

INT-ORB

Une étude de l'évolution interne des satellites de glace couplée à l'évolution du mouvement orbital et de la dissipation dans la planète centrale

DURÉE
1/09/2022 – 1/12/2026

BUDGET
393 791 €

DESCRIPTION DU PROJET

Les satellites en orbite autour des planètes géantes comptent parmi les objets les plus divers et les plus intrigants du système solaire. Io, le satellite le plus proche de Jupiter des quatre satellites galiléens, est le corps le plus volcanique du système solaire. Plusieurs de ces satellites de glace abritent un océan interne sous leur surface. Si la vie devait exister ailleurs dans le système solaire que sur la Terre, les satellites de glace comme Europe (l'un des satellites galiléens) et Encelade (un satellite de taille moyenne de Saturne) seraient les endroits les plus probables pour l'abriter, avec Mars. Dans ces satellites, une fine coquille de glace d'une épaisseur de quelques dizaines de km repose sur l'océan et des réactions hydrothermales se produisent à l'interface entre l'océan et la couche rocheuse sous-jacente. Notre compréhension limitée de cette structure soulève de nombreuses questions. Comment l'océan et la coquille de glace évoluent-ils? Un océan peut-il se maintenir pendant des milliards d'années? Ces satellites ont-ils toujours eu des océans souterrains? Io sera-t-il toujours volcaniquement actif? Nous ne le savons toujours pas.

Le but de ce projet est d'étudier l'évolution interne des trois satellites galiléens les plus proches de Jupiter, Io, Europe et Ganymède, et de déterminer si la situation actuelle avec une forte activité volcanique sur Io et l'existence d'océans de subsurface sur Europe et Ganymède représente l'ensemble de l'évolution ou un état transitoire. Dans les études de l'évolution interne des planètes terrestres du système solaire, la planète peut être considérée comme isolée des effets externes. Une telle approche est cependant fautive pour les trois satellites galiléens car l'évolution de leur intérieur est fortement couplée à l'évolution orbitale, qui dépend elle-même de l'évolution de la dissipation de marée dans les satellites et dans Jupiter qui évolue. La dissipation de marée est au cœur du couplage entre l'évolution interne et l'évolution orbitale du système jovien. Elle constitue une source d'énergie pour les satellites par la conversion de l'énergie cinétique associée aux marées en chaleur par friction microscopique. Comme la force de marée dépend de l'excentricité orbitale et du demi-grand axe du satellite, l'orbite affecte l'évolution et la structure internes par la dissipation de marée. Inversement, la dissipation par les marées dans les satellites et aussi dans Jupiter affecte le mouvement orbital et de rotation puisqu'elle draine l'énergie de la rotation ou de l'orbite.

Les premiers résultats sur l'évolution couplée intérieur-orbite obtenus il y a plusieurs décennies ont démontré que les satellites pouvaient connaître des changements périodiques et à long terme de l'excentricité, de la dissipation de marée et de l'état thermique en raison de ces rétroactions. Grâce à de nouvelles avancées dans notre compréhension de l'intérieur des satellites galiléens, de meilleures éphémérides des satellites, un nouvel aperçu de Jupiter grâce à la mission Juno, et un nouveau modèle de dissipation de marée dans les géantes gazeuses récemment développé pour Saturne, nous avons maintenant la masse critique de nouvelles informations pour répondre aux questions sur l'évolution des satellites galiléens et leur habitabilité. L'objectif principal du projet est de faire progresser notre compréhension de l'évolution interne des trois satellites galiléens les plus proches de Jupiter en faisant évoluer avec le temps, pour la première fois, de manière cohérente et simultanée, l'état thermique, la structure interne et l'orbite de ces satellites, ainsi que la dissipation de marée dans Jupiter.



INT-ORB

Jupiter et les satellites galiléens sont actuellement au cœur des missions d'exploration planétaire, avec la mission Juno de la NASA qui étudie activement le système jovien et avec la mission JUICE de l'ESA (lancement prévu en 2023) et la mission Europa Clipper de la NASA (lancement prévu en 2024) dans leurs phases finales de construction. Les résultats obtenus dans ce projet élargiront les résultats scientifiques des missions planétaires vers le système jovien en fournissant un cadre théorique d'évolution des satellites qui pourra être comparé aux observations. Le projet fournira un nouvel aperçu de l'évolution des satellites galiléens et des lieux habitables dans le système solaire, et devrait créer de nouvelles perspectives de recherche et identifier d'autres questions qui pourraient être abordées par JUICE et Europa Clipper. Étant donné que le système jovien présente une forte ressemblance avec plusieurs systèmes exoplanétaires, le projet peut également fournir des informations essentielles sur le fonctionnement des systèmes exoplanétaires et sur la possibilité qu'ils abritent la vie.

Le projet stimulera également le développement de l'expertise belge dans le domaine de la structure interne et de l'évolution des satellites de notre système solaire. INT-ORB renforcera également la position internationale de la Belgique à une époque où une exploration détaillée du système de Jupiter est en cours. 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.

COORDONNEES

Coordinateur

Tim Van Hoolst

Observatoire royal de Belgique (ORB)

tim.vanhoolst@oma.be