Mercure, mais aussi d'approfondir notre compréhension globale de l'évolution des planètes terrestres et des satellites en général. Les résultats seront applicables à d'autres planètes terrestres telles que Mars et à des satellites, comme Ganymède, le plus grand satellite du système solaire. Nos résultats fourniront un aperçu plus approfondi de la diversité des planètes terrestres et aideront à mieux apprécier les différentes voies d'évolution qu'une planète terrestre peut suivre. Ils ont donc également des implications pour l'étude des exoplanètes de type terrestre, sujet d'intenses investigations internationales.

Le projet contribuera à ce que la Belgique joue un rôle de premier plan dans l'exploitation scientifique des données de BepiColombo. Il renforcera l'expertise existante de l'Observatoire royal de Belgique en géodésie planétaire et géophysique et facilitera le démarrage de nouvelles initiatives dans la recherche de Mercure et la recherche planétaire en général. Les résultats scientifiques seront publiés dans des revues à comité de lecture en sciences planétaires et nous les communiquerons largement lors de diverses conférences internationales. Les codes numériques développés seront rendus publics.



STEM

COORDONNEES

Coordinateur

Tim Van Hoolst

Observatoire royal de Belgique (ORB)

tim.vanhoolst@oma.be