

LOTIDE

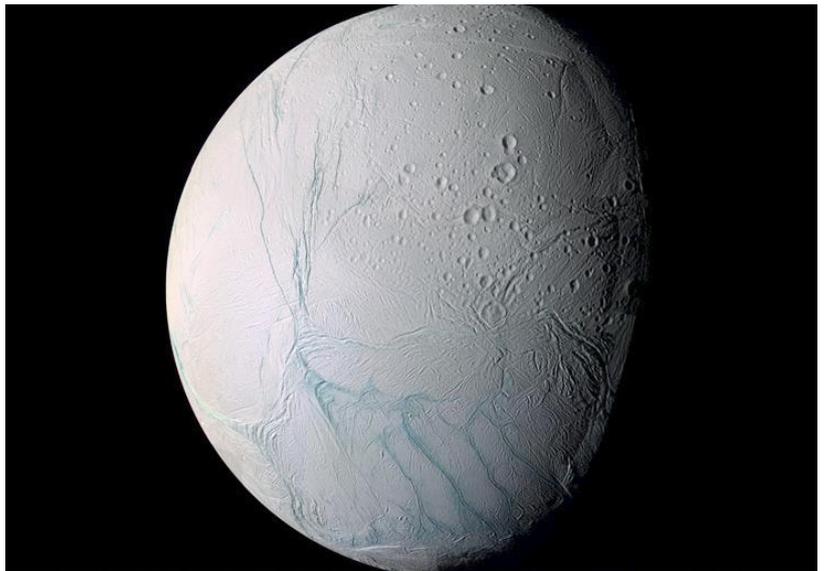
Chauffage de marée local sur Encelade

DUREE
15/12/2014 - 15/03/2017

BUDGET
150 000 €

DESCRIPTION DU PROJET

Pendant près de deux siècles après sa découverte, la lune de Saturne appelée Encelade ne s'est pas particulièrement distinguée parmi les cinq satellites de taille moyenne se trouvant entre les anneaux principaux et la gigantesque lune Titan. En 2004, l'arrivée de la sonde Cassini autour de Saturne change complètement la donne. Lors d'une série de passages rapprochés, la sonde Cassini observe une activité géologique stupéfiante au pôle sud d'Encelade. Quatre longues fissures parallèles traversant la région polaire, surnommées les "rayures du tigre", sont anormalement chaudes et sont la source de geysers formant un immense panache de vapeur d'eau et de particules de glace. Par-dessus le marché, la présence de sel dans le panache ainsi que l'analyse des données gravitationnelles suggèrent l'existence d'un océan souterrain. Encelade devient le premier monde de glace connu à être géologiquement actif en profondeur.



Vue générale d'Encelade prise par la sonde Cassini en 2005. Les quatre "rayures du tigre" apparaissent en bleu au bas de l'image.
Crédit: NASA/JPL/Space Science Institute.

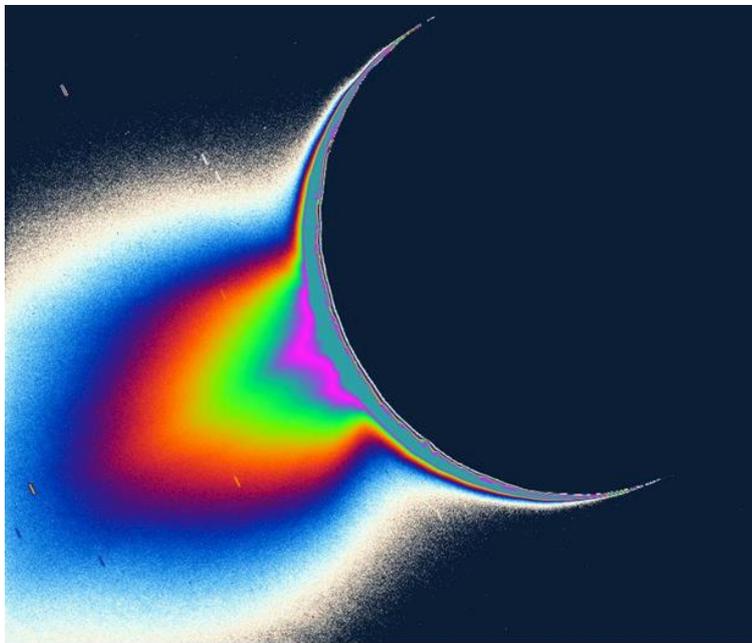
Notre projet de recherche concerne la question du moteur thermique sous-tendant cette activité géologique. A l'heure actuelle, les forces de marée dues à l'excentricité de l'orbite sont la seule cause plausible du chauffage de marée extrêmement élevé dans la croûte, comme le démontre le volcanisme sur la lune de Jupiter Io. Le processus exact reste cependant mal compris: le flux de chaleur prédit est trop faible (d'un facteur dix) et le transfert de chaleur vers la surface est trop rapide, ce qui résulte en le gel de l'océan et la fin de toute activité géologique. Les calculs classiques de la dissipation de marée se basent sur une approche conçue pour des satellites de plus grande taille comme Europe, dans lesquels la gravitation domine les effets élastiques (la croûte suit la déformation de l'océan) de sorte que les déformations de marée sont peu influencées par les variations latérales de la structure de la croûte. Par contre, Encelade est de petite taille et possède une accélération gravitationnelle beaucoup plus faible, de sorte que les effets élastiques dominent la gravitation. En outre, seul le pôle sud est géologiquement actif, probablement au-dessus d'un océan souterrain régional se trouvant lui-même en dessous d'une croûte localement amincie et plus flexible.

