

NEUROSCIENCES

LA COCAÏNE MANIPULE ÉPIGÉNÉTIQUEMENT LE CERVEAU

La dopamine, un neurotransmetteur, intervient d'une façon inattendue dans les mécanismes de rechute après un sevrage à la cocaïne.

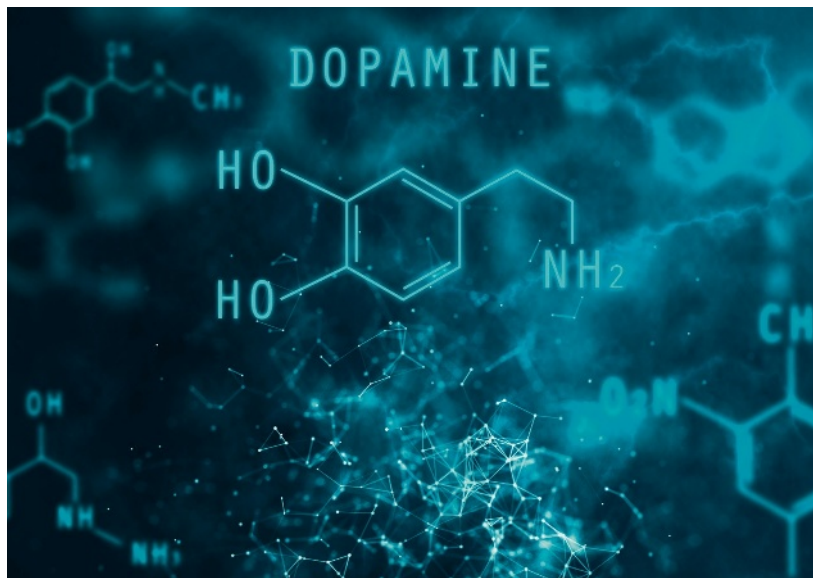
Pourquoi le risque de rechute persiste-t-il si longtemps après un sevrage à la cocaïne? Ashley Lepack et ses collègues, de l'hôpital du Mont-Sinaï, à New York, et de l'université d'État de New York, à Buffalo, apportent une réponse: ils viennent de montrer chez des rats que l'autoadministration de cocaïne, suivie d'une période d'abstinence, entraîne des modifications épigénétiques à l'intérieur des neurones qui produisent la dopamine.

La cocaïne est connue pour augmenter la neurotransmission de la dopamine dans les zones cérébrales de la récompense. Cette drogue bloque des pompes de recapture de dopamine à la surface des neurones. Le neurotransmetteur s'accumule dans le milieu extracellulaire (dans la synapse), et c'est ce surplus de dopamine dans la synapse qui amplifie son effet et produit l'euphorie associée à la prise de cocaïne.

Pendant le sevrage, la dopamine jouerait un autre rôle, tout à fait inattendu. À l'intérieur des neurones, elle se fixerait massivement sur certaines histones, des protéines autour desquelles s'enroule l'ADN et qui permettent sa compaction à l'intérieur du noyau. Or en se liant aux histones, certaines molécules sont connues pour moduler la compaction de l'ADN et agir sur d'autres fonctions des histones, ce qui influe sur l'expression des gènes. On parle de «modification épigénétique». L'étude révèle que la dopamine aurait une telle influence épigénétique.

Les rats qui avaient été entraînés à s'autoadministrer de la cocaïne et en disposaient ensuite librement présentaient moins d'histones «dopaminylées» dans les neurones producteurs de dopamine que les rats contrôles. Cependant, après trente jours de sevrage, la proportion de ces histones avait dépassé celle des rats contrôles et perturbait l'expression de gènes dans les neurones concernés.

En réduisant la proportion d'histones dopaminylées pendant le sevrage, les chercheurs ont identifié ces gènes. Certains régulent la capacité des neurones à communiquer entre eux, d'autres sont impliqués dans l'addiction à la drogue. Par ailleurs, le modèle animal suggère que la modification épigénétique augmente la



La dopamine est un neurotransmetteur notamment impliqué dans les circuits de la récompense. Une nouvelle étude a mis en évidence son rôle épigénétique dans les neurones.

libération de dopamine dans les synapses. Un comportement actif de recherche de drogue semble aussi directement lié à cette modification épigénétique, puisqu'il est fortement réduit lorsque la proportion d'histones dopaminylées est réduite.

