

Lors d'expériences, les chercheurs ont constaté qu'un rat-taupe nu répondait beaucoup plus souvent à un *soft chirp* émis par un individu de sa colonie plutôt que venant d'un autre groupe. Le rongeur reconnaît-il la voix de l'individu ou des sonorités caractéristiques de sa colonie? Pour le savoir, les chercheurs ont identifié parmi les signaux enregistrés des éléments spécifiques de chaque colonie. Ils ont ensuite créé un cri artificiel reproduisant ces éléments sans imiter le *chirp* d'un individu en particulier. Résultat : les rats-taupes nus de la colonie correspondante y répondaient davantage. Cette reconnaissance du groupe serait un outil essentiel pour ces animaux qui ne tolèrent pas la présence d'étrangers dans leur colonie.

L'équipe de recherche a aussi voulu savoir si le dialecte chez le rat-taupe nu était acquis et ainsi transmis de génération en génération. Ils ont placé des bébés orphelins dans d'autres colonies que celle où ils sont nés. Au bout de six mois, ces petits ont adopté le patois local.

Alison Barker et ses collègues ont aussi fait une découverte étonnante sur le rôle de la reine dans le maintien du dialecte de son groupe. En laboratoire, dans une colonie particulière, deux reines sont mortes successivement de façon rapprochée. Les chercheurs ont alors constaté que, pendant la période d'«anarchie» faisant suite au décès royal, les individus ne respectaient plus aussi bien l'idiome local : la variabilité individuelle de certaines de ses caractéristiques a augmenté. D'ailleurs, le logiciel de reconnaissance des cris n'était plus aussi efficace dans ces périodes d'instabilité, où l'on assiste à des départs de la colonie et à des combats entre individus pour accéder au statut de reproducteur.

La cohésion de la colonie est restaurée avec l'établissement d'une nouvelle reine, et le dialecte se stabilise aussi. Par quel mécanisme? Les émissions sonores de la reine servent-elles à recalibrer en permanence le patois de sa colonie? Et lorsqu'une nouvelle colonie se crée, comment un «nouveau parler» se met-il en place? Les travaux d'Alison Barker et de son équipe ont ouvert un vaste champ de questions à explorer. ■

SEAN BAILLY

A. J. Barker *et al.*, *Science*, vol. 371, pp. 503-506, 2021

De l'ADN très ancien de mammoth séquencé

En datant et en séquençant de l'ADN de mammoth vieux de plus de 1 million d'années, l'équipe de Love Dalén, du Centre de paléogénétique de l'université de Stockholm et du Muséum de cette ville, a révélé une ancienne lignée de ces animaux. Le paléogénéticien Régis Debruyne explique ce que ces travaux nous apprennent.



Propos recueillis par FRANÇOIS SAVATIER

RÉGIS DEBRUYNE
paléontologue
au Muséum national
d'histoire naturelle,
à Paris

Le séquençage d'ADN passe la barre du million d'années : comment est-ce possible ?

Parce que les trois génomes partiellement lus se trouvaient dans des dents provenant du sol gelé sibérien. La dégradation de l'ADN y est assez lente ; il n'est donc pas très étonnant qu'un séquençage reste possible, même après plus de 1 million d'années. La vraie limite est ailleurs : comme il n'existe sur Terre aucun pergélisol âgé de plus de 2,5 millions d'années, nous pourrions difficilement séquençer de l'ADN plus ancien. En fait, ce qui est vraiment novateur dans le travail de l'équipe de Love Dalén, ce sont les datations des trois dents de mammoths.

Comment ont-elles été réalisées ?

Le dégel perturbe la structure du pergélisol, ce qui empêche la datation stratigraphique. Par chance, ces dents étaient associées à des faunes datables. Cela a permis d'estimer que le spécimen nommé Chukochya est vieux de 0,5 à 0,8 million d'années, tandis que l'âge des spécimens Adycha et Krestovka est compris entre 1 et 1,2 million d'années.

En quoi ces dates sont-elles intéressantes ?

