

48 **IMAGERIE** **Voir la vie en grand**

Kate Wong

D'abord outil pour les chercheurs, le microscope est aussi devenu un instrument au service de l'art. Pour sublimer les détails du vivant invisibles à l'œil nu, il est à l'honneur dans le concours *Olympus BioScapes*.



56 **MÉTÉOROLOGIE** **Le jet-stream polaire se dérègle-t-il ?**

Jeff Masters

Ces dernières années, de nombreux aléas climatiques ont marqué les étés et les hivers de l'hémisphère Nord. Une perturbation du jet-stream polaire, peut-être due à la fonte de la banquise arctique, est en jeu.



64 **BIOLOGIE** **Un héritage d'un nouveau genre**

Michael Skinner

Des polluants ou un stress peuvent altérer l'expression des gènes sans modifier les séquences génétiques. Certaines de ces anomalies – et les maladies associées – se transmettraient aux générations suivantes.

Rendez-vous

74 **Histoire des sciences**

L'affaire du calendrier chinois

Pingyi Chu

En 1664, des missionnaires jésuites en Chine furent condamnés à mort pour avoir mal choisi la date des funérailles du fils de l'empereur.

80 **Logique & calcul**

Les blockchains, clefs d'un nouveau monde

Jean-Paul Delahaye

On sait maintenant réaliser des supports inscriptibles, partagés et infalsifiables. Ce qu'il est possible d'en faire est étonnant et révolutionnaire.

86 **Science & fiction**

Trop d'extraterrestres à notre image

Roland Lehoucq et J. Sébastien Steyer

88 **Art & science**

L'art au service de la vaccination

Loïc Mangin

90 **Idées de physique**

La bouteille qui chante

Jean-Michel Courty et Édouard Kierlik

93 **Question aux experts**

Combien de temps peut-on tenir sans dormir ?

Marie-Françoise Vecchierini

95 **Science & gastronomie**

Un metchnikoff de fraises

Hervé This

96 **À lire**

98 **Bloc-notes**

Les chroniques de Didier Nordon

Aussi en numérique !

POUR LA
SCIENCE.fr

Archives
depuis 1996



Application
Smartphone et Tablette



Suivez-nous sur les réseaux sociaux



Actualités

Paléontologie humaine

Manot 1 : un vieux crâne d'homme moderne qui en dit long

Découvert dans une grotte en Israël, un crâne de *Homo sapiens* vieux de 55 000 ans ouvre des hypothèses sur le métissage de nos ancêtres pré-européens avec les Néandertaliens.



La calotte crânienne Manot 1 a été découverte dans une grotte de Galilée. Les outils (en haut à gauche) trouvés dans la zone C (en bas à gauche), plus récents que Manot 1, ont été façonnés dans un style dit du Paléolithique supérieur initial, attribué à *Homo sapiens*.

Israel Hershkovitz et al.

La protubérance de l'os occipital, ou chignon occipital, est l'un des traits caractéristiques de *Homo neanderthalensis*. On la trouve aussi souvent sur les nuques d'Européens modernes. Comme ces derniers partagent environ 20% de leurs gènes avec *H. neanderthalensis* (mais moins de 3% à titre individuel), on pensait que, chez les formes européennes, on pouvait attribuer la protubérance aux Néandertaliens, avec qui nos ancêtres – tous des immigrants africains! – se sont métissés.

La découverte d'un crâne partiel de *Homo sapiens* dans la grotte de Manot, en Israël, jette un doute sur cette hypothèse. Ce crâne, nommé Manot1, est doté de la protubérance occipitale, et comme il date de 50 000 à

55 000 ans, une autre possibilité est que les Européens aient acquis leur chignon occipital d'une population *sapiens* sortie d'Afrique il y a environ 60 000 ans.

Voyons pourquoi. Les données documentant la conquête de la planète par l'homme moderne montrent que des chasseurs-cueilleurs *H. sapiens* étaient présents en Australie il y a plus de 50 000 ans, mais seulement à partir de 45 000 ans en Europe. Or l'Afrique se trouve à 15 000 kilomètres de déserts, de montagnes, de forêts et de mer du continent des kangourous, tandis que l'Europe n'en est qu'à 1 500 kilomètres de steppes dégagées...

