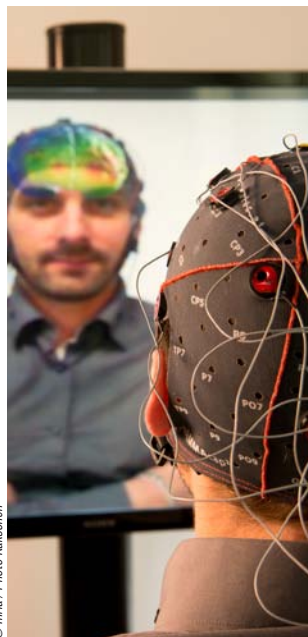


Neurosciences

Voir son propre cerveau fonctionner



© Inria / Photo Kaksanen

Mélangez un jeu vidéo de réalité augmentée avec l'imagerie cérébrale et vous obtenez *Mind-Mirror*, le premier système qui vous permet de voir l'activité de votre cerveau pendant que vous faites un calcul ou que vous vous détendez, par exemple. On projette l'image de votre buste sur un écran grâce à une caméra vidéo qui vous filme en permanence, on y superpose en transparence l'image virtuelle d'un cerveau – c'est le principe de la réalité augmentée – et on ajoute l'activité de votre propre cerveau mesurée en temps réel par le casque d'électroencéphalographie (EEG) que vous portez. C'est le dispositif que Anatole Lécuyer et ses collègues, de l'Inria et de l'INSA à Rennes, ont mis au point et qu'ils

espèrent utiliser dans le domaine du *neurofeedback*, une technique de soin où le sujet observe son cerveau pour mieux le contrôler.

Selon notre état mental, nos pensées, notre attention, etc., l'activité électrique mesurée par EEG varie. Le *neurofeedback* consiste à visualiser cette activité pour la moduler et traiter ainsi certains troubles dépressifs ou de l'attention. Le dispositif *Mind-Mirror* fournirait au patient des informations très riches : son activité cérébrale est reconstruite en temps réel et projetée sur son « cerveau virtuel » affiché à l'écran. Le patient a alors l'impression de voir fonctionner son cerveau, ce qui peut l'aider à mieux le maîtriser.

Bénédicte Salthun-Lassalle

J. Mercier-Ganady et al., *IEEE*, en ligne, avril 2014

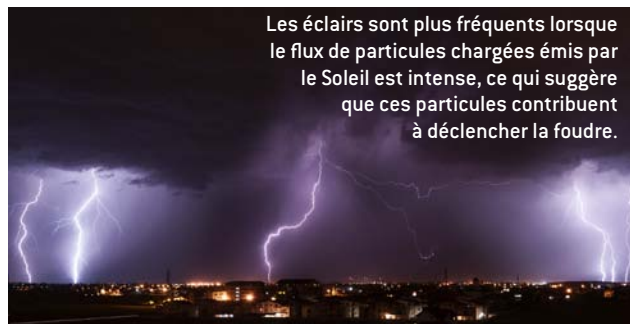
Météorologie

Le vent solaire favorise les éclairs

Les facteurs qui déclenchent les éclairs sont encore mal connus. Une étude menée par l'équipe de Christopher Scott, de l'Université de Reading au Royaume-Uni, pointe aujourd'hui un coupable : les particules énergétiques émises par le Soleil.

Dans un nuage d'orage, sans doute sous l'effet de collisions entre ses constituants, le sommet se charge positivement tandis que la base se charge négativement. Une différence de potentiel pouvant atteindre 100 millions de volts se crée entre le bas du nuage et le sol. Mais l'air étant un bon isolant, pour qu'un éclair se produise, il faut d'abord que se forme un chemin de molécules ionisées, qui agit comme un conducteur et amorce la décharge.

Qu'est-ce qui provoque cette ionisation initiale ? Peut-être les particules du vent solaire rapide. Le Soleil émet en permanence un flux de particules chargées. Les plus énergétiques (des pro-



Les éclairs sont plus fréquents lorsque le flux de particules chargées émis par le Soleil est intense, ce qui suggère que ces particules contribuent à déclencher la foudre.