Au Pléistocène supérieur, donc il y a moins de 126 000 ans, il n'existait plus que deux espèces de mammoths : les mammoths laineux et, en Amérique seulement, les mammoths de Colomb. Or – et c'est la première trouvaille de l'équipe de Love Dalén –, si Chukochya et Adycha sont des prédécesseurs des mammoths laineux, Krestovka est d'une autre lignée. Cela illustre qu'une plus grande diversité existait chez les mammoths il y a 800 000 ans que ce n'était le cas il y a quelques milliers d'années, lorsque les derniers

mammoths laineux ont disparu dans le nord de la Sibérie.

Comment les chercheurs ont-ils décelé cette nouvelle lignée ?

Dans les échantillons tirés des dents, l'équipe de Love Dalén a obtenu seulement de l'ordre de 1 % du génome de Krestovka, le plus ancien, et un peu plus de celui d'Adycha et de Chukochya. Après analyse bio-informatique, le peu d'identité génétique représentée par les millions de paires de nucléotides correspondants a suffi pour conclure que le génome de Krestovka est très distinct de la trentaine de génomes nucléaires partiels de mammoth connus.

Quelle est la seconde trouvaille de l'équipe de Love Dalén ?

C'est le fait que la moitié des variants génétiques de Krestovka ressemblent à ceux du mammoth laineux et l'autre moitié à ceux du mammoth de Colomb, ce qui indique un métissage. L'équipe de Love Dalén en conclut que nous aurions un cas de spéciation hybride, c'est-à-dire d'obtention d'une nouvelle espèce par mélange de deux... Cette conclusion me paraît prématurée, car bien des trajectoires évolutives peuvent conduire à un même mélange.

Menez-vous au Muséum des recherches comparables ?

Nous avons aussi des fossiles de mammoth contenant de l'ADN. Toutefois, plutôt que de travailler à obtenir des génomes entiers comme l'équipe de Love Dalén – qui va sûrement continuer à séquençer de l'ADN de Krestovka –, nous avons déterminé des séquences du génome traduisant les adaptations qui, à partir d'éléphants, ont produit les mammoths et nous les avons rassemblées pour une centaine de spécimens. Leur comparaison, dont nous préparons la publication, fournira un aperçu d'ensemble de l'évolution des mammoths. ■

C. M. Duarte *et al.*, *Science*, vol. 371, article eaba4658, 2021

GÉOSCIENCES

LES ICEBERGS, COUP DE POUCE AUX PÉRIODES GLACIAIRES

En fondant à des latitudes plus septentrionales, les icebergs de l'Antarctique auraient perturbé la circulation océanique et précipité l'avènement des périodes glaciaires.

Depuis un peu plus de 2 millions d'années, la Terre connaît une intensification des glaciations dans l'hémisphère Nord ainsi qu'une alternance de périodes glaciaires et interglaciaires, caractérisées respectivement par une augmentation et une diminution du volume de glace dans l'hémisphère Nord. Ce régime cyclique est lié aux variations régulières des paramètres orbitaux de la Terre (excentricité de l'orbite, inclinaison de l'axe de rotation...). Ces changements astronomiques entraînent des différences dans la quantité incidente de rayonnement solaire et sa répartition. Cependant, les spécialistes ne comprenaient pas comment ces modifications pouvaient déclencher une réponse aussi radicale qu'une période glaciaire. D'après les travaux d'Aidan Starr, de l'université de Cardiff, au Royaume-Uni, et ses collègues, les icebergs de l'Antarctique auraient joué un rôle crucial.

Ces chercheurs ont étudié la dérive des icebergs qui se détachent de la calotte antarctique. Quand les conditions orbitales de la Terre ont induit un régime globalement plus froid au début de chaque période glaciaire, les icebergs auraient dérivé de quelques degrés plus au nord qu'ils ne le faisaient, par exemple, lors de la période préindustrielle. Ils ont donc apporté de grands volumes d'eau douce dans les océans Atlantique et Indien à des latitudes sud comprises entre 40° et 50°. À l'inverse, plus au sud, l'océan est devenu plus salé que durant les périodes interglaciaires. Ce scénario a été confirmé grâce à une campagne de prélèvements de sédiments marins menée par l'*Expédition 361* du Programme international de découverte océanique (IODP).

