

Pourquoi se gratte-t-on ?

Vous ressentez une démangeaison et il n'y a aucune autre solution : vous devez vous gratter. La démangeaison est alors calmée, du moins momentanément. Mais pourquoi le grattage soulage-t-il ? Les chercheurs ont trouvé que ce soulagement est dû à une activité du système nerveux central.

Le grattage provoque, au niveau des terminaisons nerveuses dans la moelle épinière, une libération de molécules antalgiques propres au corps – des opioïdes endogènes – qui ont aussi pour effet d'atténuer la démangeaison. De la moelle épinière, des neurones envoient des signaux qui inhibent une région du cerveau nommée cortex cingulé antérieur, qui est fortement activée par les démangeaisons ; quand cette région se calme, la sensation diminue elle aussi. La sensation du grattage n'est pas

particulièrement agréable et pourtant, quand elle soulage une démangeaison, elle est ressentie comme gratifiante. Gil Yosipovitch, de l'université Temple à Philadelphie, en a découvert la raison au cours d'une étude menée en 2013. Avec ses collègues, il a fait appel à l'imagerie cérébrale chez des sujets pendant qu'ils se grattaient pour soulager une démangeaison aiguë et a observé que cela activait le système de récompense du cerveau (comme c'est le cas, notamment, lors de la prise de stupéfiants).

En particulier, les régions liées au plaisir, à un besoin impérieux et à la motivation se sont activées, notamment le striatum, le noyau accumbens et le cortex préfrontal. Le grattage activait le système de récompense plus intensément chez les personnes souffrant de démangeaisons chroniques que chez les sujets en bonne santé, ce qui indique qu'au fil du temps, la récompense du grattage peut s'amplifier. Cette découverte reflétait la nature addictive du grattage et la raison pour laquelle nous sommes si impuissants à y résister en cas de démangeaison. Les démangeaisons chroniques instaurent « un cercle vicieux de démangeaisons et de grattage », explique Gil Yosipovitch. Son principal conseil aux médecins : « Ne dites pas aux patients de

ne pas se gratter. L'effet est si puissant qu'ils ne peuvent s'en empêcher. »

Pourquoi une démangeaison nous incite-t-elle si impérieusement à gratter la zone concernée ? On peut y voir une raison évolutive : la démangeaison envoie un signal d'alarme et le grattage déloge les intrus et alerte le système immunitaire. Selon Gil Yosipovitch, nos ancêtres vivaient dans un monde très prurigène, rempli de plantes et d'insectes représentant une réelle menace. Cela explique la nature contagieuse de la démangeaison : quand nous voyons quelqu'un se gratter, nous commençons à nous gratter nous aussi, à titre préventif sans doute.

– S. S.

MrgprA3. En l'absence de ces cellules, les souris ont perdu la capacité de ressentir les démangeaisons, tandis que leur sensibilité à la douleur restait intacte.

Xinzhong Dong devait toutefois encore prouver que les capteurs des démangeaisons étaient réellement réservés à ces sensations et qu'ils ne détectaient pas la douleur. Il parvint à obtenir des souris dépourvues de récepteurs TRPV1 dans tous les neurones, sauf dans ceux proposés comme médiateurs des démangeaisons. Lorsqu'on activait le récepteur TRPV1 à l'aide de la capsaïcine (un stimulus normalement douloureux), les souris n'ont ressenti que des démangeaisons, et pas de douleur. Ce qui confirme l'existence de neurones spécifiques des démangeaisons et que ces cellules utilisent certains des capteurs présents aussi dans les neurones sensibles à la douleur.

Encore beaucoup d'inconnu

Toutes ces avancées sont dues à des études de neurones sensoriels qui innervent la peau. En fait, les dernières recherches montrent que les cellules de la peau elles-mêmes contribuent aux démangeaisons en libérant des pruritogènes qui activent les neurones

concernés. Les circuits complexes de la démangeaison s'étendent aussi à la moelle épinière, où l'on a récemment mis en évidence des neurones et des molécules de signalisation spécifiques. En outre, des scientifiques utilisent l'imagerie cérébrale pour mieux comprendre comment l'activité neurale produit la sensation de démangeaison.