Pourquoi ce décalage? La réponse est liée à deux évidences: d'une part, pour des chasseurs-

cueilleurs tropicaux, l'Europe était glaciale; d'autre part, ce continent était déjà occupé par des chasseurs-cueilleurs bien adaptés au froid: les Néandertaliens.

C'est pourquoi la présence de *H. sapiens* au Levant il y a 55 000 ans importe. Pour l'établir, Israel Hershkovitz, de l'Université de Tel Aviv, et son équipe ont d'abord prélevé 11 échantillons de la calcite (calcaire stalagmitique) recouvrant le crâne, puis mesuré leur âge par l'horloge radiométrique uranium-thorium.

Pour prouver ensuite que Manot1 est un *H. sapiens*, les chercheurs ont passé l'os frontal supérieur, les os pariétaux (tempes) et l'os occipital (la nuque) de la calotte découverte au crible d'une étude anatomique serrée. Le caractère gracieux de ce crâne d'un volume

intérieur de 1000 centimètres cubes (contre 1400 en moyenne de nos jours) le distingue d'un épais crâne néandertalien, dont la forme allongée vers l'arrière diffère aussi beaucoup de celle de Manot1 et de nos têtes.

L'analyse statistique de mille autres détails place le crâne non seulement très loin des Néandertaliens, mais aussi à mi-chemin entre les Africains et les Européens *sapiens* du Paléolithique supérieur (40 000 à 10 000 ans); elle distingue aussi Manot1 des premiers *H. sapiens* du Levant, dont certains ont été inhumés il y a quelque 100 000 ans dans les grottes de Skhul et de Qafzeh, en Israël.

Comme la plupart des fossiles des tout premiers *H. sapiens* d'Europe, Manot1 a un chignon

occipital. Cela passionne les paléoanthropologues, car une hypothèse possible est que l'individu auquel il appartenait ait fait partie d'une population de *H. sapiens* « à chignons », qui serait ancêtre de la population européenne.

Toutefois, il est aussi envisageable que, après s'être introduite dans le corridor levantin, il y a quelque 60 000 ans, la population ancêtre des Européens y ait acquis ses chignons occipitaux par métissage avec des Néandertaliens. Un Néandertalien enterré il y a 60 000 ans a en effet été retrouvé dans la grotte de Kebara, à 50 kilomètres au Sud de Manot...

Or, après le séquençage du génome d'un homme moderne mort il y a 45 000 ans en Sibérie, et contenant 2 % d'ADN néandertalien, les bio-informaticiens ont pu établir que le premier (et sans doute le plus important) métissage avec les Néandertaliens s'est produit il y a 60 000 à 50 000 ans. Le crâne Manot 1 indique donc que des *H. sapiens*, probables ancêtres des Eurasiens, ont bien vécu au Levant en même temps que des Néandertaliens, durant l'époque estimée du métissage.

Pour en savoir plus, il faudrait retrouver de l'ADN nucléaire dans Manot 1. C'est très peu probable sous un climat chaud, mais « nous n'avons pas perdu espoir, car Manot 1 a été découvert dans une grotte », confie Israel Hershkovitz. Quoi qu'il en soit, il y a fort à parier que les Néandertaliens et la population dont faisait partie Manot 1 ont eu des échanges culturels et biologiques. Ces échanges expliquent sans doute la soudaine adaptation au froid dont ont fait preuve les migrants africains qui ont peuplé l'Europe et recueilli les gènes néandertaliens.

François Savatier

I. Hershkovitz et al., *Nature*, en ligne le 28 janvier 2015

Physique des particules

Le LHC redémarre à plus haute énergie

Le Grand collisionneur de hadrons (LHC, pour *Large Hadron Collider*) au Cern, près de Genève, est remis en marche après 18 mois de maintenance. Frédéric Bordry, directeur des accélérateurs et des technologies du Cern, décrit les changements opérés sur le LHC et les étapes de remise en fonctionnement avant la reprise des expériences.

L'arrêt de maintenance était-il prévu ?

