

MÉTHANE
SUBGLACIAIRE

Le méthane (CH_4) réchauffe l'atmosphère de 20 à 28 fois plus que le CO_2 . Autour de Guillaume Lamarche-Gagnon, de l'université libre de Bruxelles, une équipe vient de montrer, à l'aide de nouveaux capteurs placés dans les eaux de fonte, que les calottes glaciaires du Groenland en émettent beaucoup. Comme partout ailleurs, le méthane groenlandais est produit par des microorganismes anaérobies. Le rôle des organismes vivant sous la glace serait donc sous-estimé dans l'étude du réchauffement climatique en cours.

BALEINE MANGE
BALEINEAUX

L'équipe de Manja Voss, paléontologue au Muséum d'histoire naturelle de Berlin, vient de montrer qu'il y a quelque 35 millions d'années, *Basilosaurus isis*, une baleine fossile découverte dans le Wadi Al-Hitan (l'« oued des baleines »), en Égypte, était un superprédateur. L'étude du contenu stomacal fossilisé de *B. isis* révèle en effet que ce cétacé se nourrissait des baleineaux de *Dorudon atrox*, une autre espèce de baleine de son époque.

LES ÉLÉPHANTS ONT
UN POIDS CYCLIQUE

Le poids des éléphants, du moins ceux qui vivent dans les zoos, fluctue au cours de leur vie adulte selon un cycle d'une centaine de mois. C'est ce qu'ont découvert Marcus Klaus, de l'université de Zurich, et ses collègues. Cette fluctuation semble liée à la façon particulière dont ces grands masticateurs de végétaux renouvellent leurs dents. Selon le nombre de dents qu'ils sont en train de renouveler, ils disposent en effet de plus ou moins de surface de mastication. Ce qui a un impact sur la quantité de nourriture ingérée ou sur l'efficacité de la digestion.

ÉPOUILLER FAIT
DU BIEN À TOUS

Être témoin d'une bonne action peut nous réjouir, tout comme un fou rire peut être communicatif... Ce phénomène dit de contagion émotionnelle positive est bien documenté chez l'humain. Mais qu'en est-il chez les autres animaux? Juliette Berthier et Stuart Semple, de l'université de Roehampton, à Londres, ont observé pendant plus de deux mois vingt macaques de Barbarie dans la réserve du domaine de Trentham, au Royaume-Uni. Ils se sont intéressés à une interaction sociale très répandue: l'épouillage.

Pour évaluer l'état émotionnel de ces macaques, les deux chercheurs ont mesuré la fréquence de comportements anxieux tels que le grattage, le bâillement et l'autoépouillage, dans deux situations différentes: lorsque l'animal observait deux congénères qui s'épouillaient et lorsqu'il ne voyait aucune interaction d'épouillage. En comparant ces deux mesures chez un même singe, Juliette Berthier et Stuart Semple ont montré qu'observer une séance d'épouillage réduisait significativement l'état d'anxiété du spectateur. Ainsi, les macaques de Barbarie sont sensibles à la contagion d'émotions positives, telle la relaxation.

Les deux biologistes ont aussi constaté qu'observer les séances de toilettage poussait



Séance d'épouillage chez des macaques de Barbarie (*Macaca sylvanus*).

les macaques à se comporter de façon plus amicale avec les autres membres du groupe. Par exemple, un tel singe est plus enclin et plus rapide à proposer à son tour un toilettage à l'un de ses congénères. De façon surprenante, l'étude montre toutefois que l'observation d'un toilettage ne diminue pas les comportements agressifs des spectateurs vis-à-vis des autres singes. «Les comportements amicaux et agressifs sont deux classes de comportements qui font probablement appel à des mécanismes cognitifs indépendants et ne sont pas forcément antagonistes», conclut Juliette Berthier. ■

