

ressemblent à celles des Néandertaliens; et que la largeur maximale du crâne est en position basse comme chez tous les Néandertaliens»; pour elle, il est clair que ce morceau de calotte ne suffira pas à établir un diagnostic précis d'espèce, et il lui semble plutôt préneandertalien.

Les datations d'Apidima 1 et 2 sont aussi problématiques. Pour commencer, les fossiles ont été trouvés à quelques centimètres l'un de l'autre au sein du remplissage détritique d'une fente soudée par une matrice minérale fine, donc en l'absence de contexte stratigraphique aidant à dater. Dès lors, l'estimation de leurs âges ne pouvait que reposer sur une méthode physique: la datation par l'uranium-thorium. Or l'application de cette technique s'est révélée difficile: les chercheurs ont écarté 19 des 25 points de mesure choisis, parce que trop douteux (en raison d'une vraisemblable migration d'uranium entre la matrice et le fossile); et les autres font varier l'âge minimal du fossile entre 50000 et 350000 ans. En fin de compte, l'âge de 210000 ans attribué à Apidima 1 est une moyenne entre des résultats hautement variables...

Par ailleurs, le statut problématique d'Apidima 1 n'est pas étonnant si l'on considère le cas d'un autre fossile grec: le crâne de Petralona. Depuis sa découverte, l'âge de ce fossile est controversé: le consensus est qu'il daterait de 200000 à 400000 ans. Or, a fait remarquer dans sa thèse le paléoanthropologue Gaspard Guipert, de l'université de Lyon, le crâne de Petralona est morphologiquement très proche de celui de Kabwe, en Zambie, vieux de 150000 à 300000 ans, et de celui de Bodo, en Éthiopie, âgé de 500000 à 600000 ans. Une constatation qui illustre les limites de l'analyse morphologique en l'absence, sur un fossile, de traits diagnostiques de l'espèce: que dit cette méthode en effet quand elle conduit à rapprocher des fossiles aussi dispersés dans le temps et dans l'espace que ceux de Kabwe et de Bodo? Et que dit-elle dans le cas d'une demi-calotte postérieure gauche, difficile à dater, péniblement tirée d'une gangue minérale, qui s'est sans doute mélangée avec elle et l'a déformée, et tout cela compte tenu de la variabilité existant toujours au sein d'une espèce? ■

FRANÇOIS SAVATIER

K. Harvati et al., *Nature*, vol. 571, pp. 500-504, 2019; M.-A. de Lumley (dir.), *Les restes humains anténeandertaliens Apidima 1 et Apidima 2*, CNRS Éditions, 2019

À Mayotte, un volcan vient de naître

Pour la première fois, des géologues ont observé « en direct » la formation d'un nouveau volcan, de 800 mètres de haut... mais à 3 500 mètres de profondeur au large de Mayotte. Stéphane Jorry, chercheur à l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) et responsable de la mission, raconte cette découverte.



Propos recueillis par NICOLAS BUTOR

STÉPHAN JORRY
chercheur en
géosciences marines
à l'Ifremer, à Brest

En quoi la situation à Mayotte est-elle inédite ?

C'est une découverte scientifique unique. Mayotte n'était pas considérée comme une zone sismogène : le dernier séisme avait eu lieu dans les années 1990 et n'avait été que peu ressenti à terre. Puis plusieurs séismes se sont succédé depuis mai 2018. Cela a été terrible pour la population, des gens ont dormi dehors pendant des nuits... Nous sommes donc partis en campagne pour comprendre ce phénomène et éclairer la population mahoraise, la préfecture de Mayotte, et les ministères de la Transition écologique et solidaire et de l'Enseignement supérieur.

L'essentiel de la sismicité est aujourd'hui localisé à 5-15 kilomètres au large de l'île de Petite-Terre. Mais, lors de nos deux premières campagnes, Mayobs 1, en mai 2019, puis Mayobs 2, en juin, nous avons mis en évidence, en continuité avec la zone de sismicité, un volcan sous-marin à 50 kilomètres de l'île, sorti en une année ! Grâce aux données bathymétriques recueillies, nous avons calculé que 5 kilomètres cubes de lave ont été émis depuis juin 2018, soit environ 30 % de la production annuelle de magma sur l'ensemble des dorsales océaniques de la planète. C'est exceptionnel, même par rapport aux phénomènes éruptifs à terre.

À quel contexte géodynamique est associé ce volcan ?

