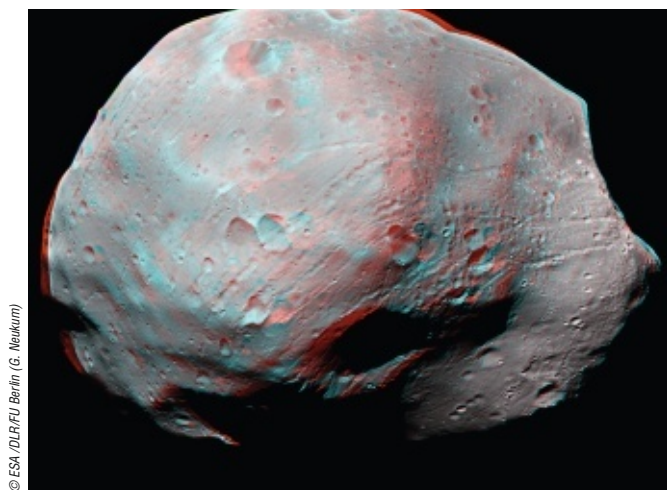


Planétologie

Phobos en relief

Le 18 août 1877, l'astronome américain Asaph Hall découvrait Phobos et Deimos, les deux satellites naturels de Mars. À l'occasion de ce 135^e anniversaire, l'Agence spatiale européenne publie cette vue en 3D (avec lunettes anaglyphes) de Phobos, acquise par la sonde *Mars Express*. L'origine de cette lune de 27 kilomètres de longueur n'est pas encore claire. Son spectre suggère une composition semblable à celle des météorites de type C, provenant des marges de la ceinture d'astéroïdes. Mais les derniers survols par la sonde *Mars Express* ont permis de préciser sa densité : avec 1,85 gramme par centimètre cube, Phobos ressemble plutôt aux astéroïdes de classe D, des agrégats de roches liés par la gravité. La petite lune serait ainsi un astéroïde capturé par Mars. Cependant, elle décrit une orbite très circulaire et dans le plan équatorial de Mars, alors que des lunes capturées ont souvent des orbites excentriques et inclinées. Une exploration *in situ* permettrait de trancher ; hélas, toutes les missions vers Phobos se sont soldées par un échec, le dernier en date étant celui de *Phobos-Grunt*, en 2011.

→ Ph. R.-G.



© ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)

Biologie animale

Les cris des gibbons

Les humains ne sont pas les seuls à avoir une voix qui monte vers les aigus lorsqu'ils respirent de l'hélium. Hiroki Koda, de l'Université de Kyoto, et ses collègues ont analysé le cri des gibbons sous hélium et sous une atmosphère normale. Comme chez l'homme, l'inhalation d'hélium modifie les résonances dans le système vocal, la vitesse du son étant changée. L'énergie acoustique se distribue dans les hautes fréquences, d'où une voix plus aiguë. Mais le son reste formé des mêmes fréquences (une fondamentale et des harmoniques), ce qui confirme que la source (les cordes vocales) est indépendante du filtre (le conduit vocal). En l'absence d'hélium, les singes concentrent l'énergie acoustique sur la fréquence fondamentale, à l'instar des chanteuses soprano. Le son résultant porte loin, un atout dans les forêts denses où vivent les gibbons.

→ Guillaume Jacquemont

H. Koda et al., *American Journal of Physical Anthropology*, en ligne le 24 août 2012

Physico-chimie

Des mémoires ferroélectriques pour bientôt ?

Un matériau ferroélectrique contrôlé à température ambiante pourrait offrir une alternative plus performante aux matériaux magnétiques utilisés dans les disques durs. Or une nouvelle famille de matériaux ferroélectriques a été mise au point par Alok Tayi et Alexander Shveyd, de l'Université Northwestern, aux États-Unis, et leurs collègues.

Actuellement, dans un disque dur, chaque bit d'information est codé en appliquant un champ magnétique à un composé ferromagnétique, c'est-à-dire qui s'aimante en présence d'un champ magnétique. Le champ oriente l'aimantation selon deux directions privilégiées, qui correspondent aux deux valeurs (0 ou 1) du bit.

L'application d'un champ magnétique exigeant de l'énergie, les physico-chimistes tentent de remplacer les composés magnétiques par des matériaux ferroélectriques qui, contrôlés *via* un champ électrique, devraient être moins énergivores. Constitués de molécules formant des dipôles électriques parallèles, ces matériaux ont une polarisation électrique stable qu'un champ électrique peut inverser : ses deux orientations pourraient coder un bit.

