

de 54 tissus différents qu'il a prélevés *post mortem* sur 838 donneurs. Pour chaque échantillon, il a séquencé d'une part le génome, à la recherche de variations génétiques, et d'autre part le transcriptome, c'est-à-dire l'ensemble des ARN messagers produits (les intermédiaires de fabrication des protéines), dont il a repéré et quantifié chacun : plus un ARN messager était présent, plus le gène associé avait été exprimé. Le consortium a ainsi relié le niveau d'expression de quelque 20 000 gènes humains à des variations sur plusieurs millions de séquences – les fameux eQTL recherchés. Puis le consortium a commencé à exploiter cette base de données.

Dans une étude sur quelque 15 000 échantillons issus de 49 tissus, il a ainsi observé que l'expression de la quasi-totalité des gènes était associée à une ou plusieurs séquences eQTL. Dans une autre, il propose une méthode pour extraire des données la composition cellulaire des tissus et en déduire la régulation de l'expression des gènes spécifique à certains types de cellules. Dans une autre encore, le consortium a identifié des variants génétiques rares associés à un profil particulièrement anormal d'expression des gènes, comme un variant d'APOE, un gène impliqué dans diverses maladies neurologiques. Il s'est aussi lancé dans l'exploration des différences liées au sexe : dans presque tous les tissus, il a observé des différences d'expression de gènes entre les hommes et les femmes. Plusieurs centaines à plusieurs milliers de gènes sont concernés selon les tissus, même si l'effet est léger.

Ces études ne sont que quelques exemples de l'horizon ouvert par cette base de données. Évidemment, elle a ses limites. Les donneurs sont pour la plupart des Américains d'origine européenne, les deux tiers sont des hommes et plus de la moitié des échantillons proviennent de personnes âgées de 50 ans et plus. Néanmoins, en accès libre, elle reste un outil précieux que de nombreuses équipes utilisent déjà pour y tester des hypothèses ou répondre à des questions précises, comme montrer que de telles données aideraient à prédire les effets secondaires d'un médicament lors d'un essai clinique. ■

MARIE-NEIGE CORDONNIER

The GTEx Consortium, *Science*, vol. 369, Special section, 2020

La fonte des calottes glaciaires réestimée

L'évolution de la cryosphère reste difficile à préciser.

Pour la deuxième fois, des glaciologues du monde entier font le point dans une série d'articles sur ce que l'on peut dire aujourd'hui de la fonte des calottes groenlandaise et antarctique, qui représentent 99 % de la glace terrestre. Nicolas Jourdain, qui a participé à ces travaux, nous explique leur démarche.



Propos recueillis par FRANÇOIS SAVATIER

NICOLAS JOURDAIN
glaciologue au CNRS
et à l'Institut
des géosciences
de l'environnement,
à Grenoble

La collaboration de glaciologues dont vous faites partie travaille-t-elle pour le Giec, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat ?

Pas directement. Nous inscrivons notre travail dans le cadre du projet d'intercomparaison des modèles d'inlandsis, connu en anglais sous le sigle ISMIP (*Ice sheet model intercomparison project*). Ultérieurement, le Giec fera une analyse critique des prédictions de l'ISMIP.

Qu'est-ce qu'une intercomparaison ?

Les glaciologues modélisent les calottes polaires par diverses approches, qui sont différentes car nous ignorons encore beaucoup des processus de fonte à l'œuvre. Dans l'ISMIP, nous utilisons des approches multiples pour établir une fourchette de prédictions. Les chercheurs de deux grands laboratoires français de glaciologie – l'IGE à Grenoble et le LSCE près de Paris – ont contribué à plusieurs articles, dont deux synthétisent les prédictions pour 2100.

Quelles sont ces prédictions ?

Au Groenland, le comportement de la calotte dépend surtout du réchauffement de l'atmosphère lié aux émissions de gaz à effet de serre. Dans le scénario bas, celui où l'humanité parviendrait à faire des efforts drastiques de réduction d'émission d'ici à la fin du siècle, nous prévoyons une hausse du niveau marin due aux calottes groenlandaises comprise entre 1,5 et 4,5 centimètres ; dans le scénario haut, avec beaucoup d'émissions, nous arrivons à une élévation comprise entre 4 et 14 centimètres. Quant à la contribution de la calotte antarctique, elle dépend à la fois de l'accélération de l'écoulement des glaciers et des précipitations qui augmentent dans une atmosphère plus chaude, donc plus humide. Ces effets

contraires expliquent que la fourchette encadrant la contribution plausible de l'Antarctique à la hausse du niveau de la mer est large : de – 7,8 centimètres à + 30 centimètres d'ici à la fin du siècle !

Pourquoi une incertitude aussi grande ?

