



MANCHON DUODÉNOJÉJUNAL

Un tube en plastique souple glissé dans l'intestin *via* la gorge et l'estomac pourrait constituer un substitut intéressant et moins invasif à la chirurgie bariatrique.

à Rome, et ses collègues ont prélevé des protéines non identifiées dans une section de l'appareil gastro-intestinal chez des souris diabétiques. Quand ils ont injecté ces protéines chez des souris non diabétiques, leurs tissus sont devenus résistants à l'insuline. Les protéines avaient le même effet lorsqu'elles étaient injectées dans des cellules musculaires d'humains non diabétiques cultivées en laboratoire. Ma conviction est que la chirurgie bariatrique peut réduire la quantité ou la disponibilité de ces anti-incrélines, et donc aider à retrouver un équilibre métabolique.

Quel que soit le mécanisme exact, l'ensemble des observations dans ce domaine suggèrent que le diabète a une origine gastro-intestinale. Les mécanismes du dysfonctionnement intestinal déclenché par l'apport de nourriture expliqueraient aussi comment l'augmentation mondiale, ces dernières années, de nourriture riche en matières grasses et en glucides, ainsi que l'augmentation de la disponibilité générale de la nourriture dans de nombreux pays, ont pu causer une telle épidémie.

La chirurgie est un remède puissant contre le diabète, mais elle ne peut être envisagée comme un traitement systématique contre une maladie aussi répandue. Car, au-delà du personnel hautement qualifié et de la place dans les hôpitaux qu'elle nécessite, sa pratique comporte des facteurs de risque inhérents à

l'utilisation d'un scalpel sur un patient. Il est donc important de réfléchir à des solutions moins invasives. Certaines sont d'ores et déjà à portée de main, comme l'insertion dans l'intestin d'un manchon *via* la gorge et l'estomac.

L'objectif est de recouvrir la paroi interne du duodénum. C'est dans cette région que la bile et les sucs pancréatiques entrent en contact avec la nourriture partiellement digérée, altérant les caractéristiques chimiques de tout ce qui continue à descendre le long du tube digestif. La présence de ce manchon suffit à influencer sur l'appareil gastro-intestinal en aval et sur la plupart des mécanismes de contrôle glycémique décrits plus haut.

DU SCALPEL AU MANCHON

Dans une série d'expériences, mes collègues et moi avons inséré un tube flexible en silicone dans le duodénum de rats diabétiques. Les particules de nourriture n'ont ainsi pas touché les cellules de la paroi du duodénum et ne se sont pas mélangées avec la bile. Nous avons observé une nette amélioration du contrôle de la glycémie. Dans un second temps, nous avons percé des trous dans le tube afin de laisser la bile et les sucs pancréatiques entrer et les nutriments sortir. Cette modification a suffi à annuler les effets antidiabétiques précédemment observés.

Les manchons en plastique flexible à insérer dans le duodénum existent déjà. Développés pour imiter les effets de la chirurgie de dérivation gastrique, ils ont été approuvés pour une utilisation clinique en Europe et en Amérique du Sud. Les patients qui en ont bénéficié ont vu leurs symptômes diabétiques s'améliorer. Une nouvelle approche est actuellement à l'essai chez l'humain : elle consiste à glisser un petit ballon accroché à un tube jusqu'au duodénum en passant par la gorge. Celui-ci est ensuite rempli d'eau chaude afin de brûler certaines des cellules qui réagissent au contact des nutriments. Les tests préliminaires ont des résultats prometteurs sur le diabète de type 2. De nouvelles investigations sont sur le point de confirmer la durabilité à long terme de ces effets.

Ce n'est pas la première fois en médecine que la chirurgie pave le chemin à d'autres sortes de traitements. C'est même déjà arrivé pour le diabète. En 1889, le médecin allemand Oskar Minkowski a ainsi provoqué un diabète chez des chiens en leur enlevant le pancréas : cette découverte a conduit les médecins canadiens Frederick Banting et Charles Best à découvrir l'insuline en 1921. Près d'un siècle plus tard, le succès de la chirurgie bariatrique lève le voile sur le rôle de l'appareil gastro-intestinal dans la régulation de la glycémie. C'est désormais vers lui que se tournent les chercheurs et médecins pour développer de nouvelles approches thérapeutiques contre le diabète. ■





Éphémères deltas de lave

Le 31 décembre 2016, à Hawaïi, un delta formé en quelques années par des coulées de lave s'est effondré dans l'océan. Comment naît et meurt une telle plateforme, créée par le brusque refroidissement de la lave à son arrivée au contact de l'eau de mer ?

La réponse en images.

LES AUTEURS



MICHEL DETAY
est géologue et
photographe résidant
à Hong Kong.
Avec son épouse
Anne-Marie Detay,
il a publié *Volcans.*
Du feu et de l'eau
(Belin, 2013)



PIERRE THOMAS
est géologue et
planétologue,
professeur émérite
à l'École normale
supérieure de Lyon

A Hawaii, le Kīlauea, l'un des volcans les plus actifs de la planète, déverse sur ses flancs une lave nommée pāhoehoe, très fluide parce que pauvre en silice et complètement dégazée. Celle-ci s'écoule à l'intérieur de tunnels jusqu'à la mer. Ses arrivées successives édifient régulièrement des plateformes instables qui s'avancent sur la mer: des «deltas de lave». Les images que nous présentons ici sont celles du delta de Kamokuna, depuis sa formation récente jusqu'à son effondrement fin 2016.

