

HORS-SÉRIE N° 110 : LES COLÈRES DE LA TERRE

Coup de chaud d'ici à 2100

Selon les nouvelles projections climatiques publiées par Météo-France, les températures pourraient augmenter jusqu'à + 6 °C en France métropolitaine à la fin du XXI^e siècle.

Dans le Hors-Série n° 110: «Les colères de la Terre», le constat était implacable, le réchauffement climatique accentue la fréquence ou l'intensité de différents types d'événements extrêmes, comme, en France métropolitaine les canicules, les inondations, les pluies diluviennes... Pour mieux anticiper, et éventuellement s'adapter, il importe donc de savoir à quoi s'en tenir quant à l'évolution des températures dans les prochaines décennies. C'est le sens de Drias-2020, un ensemble de nouvelles projections climatiques pour la fin du XXI^e siècle par rapport à la période de référence 1976-2005 rendues publiques par Météo-France le 1^{er} février 2021.

À la base, les scénarios d'émissions de gaz à effet de serre par les activités humaines conçus par le Giec. Ils sont nommés RCP (pour *representative concentration pathways*) suivi d'un nombre (+ 2,6; + 4,5; + 6; + 8,5) qui traduit la modification du bilan radiatif de la Terre par les activités humaines, ce bilan correspondant à la différence entre le rayonnement solaire reçu et le rayonnement infrarouge réémis par la planète, le dernier dépendant de la quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Le scénario RCP + 2,6 correspond ainsi à un monde sobre, émettant très peu de gaz à effet de serre et entraînant un réchauffement global inférieur à 2 °C par rapport aux températures préindustrielles.

Quelque trente simulations couvrant les scénarios climatiques RCP + 2,6, RCP + 4,5 et RCP + 8,5 ont été réalisées avec plusieurs modèles issus de divers laboratoires français de climatologie (IPSL, Cerfacs, CNRM). L'échelle retenue

était celle du pays, avec une résolution de 12 kilomètres. Par comparaison, les modèles globaux, c'est-à-dire pour la planète entière, ont une résolution dix fois supérieure: les simulations de Drias-2020 étaient donc plus fines et précises.

Qu'est-ce qui nous attend? D'ici à 2100, la température pourrait augmenter de 4,9 °C en moyenne annuelle et jusqu'à + 6 °C en été par rapport à la période de référence 1976-2005! Les vagues de chaleur vont se multiplier avec un nombre de jours caniculaires doublant avec un scénario RCP + 2,6 et décuplant avec le RCP + 8,5. Le réchauffement, plus marqué en montagne, ne sera pas complètement homogène et s'étalera selon un gradient sud-est/nord-ouest avec un écart de 1 °C entre ces deux zones. Le nord de la France devra s'habituer aux nuits tropicales (supérieures à 20 °C): rares aujourd'hui, on pourra en compter jusqu'à cinquante en 2100.

Les précipitations augmenteront quant à elles de 2 à 6%, avec une hausse plus marquée dans la moitié nord du pays, et essentiellement durant les hivers. À l'inverse, les précipitations estivales diminueront de 20% selon le scénario RCP + 8,5. L'évolution des épisodes de pluies extrêmes est plus difficile à cerner, mais semble orientée à la hausse, quel que soit le scénario.

En France, le record absolu de température a été enregistré en juin 2019, avec 46 °C. Si l'on ne fait rien pour enrayer les émissions de gaz à effet de serre, nous suivrons alors le scénario RCP + 8,5 et cette valeur sera souvent dépassée en 2100. ■

MÉTÉO-FRANCE, 2021. [HTTP://BIT.LY/MF-DRIAS](http://bit.ly/mf-drias)