Pour l'heure, il est difficile de répondre. Peut-être est-ce un point chaud, avec une chambre magmatique très profonde d'où remonte du magma ; ou une dorsale océanique, c'est-à-dire une limite de plaque. Plusieurs équipes travaillent sur le sujet. L'Ifremer étudie les éléments présents à l'état de traces dans les roches, et une équipe à l'université Clermont-Auvergne se penche sur la géochimie de ces laves, en coordination avec l'Institut de physique du globe de

Paris (IPGP). Nous avons aussi eu la surprise de collecter des roches riches en gaz sur le volcan actif. On souhaite y mesurer des éléments, comme la concentration en isotopes de l'hélium, qui renseigneront sur la profondeur de la source. Tous ces indices nous aideront à définir le contexte géodynamique.

Quels sont les objectifs des campagnes suivantes ?

Deux nouvelles campagnes, Mayobs 3 et 4, ont été organisées en juillet. Pour Mayobs 3, dirigée par Isabelle Thinon, du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), il s'agissait de récupérer des sismomètres de fond de mer, qui avaient été déployés pendant Mayobs 2 pour aider à localiser les séismes, horizontalement et en profondeur. Et durant Mayobs 4, codirigée par Nathalie Feuillet, de l'IPGP, et Yves Fouquet, de l'Ifremer, les chercheurs ont utilisé *Scampi*, une caméra tractée près du fond par le navire, pour observer en direct l'activité magmatique et fluide, ainsi que la sonde *CTD Rosette*, qui piège de l'eau que nous pourrions analyser. Ils ont aussi utilisé de nouvelles dragues à roches pour compléter les échantillons. Enfin, à l'aide d'outils plus précis, ils ont affiné la connaissance de la structure du fond océanique, notamment de son évolution depuis juin.

Qu'espérez-vous apprendre ?

Aujourd'hui, aucun modèle n'explique ce phénomène ; nous allons donc en apprendre beaucoup en termes de géodynamique. De plus, l'événement volcanique au fond de la mer étant récent, nous allons pouvoir suivre la colonisation de ce nouveau relief par les organismes vivants. On peut aussi s'intéresser à l'influence des fluides du volcan, qui s'échappent sur deux kilomètres de haut, et de la zone de sismicité sur la composition chimique de l'océan... Pour l'instant, ce ne sont que des questions, mais les perspectives scientifiques sont immenses. ■

brgm.fr/actualite/seismes-mayotte-conclusions-seconde-campagne-oceanographique

ASTROPHYSIQUE

LE CHASSE-NEIGE DES ANNEAUX DE SATURNE

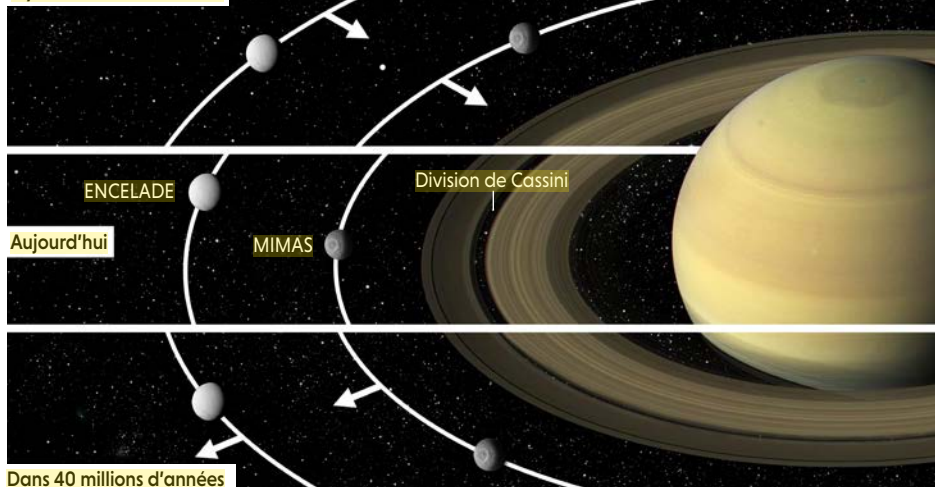
Mimas, satellite de Saturne, aurait déblayé à distance une région des anneaux de la planète géante et ainsi donné naissance à la division de Cassini.