Parce que nous devons tenir compte de ce que nous ne comprenons pas bien : en Antarctique, les glaciers se prolongent sur la mer en y flottant. Exactement comme dans le cas d'un glaçon dans un verre d'eau, si elles fondent, ces parties flottantes ne feront pas directement monter le niveau de la mer. Cependant, sans elles, l'écoulement des glaciers ne serait plus freiné, et plus de glace arriverait dans la mer. Nous ne savons pas bien quelle quantité, car nous ignorons à quelle vitesse les glaciers s'écouleraient si ces parties flottantes se réduisaient. Nous avons donc fait une expérience, qui est l'objet de l'un de nos articles : nous avons simulé dans nos modèles la disparition complète des parties flottantes, puis évalué l'élévation de l'océan mondial qui en résulterait. Cette hausse serait comprise entre 1 et 8 mètres au bout de 200 ans. Mais il ne s'agit là que d'un exercice de pensée, car les glaciers flottants ne vont pas disparaître du jour au lendemain.

La question de leur fonte est donc cruciale pour déterminer l'élévation de la mer ?

Exactement. C'est pourquoi nous avons fait le point là-dessus dans l'un des articles. Le point crucial est la pénétration de l'eau océanique chaude sous les glaciers flottants. L'intercomparaison nous fait comprendre qu'une priorité est de préciser comment les parties flottantes des glaciers antarctiques fondent. Afin d'en savoir plus, plusieurs équipes internationales envoient sous la glace des robots instrumentés. Avec les résultats de leurs observations, on espère mieux comprendre la fonte des glaciers par l'océan. ■

The Cryosphere, numéro spécial, 17 septembre 2020 (<https://bit.ly/3n6Tzel>)

GÉOSCIENCES

SOUS DES VOLCANS EFFUSIFS, UN ÉTONNANT MAGMA

Deux volcans effusifs des Galápagos recèlent dans leurs profondeurs un magma hétérogène, bien plus dangereux que la lave homogène qu'ils rejettent à la surface.

Tous les volcans ne sont pas de monstrueux cracheurs de nuées violentes et destructrices tels que le furent autrefois le Vésuve ou le Krakatoa. Certains, comme le Kilauea, à Hawaï, ou le piton de la Fournaise, à la Réunion, sont plutôt des forces tranquilles aux flancs émaillés de rivières de lave basique. Celle-ci étant peu riche en silice et donc fluide, les gaz s'en échappent facilement, ce qui évite le caractère explosif des laves visqueuses. Elle s'écoule à une vitesse qui dépend de sa fluidité et du relief. Les éruptions de ce type, dites « effusives », présentent rarement un danger mortel pour les populations, même si elles peuvent occasionner de sérieux dégâts sur les infrastructures. Une équipe internationale de chercheurs, dirigée par Michael Stock, du Trinity College, à Dublin, s'est demandé pourquoi ces titans géologiques produisent uniquement des éruptions effusives depuis des millions d'années. Cette stabilité serait liée à une homogénéité du système magmatique sous-jacent. Or en étudiant la lave basaltique des volcans Wolf et Fernandina, des îles Galápagos, les chercheurs ont découvert que les entrailles de ces montagnes cachent une composition magmatique qui n'est pas si homogène et qui se rapproche de celle des volcans explosifs, bien plus dangereux.

Pour comprendre la cause de la monotonie éruptive de ces volcans, les chercheurs ont analysé la composition des cristaux présents, entre autres, dans la lave rejetée. Puis, à l'aide d'un modèle thermodynamique, ils ont déterminé la nature du milieu au sein duquel ces cristaux se sont formés, à savoir la composition des magmas stockés sous terre. Étonnamment, cette composition s'est révélée beaucoup plus hétérogène et variée que celle des laves basiques émises à la surface par Wolf et Fernandina. Elle se rapproche notamment de la composition du magma acide (et donc visqueux, ce qui les rend explosifs) rejeté par le volcan explosif Saint Helens, aux États-Unis, dont l'éruption de 1980 fit 57 morts.

Alors pourquoi ces géants des Galápagos demeurent-ils tranquilles ? Il se pourrait qu'on le doive à la proximité de ces volcans avec des



L'éruption en 2015 du volcan effusif Wolf, sur l'archipel des Galápagos.

« points chauds » de magma montant des profondeurs de la Terre jusqu'à la surface. La quantité de magma transitant par la structure géologique serait si élevée qu'elle « étoufferait » toute potentielle diversité chimique, ce qui expliquerait la composition homogène retrouvée lors des éruptions. Cette hypothèse reste à confirmer ; et, surtout, il faudrait s'assurer que cette conclusion se généralise à tous les volcans effusifs.