Ces changements de salinité ont probablement eu un impact sur la circulation thermohaline, c'est-à-dire les courants à l'échelle des océans engendrés par des différences de densité (à cause de la salinité ou de la température), en particulier la circulation thermohaline de l'Atlantique (Amoc). Les perturbations liées aux icebergs durant les périodes préglaciaires ont ainsi peut-être ralenti l'Amoc. «L'hypothèse proposée dans cette étude serait un mécanisme clé dans le



Au début des périodes glaciaires, les icebergs de l'Antarctique auraient fondu plus au nord qu'aujourd'hui. Ils auraient ainsi perturbé les courants marins et précipité l'établissement des périodes glaciaires.

basculement vers les conditions glaciaires», indique Thibaut Caley, chercheur du CNRS au laboratoire Epoc, à l'université de Bordeaux. «Il faudra néanmoins confirmer ce scénario et l'ensemble des rétroactions associées dans des expériences de modélisation plus poussées. Ici, Aidan Starr et ses collègues ont fait des hypothèses simplificatrices, comme supposer que le taux de vélage des icebergs (le détachement des icebergs de la calotte antarctique) ne change pas au cours du temps.»

Aidan Starr et ses collègues suggèrent aussi que les modifications de la circulation océanique auraient favorisé la séquestration du dioxyde de carbone, précipitant l'avènement des périodes glaciaires. De nombreuses hypothèses ont été avancées pour expliquer le piégeage de ce gaz à effet de serre en correspondance avec les périodes glaciaires; certaines suggèrent qu'une circulation thermohaline plus lente permettrait de stocker dans l'océan profond une plus grande quantité de carbone. Les icebergs pourraient donc bien être le chaînon manquant dans l'établissement des périodes glaciaires. ■

S. B.

A. Starr et al., *Nature*, vol. 589, pp. 236-240, 2021

EN BREF

LES MIGRATIONS DU PÈLERIN

Le faucon pèlerin vivant en Europe du Nord et en Sibérie est un oiseau migrateur qui descend dans le sud pour hiverner. Zhongru Gu, de l'Académie chinoise des sciences, à Pékin, et ses collègues ont suivi par satellite 56 spécimens pour mieux comprendre leur comportement et ont séquencé le génome de 35 individus. Un gène impliqué dans la mémoire à long terme, *ADCY8*, jouerait un rôle crucial : les oiseaux ayant l'allèle dominant migrent sur de plus grandes distances.

Nature, 3 mars 2021

GÉNÉRATEUR D'ALÉA RECORD

Générer des nombres vraiment aléatoires est à la fois difficile et crucial pour de nombreux systèmes de cryptographie. Hui Cao, de l'université Yale, et son équipe ont conçu un dispositif compact qui exploite les fluctuations lumineuses d'un laser. Il produit 250 téraoctets de chiffres aléatoires par seconde. Et il est assez petit pour être intégré dans une puce électronique, de quoi implémenter le système de cryptage directement dans un téléphone portable.

Science, 26 février 2021

LA NEUVIÈME PLANÈTE CONTESTÉE

En 2016, Mike Brown et Konstantin Batygin, de Caltech, avaient noté que six objets évoluant sur des orbites au-delà de Neptune avaient des trajectoires alignées. D'après eux, ces corps seraient soumis à l'influence d'une planète géante située aux confins du Système solaire. Grâce à l'analyse de trois relevés, Kevin Napier, de l'université du Michigan, et ses collègues contestent cette conclusion qui serait le fruit d'un biais de sélection. D'autres observations seront nécessaires pour y voir clair.

