

Climatologie

Coup de vieux pour la mousson asiatique

On pensait que la mousson asiatique était apparue avec la formation du massif himalayen, il y a 25 millions d'années. De nouveaux travaux montrent qu'elle se manifestait déjà il y a 40 millions d'années.



Les coquilles de gastéropodes fossilisés (a) du Sud de l'Himalaya (b) et les sédiments du plateau de Loess en Chine (c) contiennent des traces d'une mousson ancienne.



© A. Licht (a), Shutterstock.com/shalishmanal (b), G. Dupont-Nivet (c)

En Asie, la chaîne de l'Himalaya et le plateau tibétain favorisent le système de mousson en forçant les vents à s'élever et à se vider de leur humidité, provoquant ainsi de fortes précipitations durant l'été. L'émergence de ces reliefs, il y a entre 22 et 25 millions d'années, aurait marqué le début de l'activité de la mousson asiatique. Cependant, Alexis Licht, à l'Université de Poitiers, et ses collègues ont rassemblé diverses observations qui suggèrent que la mousson était déjà active il y a 40 millions d'années.

La période géologique de l'Éocène – il y a entre 55 et 34 millions d'années – a été marquée par une atmosphère riche en dioxyde de carbone, avec des concentrations quatre fois supérieures à celles de l'époque pré-industrielle. Selon certains climatologues, la forte concentration de dioxyde de carbone aurait favorisé un système de mousson : l'effet de serre, plus important, a augmenté la quantité de vapeur d'eau dans l'atmosphère, ce qui a conduit à un cycle hydrologique intense.

Pour vérifier cette hypothèse, A. Licht et ses collègues ont me-

suré, dans un bassin indien, le rapport isotopique d'oxygène 18 et 16 dans les coquilles fossilisées de gastéropodes et l'émail des dents fossiles de mammifères. En effet, en se formant, ces tissus incorporent l'oxygène de l'eau et enregistrent les variations du rapport isotopique – la concentration d'oxygène 18 dans l'eau douce diminue pendant la saison des pluies et augmente en saison sèche. C'est ainsi que les chercheurs ont déduit l'existence d'une alternance de saisons de type mousson il y a 40 millions d'années.

D'autres études mettent au jour les traces d'une mousson ancienne. Le plateau sédimentaire de Loess, en Chine, présente une alternance de couches de loess et de gypse qui suivent des cycles de 41 000 ans compatibles avec la variation périodique de l'obliquité de la Terre. L'éclairement solaire de la région varie durant ce cycle et conduit à des périodes de mousson d'été plus marquées (bancs de gypse, formés par l'eau) ou moins intenses (bancs de loess, déposés par le vent).

Enfin, les chercheurs du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement, à Gif-sur-

Yvette, ont étudié des modèles de circulation atmosphérique en reconstruisant le relief qui était celui de la région il y a 40 millions d'années. Ils confirment que la concentration de dioxyde de carbone a été un facteur important dans la dynamique de la mousson, comparable à l'influence actuelle de la chaîne himalayenne. En outre, la baisse de la concentration de dioxyde de carbone il y a 34 millions d'années s'est accompagnée d'une diminution de l'intensité de la mousson. Cela expliquerait d'ailleurs la disparition, à partir de 34 millions d'années, des couches sédimentaires du plateau de Loess correspondant aux saisons humides.

Ce résultat renvoie au débat actuel sur l'évolution du climat. En effet, dans son dernier rapport, le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) a souligné que l'augmentation du dioxyde de carbone dans l'atmosphère pourrait intensifier la mousson en Asie, scénario qui s'accorde avec les observations d'A. Licht et de ses collègues.

S. B.

A. Licht et al., *Nature*, en ligne, 14 septembre 2014

16%

C'est la hausse prévue

des précipitations annuelles
dans les zones de mousson

d'ici 100 ans, selon

les modèles les plus
pessimistes

du GIEC.*

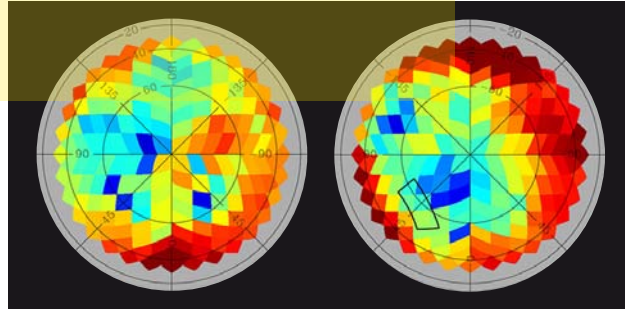
Cosmologie

Ondes gravitationnelles primordiales : BICEP2 mord la poussière

En mars 2014, les chercheurs de BICEP2, un télescope situé en Antarctique, ont annoncé avoir observé un mode de polarisation particulier dans le rayonnement du fond diffus cosmologique : le mode *B* d'origine primordiale. Ce résultat était très attendu, car il constituerait un indice observationnel fort à l'appui d'un élément clé du modèle du Big Bang, l'inflation. Or l'équipe de *Planck*, satellite mesurant aussi le rayonnement du fond diffus cosmologique, livre des résultats qui refroidissent l'enthousiasme.