Cette cascade d'événements liée au sevrage ne s'est en revanche pas produite chez des rats ayant eu un accès passif à la cocaïne. «Supprimer la cocaïne, quel que soit son mode d'administration initial, devrait avoir la même conséquence, or ça ne semble pas être le cas. La régulation du phénomène promet d'être complexe», souligne Jean-Antoine Girault, de l'institut du Fer à Moulin (Inserm et Sorbonne Université). En effet, de nombreuses questions restent à éclaircir sur les mécanismes en jeu. Notamment, la même équipe avait mis au jour un processus similaire avec un autre neurotransmetteur, la sérotonine. Il sera intéressant de savoir si ces modifications épigénétiques par des neurotransmetteurs demeurent assez anecdotiques ou si elles relèvent d'un mécanisme beaucoup plus général de régulation de l'expression génique et de la fonction cellulaire. ■

NOËLLE GUILLON

A. E. Lepack et al., *Science*, vol. 368, pp. 197-201, 2020

ÉLECTRONIQUE EN BOIS

La question de la durabilité environnementale de l'électronique est d'importance. Depuis leur fabrication jusqu'à leur fin de vie, les dispositifs actuels sont loin des standards environnementaux de faible impact écologique. Pour tenter de répondre à ces exigences, Qiliang Fu et ses collègues, de la société Scion, en Nouvelle-Zélande, ont mis au point un procédé de fabrication de circuits électroniques totalement dérivés du bois. Ils ont d'abord créé un support souple et résistant en éliminant la lignine avec un bain d'eau de javel puis en comprimant le matériau. Ils ont ensuite imprimé dessus un circuit électronique avec une encre conductrice obtenue par carbonisation de la lignine. ■

MARTIN TIANO

Q. Fu et al., *ACS Nano*, vol. 14(3), pp. 3528-3538, 2020

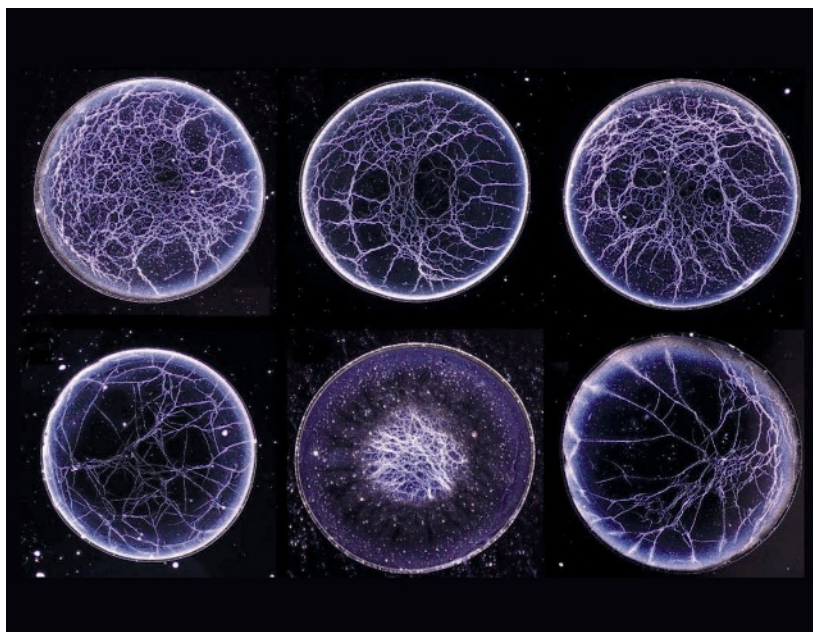
UN COUPLE TRÈS INÉGALITAIRE

Jusqu'à présent, les paires de trous noirs dont on a détecté la coalescence grâce aux ondes gravitationnelles avaient des masses comparables. Les collaborations *Ligo* et *Virgo* viennent d'annoncer la détection d'un signal (noté GW190412) correspondant à la fusion d'un couple de trous noirs de 8 et 30 masses solaires. Ce déséquilibre permet de calculer plus efficacement les caractéristiques du système que dans le cas de masses équivalentes. Le signal d'un tel événement émet une composante principale comparable aux autres déjà observés, mais aussi des harmoniques (de fréquences plus élevées) détectables. Leur analyse a permis de déterminer la distance du système et l'inclinaison du plan de l'orbite avec la ligne de visée. Cette observation suggère aussi que 10% des couples de trous noirs auraient un rapport de masses supérieur à 2,5. De quoi mieux comprendre la formation de ces couples. ■

LUCAS GIERCZAK

Collaborations *Ligo* et *Virgo*, prépublication du 27 avril 2020, <https://arxiv.org/abs/2004.08342>

LES DESSINS D'UNE GOUTTE DE WHISKY



Six exemples de structures qui apparaissent lorsqu'une goutte de whisky sèche. Chaque goutte provient d'un whisky américain différent.