Les deltas de lave doivent leur existence au fait que des tunnels – les tubes de lave – acheminent la lave jusqu'au rivage sans grande déperdition de chaleur: la température baisse de moins de 0,6 °C par kilomètre parcouru. Situé sur la pente est du volcan, le tunnel de lave de Kazumura, par exemple, franchit 1102 mètres de dénivelé et s'étend sur plus de 65 kilomètres! En interagissant avec l'eau de l'océan, les laves produisent tout un cortège de matériaux, la plupart fragiles, qui vont constituer le soubassement des deltas. Généralement, les deltas de lave se développent sur une largeur d'environ 1 kilomètre et s'avancent de plusieurs centaines de mètres dans la mer. Des croissances journalières atteignant 4 hectares ont déjà été observées dans le cas d'un delta, qui, juste avant de s'effondrer, mesurait 2,9 kilomètres de long et 500 mètres de large.

Les deltas de lave disparaissent et se reforment le plus souvent de façon cyclique. Ainsi, à Hawaii, 31 effondrements se sont produits en 15 mois, entre 1988 et 1989. L'effondrement peut s'accompagner d'un retrait de la côte de plusieurs centaines de mètres: il était compris entre 200 et 400 mètres dans les cas récents. ■



L'ÉDIFICATION DU DELTA

Au cours de la formation d'un nouveau delta de lave, des coulées de lave pāhoehoe, très fluide, débouchent dans l'océan. Celles visibles sur cette image nocturne sont des coulées en surface; elles sont accompagnées de coulées invisibles, qui cheminent à l'intérieur de tunnels souterrains.



© Dirker/Shutterstock.com



DES INTERACTIONS LAVE-EAU PEU VIOLENTES

Quand la coulée de lave pāhoehoe atteint la mer, les interactions entre la lave et l'eau marine sont en général assez peu violentes. La lave s'écoule simplement en draperies par-dessus les anciennes falaises et contribue à édifier la plateforme qui, petit à petit, s'avance dans l'océan.



MISE EN PLACE DU DELTA DE LAVE DE KAMOKUNA

Un passage en hélicoptère au-dessus du champ de lave du Kīlauea offre l'occasion de contempler le delta de Kamokuna entier. La zone d'épanchement des laves en bordure d'océan se distingue très bien. On remarque l'une des routes du Parc national des volcans d'Hawaïi, dont un tronçon a été recouvert par la coulée.

© Dirker/Shutterstock.com

© USGS

QUAND UNE BULLE DE LAVE ÉCLATE

La lave pāhoehoe chemine jusqu'à la mer à l'intérieur de tubes de lave, sorte de plomberie volcanique. L'effondrement partiel du delta produit des fronts où débouchent ces tubes (voir les images des pages suivantes). Outre la vapeur formée quand la lave arrive au contact de la mer, il arrive que des vagues pénètrent dans les tubes, où une arrivée de lave vient recouvrir l'eau de mer encore froide. Instantanément vaporisée, celle-ci produit une bulle de lave qui éclate en crevant le plafond du tube. Ce phénomène, après refroidissement et solidification, produit ce que l'on nomme des cheveux de Pele, du nom de la déesse hawaïenne des volcans, du feu et des éclairs : de fins filaments qui font penser à des cheveux.



PEU AVANT L'EFFONDREMENT DU DELTA

Cette photo aérienne a été prise en hélicoptère le 30 juillet 2008 alors que le delta de lave de Kamokuna progressait dans l'océan. L'effet de son érosion par les vagues est perceptible : une plage de sable noir s'était formée. Des lignes de fracture traduisent la fragilité de cet édifice et annoncent son effondrement. L'absence de coulées en surface indique que la lave s'écoule principalement au sein de tunnels de lave. Seule une légère fumée bleue, visible en haut à droite, trahit la chaleur interne du delta. Peu visibles, des dépôts de soufre sont présents en plusieurs endroits du delta. La photographie du bas montre le delta déjà à moitié effondré, alors que de la lave continue à arriver. L'effondrement total de ce delta s'est produit le 31 décembre 2016, précipitant une surface de 11 hectares dans la mer.



© Jean-François Gonzalez



© Dirker/Shutterstock.com



CASCADE DE LAVE

Le 25 février 2017, un effondrement partiel dans l'océan a mis au jour l'un des tunnels de lave alimentant la coulée de lave qui a construit le delta de Kamokuna, sur le flanc du volcan Kīlauea. La section du delta a créé une falaise, où le tunnel de lave débouche à 28 mètres au-dessus du niveau de la mer. Dans l'océan, la lave produit des explosions hydrovolcaniques accompagnées de projections de « bombes » et de téphras (éjectas divers). Depuis le début de 2017, le phénomène est devenu célèbre et a attiré de nombreux touristes, qui se mettent en danger lorsqu'ils s'approchent à moins de 300 mètres de la zone active.