En 2017, vingt ans après son lancement dans l'espace, la sonde *Cassini* se désintègre dans l'atmosphère de Saturne. Lors de sa descente, elle a évalué avec précision la masse des anneaux de Saturne, emblématiques de la planète, ce qui a conduit à une réestimation totale de leur âge : on les pensait formés en même temps que la planète et le Système solaire, il y a près de 4,5 milliards d'années, mais ils auraient en fait seulement 100 millions d'années. Cette découverte a remis en question la théorie de la formation de la division de Cassini, une bande sombre de très faible densité au regard des anneaux qui l'entourent. Kévin Baillié, de l'observatoire de Paris, Benoît Noyelles, de l'université de Franche-Comté, et leurs collègues ont alors proposé une nouvelle explication pour la naissance de cette structure.

Le scénario précédent supposait une résonance gravitationnelle entre le satellite Mimas et les corps situés dans la future division de Cassini. Ce phénomène est bien connu des astrophysiciens : lorsque des corps sont en orbite autour d'un même astre avec des périodes de révolution dont le rapport est un nombre entier (ou demi-entier), leur interaction est renforcée et peut perturber leur trajectoire. C'est le cas autour de Saturne où les particules de glace d'une zone des anneaux tournent avec une période précisément deux fois plus courte que Mimas.

Cependant, 100 millions d'années n'auraient pas été suffisantes pour former ainsi une telle structure de 4500 kilomètres de large. Les chercheurs ont alors proposé que Mimas se soit rapproché de Saturne dans le passé, en entraînant à distance les particules des anneaux qui étaient en résonance avec lui. Leurs simulations hydrodynamiques montrent qu'une migration sur 10 millions d'années serait capable de balayer les particules présentes dans la division de Cassini, Mimas agissant comme un chasse-neige à distance ! Le satellite serait maintenant dans une seconde phase de migration, confirmée par les observations, qui l'éloigne de la géante gazeuse. Depuis que le satellite a entamé son éloignement, la division de Cassini commence à se

Il y a 10 millions d'années



En se rapprochant de Saturne, Mimas et Encelade ont déblayé à distance une région dans les anneaux de la planète, à l'origine de la division de Cassini. La migration des deux satellites s'est inversée, ils s'éloignent de Saturne. Privée de son chasse-neige, la division de Cassini se remplira de débris et devrait disparaître dans 40 millions d'années.

remplir à nouveau et devrait totalement se refermer dans 40 millions d'années.

On explique facilement l'éloignement actuel de Mimas : du fait des forces de marées entre celui-ci et Saturne, la vitesse de rotation de la planète diminue et, par conservation du moment cinétique total, le satellite s'en éloigne. On observe aussi ce phénomène avec la Lune, qui s'écarte d'environ quatre centimètres par an de la Terre. En revanche, comment expliquer la phase passée de rapprochement de Mimas ?

Dans le cas d'un satellite assez mou, les forces de marée chauffent celui-ci et il se rapproche de la planète. Problème : la forte activité thermique résultante aurait fondu et lissé la surface de Mimas, ce qui est incompatible avec les observations de nombreux cratères d'impact sur le satellite. Pour résoudre cette contradiction, Kévin Baillié, Benoît Noyelles et leurs collègues ont repris des idées similaires mais en impliquant deux satellites, Mimas et Encelade. En effet, si deux lunes sont en résonance, il est possible que l'échauffement de l'une entraîne la migration de l'autre. Mimas et Encelade auraient migré tous les deux et seul le second aurait chauffé. Ainsi, Mimas aurait bien agi comme un chasse-neige à distance sur les anneaux de Saturne ! ■

IZIA PÉTILLON

K. Baillié et al., *MNRAS*, vol. 486, pp. 2933-2946, 2019 ;
B. Noyelles et al., *ibid.*, pp. 2947-2963.

EN BREF

TRIO D'EXOPLANÈTES POUR TESS

Grâce à Tess, un satellite chasseur d'exoplanètes, Maximilian Günther, de l'institut de technologie du Massachusetts, et ses collègues ont trouvé une superterre et deux minineptunes en orbite serrée autour de l'étoile TOI-270, située à seulement 73 années-lumière du Système solaire. La proximité de ces « voisins » et le fait que leur étoile soit plutôt calme offrent des conditions idéales pour mieux comprendre comment ces exoplanètes se forment et évoluent. Une cible parfaite pour le futur télescope spatial *James-Webb*.

UN OISEAU AU LONG DOIGT DANS L'AMBRE

C'est un attribut inédit : Lida Xing, de l'université de géosciences de Pékin, et ses collègues ont décrit un oiseau pourvu d'un doigt exceptionnellement long. Les chercheurs ont reconstitué le fossile d'*Elektorornis chenguangi*, piégé dans l'ambre et vieux de 99 millions d'années, grâce à la microtomographie à rayons X. Le troisième doigt de sa patte mesure 9,8 millimètres, soit plus que la partie inférieure de sa patte ! Il aurait utilisé ce doigt pour extraire de la nourriture de troncs d'arbres.