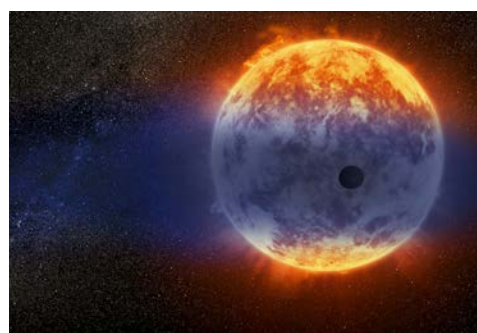
CORALINE MADEC

J. M. Berthier et S. Semple, *Proceedings of the Royal Society B*, vol. 285, article 20181964, 2018

DES NEPTUNES
QUI S'ÉVAPORENT

Parmi les exoplanètes connues qui évoluent très près de leur étoile, on trouve des Jupiters chaudes, des super-Terres (un peu plus grandes que la Terre), mais pas de planètes de la taille de Neptune. On parle donc de désert des Neptunes chaudes. Une explication serait que leur atmosphère chaude et enflée perdrait très vite du gaz, au point de disparaître entièrement en ne laissant que le cœur rocheux de la planète, de la taille d'une super-Terre.

Vincent Bourrier, de l'université de Genève, et ses collègues ont étudié GJ 3470b, une exoplanète de la taille de Neptune mais dont la température modérée la place à la limite des Neptunes chaudes. Ils ont montré qu'elle perd tout de même 10^4 à 10^5 tonnes d'hydrogène par seconde. Près d'un tiers de la masse de la planète se serait ainsi évaporé depuis sa formation, il y a deux



Sur cette vue d'artiste, la planète, très proche de son étoile, perd du gaz sous la forme d'un nuage étendu (en bleu).

milliards d'années. Ainsi, il est fort probable que des Neptunes encore plus chaudes perdent très vite leur atmosphère. Il faudra cependant observer d'autres exoplanètes de cette catégorie pour confirmer ce scénario et ainsi expliquer le désert des Neptunes chaudes. ■

S. B.

V. Bourrier et al., *Astronomy & Astrophysics*, vol. 620, article A147, 2018

EN IMAGE

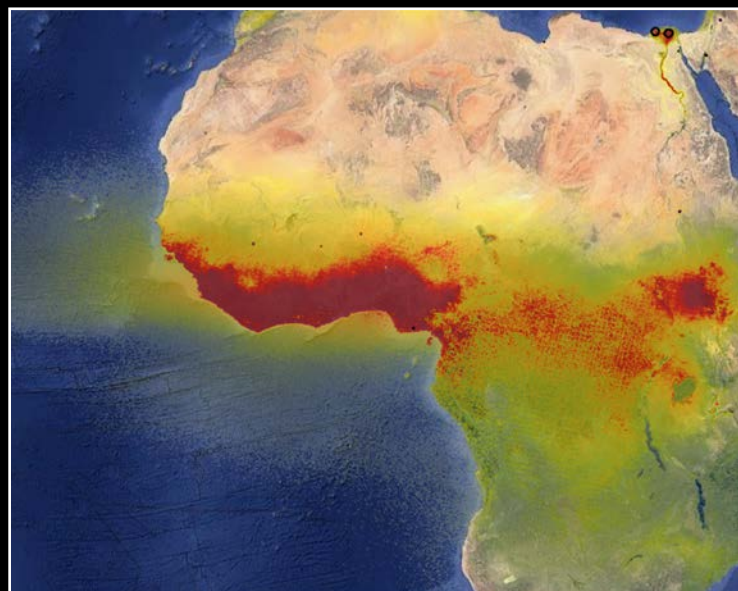
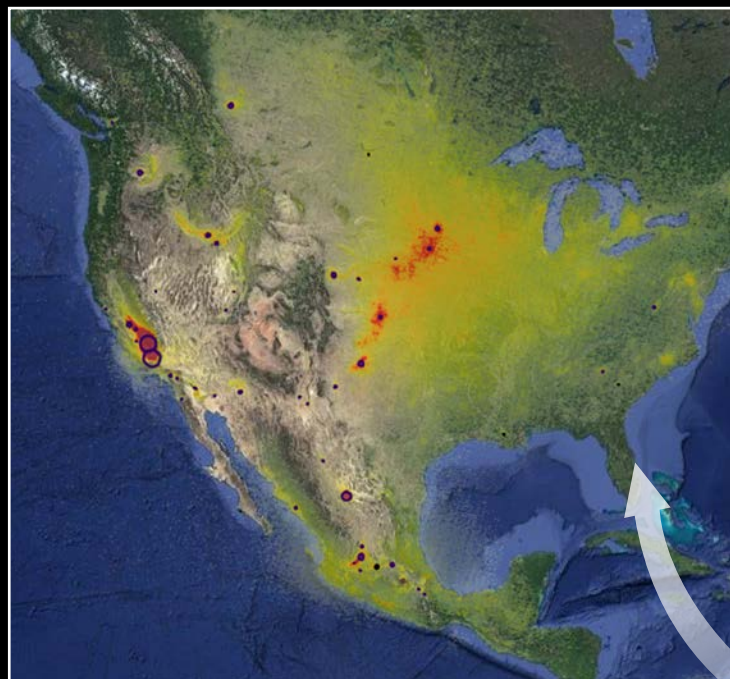
UNE CARTE MONDIALE DES ÉMISSIONS D'AMMONIAC

