

rocheux dont elle dissolvait les minéraux. Par la suite, d'autres indices, tels les modèles expliquant les mouvements de libration (des oscillations) d'Encelade, ont confirmé l'existence d'un océan global sous la croûte.

Quelles en sont les conséquences sur la place de l'eau liquide dans le Système solaire et la présence éventuelle de vie ailleurs ?

F. R. : Les mondes du Système solaire qui présentent de l'eau liquide sont bien plus nombreux que nous ne l'avions anticipé. Mars a eu de l'eau en abondance à sa surface ; Titan, Encelade, Europe (une lune de Jupiter) et d'autres ont des océans souterrains. Ceux-ci ne

aussi des lunes et de leurs interactions, des spécialistes tels que Sébastien Charnoz, de l'Institut de physique du globe, à Paris, ont pu élaborer des modèles pour expliquer leur formation et leur évolution. Ils ont notamment pu expliquer comment les débris s'agglutinent et forment de nouvelles lunes à partir d'une certaine distance, où les forces de marées deviennent assez faibles. Nous avons aujourd'hui une compréhension très poussée de la dynamique de ces anneaux. Reste une énigme, celle de leur âge.

La sonde Cassini pourra-t-elle fournir des éléments de réponse à cette énigme ?

F. R. : Depuis avril 2017, *Cassini* est entrée dans l'ultime phase de sa mission, surnommée le « grand final ». En modifiant sa trajectoire, la sonde passera 22 fois entre la planète et l'anneau D, le plus proche de la planète. Certains survols s'effectueront dans l'anneau D et d'autres très près de la partie supérieure de l'atmosphère de la planète. C'est assez risqué, mais nous pourrions observer de très près certains détails des anneaux et de la planète. Une partie de ces données devraient nous permettre de trancher sur l'âge des anneaux.

Nous espérons aussi cartographier le champ gravitationnel de la planète afin d'en déduire si Saturne héberge en son cœur un noyau rocheux d'environ dix masses terrestres, comme l'envisage le scénario classique décrivant la formation de la géante gazeuse, ou non.

En septembre, Cassini plongera dans Saturne. Pourquoi détruire ainsi la sonde ?

F. R. : Lors de ce plongeon, nous espérons récolter des informations jusqu'à la destruction de la sonde ou la perte du signal. Par ailleurs, la décision de faire s'abîmer la sonde dans la planète est liée à un souci de non-contamination. La sonde, qui n'a pas été stérilisée, pourrait encore transporter des bactéries terrestres. Si elle s'écrasait sur Titan ou Encelade, nous apporterions ces microorganismes sur ces mondes. Ce problème de contamination se présente pour chaque mission d'exploration, notamment sur Mars.

C'est aussi une façon de laisser la place à d'autres projets. La mission *Cassini-Huygens* lègue un héritage exceptionnel de découvertes, mais aussi de questions ouvertes. Les chercheurs réfléchissent déjà à de nouvelles idées pour explorer plus en détail Titan et Encelade, mais pas uniquement. La sonde *Juice* partira explorer les lunes de Jupiter à partir de 2022. Certains parlent d'aller rendre visite à Neptune (et sa lune Triton). Des missions qui auront, je l'espère, autant de réussite que *Cassini-Huygens*. ■

Propos recueillis par Sean Bailly

Les geysers d'Encelade ont été l'une des grandes surprises de la mission Cassini

gèlent pas grâce à l'énergie fournie par les importantes forces de marées dues à la planète géante gazeuse voisine. À l'inverse, l'océan de Charon, le compagnon de Pluton, a probablement gelé faute d'un apport suffisant d'énergie.

La lune Encelade est particulièrement intéressante dans le contexte de l'exobiologie. Le contact de l'eau liquide avec la roche fournit les ions indispensables à une forme de vie telle que nous la connaissons. Par ailleurs, la découverte récente de sources hydrothermales est encore un élément favorable. Mais alors comment aller chercher des preuves directes de cette vie, si elle existe ? L'analyse plus fine des composés rejetés dans les geysers nous donnerait peut-être des indices. En revanche, forer la croûte de glace sur plusieurs kilomètres semble, techniquement, illusoire.