Notre objectif principal est de tester l'hypothèse que la dissipation de marée est fortement augmentée par la déflexion locale d'une croûte amincie dans la région polaire méridionale, et de comparer cette prédiction au flux global de chaleur mesuré par la sonde Cassini. Nous proposons d'utiliser une nouvelle méthode - la théorie des coques minces - pour calculer la dissipation locale de marée sur Encelade. La théorie des coques minces n'a jusqu'à présent servi que pour prédire les déformations élastiques, les tensions et la tectonique à la surface d'une croûte uniforme. En lieu et place de quoi nous appliquerons la théorie des coques minces à épaisseur variable et à rhéologie dépendant de la profondeur, récemment élaborée pour des satellites de grande taille. En comparaison avec les modèles viscoélastiques tridimensionnels, la méthode des coques minces est beaucoup plus rapide ce qui lui donne un grand avantage pour l'étude de l'évolution thermique et orbitale. A côté du problème de l'énergie dissipée, le projet sera généralement utile à la communauté scientifique en lui fournissant une méthode nouvelle et rapide pour le calcul de la dissipation de marée dans des satellites de glace dotés d'une croûte peu homogène. Le projet diffusera ses résultats par le biais d'articles scientifiques, de présentations lors de conférences et par la mise à disposition d'un logiciel.

LOTIDE

Notre projet est d'un grand intérêt pour tous les scientifiques étudiant Encelade. La dissipation de marée n'est pas seulement la cause du panache géant et de la tectonique au pôle sud, mais joue aussi un rôle fondamental dans l'évolution thermique du corps. Quand nous aurons compris le fonctionnement du moteur thermique d'Encelade, nous pourrions déterminer s'il s'agit d'un phénomène de longue durée garantissant la permanence de l'océan. Grâce à l'échantillonnage direct par les geysers d'Encelade, nous savons que cet océan est fait d'eau salée contenant des molécules organiques. Un océan permanent constitue une zone habitable pour la vie microbienne, faisant d'Encelade un objectif de premier choix pour la recherche de vie extraterrestre, surtout si l'on note que des échantillons de l'océan peuvent être ramenés sur Terre sans devoir poser un engin sur Encelade. Le chauffage de marée est donc étroitement lié à la question de l'origine de la vie dans le système solaire, qui est le sujet en planétologie ayant l'intérêt le plus large pour la société en général.

Par ailleurs, Encelade est un modèle de ce qui pourrait se produire sur d'autres mondes de glace. Des observations récentes ont détecté une activité géologique similaire sur la lune galiléenne Europe, plus particulièrement un panache transitoire de vapeur d'eau au-dessus du pôle sud. Les autres lunes de glace du système solaire sont probablement sans activité géologique actuelle, mais leur surfaces témoignent d'altérations tectoniques passées. Les deux lunes galiléennes Ganymède et Callisto suscitent un intérêt particulier car elles sont l'objectif de la prochaine mission à grande échelle (classe "L") de l'Agence Spatiale Européenne ESA, appelée JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer), qui a comme thème principal "l'émergence de mondes habitables autour des planètes gazeuses géantes". En tant que membre de l'ESA, la Belgique joue un rôle important dans cette mission. Finalement, l'intérêt pour Encelade parmi les scientifiques et le grand public culminera en 2015 lors des trois derniers passages rapprochés par la sonde Cassini. Alors que les scientifiques attendent impatiemment de nouvelles données pour tester leurs théories, le grand public continue à être fasciné par les missions spatiales explorant les mondes extraterrestres inconnus.



*Geysers formant un panache géant au pôle sud d'Encelade le 27 novembre 2005 (fausses couleurs).
Crédit: NASA/JPL/Space Science Institute.*

COORDONNEES

Coordinateur

Michael BEUTHE

Observatoire royal de Belgique (ORB)
Reference Systems and Planetology
m.beuthe@observatoire.be