ALLERGIE : SOLUTION INEFFICACE

Pour les bébés dont un parent présente une allergie alimentaire et qui ne sont pas exclusivement allaités, on recommande des préparations hypoallergéniques (les protéines y sont fragmentées par chauffage). Cette alimentation éviterait à l'enfant de développer des allergies plus tard. Est-ce efficace ? Des chercheurs de l'Inra et de l'Inserm ont suivi 15 000 enfants pendant deux ans. Ils n'ont observé aucun effet protecteur, et même constaté une hausse des cas d'allergies plus tard.

CLIMATOLOGIE

DES ARBRES CONTRE LE RÉCHAUFFEMENT

Les plantes croissent en utilisant du dioxyde de carbone (CO_2), l'un des gaz à effet de serre de l'atmosphère. Ainsi, les arbres piègent du carbone et contribuent à atténuer le réchauffement de la planète. Mais quelle surface pourrait-on reboiser concrètement et pour quel effet ? Pour le savoir, Jean-François Bastin, de l'école polytechnique fédérale de Zurich, et ses collègues ont étudié l'influence du climat, de la topographie et de la nature du sol sur la répartition des arbres pour établir une carte prédictive du couvert végétal à l'échelle globale. Grâce à cette approche, ils ont estimé que 900 millions d'hectares seraient disponibles pour la reforestation (une augmentation des forêts de plus de 25%) et permettraient de stocker à maturité 205 milliards de tonnes de CO_2 , soit deux tiers des émissions anthropiques totales depuis le début de l'ère industrielle.

Mais l'optimisme doit être tempéré, car ces résultats présentent plusieurs limites. Les chercheurs n'ont pas déterminé quelle proportion de cette surface appartient à des propriétaires privés. De plus, localement, la reforestation n'est pas forcément synonyme de refroidissement. Aux hautes latitudes, les arbres absorbent plus les rayonnements solaires que ne le fait la neige, qui a un fort



Les forêts tropicales piègent beaucoup de carbone. Une piste pour lutter contre le changement climatique ?

pouvoir réfléchissant, ce qui entraîne un effet réchauffant, au moins en hiver.

Enfin, si le modèle des chercheurs prend en compte le réchauffement, qui implique que certaines régions tropicales, actuellement boisées, verront leur couvert végétal disparaître d'ici à 2050, il omet d'autres facteurs, comme l'augmentation des événements extrêmes ou les attaques de ravageurs. La surface disponible pour la reforestation devrait ainsi baisser plus rapidement. Pour lutter contre le changement climatique, il faut donc agir vite, et avant tout diminuer les émissions de gaz à effet de serre. ■

N. B.

J. F. Bastin et al., *Science*, vol. 365, pp. 76-79, 2019

PRÉHISTOIRE

LE PLUS ANCIEN HOMICIDE EUROPÉEN

L'affaire date de 1941. Cette année-là, des mineurs découvrent un crâne isolé dans la grotte de Cioclovina, dans les Carpates méridionales, en Roumanie. Toutefois, la guerre fait rage et le fossile est oublié jusque dans les années 1970. Des chercheurs y notent alors des blessures, mais ne s'accordent pas sur leur explication. Ce n'est qu'en 2018 que l'équipe d'enquêteurs grecs, roumains et allemands dirigée par Katerina Harvati, de l'université de Tübingen, en Allemagne, débloque enfin le dossier.

Vieux d'environ 33 000 ans selon sa datation par le radiocarbone, ce crâne comporte deux lésions : un enfoncement local entouré de fractures radiales sur le haut du côté droit et une fracture linéaire courant de l'occipital jusqu'à l'os sphénoïde droit (plaque osseuse située en arrière de l'orbite sous la tempe). En comparant ces lésions à celles observées sur les têtes de



Le crâne découvert en 1941 dans la grotte de Cioclovina.

victimes d'homicide au gourdin et de soldats du Moyen Âge morts d'un coup de masse, et en les reproduisant à l'aide de crânes expérimentaux (sphères d'os artificiel remplies de gélatine), les chercheurs ont prouvé qu'un Européen de l'Aurignacien (43 000 à 31 000 ans avant le présent) en a assassiné un autre avec sa massue. ■

F. S.

E. Kranioti et al., *PLOS ONE*, en ligne le 3 juillet 2019