

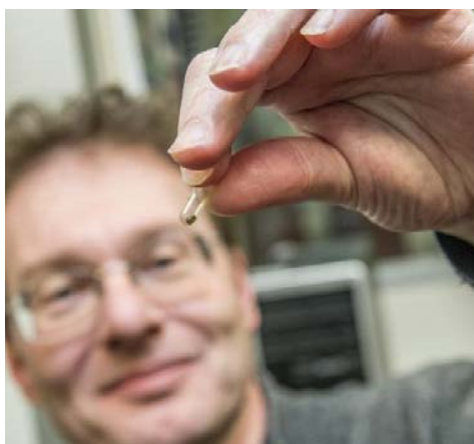
GÉOSCIENCES

LA GLACE DES PROFONDEURS

Seuls minéraux à nous parvenir des couches profondes du globe terrestre, les diamants, formés à plus de 150 kilomètres de profondeur, agissent comme un coffre-fort préservant les inclusions, souvent minérales, qu'ils contiennent. En étudiant une dizaine de diamants à l'aide d'un faisceau de rayons X de haute énergie du synchrotron de Chicago, Oliver Tschauner, de l'université du Nevada, et ses collègues ont identifié dans leurs inclusions une forme de glace d'eau connue jusqu'ici uniquement en laboratoire. Cette découverte leur a fourni de précieuses informations sur la présence supposée d'eau liquide dans les régions du manteau où ces diamants se sont formés.

Cette glace, dénommée glace VII, résulte de la solidification, lors de la remontée du diamant, d'une inclusion d'eau liquide intégrée dans la structure du cristal. Le minéral étant très peu compressible, l'eau de ces inclusions reste quasiment aux mêmes conditions de pression que lors de son piégeage, mais sa température baisse au fil de la remontée, d'où sa solidification.

En explorant avec précision les caractéristiques physiques de ces cristaux de glace grâce à la diffraction des rayons X, les chercheurs ont



Oliver Tschauner tient un échantillon de diamant qui présente des inclusions de glace d'eau.

estimé la pression à laquelle les diamants se sont formés. Les inclusions étudiées indiquent des pressions de formation allant de 1 à 25 gigapascals (10 000 à 250 000 atmosphères). Les chercheurs en déduisent que certains de ces diamants se seraient formés à des profondeurs allant jusqu'à 800 kilomètres. D'après ces résultats, l'eau se trouverait sous forme liquide jusque dans le manteau inférieur. Les futures recherches devraient nous confirmer la présence de ces phases aqueuses profondes et nous permettront peut-être de les quantifier. ■

LAMBERT BARAUT-GUINET

O. Tschauner *et al.*, *Science*, vol. 359, pp. 1136-1139, 2018

AGRONOMIE

AGRICULTURE DURABLE EN CHINE

Depuis 30 ans, la Chine nourrit plus d'un milliard d'habitants. Malheureusement, cela s'accompagne d'une utilisation massive d'engrais: plus de 300 kilogrammes d'azote par hectare et par an, soit quatre fois la moyenne mondiale. Depuis 2005, Fusuo Zhang, de l'université chinoise d'agriculture, à Beijing, et ses collègues ont mis en place un vaste projet visant à produire autant, voire plus, et à augmenter le revenu des producteurs tout en réduisant l'usage des produits azotés, et ils viennent d'en dresser un bilan.

Les chercheurs ont d'abord recensé les meilleures pratiques selon diverses conditions climatiques et de cultures auprès de 13 123 exploitations. Plus d'un millier de scientifiques, 65 000 fonctionnaires du secteur et 14 000 représentants en fournitures agricoles ont alors tra-



Comment développer une agriculture durable en Chine, par exemple dans les rizières de la région du Yunnan ?

vaillé ensemble pour organiser quelque 14 000 ateliers, 21 000 démonstrations sur site et distribuer 337 000 prospectus. L'approche a permis d'augmenter en moyenne les rendements de 11% et de diminuer l'usage des engrais de 15 à 18%. Pour les producteurs, cela a représenté un gain de 12,2 milliards de dollars sur 10 ans. ■