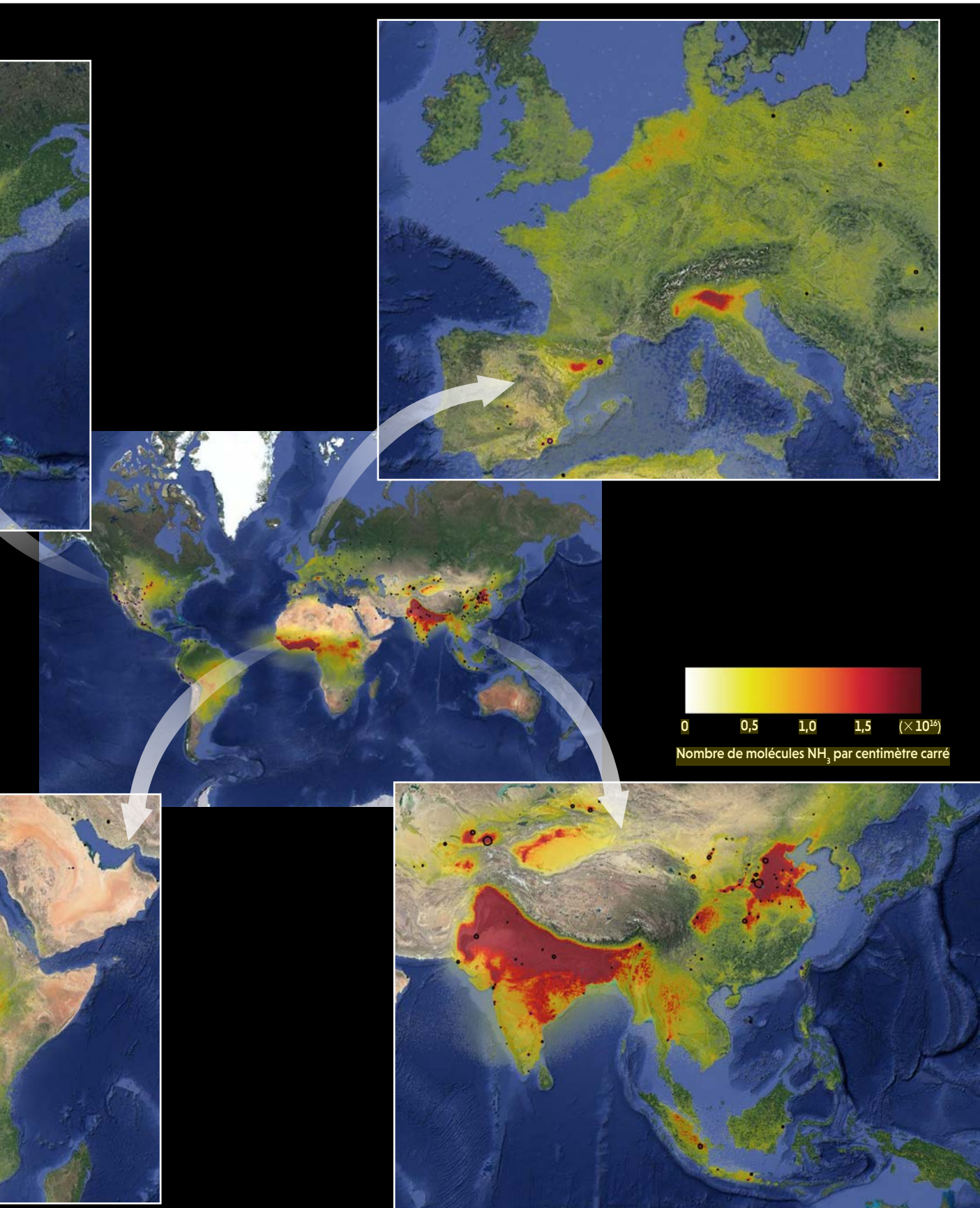
L'ammoniac (NH_3) est un polluant bien connu. Il a un impact sur l'environnement (pluies acides, eutrophisation) et sur la santé (c'est un précurseur de particules fines qui pénètrent profondément dans les poumons). Aussi est-il impératif de surveiller les émissions de ce gaz dans l'atmosphère. Or la production d'ammoniac est en grande partie liée à l'agriculture intensive et à certains secteurs industriels. L'instrument *Iasi* (pour «interféromètre atmosphérique de sondage infrarouge»), développé par le Cnes et embarqué par des satellites *Metop*, a enregistré les flux quotidiens d'ammoniac entre 2008 et 2016 à l'échelle du globe. Un traitement des données amélioré a permis d'obtenir des cadastres d'émission avec une résolution de l'ordre du kilomètre carré.

