

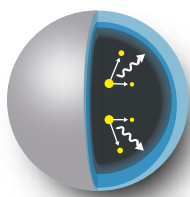


CARTOGRAPHIER L'INTÉRIEUR D'UNE LUNE

En se fondant sur son activité hydrothermale supposée, ainsi que sur les observations du champ gravitationnel d'Encelade, de sa rotation, du relief de sa surface et de la composition de ses jets, les chercheurs ont établi un tableau assez détaillé de l'intérieur du corps céleste. L'océan souterrain s'étend partout, pris en sandwich entre un noyau rocheux poreux et une croûte gelée dont l'épaisseur varie de 35 kilomètres à l'équateur à moins de 5 kilomètres au pôle sud. Au total, il représenterait une quantité d'eau équivalant à un dixième de l'océan Indien. On ne sait pas encore exactement comment cette minuscule lune produit suffisamment de chaleur pour maintenir cet océan à l'état liquide.

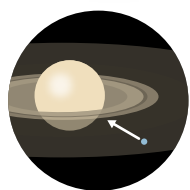
COMBIEN DE TEMPS L'OCÉAN PEUT-IL PERDURER ?

Pour que la vie telle que nous la connaissons existe sur Encelade, son océan doit être là depuis longtemps. S'il s'agit au contraire d'un océan transitoire, qui ne persiste que quelques dizaines de millions d'années ou qui passe par des cycles successifs de gel et de dégel, la lune a peu de chances d'abriter des formes de vie. La longévité de l'océan est intimement liée à la source de chaleur responsable de l'activité hydrothermale de la lune. Les planétologues ont identifié trois sources possibles de chaleur pour Encelade, chacune ayant des conséquences différentes sur la longévité de l'océan.



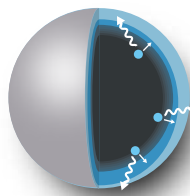
Chauffage par la radioactivité

Les isotopes radioactifs libèrent de la chaleur en se désintégrant. Encelade semble comparable à la Terre en termes d'abondance des isotopes, mais cette lune est tellement petite que cette source s'épuiserait vite et que sa chaleur s'évacuerait en peu de temps : l'océan aurait gelé depuis longtemps.



Chauffage par effets de marée

L'attraction gravitationnelle de Saturne et des lunes voisines provoque des marées qui déforment l'intérieur d'Encelade. Les frottements ainsi induits pourraient en principe chauffer la lune des milliards d'années durant. Mais l'influence de Saturne pourrait aussi modifier l'orbite de la lune de telle façon que le chauffage interne s'en trouve réduit, et Encelade se serait complètement refroidie en un million d'années ou moins.



Chauffage par serpentinisation

Les réactions de « serpentinisation » entre l'eau et la roche peuvent libérer de la chaleur, mais, comme avec le chauffage radioactif, cette chaleur diminue à mesure que la roche est transformée par les réactions chimiques. Cependant, les frottements de marée pourraient renforcer et prolonger la serpentinisation en exposant régulièrement de nouvelles roches à l'eau qui percole à travers le noyau poreux de la lune.

font en moyenne 4 nanomètres de diamètre, et ne grossissent que sur des durées de quelques mois au moins à quelques années au plus. Les données du CDA montrent que les nanoparticules d'Encelade ont en général un diamètre compris entre 4 et 16 nanomètres, sans jamais dépasser 20 nanomètres. Par conséquent, les nanoparticules recueillies par *Cassini* ont dû se former peu de temps avant d'être mesurées. Sinon, elles seraient plus grosses qu'observé. C'est à ce jour la meilleure preuve que, à l'heure où vous lisez ces lignes, des événements hydrothermaux sont actifs sur le plancher océanique d'Encelade.

Du plancher océanique aux profondeurs de l'espace

À partir de la mécanique ainsi mise au jour, nous pouvons maintenant reconstituer le voyage d'une nanoparticule depuis le fond de l'océan souterrain d'Encelade jusqu'au Système solaire élargi. Après s'être formée à l'interface entre les fluides riches en silice qui jaillissent des événements et l'océan environnant plus froid, une nanoparticule va passer de quelques mois à quelques années à remonter une épaisseur d'eau d'environ 60 kilomètres.

La surface de l'océan d'Encelade atteinte, la nanoparticule se fraye un chemin vers le haut par les fractures emplies d'eau qui zèbrent les quelques kilomètres de croûte glacée du pôle sud. L'eau de mer étant plus dense que la glace solide environnante, son ascension devrait s'arrêter à moins de un kilomètre sous la surface d'Encelade. Mais là, l'« effet champagne » donne un coup de pouce supplémentaire : tandis que l'eau (qui contient du dioxyde de carbone dissous) monte et que sa pression décroît, des bulles de dioxyde de carbone naissent. Ces dernières aident l'eau à remonter jusqu'à, peut-être, une centaine de mètres de la surface d'Encelade.

Là, nous soupçonnons qu'elle remplit des cavités creusées dans la glace. Si près du vide spatial, les bulles de dioxyde de carbone qui éclatent et les basses pressions mettent ces masses d'eau en effervescence, d'où des projections de nuages de fine brume et de vapeur d'eau. Les gouttelettes de brume gèlent rapidement en formant des grains de glace micrométriques, qui incorporent les nanoparticules de silice comme des raisins dans un petit pain. La masse nuageuse s'élève par des canaux qui traversent la glace superficielle cassante et sèche, comme le long d'une cheminée. Une partie de la vapeur d'eau gèle sur les murs de glace, libérant la chaleur latente que nous voyons sous la forme d'une lueur infrarouge émanant des rayures de tigre de la surface d'Encelade. La vapeur qui ne gèle pas entraîne les grains chargés de particules vers la surface, les projetant dans l'espace comme des fontaines.