NOËLLE GUILLON

Z. Cui *et al.*, *Nature*, vol. 555, pp. 363-366, 2018

EN BREF

LA COURSE AUX SOMMETS

Du fait du réchauffement climatique, la flore de basse altitude migre de plus en plus vers les hauteurs, où la température s'adoucit. Jonathan Lenoir, de l'université de Picardie-Jules-Verne, et une équipe internationale ont étudié 302 sommets de massifs européens entre 2007 et 2016 ; et ont constaté que le nombre d'espèces ayant colonisé les sommets est cinq fois supérieur à celui de la période 1957-1966. Si aucune disparition d'espèce des sommets n'a été constatée, la cohabitation pourrait bientôt devenir difficile.

VOIR LES SONS EN COULEURS

La synesthésie est un phénomène, souvent héréditaire, qui mêle plusieurs sens. Par exemple, certains synesthètes associent des couleurs aux formes ou aux sons. Cela s'explique par une plus grande connectivité neuronale, mais l'origine de celle-ci restait à élucider. Chez trois familles de synesthètes son-couleur, Simon Fisher, de l'université Radboud, à Nimègue, aux Pays-Bas, et ses collègues ont identifié des variants rares de gènes qui contribuent à la formation de connexions neuronales.

PEAU ARTIFICIELLE

Dimitri Ivanov, de l'université de Haute-Alsace, et ses collègues ont conçu un matériau biocompatible composé d'un unique polymère. L'élastomère produit présente les propriétés mécaniques de la peau de porc : il est souple, mais durcit quand on l'étire. Les chercheurs ont eu la surprise de voir qu'en déformant cette peau artificielle, elle change de couleur. La lumière interfère avec la structure moléculaire et diffuse une couleur qui dépend des distances entre certaines parties des molécules.

PHYSIQUE

LA CHALEUR DES VILLES

Les villes sont des îlots de chaleur où la température de l'air est en général plus élevée que dans les zones rurales. L'effet est surtout marqué la nuit et varie d'une ville à l'autre. Roland Pellenq, du Centre interdisciplinaire de nanosciences de Marseille, et son équipe ont montré qu'une ville aux rues droites et perpendiculaires, comme New York, piège davantage de chaleur qu'une ville au plan moins régulier, comme le cœur historique de Los Angeles.

Pour ce faire, les chercheurs ont modélisé la dynamique thermique des bâtiments. Ils ont inclus l'organisation spatiale des immeubles dans leur modèle grâce à des outils statistiques. Ils ont montré que dans les villes ordonnées, les bâtiments sont plus proches les uns des autres et échangent donc plus facilement de la chaleur, ce qui entrave son évacuation. ■

S. B.

J. M. Sobstyl et al., *Phys. Rev. Lett.*, vol. 120, article 108701, 2018

ARCHÉOLOGIE

MILLE-FEUILLE SOUS LE MANS

Fouiller le centre d'une vieille ville de France revient à explorer un mille-feuille écrasé. L'équipe de Stéphane Augry, de l'Inrap, vient de restituer celui qui s'est formé à l'intérieur de 2500 mètres carrés de sol entourant le chevet gothique de la cathédrale Saint-Julien, au Mans.

Là, dans un espace limité par le mur de la ville médiévale et par l'ancienne enceinte romaine, les archéologues ont retrouvé les fondations d'un palais épiscopal, d'une chapelle de la Renaissance, des éléments sculptés de la cathédrale enterrés à ses pieds lors d'une réfection, l'extrémité pavée d'une rue et moult poubelles...