Frédéric Bordry : Le LHC est entré en opération en novembre 2009 et nous avons pris des données jusqu'en février 2013 sans arrêt technique majeur. Le LHC accélère des protons ou des ions dans un anneau de 27 kilomètres de circonférence. Pour courber la trajectoire des particules, nous utilisons des aimants supraconducteurs refroidis à 1,9 kelvin. Arrêter la machine et la remettre en route prend du temps. Nous avions prévu d'effectuer un arrêt de plus d'un an en 2012. Mais comme le boson de Higgs pointait le bout de son nez, l'arrêt a été repoussé à 2013.

En quoi consistait cette maintenance ?

F. B. : Après 40 000 heures de fonctionnement, certaines pièces, tels les compresseurs du système cryogénique, nécessitent une révision. Nous avons aussi modifié certains éléments de l'accélérateur et des détecteurs qui n'avaient pas été aussi performants que prévu.

Certaines réparations sont-elles liées à la panne du LHC survenue en 2008 ?

F. B. : Tout à fait. Un arc électrique sur une connexion entre deux aimants supraconducteurs avait entraîné des

détériorations sur près de 600 mètres du LHC. Les aimants sont instables et peuvent perdre subitement leur supraconductivité. La résistance électrique n'est alors plus nulle et il faut rapidement évacuer l'énergie stockée dans le circuit en réduisant le courant, sinon cela provoque des dégâts comme en 2008.

Quelle a été la solution ?

F. B. : Entre 2009 et 2012, nous avons limité l'énergie des faisceaux de protons



Frédéric Bordry, directeur des accélérateurs du Cern.

à 7 téraélectronvolts (TeV) par collision, puis 8 TeV en 2013. Cela nous a permis de fonctionner avec un courant réduit dans les aimants.

Cependant, le LHC était prévu pour fonctionner à une énergie de 14 TeV par collision. Pour ce faire, nous devons renforcer les connexions entre les aimants afin d'encaisser les courants intenses en cas de perte de la supraconductivité : 30 % des interconnexions ont été refaites et des systèmes de dérivation ont été installés.

Jusqu'à 1 600 personnes ont travaillé sur l'accélérateur pendant cette période.

Pourquoi le redémarrage se fera-t-il à 13 TeV ?

F. B. : C'est une question de temps. Pour faire fonctionner les aimants, on augmente progressivement l'intensité du courant. Pendant cette étape, la perte de supraconductivité est fréquente. Il faut alors répéter la procédure. Pour fonctionner à 13 TeV, nous avons estimé que chaque secteur de l'accélérateur perdrait entre 10 et 15 fois sa supraconductivité. À 14 TeV, c'est dix fois plus. Nous ferons le bilan après un an pour passer éventuellement à 14 TeV.

Que reste-il à faire avant le début des expériences ?

F. B. : Nous espérons rendre opérationnels les huit secteurs du LHC d'ici fin mars. Nous commencerons alors l'injection du faisceau de protons. Le calibrage prendra deux mois.

La prise de données par les physiciens pourra-t-elle débuter dès juin ?

F. B. : C'est l'objectif. Les physiciens ont un programme chargé : mesurer les propriétés du boson de Higgs, chercher des traces de nouvelle physique et, peut-être, découvrir de nouvelles particules !

Sean Bailly

Neurobiologie

Des souvenirs stockés au cas où...

Des expériences montrent que le cerveau stocke temporairement de multiples souvenirs a priori inutiles... et les renforce s'ils prennent de l'importance à la lumière d'événements nouveaux.

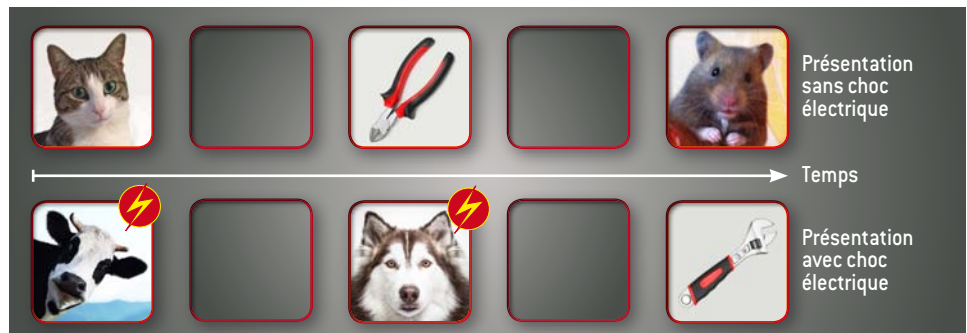
Vous croisez une femme dans un supermarché et vous ne la remarquez pas. Par la suite, vous découvrez votre nouvelle voisine de palier, qui vous semble étrangement familière. Un peu plus tard, vous y repensez et... surprise ! Vous vous rendez compte que votre voisine n'est autre que cette femme croisée pendant vos courses.