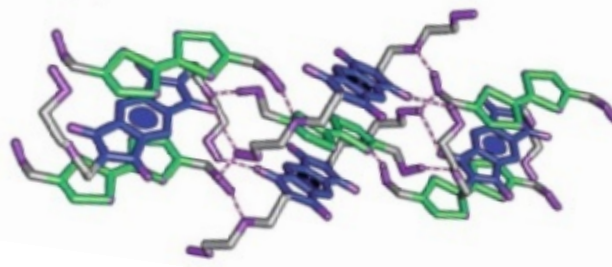
Mais jusqu'à présent, de tels matériaux ferroélectriques ne fonctionnaient qu'à très basse température. Les matériaux de la nouvelle famille sont en revanche contrôlables à température ambiante.

Deux types de molécules sont en jeu : une molécule « donneuse » (dérivée de naphthalène, de pyrène ou de tétrathiafulvalène) transfère des électrons à une molécule « accepteuse » (diimide pyromellitique). En contrôlant la façon dont ces molécules s'emboîtent, les physico-chimistes ont créé des structures supramoléculaires où tous les dipôles ont la même orientation et dont la polarisation s'inverse dans un champ électrique.

Réalisés à partir de composants simples et peu coûteux, les dipôles s'organisent en longues chaînes que l'on fait croître à l'environnement sur divers supports. Des applications sont envisagées dans divers domaines tels que les capteurs ou la photonique. Ces matériaux ayant aussi de faibles propriétés magnétiques, ils laissent espérer des matériaux à la fois ferroélectriques et ferromagnétiques, qui stockeraient quatre fois plus d'informations si ces propriétés étaient contrôlées indépendamment.

Mais le Graal de ces matériaux est peut-être encore ailleurs, explique Éric Collet, de l'Institut de physique de Rennes : le délai d'établissement du champ limite le contrôle des matériaux à un ou deux milliards d'opérations par seconde. En adaptant le matériau ferroélectrique pour le contrôler par de la lumière, on réaliserait 1 000 fois plus d'opérations.

→ M.-N. C.

A. Tayi et al., *Nature*, vol. 488, pp. 485-489, 2012A. Tayi et al., *Nature*, 2012

La structure cristalline d'un des matériaux ferroélectriques réalisés, constitué d'un accepteur d'électrons à base de diimide pyromellitique (en bleu) et d'un donneur d'électrons dérivé du tétrathiafulvalène (en vert).

Neurobiologie

Alzheimer : un modèle naturel

Adrian Palacios, à l'Université de Valparaíso au Chili, et ses collègues chiliens, américains et français ont montré qu'un petit rongeur, le dégu du Chili (*Octodon degus*), pourrait bien aider la recherche : quatre animaux sur cinq développent naturellement – avec l'âge et sans aucune modification génétique – une maladie d'Alzheimer et constitueraient donc de bons modèles d'étude de cette pathologie. Avec l'âge (entre 36 et 60 mois), des plaques séniles et des dégénérescences neurofibrillaires s'accumulent dans le cerveau du rongeur, selon des schémas temporel et spatial identiques à ceux de l'homme. Et le déclin des capacités cognitives des dégus, en particulier une diminution de leur mémoire spatiale et de leur aptitude à reconnaître des objets, est lié au développement des lésions et à leur propagation. Les scientifiques ont également confirmé le dysfonctionnement des synapses et de leur plasticité, ainsi que la diminution de la quantité de protéines postsynaptiques – avant la dégénérescence des neurones. Ils concluent que le dégu du Chili représente un modèle idéal pour l'étude des étapes précoces de la maladie d'Alzheimer sporadique et le développement de thérapies.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle

A. O. Ardiles et al., PNAS, en ligne le 6 août 2012



© Shutterstock/Vishnevskiy Vasily

Linguistique

Le berceau indo-européen

Les langues indo-européennes forment une vaste famille, incluant notamment les langues celtiques, germaniques, latines et indo-iraniennes. Selon Remco Bouckaert, de l'Université d'Auckland en Nouvelle-Zélande, et ses collègues, elles seraient originaires d'Anatolie, dans l'actuelle Turquie, et non du Nord de la mer caspienne, en Russie, comme le stipulait une hypothèse concurrente.