Quelle est pour vous la découverte la plus marquante de la mission Cassini-Huygens ?

F. R. : Les jets d'Encelade constituent une découverte bien sûr extraordinaire. À mon avis, l'apport le plus important de *Cassini* concerne les anneaux. Grâce à la quantité et à la qualité des observations de ceux-ci, mais

BIBLIOGRAPHIE

F. Postberg et al.,
Sous l'océan d'Encelade,
Pour la Science, n° 471,
janvier 2017.

F. Chiavassa et F. Rocard,
**Quelle est la véritable
histoire du Système
solaire ?**, Le Pommier, 2015.

R. Lorenz et Ch. Sotin,
**La lune qui se prenait
pour une planète,**
Pour la Science, n° 393,
juillet 2010.

L'ESSENTIEL

> Depuis une dizaine d'années, l'étude de l'olfaction chez le chien a révélé les secrets de son odorat.

> Flux d'air optimisé dans sa cavité nasale, grande surface d'échange avec l'air, analyse combinatoire des odeurs, plusieurs facteurs contribuent à ses performances étonnantes.

> Dans le domaine judiciaire comme en médecine, des chiens dressés détectent des odeurs que nous ne décelons pas, comme celle des billets de banque ou des cancers.

> Les applications sont multiples et encore peu mises en œuvre.

L'AUTEURE



BARBARA FERRY
chercheuse CNRS en
neuroscience fondamentale
au Centre de recherches en
neurosciences de Lyon (CRNL).

Un flair qui a du chien

DÉTECTER À L'ODEUR DROGUE, BILLETS, ARMES, MINES, EXPLOSIFS, INSECTES NUISIBLES, STRESS ET CANCER... C'EST CE QUE FONT COURAMMENT AUJOURD'HUI DES CHIENS AU FLAIR EXCEPTIONNEL ET SPÉCIALEMENT ENTRAÎNÉS.

Hormis peut-être Rantanplan, le chien est un animal macrosmate : son environnement olfactif est aussi précis et détaillé que l'environnement visuel d'un oiseau de proie. Depuis longtemps, l'homme utilise l'odorat de son compagnon pour pister du gibier ou retrouver des personnes disparues. Mais ces dernières années, les domaines où ses extraordinaires capacités olfactives et sa vivacité ont été mises à profit se sont multipliés. Découverte de drogue, d'armes ou d'explosifs, détection de nuisibles animaux ou végétaux, identification de personnes souffrant d'anxiété ou d'hypoglycémie, voire atteintes de cancer à un stade précoce... les performances de l'odorat canin sont d'une variété étonnante. Et montrent que, même si tous les jours de nouvelles technologies remplacent les anciennes, l'homme peut se rassurer : l'acuité olfactive de son meilleur ami ne sera pas égalée de sitôt !

Premier animal à avoir été domestiqué, le chien, qui descend du loup, s'est intégré dans

notre quotidien depuis fort longtemps. La découverte récente d'un crâne de canidé dans les grottes de l'Altai, dans le sud de la Sibérie, prouve en effet que le processus de domestication des loups, favorisé par un habitat majoritairement sédentaire, a commencé il y a 33 000 ans. En élevant des louveteaux et sélectionnant les plus dociles, l'homme a trouvé chez le loup un compagnon de vie idéal.

ULTRASENSIBLE AUX ODEURS

La très grande acuité olfactive de l'animal s'est révélée un atout pour aider son nouveau maître à chasser et à garder son territoire contre un peu de nourriture. Cette relation de commensalisme a conditionné des changements physiques (génétiques) et comportementaux qui ont transformé le loup en chien. Mais avec l'apparition des machines pour le travail, de l'élevage et des armes, le rôle du chien a évolué. Si l'homme l'utilise toujours comme pisteur au cours de la chasse, il s'est peu à peu aperçu que les remarquables compétences olfactives de son commensal lui permettaient d'identifier la présence de molécules >