Pourquoi ce souvenir du supermarché, que vous n'aviez même pas conscience d'avoir enregistré et que vous auriez vite oublié dans d'autres circonstances, vous est-il revenu ? Joseph Dunsmoor, de l'Université de New York, et ses collègues, ont montré qu'un souvenir anodin peut être renforcé *a posteriori* s'il prend de l'importance à la lumière d'événements nouveaux.

Au quotidien, nous sommes confrontés à un flot gigantesque d'informations – images, sons, odeurs, etc. Leur stockage à long terme dépasserait largement nos capacités mémorielles. Pourtant, on ne peut savoir à l'avance lesquelles se révéleront utiles. Les expériences réalisées par les neurobiologistes suggèrent alors que de multiples traces mémorielles sont créées, et que celles qui se révèlent les plus pertinentes sont renforcées par la suite.

Joseph Dunsmoor et ses collègues ont présenté des images d'outils ou d'animaux à des sujets, qui devaient les classer selon ces deux catégories. Dans une première phase, cette présentation s'effectuait de façon neutre. Lors d'une deuxième phase, elle était associée deux fois sur trois à un léger choc électrique au poignet pour l'une des deux catégories (outil ou animal). Aucun choc n'était administré lors de la troisième et dernière présentation.

Les neurobiologistes ont ensuite testé les souvenirs des participants, en leur montrant les



Les participants visualisent d'abord une séquence d'images d'outils ou d'animaux sans stimulation particulière (*en haut*). Lors d'une deuxième présentation (*en bas*), de légers chocs électriques sont associés aux images d'une des deux catégories (par exemple les animaux). Quelques heures plus tard, les sujets se souviennent mieux des images de cette catégorie, même quand elles ont été présentées lors de la première phase, c'est-à-dire avant les chocs. Ces souvenirs ont donc été renforcés *a posteriori*.

images déjà présentées mêlées à de nouvelles. Chaque fois, le sujet devait dire s'il avait déjà vu l'image ou non.

Les participants se souvenaient mieux des images de la catégorie associée à un choc électrique et présentées lors des deuxième et troisième phases, ce qui n'est pas surprenant : la mémorisation est plus efficace quand l'émotion s'en mêle, et la peur du coup de jus se révélait stimulante ! Mais les images de la première phase correspondant à la même catégorie étaient aussi mieux mémorisées, alors que les participants n'avaient pas encore

reçu de chocs électriques à cette étape. Ces souvenirs ont donc été renforcés *a posteriori*.

De nombreuses expériences avaient déjà montré que les souvenirs pouvaient être renforcés rétroactivement après une émotion. Mais ici, le renforcement est sélectif et ne concerne que les souvenirs acquérant une pertinence nouvelle.

Comment le cerveau opère-t-il ce tri sélectif ? Un premier souvenir faible (codé par un ensemble de modifications dans les connexions entre neurones) serait d'abord créé et, lorsqu'il se révèle important, serait « mar-

qué » pour être renforcé plus tard. En effet, dans l'expérience de Joseph Dunsmoor, l'amélioration des souvenirs n'était constatée qu'à partir de quelques heures après la présentation des images.

Les mécanismes en cause restent à préciser, mais ils diffèrent en tout cas de ceux à l'œuvre pendant le sommeil – lors duquel le cerveau rejoue les souvenirs, ce qui permet de les consolider. En effet, l'amélioration survenait même avant que les participants n'aient dormi.

Guillaume Jacquemont

J. Dunsmoor et al., *Nature*, en ligne le 21 janvier 2015