

d'utiliser la glace de la calotte antarctique comme détecteur. En effet, quand un neutrino traverse la Terre, il n'a qu'une très faible chance d'interagir avec la matière. Si une telle interaction se produit, elle engendre une particule chargée, qui peut être un muon (une sorte d'électron plus lourd et instable). Lorsque le muon de haute énergie traverse la glace à une vitesse supérieure à celle de la lumière dans ce milieu, il émet de la lumière bleue, nommé rayonnement Tcherenkov, sous la forme d'un cône. La détection de ce rayonnement par les modules optiques d'*IceCube* permet de reconstruire la direction de propagation du muon et, par extension, la direction du neutrino initial.

Cette direction donne une indication sur la position de la source du neutrino. Pour confirmer cette identification, on fait de l'«astronomie multimessagers»: on combine les observations portant sur les émissions électromagnétiques (les photons) à celles portant sur les neutrinos. En effet, les sources possibles de ces neutrinos, par exemple les blazars en période d'éruption, émettent aussi un rayonnement électromagnétique intense. Les photons comme les neutrinos se propagent en ligne droite jusqu'à la Terre et donc indiquent leur lieu d'origine. Un dispositif d'alerte permet aux différents observatoires au sol et dans l'espace de signaler toute observation qui pourrait compléter les données collectées par *IceCube*.

Lors de la détection du neutrino, le 22 septembre 2017, le détecteur LAT du télescope spatial *Fermi* a enregistré un signal gamma intense provenant du blazar TXS0506+056, dont la provenance coïncide avec la direction calculée pour le neutrino d'*IceCube*. Dans les jours qui ont suivi cette annonce, une quinzaine de télescopes ont scruté le blazar sur la plus large gamme de fréquences possible pour caractériser au mieux son spectre d'émission électromagnétique. L'ensemble des données recueillies suggère fortement que le blazar émet aussi des protons de très haute énergie. Or de tels protons sont présents dans le rayonnement cosmique, sans que l'on connaisse leurs sources et les mécanismes qui les accélèrent autant. Grâce au neutrino détecté par *IceCube*, les blazars pourraient constituer une partie de la réponse à ces interrogations. ■

LUCAS STREIT

Science, vol. 361,
article eaat1378, 2018

Masques antipollution, une inefficacité démontrée

Depuis quelques années, le marché des masques antipollution se développe en France, et rencontre son plus gros succès auprès des cyclistes. L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) vient cependant de conclure à l'inefficacité de tels dispositifs. Maria Neira, de l'OMS, fait le point.



Propos recueillis par CORALINE MADEC

MARIA NEIRA
médecin et directrice
d'un département
de santé publique et de
l'environnement à l'OMS

Que désigne-t-on par le terme « pollution atmosphérique » ?

Ce terme générique regroupe divers contaminants : des particules fines en suspension dans l'air aux gaz tels que l'ozone (O_3), le dioxyde de soufre (SO_2), les oxydes d'azote (NO_x), etc. Si cette pollution (définie par des seuils) peut être d'origine naturelle, la majorité des émissions, en constante augmentation depuis dix ans, sont dues aux activités anthropiques (incinération des déchets, certains processus industriels, transport et production d'énergie). Aujourd'hui, on estime que 9 habitants dans le monde sur 10 respirent un air pollué.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) parle de la pollution atmosphérique comme d'un « défi sanitaire majeur ». Quels risques représente-t-elle pour notre santé ?

En 2017, la pollution atmosphérique a provoqué dans le monde la mort prématurée de 7 millions d'individus, dont 48 000 en France. En effet, les particules fines en suspension dans l'air s'insinuent dans notre appareil respiratoire. Plus elles sont fines, plus elles sont capables de pénétrer profondément, jusqu'à atteindre les alvéoles pulmonaires, traverser la paroi des vaisseaux sanguins et par là se répandre dans tout l'organisme, et parfois jusque dans le cerveau. Ainsi, la pollution atmosphérique est un facteur aggravant des accidents cardiovasculaires, des AVC, des pathologies pulmonaires...

Dans son dernier rapport, l'Anses a conclu à l'inefficacité du port de masque antipollution. Quels sont ses arguments ?

L'Anses a mené une vaste étude de septembre 2015 à février 2018 sur les 215 références de masques dits

antipollution en vente en France. Le comité d'experts a mesuré l'efficacité de ces masques en laboratoire, définie par deux paramètres : la qualité de la filtration et l'étanchéité du dispositif sur le visage, ainsi que leur efficacité en conditions réelles.

Premier constat : ces masques ne sont conçus que pour filtrer les particules fines et non les gaz. La protection est donc relative. De plus, l'étude a révélé que si l'efficacité de certains masques semble élevée en laboratoire, celle-ci est cinq fois inférieure lorsqu'on la mesure sur le terrain pour un utilisateur précis ! En effet, la plupart des masques sont conçus pour des hommes adultes, en bonne santé et pour une activité physique peu intense. Ils ne conviennent donc pas à tous les visages, aux individus souffrant de troubles respiratoires ni aux personnes réalisant une activité physique importante... comme le vélo ! De plus, en conférant un faux sentiment de protection, ces masques entraînent des comportements à risques, dont celui d'une surexposition aux différentes sources de polluants.

De son côté, l'OMS a mené une étude similaire à celle de l'Anses dans plusieurs pays. Les résultats, qui devraient être publiés ce mois-ci (septembre), sont similaires : aucun masque antipollution n'offre de protection efficace, notamment contre les particules ultrafines, les plus dangereuses.