© Michel Delay

CASCADE ET EXPLOSIONS DE TÉPHRAS

Prises le 25 février 2017 vers 9 heures du matin, depuis le haut de la falaise formant le nouveau trait de côte, les photographies ci-dessus montrent les manifestations hydrovolcaniques caractéristiques de l'arrivée d'une cascade de lave directement dans la mer. Ainsi, les explosions engendrées par le contact de la lave avec l'eau créent de nombreux jets de cendres, de téphras et de bombes volcaniques. Les deux autres clichés pris respectivement le 21 février (*ci-contre*) et le 6 mars (*ci-dessous*) montrent des détails des cascades de lave, que les volcanologues américains nomment *firehoses* (« tuyaux de feu »). La photographie ci-dessous, par exemple, a saisi les figures caractéristiques créées par la dislocation de la lave, due à l'appel du vide lors de la sortie de la lave à l'air libre.



© Michel Delay





LES DELTAS DE LAVE MODIFIENT SANS CESSER LE TRAIT DE CÔTE

Le 3 janvier 2017, l'imageur OLI (*Operational Land Imager*) du satellite *Landsat 8* révéla le nouveau trait de côte créé par l'effondrement du delta de lave de Kamokuna (*ci-dessous*). Le lieu de l'effondrement est indiqué (*flèche rouge*). Non loin de lui, une nouvelle coulée se signale par un panache de vapeur. L'ensemble de la côte est marqué par des effondrements successifs reconnaissables à leurs formes en arc de cercle. Ci-dessus, la même côte en voie de transformation prise en novembre 2017, c'est-à-dire avant que la période d'effondrement ne débute.



BIBLIOGRAPHIE

M. Detay, **Traité de volcanologie physique**, Lavoisier, 2017.

G. Marie, **Processus préparant la construction et l'érosion des deltas de lave formés par les coulées du volcan Kilauea (Pu'u 'O'o-Kupaianaha, Hawaï)**, *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, vol. 12(2), pp. 75-90, 2006.

T. N. Mattox et M. T. Mangan, **Littoral hydrovolcanic explosions : A case study of lava-seawater interaction at Kilauea Volcano**, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 75, pp. 1-17, 1997.

L'ESSENTIEL

> Dans l'expérience *LHCb*, au collisionneur LHC du Cern, les physiciens recherchent notamment des indices de l'existence de particules non prévues par la théorie en vigueur, le « modèle standard ».

> Au lieu de viser la production directe de ces nouvelles particules, les chercheurs

de *LHCb* espèrent détecter leur influence indirecte, sous la forme de particules « virtuelles » servant d'intermédiaires dans certaines désintégrations.

> Certains des résultats obtenus semblent incompatibles avec le modèle standard. Il s'agit peut-être d'indices d'une physique non décrite par le modèle standard.

L'AUTEUR



GUY WILKINSON
physicien des particules
à l'université d'Oxford, en
Grande-Bretagne, et ancien
porte-parole de l'expérience
LHCb au Cern, à Genève

Beauté hors-norme au LHC

Malgré ses succès, tels que la prédiction et la découverte du boson de Higgs, le modèle standard de la physique des particules est incomplet. Au Cern, l'expérience *LHCb*, qui étudie les désintégrations des « particules de beauté », a-t-elle fourni les premiers indices d'une théorie plus fondamentale ?

Il est rare que le journal télévisé s'ouvre avec un reportage sur la recherche en physique, comme cela a été le cas le 4 juillet 2012. Ce jour-là, toutes les chaînes du monde ont consacré une partie de leur émission à une nouvelle en provenance de Genève : des recherches entamées il y a près d'un demi-siècle venaient d'aboutir avec la découverte du boson de Higgs au LHC (Large Hadron Collider), le Grand collisionneur de hadrons du Cern.

Pour les physiciens, l'événement était historique. Cette particule était en effet la dernière pièce manquante dans le modèle standard de la physique des particules ; plus même : le boson de Higgs est un élément essentiel de cette théorie, qui décrit les particules connues de l'Univers et les forces qu'elles exercent les unes sur les autres.

Pourtant, les physiciens pensent qu'il existe d'autres particules élémentaires que celles du modèle standard ; cette nouvelle traque, encore plus difficile, a déjà débuté.

Les complexes expérimentaux *Atlas* et *CMS*, qui ont permis de découvrir le boson de Higgs, joueront encore un rôle important dans cette nouvelle quête. Ils tenteront de produire directement ces nouvelles particules lors de collisions énergétiques entre protons. Mais une autre expérience du LHC, moins connue et plus modeste, contribuera aussi à cette recherche d'une nouvelle physique.

Ainsi, l'expérience *LHCb*, sur laquelle je travaille, aborde cette traque avec une stratégie différente : mettre en évidence des effets indirects de ces particules inconnues sans les produire directement. Pour ce faire, nous nous focalisons sur la production de certaines >