Le mode *B* primordial est supposé avoir été engendré par des ondes gravitationnelles qui se sont propagées dans l'Univers alors qu'il n'était âgé que d'une fraction de seconde. Ces ondes apparaissent naturellement dans des scénarios d'inflation, où l'Univers connaît une brève période de croissance exponentielle.

Le résultat de BICEP2 avait rapidement soulevé un débat



Le signal de la poussière dans les hémisphères nord et sud, mesuré par *Planck* (intensité croissante du bleu au rouge). Le cadre noir (à droite) indique la zone observée par BICEP2.

autour d'une source d'erreur possible : les poussières interstellaires émettent un rayonnement polarisé aux caractéristiques similaires à celles du fond diffus cosmologique marqué par des ondes gravitationnelles primordiales. En bref, le signal de BICEP2 était peut-être contaminé par celui de la poussière galactique. L'équipe de *Planck* vient de renforcer cette crainte : les poussières pourraient expliquer l'intégralité du signal de BICEP2!

Les incertitudes concernant la contribution des poussières restent néanmoins élevées dans l'estimation de *Planck*. À présent, les deux équipes comptent s'associer et profiter des atouts de chaque instrument pour améliorer la mesure du mode *B* dans la zone étudiée par BICEP2. Des résultats sont attendus pour la fin de l'année. Affaire à suivre...

S. B.

Collaboration *Planck*,
<http://arxiv.org/abs/arXiv:1409.5738>

Taillés pour l'obscurité

Les poissons cavernicoles *Astyanax mexicanus* sont bien adaptés à la vie dans l'obscurité, car ils ont par exemple une olfaction performante. Damian Morian, de l'Université de Lund, en Suède, et ses collègues ont mis en évidence une nouvelle adaptation : l'absence de rythme circadien (variation d'activité métabolique selon des cycles jour-nuit). Leur métabolisme moins fluctuant leur permettrait d'économiser de l'énergie, dans un milieu où la nourriture est rare.

Un dino de 60 tonnes

Les restes relativement complets d'un dinosaure géant ont été mis au jour dès 2005 en Argentine, dans le Sud de la Patagonie. Herbivore du groupe des titanosaurès, cet animal vient d'être décrit par l'équipe américano-argentine de Kenneth Lacovara, de l'Université Drexel. Nommé *Dreadnoughtus schrani*, il mesurait plus de 26 mètres et pesait plus de 59 tonnes. L'analyse des tissus osseux montre qu'il grandissait encore au moment où il est mort...

Neurobiologie

Les prouesses du cerveau endormi

On savait que le cerveau ne se déconnecte pas complètement de son environnement pendant le sommeil. Il reste même capable d'un certain traitement sémantique : on se réveille ainsi plus facilement en entendant son nom, les cris de son bébé ou une alarme à incendie qu'avec des sons quelconques d'intensité comparable. Mais les réponses cérébrales mises en évidence jusqu'à présent, telle la reconnaissance automatique d'un stimulus, étaient stéréotypées. Sid Kouider, du Laboratoire de sciences cognitives et psycholinguistiques (CNRS/ENS/EHESS), à Paris, et ses collègues

sont allés plus loin : ils ont montré que durant le sommeil, le cerveau peut traiter l'information de façon flexible et préparer une réaction adéquate.

Les chercheurs ont entraîné des sujets à catégoriser des mots. Les participants écoutaient des mots et devaient choisir à chaque fois s'ils désignaient un animal ou un objet. Ils indiquaient leur choix en pressant un bouton avec une main déterminée à l'avance, par exemple la droite pour un animal et la gauche pour un objet. Parallèlement, les chercheurs mesuraient l'activité cérébrale des sujets par électroencéphalographie, c'est-à-dire à l'aide d'élec-

trodes posées sur leur crâne. Ils ont constaté que lorsque le sujet choisit s'il doit utiliser sa main droite ou sa main gauche, un pic caractéristique se produit dans le tracé électroencéphalographique au niveau du cortex moteur. En présentant des mots nouveaux aux participants pendant leur sommeil, ils ont montré que le pic associé au mouvement correct était toujours présent. C'est le signe que le cerveau continuait à catégoriser les mots et à s'approprier à déclencher la réponse motrice appropriée.

G. J.

S. Kouider et al., *Current Biology*, en ligne le 11 septembre 2014



Avec un entraînement adéquat, le cerveau peut catégoriser des mots au cours du sommeil.