<https://arxiv.org/abs/2102.05601>

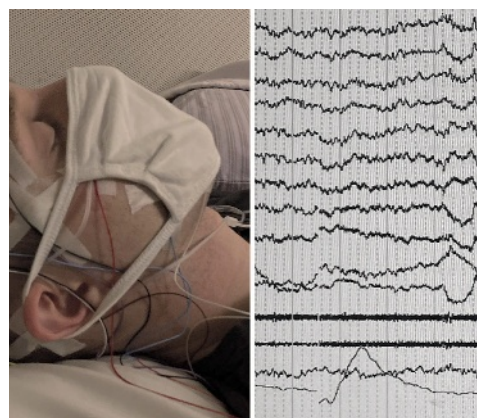
NEUROSCIENCES

PARLER AVEC DES RÊVEURS

Quatre équipes, dont celle de Delphine Oudiette et Isabelle Arnulf, de l'Institut du cerveau, à Paris, ont mené de façon indépendante un projet un peu étrange : parler à des rêveurs endormis... et obtenir une réponse cohérente !

Ces singuliers dialogues se sont déroulés pendant ce qu'on appelle des « rêves lucides », où le dormeur est conscient qu'il rêve. Les protocoles de communication mis en place étaient variés : les chercheurs énonçaient par exemple à voix haute une addition ou une soustraction, et le participant assoupi répondait en effectuant un nombre adéquat d'allers-retours horizontaux avec les yeux (si par exemple l'opération était « 3 + 1 », il devait faire 4 allers-retours oculaires). Autre code utilisé : à une question comme « Aimes-tu le chocolat ? », le dormeur souriait pour répondre par l'affirmative et fronçait les sourcils pour dire « non ». Le tout sans se réveiller !

S'il reste à confirmer que ces échanges sont également réalisables en dehors des rêves lucides, c'est donc la preuve qu'une communication à double sens est possible pendant le sommeil. Les applications seraient multiples. D'abord, pour la compréhension des songes : demander « en direct » à des dormeurs



Les dormeurs de l'expérience ont réussi à communiquer avec les chercheurs en bougeant les yeux et en contractant les muscles de leur visage, le tout sans se réveiller.

d'accomplir certaines tâches et les interroger sur leur vécu à leur réveil permettrait d'étudier la fiabilité des souvenirs de rêve, question dont toute la recherche sur les rêves est dépendante. Il serait aussi envisageable d'interagir avec le sujet assoupi pour l'aider à digérer un événement douloureux ou à trouver de nouvelles idées – deux des fonctions supposées des rêves. ■

GUILLAUME JACQUEMONT

K. R. Konkoly et al., *Current Biology*, en ligne le 18 février 2021

ARCHÉOLOGIE

STONEHENGE : DES MÉGALITHES VAGABONDS

L'équipe de Michael Parker Pearson, de l'université de Londres, vient de montrer que certains des mégalithes de Stonehenge ont été probablement repris d'un ancien cercle de pierre. En 2014, les mêmes chercheurs avaient découvert dans les collines de Preseli, au pays de Galles, la carrière d'origine de ces mégalithes. Toutefois, les datations par le radiocarbone de charbons de bois qui y ont été trouvés montraient un décalage de plusieurs siècles entre les débitages et l'arrivée des mégalithes à Stonehenge. Or les mégalithes de Waun Mawn, un ancien cercle de pierre des collines de Preseli, manquent. En datant les sédiments se trouvant à l'intérieur des trous laissés par les mégalithes absents, les chercheurs ont établi que les pierres de Waun Mawn avaient été



Ces pierres du sanctuaire néolithique de Stonehenge semblent provenir du cercle de pierres levées de Waun Mawn, au pays de Galles, à environ 280 kilomètres à l'est.

dressées il y a plus de 5200 ans, puis emportées 300 à 400 ans plus tard, c'est-à-dire au moment de l'édification des premiers cercles de pierre à Stonehenge – par une population dont le strontium dentaire indique qu'elle est originaire des collines de Preseli. ■

F. S.

M. P. Pearson et al., *Antiquity*, vol. 95, n° 379, pp. 85-103, 2021