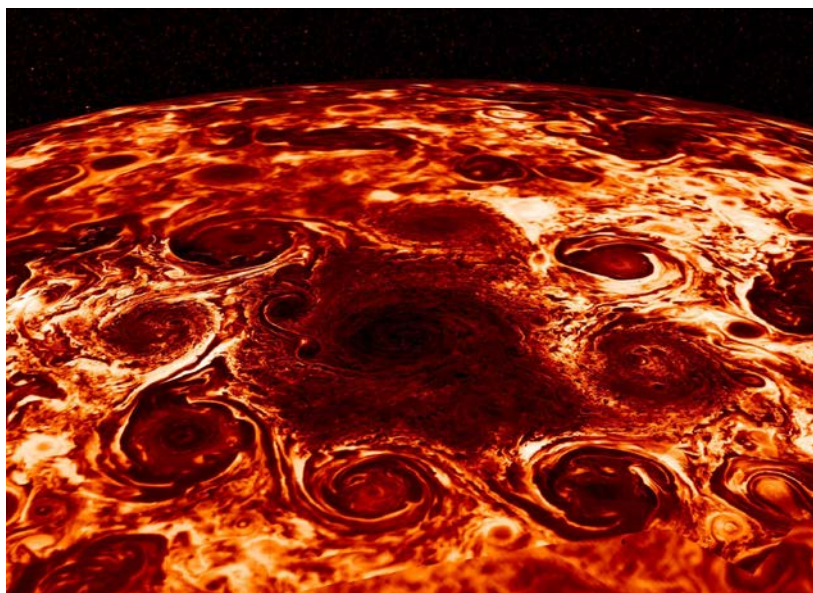
Toutefois, c'est surtout le dégagement de deux pans de la célèbre enceinte romaine rose de la ville qui les ravit. Leur parement de pierres liées par un mortier rose où s'intercalent à intervalles réguliers des strates de briques témoigne du soin apporté à la fin du III^e siècle à la fortification de la ville, après que l'empereur Dioclétien eut ordonné la construction de remparts autour de toutes les villes de l'Empire. ■

F. S.

inrap.fr/fouilles-aux-abords-de-la-cathedrale-du-mans-10941

ASTROPHYSIQUE

DES VENTS DANS LES ABÎMES DE JUPITER



Cette image reconstituée à partir des données de l'instrument JIRAM de la sonde *Juno* met en évidence le grand cyclone au pôle nord de Jupiter entouré de huit autres cyclones.

L'atmosphère de Jupiter exhibe de grandes bandes parallèles à l'équateur où soufflent des vents atteignant 600 kilomètres par heure. Les planétologues tentent depuis plusieurs décennies de comprendre la dynamique de ces vents. Par exemple, se manifestent-ils en profondeur ou sont-ils un phénomène de surface? Les récentes données de la sonde *Juno* ont permis de répondre à la question.

Afin d'arriver à leur conclusion, les chercheurs ont mesuré le champ gravitationnel de Jupiter. En effet, toute asymétrie dans ce champ serait le signe d'une structure interne complexe, comme un écoulement important de matière. Pour ce faire, les chercheurs ont suivi avec une grande précision la trajectoire de la sonde *Juno*. En notant toute variation anormale de sa vitesse (avec une précision de 0,01 millimètre par seconde), ils ont reconstitué le champ gravitationnel de la planète. Deux équipes, l'une menée par Yohai Kaspi, de l'institut Weizmann, en Israël, et l'autre par Tristan Guillot, de l'observatoire de la Côte d'Azur, ont utilisé ces résultats pour montrer qu'il existe des écoulements de gaz (de l'hydrogène et de l'hélium) jusqu'à 3000 kilomètres de profondeur. Dans cette région, la pression est 100 000 fois supérieure à celle régnant à la surface de la Terre. Les atomes s'y ionisent en perdant leurs électrons. Les particules chargées ainsi apparues créent des forces qui s'opposent alors à la circulation des vents. Plus en profondeur, la matière a donc un mouvement de rotation comme si elle était solide.

Ces résultats permettront peut-être d'expliquer certains phénomènes observés par *Juno*, notamment ceux qui se déroulent au niveau des pôles. Par exemple, comment expliquer la stabilité de ces structures comportant un cyclone central entouré de plusieurs autres, que l'on n'observe pas sur Saturne? ■

S. B.

A. Adriani et al., *Nature*, vol. 555, pp. 216-219, 2018; L. Less et al., *ibid.*, pp. 220-222; Y. Kaspi et al., *ibid.*, pp. 223-226; T. Guillot et al., *ibid.*, pp. 227-230