Les chercheurs ont analysé 103 langues indo-européennes en adaptant des méthodes dites phylogéographiques, utilisées pour étudier l'origine et la progression des épidémies virales. Ces méthodes déterminent les relations de parenté entre les ADN viraux de différentes régions – ici, entre des mots traduits dans les différentes langues – et intègrent des critères géographiques sur les voies possibles de dissémination. Les chercheurs ont ainsi reconstitué l'expansion des langues indo-européennes. Les trajets mis en évidence concordent avec l'expansion de l'agriculture, de sorte que les deux phénomènes sont probablement liés. Les langues indo-européennes auraient pour origine géographique l'Anatolie, il y a 9 500 à 8 000 ans.

→ G. J.

R. Bouckaert et al., Science, vol. 337, pp. 957-960, 2012

Cosmologie

L'Univers n'est pas fractal à grande échelle

Le modèle du Big Bang, qui décrit l'évolution de l'Univers depuis une fraction de seconde après sa naissance jusqu'à aujourd'hui, repose sur deux hypothèses fondamentales : l'Univers est homogène et isotrope à grande échelle. Le premier critère indique que les propriétés de l'Univers sont les mêmes d'un endroit de l'espace à un autre, tandis que le second stipule qu'elles sont identiques dans toutes les directions. Morag Scrimgeour, du Centre international de recherche en radio-astronomie en Australie, et ses collègues ont utilisé le catalogue de galaxies observées par l'expérience WiggleZ pour vérifier l'homogénéité de l'Univers aux grandes échelles.

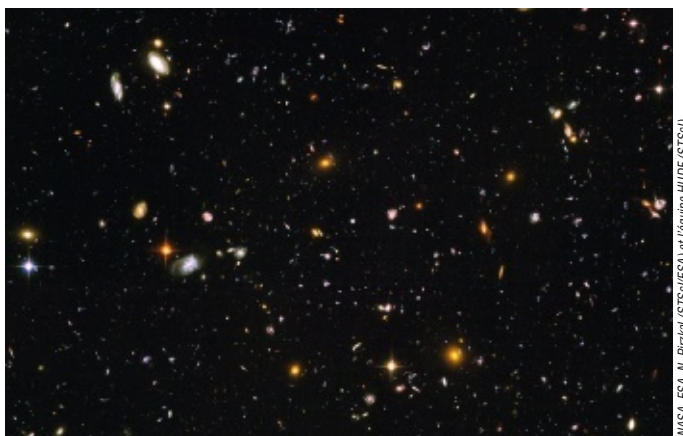
L'homogénéité n'est en effet pas vérifiée à toutes les échelles. Nous observons des structures évidentes : galaxies, amas de galaxies ou superamas de galaxies. Cette organisation persiste-t-elle à toutes les échelles, comme dans les objets fractals, ou une transition s'opère-t-elle à très grande échelle vers un Univers qui semble homogène ? Dans ce dernier cas, les structures apparentes à petite échelle sont lissées aux échelles plus grandes, de la même façon que les pixels d'une image sont visibles individuelle-

ment si on regarde d'assez près, mais renvoient une impression d'ensemble homogène quand on prend du recul.

M. Scrimgeour et ses collègues ont sélectionné 180 000 galaxies du catalogue établi par l'expérience WiggleZ, conduite avec un télescope anglo-australien. Ils ont étudié l'homogénéité de l'Univers tel qu'il est aujourd'hui et tel qu'il était à différentes époques passées. La méthode consiste à compter le nombre de galaxies dans une sphère de volume donné (centrée sur une galaxie), et à déterminer à partir de quel rayon ce nombre est proportionnel au volume de la sphère (au cube du rayon, ou à une puissance non entière pour une théorie plus générale reposant sur un modèle fractal). Ils ont aussi utilisé une simulation à N corps modélisant l'évolution de l'Univers et la formation des grandes structures pour valider leur méthode. Ces deux approches ont livré des résultats équivalents : ils sont compatibles avec un Univers homogène aux échelles comprises entre 350 et 1 400 millions d'années-lumière, ce qui conforte l'une des hypothèses clefs de la théorie du Big Bang.

→ Sean Bailly

M. I. Scrimgeour et al., MNRAS, vol. 425(1), pp. 116-134, 2012



NASA, ESA, N. Pirzkal (STScI/ESA) et l'équipe HUDF (STScI)

Des centaines de galaxies, observées ici par Hubble, forment des amas et des superamas, mais jusqu'à quelle échelle existe-t-il de telles structures ?