© Mitali Maxin/sutterstock.com

tons) peuvent pénétrer le champ magnétique terrestre et parvenir à l'altitude où les orages se forment. En percutant les molécules de l'air, ces protons engendreraient en cascade une gerbe d'électrons, suffisante pour amorcer un éclair.

Pour vérifier cette hypothèse, Ch. Scott et ses collègues ont comparé la fréquence des éclairs dans une région de 500 kilomètres de rayon au-dessus de l'Angleterre entre 2000 et 2005 avec les pics d'émission de vent solaire rapide, donc énergétique, mesurés sur la période par le satellite ACE de la

NASA (ces pics sont au nombre de 532).

L'analyse révèle une augmentation notable de la fréquence des éclairs dans les 40 jours qui suivent l'arrivée de vent solaire rapide (422 éclairs par jour en moyenne, contre 321 avant), et ce indépendamment des variations saisonnières.

Si ce lien s'avérait, on pourrait à terme prévoir le risque d'éclairs en fonction de la météo solaire.

Philippe Ribeau-Gésippe

C. J. Scott et al., *Environ. Research Letters*, vol. 9(5), 055004, 2014

Houle contre banquise

La houle engendrée par les tempêtes disloque la banquise jusqu'à plus de 100 kilomètres du bord, bien plus loin qu'on ne le pensait. C'est ce qu'affirment Alison Kohout et ses collègues. Cette équipe néo-zélandaise a comparé les positions du bord de la banquise antarctique et les variations de la hauteur de houle dans l'océan Austral entre 1997 et 2009. Pour une houle de plus de trois mètres, l'amortissement serait proportionnel à la distance, et non exponentiel comme prévu.

Dilemme de diptère

Comme les humains, les mouches délibèrent avant d'effectuer un jugement perceptif : elles pèsent les décisions difficiles plus longuement que les autres. C'est ce qu'ont montré Shamik DasGupta et ses collègues, à l'Université d'Oxford, en incitant des drosophiles à choisir entre plusieurs odeurs. Ils ont également observé qu'une mutation du gène *FoxP*, dont les gènes homologues chez l'homme sont liés au développement cognitif et à la prise de décision, provoquait de l'indécision chez les mouches.

Des nucléotides artificiels

L'équipe de Floyd Romesberg, à l'Institut de recherche Scripps, aux États-Unis, est parvenue à ajouter une nouvelle paire de bases dans l'ADN d'une bactérie. En sus des nucléotides usuels A, T, G et C, l'alphabet génétique de cet organisme semi-synthétique a ainsi été enrichi de deux nouvelles lettres, X et Y. Les biologistes ont montré que si ces nucléotides artificiels ne codent (encore) rien, ils sont répliqués par la bactérie lors de sa division et se transmettent de façon stable au fil des générations. Une prouesse qui marque une étape de plus pour la biologie de synthèse.

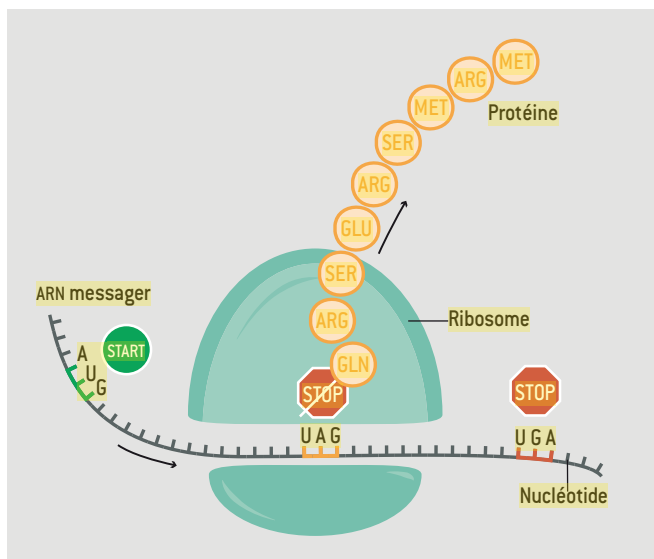
Microbiologie

Des micro-organismes se jouent du code génétique

Une étude métagénomique a montré que de nombreux micro-organismes réinterprètent les instructions « stop » du code génétique, lequel se révèle moins universel qu'on ne le pensait.