En laissant sécher une goutte de whisky sur une plaque de verre, Stuart Williams et son équipe, de l'université de Louisville, aux États-Unis, ont découvert l'apparition de motifs très divers, qui ressemblent parfois à de fines toiles d'araignées, parfois à des réseaux réguliers de filaments, ou encore des structures plus hétérogènes... Alors que les «ronds de café» ne sont dus qu'à des phénomènes de capillarité, à l'origine des mouvements de convection qui conduisent à l'accumulation de composés colorés en bord de goutte, la formation de ces «empreintes de whisky» est plus complexe.

En plus de la convection par capillarité, la goutte est soumise à l'effet Marangoni : en raison de la tension superficielle moindre de l'éthanol par rapport à l'eau, l'alcool migre vers la surface de la goutte, entraînant au passage les molécules les moins solubles dans l'eau. Celles-ci finissent par former une couche monomoléculaire à la surface de la goutte. Lorsque la goutte sèche, elle conserve son étendue initiale, mais elle est de moins en moins bombée : sa surface diminue ainsi, et la monocouche de molécules organiques se retrouve compressée jusqu'à ce qu'elle finisse par s'effondrer. Elle se replie alors sur elle-même et conduit à la formation de très fins rubans torsadés qui, globalement, constituent «l'empreinte du whisky».

En reproduisant cette expérience de nombreuses fois sur plus de 80 whiskies, l'équipe de Stuart Williams a mis en évidence que chaque breuvage avait une signature particulière, une empreinte qui lui était propre, et reconnaissable. La constitution d'une banque d'empreintes pourrait ainsi servir à vérifier l'authenticité de ces spiritueux et à lutter contre les contrefaçons. ■

M. T.

A. D. Carrithers et al., *ACS Nano*, vol. 14(5), pp. 5417-5425, 2020

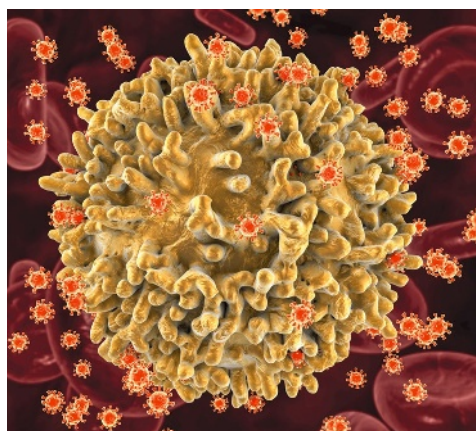
IMMUNOLOGIE

SIDA: NOUVELLE PISTE CONTRE LES RÉSERVOIRS

Dans la lutte contre le sida, les thérapies antirétrovirales ont sauvé 13,6 millions de vies entre 2000 et 2018. Toutefois, elles doivent être administrées à vie, car le virus du sida persiste dans certaines cellules immunitaires dites «réservoirs», en particulier des lymphocytes T CD4⁺, sous la forme dormante d'ADN inséré dans leur génome. Ya-Chi Ho, de l'université Yale, aux États-Unis, et ses collègues ont mis en évidence une piste pour faciliter l'éradication de ces cellules.

Depuis plusieurs années, on sait qu'il est possible de «réveiller» les formes dormantes du virus en stimulant les lymphocytes T CD4⁺. Les cellules réservoirs se remettent alors à produire des éléments viraux susceptibles d'être détectés et détruits par les thérapies antirétrovirales. Toutefois, des virus dormants échappent au réveil: différents mécanismes propres à la cellule semblent y bloquer la transcription de l'ADN viral, même après stimulation. De plus, après leur activation, certains lymphocytes réservoirs prolifèrent, ce qui complique encore leur élimination.