De quelles autres solutions dispose le citoyen pour se protéger de la pollution atmosphérique ?

En termes de protection individuelle, il existe peu de solutions autres que limiter au maximum son exposition à un air pollué. Les actions ne peuvent être que collectives. Il faut repenser notre façon de consommer, de nous déplacer, de produire de l'énergie. C'est avec cette volonté que l'OMS organisera à Genève une importante conférence internationale sur la pollution atmosphérique du 30 octobre au 1^{er} novembre 2018. ■

Rapport de l'Anses : http://bit.ly/PLS491_Anses

PALÉONTOLOGIE HUMAINE

DES HOMINIENS EN CHINE, IL Y A 2,1 MILLIONS D'ANNÉES ?

L'une des pentes du plateau de Loess, en Chine, contenait des pierres taillées. Leurs âges poussent à faire reculer dans le temps la date de la première sortie d'Afrique. Mais de qui ?

Les membres du genre *Homo* sont sortis trois fois d'Afrique. La première sortie, censée être celle d'*Homo erectus*, était jusqu'ici datée à 1,8 million d'années à cause de l'âge des fossiles et des outils lithiques de type *erectus* du site de Dmanisi, en Géorgie. Or voilà que l'équipe de Zhaoyu Zhu, de l'académie chinoise des sciences, a découvert en Chine des outils de pierre bien plus anciens que les vestiges de Dmanisi.

Entre 2014 et 2017, les paléontologues ont recherché des traces d'occupation sur la pente d'une colline située dans le plateau de Loess, à Shangchen. Là, entre les épaisses couches de ce fin sédiment éolien qu'est le loess, ils ont découvert 11 strates anciennes de sol ayant été occupées par des tailleurs de pierre. Épaisse de 39 mètres, cette séquence couvre une période débutant il y a 2,12 millions d'années et se terminant il y a 1,26 million d'années. Les dizaines de *choppers* (galets taillés), éclats, grattoirs et autres perçoirs découverts ont été obtenus soit par percussion sur enclume (on frappe un galet sur une enclume pour détacher des éclats), soit par percussion bipolaire sur enclume (on frappe avec un percuteur un galet posé sur une enclume). Ces 82 outils portent tous des cônes de percussion et des traces de retouches, qui les distinguent clairement d'éventuels géofacts, c'est-à-dire de pierres façonnées par des processus géologiques. Quant aux divers blocs de quartzite utilisés pour produire les outils, ils semblent provenir des monts Qinling, distants de 5 kilomètres. Par ailleurs, les 11 paléosols dont proviennent les artefacts correspondent à des périodes d'incursion du climat tropical humide au-delà des monts Qinling, climat auquel étaient adaptés nos ancêtres.

Dès lors, lesquels de ces ancêtres ont séjourné à Shangchen ? Si l'on pense à *Homo*, il importe de se rappeler que le plus ancien fossile réputé humain – la mandibule LD 350-1 trouvée à Ledi-Geraru, en Éthiopie – date de 2,8 millions d'années. *Homo* n'a donc pu se répandre en Eurasie qu'après.

Toutefois, depuis la découverte à Lomekwi, au Kenya, de pierres taillées d'époque australopithèque (3,3 millions d'années), la sortie d'Afrique d'hominiens préhumains devient



L'un des outils taillés à Shangchen, encore pris dans un paléosol formé par l'érosion du plateau de Loess il y a plus de 2 millions d'années. Il s'agit d'un *chopper*, c'est-à-dire d'un galet affûté.

11
PALÉOSOLS
C'EST LE NOMBRE
DE STRATES
CONSTITUÉES AU
COURS DE PÉRIODES
CHAUDS PAR
L'ÉROSION
DES TERRAINS DU
PLATEAU DE LOESS.
C'EST DANS CES
COUCHES QU'ONT
ÉTÉ DÉCOUVERTES
DES PIERRES TAILLÉES
D'ÂGES VARIANT DE
1,26 À 2,12 MILLIONS
D'ANNÉES.

aussi envisageable. Or il existe des indices allant dans ce sens. Il en est ainsi de la découverte, dans la grotte de Longgupo, dans la municipalité de Chongqing (dans le Sichuan, sur le Yang-Tsé), de dents d'un hominidé mal identifié associées à de nombreux outils taillés. Leur datation vers 2,5 millions d'années a longtemps suscité la controverse. En 2017, une équipe franco-chinoise dont fait partie Éric Boëda, de l'université de Nanterre, a soigneusement réétudié et redaté le site et confirmé cette date. De son côté, sur le site de Masol, dans le nord de l'Inde, Anne Dambricourt-Malassé, du CNRS, a découvert avec son collègue indien Mukesh Singh des os portant des traces de découpe, dont la datation vers 2,6 millions d'années a aussi été controversée parce qu'indirecte. La situation a changé depuis : les chercheurs ont aussi mis au jour un *chopper* incrusté dans une strate directement datée à plus de 2,6 millions d'années. Dès lors, les constatations de Masol, de Longgupo et de Shangchen peuvent fort bien s'expliquer par la sortie d'Afrique, relativement tôt, d'hominiens préhumains tailleurs de pierre.

Alors, les tailleurs de Shangchen étaient-ils humains ou préhumains ? Pour le moment, les chercheurs en savent trop peu pour trancher. ■

FRANÇOIS SAVATIER

Zhaoyu Zhu et al., *Nature*, vol. 559, pp. 608-612, 2018