Quant à Nicole Burwell, elle a finalement été libérée de ses démangeaisons chroniques à la fin de 2013, après avoir consulté un dixième médecin – un éminent dermatologue qui soigne des patients souffrant de démangeaisons intractables et inexplicables. Un test cutané approfondi de recherche d'allergies sur le dos a montré que Nicole Burwell était allergique à un conservateur présent dans des produits cosmétiques et d'hygiène. La rougeur et les démangeaisons ont disparu lorsqu'elle a commencé à n'utiliser que des produits approuvés.

Le cas de Nicole Burwell illustre à quel point les démangeaisons sont mal connues des professionnels de la santé : un simple test a permis de trouver une solution facile, mais seulement après trois ans de souffrances. Il souligne aussi à quel point il est important de trouver les causes sous-jacentes de ce mal, dont la complexité moléculaire n'est pas encore totalement élucidée. ■

■ BIBLIOGRAPHIE

L. Misery et S. Ständer (éds.), *Pruritus*, Springer, 2016.

M. Bautista *et al.*, *Why we scratch an itch : The molecules, cells and circuits of itch*, *Nature Neuroscience*, vol. 17(2), pp. 175-182, 2014.

G. Yosipovitch et S. G. Kwatra, *Living with Itch : A Patient's Guide*, Johns Hopkins University Press, 2013.

Sous l'océan d'Encelade

Frank Postberg, Gabriel Tobie et Thorsten Dambeck

On en est de plus en plus certain : le fond de l'océan souterrain d'Encelade, lune glacée de Saturne, est criblé de cheminées hydrothermales actives. Ce qui en fait l'un des lieux les plus prometteurs pour rechercher des formes de vie extraterrestre.

Qui croirait qu'au fond de l'océan Atlantique, à mi-chemin entre les Bermudes et les îles Canaries, se trouve une cité animée ? Et pourtant, dans l'obscurité qui règne à près de un kilomètre sous la surface éclairée par le Soleil, la nature a édifié une métropole sous-marine, un complexe de tours de calcaire hautes comme des gratte-ciel abritant des multitudes d'escargots, de crabes et de moules. Les tours se forment par précipitation des minéraux contenus dans l'eau chaude alcaline qui jaillit des événements hydrothermaux parsemant le fond de l'océan. Les biologistes ont découvert cette « Cité perdue » exotique à l'aide de submersibles et de caméras contrôlées à distance au début des années 2000, et ils l'étudient depuis afin de comprendre comment les cheminées hydrothermales peuvent, si loin de la lumière vitale du Soleil, faire vivre des écosystèmes florissants.

Entre-temps, les planétologues qui exploitent la sonde spatiale *Cassini* ont fait dans le Système solaire externe une série de découvertes spectaculaires suggérant fortement que des cheminées hydrothermales semblables à celles de la

© Ron Miller



L'ESSENTIEL

- D'après les données de la sonde spatiale *Cassini*, Encelade, l'une des plus grosses lunes de Saturne, a un océan souterrain qui laisse échapper dans l'espace un panache d'eau salée.
- Des études d'Encelade et de son panache ont permis d'estimer la composition de cet océan et ont apporté des preuves de la présence de cheminées hydrothermales sur le plancher océanique.
- Ces événements hydrothermaux constituent des milieux intéressants pour la recherche d'éventuelles formes de vie.

■ LES AUTEURS



Frank POSTBERG
est planétologue
aux universités
de Heidelberg
et de Stuttgart,
en Allemagne.



Gabriel TOBIE
est planétologue
au CNRS et travaille
au Laboratoire
de planétologie
et géodynamique
[CNRS-universités de Nantes
et d'Angers].



Thorsten DAMBECK,
docteur en
physique diplômé
de l'université
d'Osnabrück,
en Allemagne,
est écrivain de science spécialisé
en astronomie et planétologie.

Cité perdue existent aussi dans l'océan souterrain d'Encelade, une petite lune glacée de Saturne. Serait-il possible que la vie soit présente là-bas également ?