L'équipe a stimulé des échantillons sanguins de patients sous thérapie, puis «pêché» les cellules où le virus avait été activé, avant de



Quand le VIH (en rouge) s'active dans un lymphocyte T (en jaune) où il était dormant, il détourne l'environnement cellulaire à son avantage.

comparer leur transcriptome à celui des lymphocytes non pêchés. Dans les cellules pêchées, l'ADN viral s'était intégré à divers endroits, mais pas n'importe où: l'activation du virus avait induit la transcription aberrante de plusieurs gènes cellulaires, tous situés en aval de l'endroit d'insertion et impliqués dans des fonctions clés pour le virus, comme celles de favoriser la transcription de son ADN, la survie de la cellule ou la prolifération cellulaire. Autant de stratégies à retourner contre lui... ■

MARIE-NEIGE CORDONNIER

R. Liu et al., *Science Translational Medicine*, vol. 12, article eaaz0802, 2020

PALÉOANTHROPOLOGIE

ORNEMENTS CORPORELS DE 45 000 ANS

Nos ancêtres du Paléolithique portaient souvent des dents de carnivores percées en guise de pendentifs. Celles qu'une équipe dirigée par Jean-Jacques Hublin, de l'institut Max-Planck à Leipzig, vient de découvrir dans la grotte de Bacho Kiro, en Bulgarie, sont les ornements corporels les plus anciens d'Europe, puisqu'elles datent de quelque 45 000 ans. Elles proviennent d'une strate, où, outre de nombreux ossements animaux, ont été trouvés des fragments osseux de *Homo sapiens* datant de 46 000 à 44 000 ans. L'industrie lithique trouvée dans cette strate relève du «Paléolithique supérieur initial», une culture matérielle issue de la zone syro-paléstinienne, qui mêle des éléments de la technique Levallois, typique du Paléolithique moyen (notamment des Néandertaliens), et des lames



Ces dents de carnivores percées sont les plus anciens pendentifs d'Europe.

retouchées et autres outils typiques du Paléolithique supérieur. Cette culture s'est répandue en Eurasie occidentale il y a entre 50 000 et 45 000 ans, avec la première vague *sapiens* progressant vers le nord. ■

F. S.

J. J. Hublin et al., *Nature*, vol. 581, pp. 299-302, 2020

EN BREF

LES ESPÈCES MARINES SONT PLUS RAPIDES

Face au réchauffement climatique, de nombreuses espèces migrent pour retrouver des températures plus favorables. Jonathan Lenoir, de l'université de Picardie-Jules-Verne, et ses collègues ont analysé la vitesse de déplacement de l'aire de répartition de 12 000 espèces animales et végétales en fonction de l'évolution des températures en latitude et en altitude. La redistribution des organismes marins est six fois plus rapide que celle des espèces terrestres.

Nature Ecol. Evol., 25 mai 2020

NAISSANCE DE LA CROÛTE CONTINENTALE

Les débuts de la formation de la croûte continentale sont encore très mal connus. Meng Guo et Jun Korenaga, de l'université Yale, ont proposé de retracer l'histoire de cette croûte à partir des variations de la concentration en argon 40 dans l'atmosphère. Grâce à ces données et à leur modèle, qui prend en compte le cycle du gaz et le recyclage des croûtes, les deux chercheurs ont conclu que 80 % de la masse de la croûte continentale était formée il y a 4 milliards d'années.

Science Advances, 20 mai 2020

LA PLUS ANCIENNE ŒUVRE D'ART CHINOISE

Une statuette en os brûlé d'oiseau miniature, qui tient debout grâce à un piédestal, a été retrouvée à Lingjing, en Chine. Francesco d'Errico, du CNRS et de l'université de Bordeaux, et ses collègues ont daté cet objet entre 13 800 et 13 000 ans. L'artiste aurait utilisé diverses techniques (rabotage, abrasion, raclage et incision) : des particularités techniques et stylistiques qui suggèrent une tradition originale, différente de celles connues en Europe de l'Ouest et en Sibérie.

Plos One, 10 juin 2020

ENVIRONNEMENT

INSECTES: DES HAUTS ET DES BAS

En 2017, une étude menée en Allemagne avait mis en évidence une baisse de plus de 75% de la biomasse des insectes volants en vingt-sept ans. Qu'en est-il ailleurs? L'équipe de Roel Van Klink, de l'université de Leipzig, a analysé 166 études portant sur 1676 sites dans le monde suivis sur les dernières décennies. Deux tendances se dégagent: les insectes terrestres subissent une baisse globale (en nombre d'individus) de 0,92% par an (soit une baisse de 24% sur trente ans) et les insectes aquatiques sont en augmentation de 1,08% par an. Les chercheurs soulignent que ces valeurs moyennes cachent d'importantes disparités, aussi bien entre les sites géographiques qu'entre les divers groupes d'insectes. ■

S. B.

R. Van Klink *et al.*, *Science*, vol. 368, pp. 417-420, 2020

COSMOLOGIE

ANISOTROPIE COSMIQUE?