Cathy Clerbaux, directrice de recherche du CNRS au Latmos, à Paris, et ses collègues belges ont ainsi répertorié 241 «points chauds»: des sources d'ammoniac très localisées de moins de 50 kilomètres de diamètre. En comparant la position de chaque source à des images prises par satellite, les chercheurs ont montré qu'il s'agissait de 83 sites d'agriculture intensive (élevage de bovins, cochons ou volailles, voir le médaillon sur le continent nord-américain) et de 158 sites industriels (principalement des usines de production d'engrais). Ils ont aussi observé 178 zones d'émissions plus étendues, qui correspondent à des régions de culture céréalières (comme les plaines du Gange et de l'Indus, ou celle du nord de la Chine) et des régions où l'on brûle beaucoup de biomasse (l'Afrique de l'Ouest notamment).

Cette étude montre surtout que près de deux tiers des sources étaient inconnues et que les émissions des sources déjà connues étaient fortement sous-estimées. Dès lors, c'est l'ensemble des flux atmosphériques de l'ammoniac qui sont à réévaluer pour mieux déterminer leur impact sur l'environnement et la santé. Depuis 1999, 25 pays et l'Union européenne se sont engagés dans le protocole de Göteborg pour diminuer les émissions d'ammoniac et d'autres polluants. En France, un plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques est en cours de révision. L'objectif serait de réduire les émissions d'ammoniac de 13% d'ici à 2030, par rapport à 2005. ■

S. B.

M. Van Damme et al., *Nature*, vol. 564, pp. 99-103, 2018Carte interactive: <http://www.ulb.ac.be/cpm/NH3-IASI.html>



ARCHÉOLOGIE

DU CARBONE 14 BIEN CALIBRÉ

La datation par le carbone 14 progresse sans cesse grâce aux efforts de nombreuses équipes pour la calibrer période par période. Autour de Hai Cheng, de l'université Xi'an Jiaotong, une équipe sino-américaine vient de calibrer précisément les dates données par le radiocarbone jusqu'à 54 000 ans BP (« avant le présent », c'est-à-dire avant 1950). Comment ? À partir de stalagmites.

La datation par le carbone 14 ne livre des dates coïncidant avec celles du calendrier que sur deux mille ans environ. Au-delà, il faut la réétalonner siècle par siècle, car la production du carbone 14 atmosphérique par le rayonnement cosmique a varié dans le temps. Pour ce faire, on doit disposer de matériaux simultanément datables par le radiocarbone et par une autre méthode. L'étude des cernes de croissance des arbres a ainsi permis d'étalonner les dates du radiocarbone sur les derniers 10 000 ans. Parce qu'elle peut être datée à la fois par le radiocarbone et par l'uranium-thorium, une stalagmite constitue un autre matériau doublement datable. Toutefois, comme le carbone qu'elle contient provient à la fois de l'atmosphère (ruissellement) et des formations calcaires (carbonate de calcium), une correction doit être appliquée à leur âge radiocarbone, laquelle varie de grotte en grotte. C'est sur ce



Les stalagmites anciennes MSD et MSL de la grotte de Hulu, en Chine, ont été datées strate par strate.

point que les stalagmites de la grotte de Hulu, en Chine, se sont révélées intéressantes.