Bien sûr, la possibilité d'une vie extraterrestre est très alléchante pour les scientifiques, mais ces derniers se seraient de toute façon passionnés pour les cheminées hydrothermales, qu'elles leur fassent miroiter l'existence d'une vie extraterrestre ou non. Les données qui suggèrent une activité hydrothermale sur cette lune lointaine fournissent également des informations cruciales pour connaître la composition et la longévité de l'océan d'Encelade. Sans cette activité hydrothermale, ces secrets auraient de bonnes chances de rester enfouis à jamais sous la croûte gelée, comme cela risque d'être le cas avec d'autres lunes dotées d'océans – par exemple Europe, lune de Jupiter – pour lesquelles on ne dispose pas de preuves solides d'une activité hydrothermale.

Une chaleur interne difficile à expliquer

Plus fondamentalement, l'existence même des cheminées hydrothermales d'Encelade constitue une énigme irrésistible pour les chercheurs. Outre l'eau, l'ingrédient le plus important nécessaire à une activité hydrothermale est à l'évidence la chaleur, mais les entrailles brûlantes de cette lune glacée sont difficiles à expliquer.

Encelade a un diamètre d'environ 500 kilomètres ; c'est assez peu pour une lune, et beaucoup trop petit pour retenir la chaleur primordiale qu'a laissée sa formation. Une autre source de chaleur doit donc être à l'œuvre dans ses profondeurs. Découvrir comment Encelade produit sa chaleur interne et la maintient pourrait révolutionner notre compréhension des lunes glacées et de leur possibilité d'héberger des formes de vie.

On a commencé à soupçonner la présence d'un océan sur Encelade en 2005, environ un an après l'arrivée de *Cassini* dans le système saturnien. La sonde a alors observé un énorme panache de vapeur d'eau et de grains de glace s'élevant à plusieurs centaines de kilomètres dans l'espace, et originaire du terrain tectoniquement actif qui entoure le pôle sud de la lune.

Grâce à une série de survols de *Cassini*, les chercheurs ont montré que le panache

est formé par de multiples jets émanant de quatre fissures linéaires, tellement plus chaudes que leur environnement glacial qu'elles luisaient dans l'infrarouge. Les scientifiques de la mission ont nommé « rayures de tigre » ces fissures et ont déterminé que leurs jets étaient la source de l'immense anneau ténu de particules de glace (l'anneau E) qui ceint le système d'anneaux classique de Saturne. Cependant, la plupart des grains de glace émis dans les jets ont une vitesse insuffisante pour rejoindre cet anneau et retombent sur Encelade sous la forme d'une fine neige poudreuse. Sur la base des congères d'une centaine de mètres de haut qui recouvrent une bonne partie de son hémisphère sud, les chercheurs estiment qu'Encelade projette de l'eau dans l'espace depuis au moins dix millions d'années.

Initialement controversée, l'« hypothèse océanique » expliquant les jets d'Encelade a été confirmée par une longue série d'études de *Cassini* qui établissent irréfutablement la présence d'un océan global et souterrain. Plus récemment, une analyse du champ gravitationnel, de la topographie de surface et de la légère modulation de la rotation d'Encelade a permis à Ondřej Čadež, de l'université Charles, à Prague, et ses collaborateurs (dont l'un de nous, Gabriel Tobie) de préciser la taille et l'étendue de l'océan.

Ces travaux suggèrent que la croûte aurait une épaisseur avoisinant 35 kilomètres au niveau de l'équateur d'Encelade, mais ne dépassant pas 5 kilomètres aux alentours du pôle sud. Le fond de l'océan se trouverait 60 à 70 kilomètres environ sous la surface, ce qui signifie qu'Encelade contiendrait une quantité d'eau équivalente à un dixième de l'océan Indien. Et en utilisant les données recueillies par *Cassini* en 2009 et 2011, l'un de nous (Frank Postberg) a montré que son eau est alcaline et contient du chlorure de sodium (du sel de table) dans le panache éjecté. Cela signifie que l'océan est probablement posé sur le noyau rocheux d'Encelade et qu'il en lève les minéraux.

L'indice crucial pour affirmer la présence de cheminées hydrothermales a été obtenu par l'analyseur de poussière cosmique CDA (pour *cosmic dust analyzer*) de *Cassini* en 2004, avant même que la sonde n'atteigne Saturne et ne découvre le panache d'Encelade. Quand *Cassini* s'est approchée de Saturne, des