La découverte de ces magmas hétérogènes amène à se demander s'ils ne pourraient pas remonter un jour à la surface et provoquer une éruption explosive. Ces volcans étant restés stables pendant des millénaires, il semble peu probable que les choses changent subitement. Le véritable risque d'éruption explosive, concernant ces colosses multiséculaires, serait déterminé par la présence d'eau dans le système (on parle alors d'explosion hydromagmatique) ou par l'arrivée d'un magma riche en dioxyde de carbone. Iguanes, cormorans et tortues géantes peuvent donc encore dormir sur leurs deux oreilles. ■

WILLIAM ROWE-PIRRA

M. J. Stock et al., *Nature Communications*, vol. 11, article 3767, 2020

EN BREF

MICROPLASTIQUES CONTRE HUITRES

À l'Ifremer, Kevin Tallec et ses collègues ont étudié l'impact des microplastiques sur la reproduction de l'huître la plus élevée, *Crassostrea gigas*. Ils ont mis en suspension du sperme d'huître dans de l'eau de mer chargée en billes de 50 nanomètres, susceptibles de se coller aux flagelles des spermatozoïdes. Résultat : le nombre de gamètes encore mobiles au bout d'une heure décroît fortement pour plus de 25 microgrammes de nanobilles par millilitre – une concentration supérieure d'au moins six ordres de grandeur à celle de l'Atlantique. Alors oui, la reproduction des huîtres est affectée par les microplastiques... mais en laboratoire !

Nanotoxicology, 19 août 2020

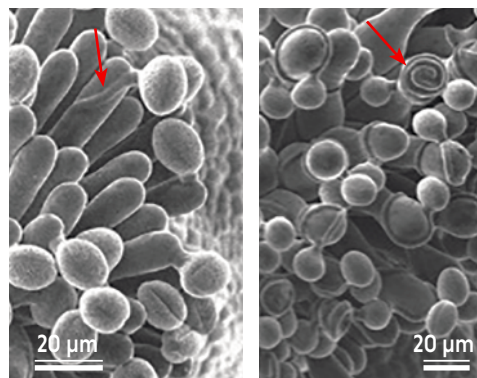
BIOLOGIE VÉGÉTALE

COMMENT LE POLLEN SE FRAYE LE BON CHEMIN

La reproduction des plantes à fleurs implique une rencontre entre les gamètes mâles du pollen et les ovules enfouis dans le pistil de la fleur. Avec son équipe, Thierry Gaude, du Laboratoire de reproduction et développement des plantes, à l'École normale supérieure de Lyon, a découvert le rôle crucial que joue une enzyme, la katanine.

Le pistil porte à son sommet un stigmate formé de papilles, des cellules allongées qui ressemblent à des minitentacules d'anémone de mer. Quand un grain de pollen compatible s'y dépose, il y adhère, se réhydrate puis germe en formant un tube le long d'une papille, qui s'enfonce ensuite dans le pistil. C'est par ce tube que les gamètes mâles atteignent les ovules.

On avait peu d'indices sur les premières étapes de la croissance du tube pollinique. Or celui-ci s'oriente tout de suite dans la bonne direction, même lors d'essais en apesanteur. Thierry Gaude et ses collègues ont montré que



© Lucie Riglet

Les tubes polliniques (flèches) prennent une direction généralement rectiligne sur les papilles d'un stigmate d'une arabette des dames sauvage (à gauche) alors que leur croissance est désordonnée sur les papilles d'une plante mutante dépourvue de l'enzyme katanine (à droite).

les propriétés mécaniques des parois cellulaires des papilles du stigmate sont en jeu : ils ont constaté que chez des mutants d'arabette des dames (*Arabidopsis thaliana*) dépourvus de katanine, enzyme dont dépendent ces propriétés, les tubes polliniques croissent de façon désordonnée. ■

ISABELLE BELLIN

L. Riglet et al., eLife, vol. 9, article e57282, 2020

RENCONTRES

AUDITORIUM DE LA GRANDE GALERIE DE L'ÉVOLUTION | DE 19H À 20H

16 novembre | Les pierres précieuses se livrent !

Avec : François Farges, minéralogiste au Muséum national d'Histoire naturelle et commissaire scientifique de l'exposition « Pierres précieuses »

30 novembre | Herbiier joaillier, quand la nature inspire la création

Table-ronde animée par Solène Taquet, chargée de la communication patrimoniale, Département Patrimoine, Van Cleef & Arpels
Avec : Laurent Ballot, responsable de l'École de Botanique du Jardin des Plantes
Cécile Boccara, créatrice et directrice de la marque de joaillerie « Cécile Boccara »
Evelyne Possémé, conservatrice en chef du patrimoine au Département « Art Nouveau, Art Déco, Bijoux », Musée des arts décoratifs

CONFÉRENCES

AMPHITHÉÂTRE VERNIQUET | DE 19H À 20H

En partenariat avec L'École des Arts Joailliers
Avec François Farges, minéralogiste au Muséum national d'Histoire naturelle et commissaire scientifique de l'exposition « Pierres précieuses »

5 novembre | L'Art de Jean Vendome

Avec Thierry Vendome, joaillier-créditeur et fils de Jean Vendome

12 novembre | Roger Caillois, le rêveur de pierres

Avec Nicolas Bos, président de Van Cleef & Arpels

26 novembre | Jean-Baptiste Tavernier et les routes du diamant

Avec Cécile Lugand, enseignant-chercheur à L'École des Arts Joailliers



Sous réserve des conditions sanitaires en vigueur à cette période.

EN LIEN AVEC L'EXPOSITION PIERRES PRÉCIEUSES

Jardin des Plantes
Paris 5^e

Entrée libre et gratuite dans la limite des places disponibles

POUR LA
SCIENCE