Un microbiote sous contrôle

Le microbiote intestinal est souvent synonyme de bactéries, mais le Hors-Série n° 109: «Les vrais pouvoirs des microbiotes sur notre santé» montrait qu'on y trouve d'autres microorganismes, notamment des virus, comme des phages. Ces virus, en infectant les bactéries, participent au contrôle des populations de ces dernières. Martial Marbouty, de l'institut Pasteur, à Paris, et ses collègues ont mis en évidence le réseau de relations qu'entretiennent les deux types de microbes dans l'intestin de dix individus grâce à des analyses métagénomiques. Les quelque six mille interactions révélées trahissent les phages actifs et ceux en dormance, ainsi qu'une diversité virale insoupçonnée dans certaines familles. Ces résultats aideront à mieux comprendre la dynamique de ce qui se passe dans notre ventre.

M. MARBOUTY ET AL., ELIFE, PRÉPUBLICATION EN LIGNE, 2021.

Une dualité manipulable

Les premiers ordinateurs quantiques rudimentaires sont d'ores et déjà disponibles, et le Hors-Série n° 107: «La nouvelle révolution quantique» évoquait par exemple celui d'IBM. Marc-André Dupertuis, et son équipe de l'École polytechnique fédérale de Lausanne, en Suisse, l'ont utilisé pour explorer les liens entre deux propriétés quantiques parmi les plus déroutantes: la dualité onde-particule et l'intrication. En manipulant deux qubits, les physiciens ont montré que la dualité de l'un d'eux peut être contrôlée (on peut rendre le côté onde ou corpuscule plus prégnant) à volonté, voire désactivée (un seul aspect se manifeste) par le degré d'intrication des deux qubits. C'est la vérification expérimentale d'une hypothèse formulée en 2010 par Matthias Jakob et János Bergou.

N. SCHWALLER ET AL., PHYS. REV. A, VOL. 103, ART. 022409, 2021.



Bulletin météo pour 2100: de fortes chaleurs vont s'installer durablement sur tout le pays.

Complexité et conscience

Comment définir l'état d'inconscience ? Le *Hors-Série* n° 108 : « À la recherche de l'inconscient » apportait plusieurs éléments de réponse. Une des méthodes fréquemment employées est d'explorer l'activité électrique du cerveau, enregistrée sur un électroencéphalogramme (EEG), et d'y rechercher les ondes delta de grande amplitude. En effet, d'une fréquence comprise entre 0,5 et 4 hertz, de tels signaux ont longtemps été associés à l'état inconscient, par exemple celui observé lors des phases de sommeil profond ou bien chez les individus sous anesthésie, dans le coma, en état végétatif... Cependant, les ondes delta ne seraient pas un signal infaillible, à en croire Joel Frohlich, de l'université de Californie, à Los Angeles, aux États-Unis. Sur la base d'une étude bibliographique, il a montré que ces signaux apparaissent dans de nombreux cas chez des patients souffrant de divers troubles, mais manifestement conscients. Parmi ces troubles, citons la schizophrénie, l'épilepsie, le syndrome de Rett...

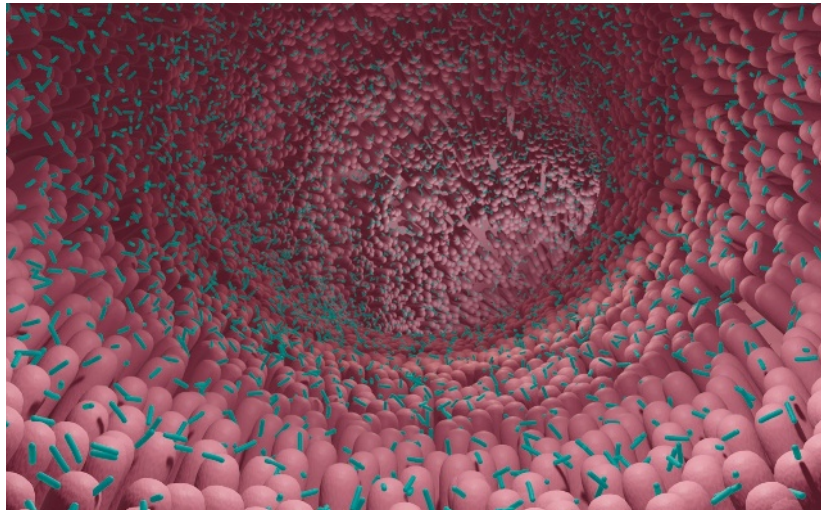
Les propres travaux du neurobiologiste vont dans le même sens. Il s'est intéressé à des enfants atteints du syndrome d'Angelman, une anomalie du développement neurologique résultant du dysfonctionnement du gène *UBE3A*. Chez ces enfants conscients, des ondes delta de grande amplitude ont bel et bien été enregistrées. Comment sortir de ce paradoxe ?