Le décodage d'un gène [ci-dessus un exemple de séquence d'ADN] s'effectue grâce à la traduction de son ARN messager en protéine, qui commence au codon start et s'interrompt lorsqu'un codon stop est rencontré. Dans l'exemple de codage alternatif ci-contre, le codon stop UAG (ou ambre) est réassigné : il n'est pas interprété comme une instruction d'arrêt, mais code l'acide aminé glutamine, qui sera incorporé à la protéine en cours de synthèse.



Pour la Science

Depuis sa découverte dans les années 1960, le code génétique est en général considéré comme commun à tous les organismes. Même si des exceptions ont depuis été découvertes – dans les mitochondries et chez quelques organismes unicellulaires comme les ciliés –, il est encore largement admis qu'elles ne constituent que des variations sur un thème universel.

Selon Natalia Ivanova et ses collègues du Joint Genome Institute (JGI), un centre de séquençage près de San Francisco, ces modifications sont pourtant plus fréquentes que prévu. En analysant les métagénomes de près de 1800 échantillons, ces chercheurs ont trouvé qu'un nombre notable de séquences correspondent à un code génétique modifié, notamment chez les bactéries d'eau douce ou issues de prélèvements chez l'homme.

Le code génétique établit la correspondance entre les triplets de nucléotides – ou codons – et les acides aminés, les constituants des protéines. Parmi les 64 codons

existants, certains signalent la fin du gène lors de sa traduction : ce sont les trois codons stop dénommés *ambre*, *opale* et *ocre*. Le codage alternatif identifié par les chercheurs repose sur la réassignation d'un ou plusieurs de ces codons stop, qui codent alors non pas une instruction d'arrêt, mais un acide aminé.

N. Ivanova et ses collègues ont aussi détecté plusieurs de ces codages alternatifs chez des phages, ou virus de bactérie. Chez un phage issu d'un prélèvement lingual chez l'homme, ils ont montré l'existence d'une stratégie d'infection inédite, surnommée « guerre des codons ». Le phage, où le codon *ambre* est réassigné, s'attaque à une bactérie qui réassigne le codon *opale*. En exprimant une protéine qui force l'interprétation d'*opale* comme un codon stop classique, il perturbe l'expression des gènes de son hôte et favorise son propre codage alternatif.

« Ce mode d'infection fondé sur la manipulation du code génétique est tout à fait original et inattendu », commente Jean

Deutsch, professeur émérite à l'Université Pierre et Marie Curie. Pour Eddy Rubin, coauteur de l'étude et directeur du JGI, cette découverte bouscule la conception, jusque-là dominante, selon laquelle virus et hôtes doivent partager le même code génétique.

Récemment, des chercheurs américains ont proposé d'utiliser le recodage des codons stop pour empêcher le transfert d'information génétique des bactéries génétiquement modifiées à leur environnement. Mais cette idée semble mise à mal. « La réassignation de codons stop ne constitue pas un pare-feu étanche », indique Volker Döring, qui travaille à la mise au point d'organismes synthétiques au Genoscope d'Évry. « Même lorsque le codage est classique, l'arrêt de la traduction est un processus qui n'est pas totalement déterministe. Pour empêcher la contamination, l'incorporation de bases artificielles à l'alphabet génétique est une piste plus prometteuse. »

Yvan Pandelé

Science, en ligne le 22 mai 2014

99

pour cent

des micro-organismes ne sont pas cultivables en laboratoire. L'analyse génomique de cette « matière noire microbienne » ne fait que commencer.