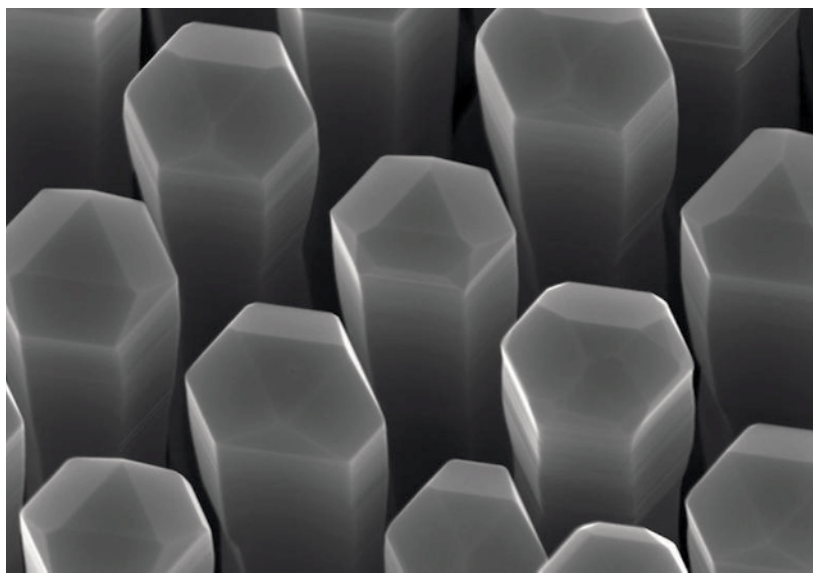
Pour construire le modèle du Big Bang, les cosmologistes font deux hypothèses fondamentales: l'Univers est homogène et isotrope à grande échelle. Cela signifie que deux points de l'Univers sont globalement équivalents et que l'Univers a un aspect similaire dans toutes les directions où l'on regarde. Ces idées relativement naturelles sont d'ailleurs assez bien étayées par les observations. Pourtant, le modèle du Big Bang n'est pas sans défauts et des chercheurs ont parfois proposé de révoquer l'une de ces hypothèses, voire les deux. Dans des travaux récents, Konstantinos Migkas, de l'université de Bonn, et ses collègues ont étudié la température et la luminosité d'amas de galaxies à partir de données des télescopes spatiaux *Chandra* et *XMM-Newton*. Ils ont observé des indices qui mettent à mal l'isotropie de l'expansion de l'Univers. Un résultat à confirmer et à expliquer... ■

S. B.

K. Migkas *et al.*, *Astrophysics & Astronomy*, vol. 636, A15, 2020

PHYSIQUE

LE SILICIUM SE RAPPROCHE DE LA PHOTONIQUE



Grâce à leur structure hexagonale, ces nanofils de silicium et germanium peuvent émettre de la lumière.

Toute l'électronique actuelle repose sur le silicium et ses propriétés de semi-conducteur. Cependant, alors que les besoins en puissance de traitement des données continuent de croître, les systèmes en silicium atteignent des limites physiques incontournables. Une solution serait de remplacer les électrons par des photons. Autre avantage des systèmes photoniques, la vitesse de communication au sein d'une puce optique, ou entre deux tels dispositifs, serait multipliée par un facteur 100, voire 1000. Utiliser le même matériau (ici, le silicium) pour intégrer au sein d'une même puce l'électronique et les dispositifs photoniques (sources de lumière laser, modulateurs optiques pour le codage de l'information, détecteurs pour transcrire le signal optique en signal électrique), serait un gain de performance inestimable. Le silicium est hélas connu pour être une très mauvaise source de lumière. Mais Erik Bakkers, de l'université technologique d'Eindhoven, aux Pays-Bas, et ses collègues ont mis au point un alliage de silicium et de germanium ayant une structure cristalline hexagonale et dont les propriétés optoélectroniques sont prometteuses.

En changeant la structure cristalline du silicium, on en change les propriétés électroniques (le germanium facilite l'obtention d'un bon émetteur de lumière). Mais ce changement de géométrie n'est pas simple à mettre en œuvre, car le silicium s'assemble spontanément dans sa configuration la plus stable, la configuration cubique. Pour y parvenir, les chercheurs ont commencé par construire des nanofils de section hexagonale en arséniure de gallium. Puis ils ont fait croître autour de cette amorce hexagonale une couche d'alliage de silicium et de germanium. Les tests sont encourageants, même si le chemin vers une puce optique est encore long. ■

S. B.

E. M. T. Fadaly *et al.*, *Nature*, vol. 580, pp. 205-209, 2020