En 2012, après avoir montré que la correction attachée à la stalagmite H82 n'est que de 450 ans, des chercheurs ont étalonné les dates radiocarbone jusqu'à 26 800 ans BP. L'équipe de Hai Cheng vient de montrer que les stalagmites plus anciennes MSD et MSL ont la même correction que H82. Ils sont ainsi parvenus à calibrer les dates radiocarbone avec une incertitude inférieure à 100 ans jusqu'à 40 000 ans BP, puis inférieure à 300 ans jusqu'à 54 000 ans BP. ■

F. S.

Hai Cheng et al., *Science*, en ligne le 14 décembre 2018

CHIMIE

RECYCLER L'OR DE L'ÉLECTRONIQUE

Au prix actuel de l'or (36 000 euros le kilogramme), il est très intéressant de le recycler, notamment dans l'électronique, où ses propriétés d'excellent conducteur sont un atout. Il existe déjà une méthode de recyclage par solubilisation sélective, mais cette technique utilise des acides très toxiques.

Minna Räisänen, de l'université de Helsinki, et son équipe ont amélioré cette méthode en remplaçant les composés toxiques par un mélange d'eau oxygénée et de pyridinethiol, un composé organique soufré peu toxique. D'après leurs essais, quelques minutes suffisent pour qu'un échantillon d'or se dissolve complètement dans le mélange.

Les chercheurs ont établi le mécanisme de cette dissolution : en premier lieu, deux molécules de pyridinethiol se lient à chacun des



L'industrie de l'électronique représente près de 10 % de la consommation annuelle d'or dans le monde.

atomes d'or et les arrachent au reste du métal. Les atomes d'or sont ensuite oxydés, c'est-à-dire privés d'un de leurs électrons par l'eau oxygénée. Le complexe organométallique ainsi créé est stable et soluble dans le solvant organique. En outre, la réaction ne solubilise ni le platine ni le palladium, deux autres métaux très utilisés. ■

MARTIN TIANO

M. Räisänen et al., *Angewandte Chemie Int. Ed.*, vol. 57(52), pp. 17104-17109, 2018

EN BREF

STRESS DE GROSSESSE ET OBÉSITÉ INFANTILE

En Allemagne, un enfant sur dix est en surpoids ; un sur vingt est obèse. Beate Lepert et ses collègues, à Berlin et à Leipzig, viennent de mettre en évidence l'un des cofacteurs de cette épidémie. Dans le cadre de l'étude mère-enfant LiNA que ces chercheurs ont coordonnée, ils ont mis en évidence une corrélation statistique entre le stress ressenti par la mère lors de sa grossesse et le surpoids futur du jeune enfant.

SURDOMINANCE CHEZ LES ORCHIDÉES

La surdominance, c'est-à-dire l'avantage sélectif des hybrides, est l'une des hypothèses fondamentales de la théorie synthétique de l'évolution. Roman Kellenberger et ses collègues, des universités de Zurich et de Vienne, pensent l'avoir vérifiée dans le cas d'une orchidée des Alpes : la nigritelle noire (*Gymnadenia rhellicani*). Dans une partie des Alpes, 38 % de ces fleurs sont rouges ou blanches, alors qu'elles sont normalement noires. Cette situation pourrait s'expliquer par des mutations de la plante, mais les chercheurs ont montré par la génétique qu'elle résulte plutôt de pollinisation, donc de la multiplication d'hybrides plus aptes à se reproduire.

UN PÔLE MAGNÉTIQUE MIGRE VERS LA RUSSIE

Quelque chose de bizarre se passe au nord. Le pôle magnétique Nord, qui se trouvait au nord du Canada depuis le XVII^e siècle au moins, se déplace vers le nord de la Sibérie. Et il bouge si vite que cela a forcé les experts en géomagnétisme du monde entier à prendre une mesure rare : le 15 janvier 2019, ils ont mis à jour le *World Magnetic Model*, le modèle décrivant le champ magnétique de la planète, qui sous-tend toute la navigation moderne.