Selon Joel Frohlich, un meilleur indicateur de la conscience serait la complexité de l'EEG, que l'on peut mesurer par exemple par le nombre de motifs récurrents : plus ils sont nombreux, plus la structure de l'EEG est « simple ». De fait, cette complexité diminue bien pendant le sommeil profond et sous anesthésie. Et c'est aussi le cas pendant le sommeil profond des enfants atteints du syndrome d'Angelman ! Conclusion ? Les cliniciens ont désormais à leur disposition un nouvel indicateur de l'état de conscience. ■

J. FROHLICH ET AL., *BRAIN*, AWAB095, 2021

Je t'hème, moi non plus

Une bactérie opportuniste du microbiote intestinal est responsable de maladies nosocomiales. La compréhension des mécanismes de sa dépendance à l'hème – la molécule qui transporte l'oxygène dans le sang – offre un moyen de lutter contre ce microorganisme.



Dans l'intestin, la bactérie *Enterococcus faecalis* est normalement inoffensive. Mais après un traitement antibiotique, elle prolifère et devient pathogène.

Notre bonne santé repose sur l'équilibre des différentes populations de bactéries composant notre microbiote intestinal, et le *Hors-Série* n° 109 : « Les vrais pouvoirs des microbiotes sur la santé » détaillait les conséquences d'une perturbation de cette flore. Ainsi, après un traitement aux antibiotiques, il arrive que l'espèce *Enterococcus faecalis*, intrinsèquement résistante à beaucoup de ces molécules, prolifère plus que de raison et entraîne des méningites et des infections urinaires et cardiaques parfois sévères. La bactérie serait la troisième cause de maladies nosocomiales. Il importe donc de mieux comprendre sa biologie pour mieux lutter. C'est le sens des travaux de Vincent Saillant, de l'unité Microbiologie de l'alimentation au service de la santé » (Micalis, Inrae, AgroParisTech, université Paris-Saclay), et de ses collègues.

Enterococcus faecalis a besoin pour sa survie d'une molécule particulière, l'hème. Ce composant (non protéique) de l'hémoglobine qui dans les globules rouges transporte l'oxygène est nécessaire au fonctionnement d'enzymes de la bactérie, notamment la catalase qui élimine le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) nocif de la cellule. Cependant, en trop grande quantité dans le microorganisme, l'hème devient toxique. Comment réguler sa concentration ?

Grâce à un transporteur ($HrtBA_{EF}$) qui évacue l'hème en excès. Les biologistes ont découvert que la fabrication de cette pompe, c'est-à-dire la transcription des gènes correspondants, est activée par une molécule nommée FhtR (pour *Faecalis heme transport regulator*) sensible à l'hème présent dans la bactérie. Ainsi, quand il est en faible quantité, il rentre passivement dans la cellule et est mobilisé par les catalases. Cependant, dès qu'il est trop abondant, il se lie à FhtR, l'active et conduit au rejet du surplus.

Ce mécanisme de contrôle serait caractéristique des *Enterococcus faecalis*. Il en devient alors une cible possible pour bloquer le développement de cette bactérie. ■

V. SAILLANT ET AL., *MBIO*, VOL. 12 (1), ART. E03392-20, 2021