

Chimie

Dioxyde de carbone recyclé

Aujourd'hui, recycler le dioxyde de carbone en pétrole, pour reformer des carburants ou d'autres composés chimiques, est un enjeu de taille. Plusieurs procédés existent déjà, mais ont de faibles rendements, mettent en jeu des intermédiaires toxiques et se déroulent à hautes température et pression. L'équipe de Thibault Cantat, du Service interdisciplinaire sur les systèmes moléculaires et les matériaux, au CEA de Saclay, a mis au point une nouvelle réaction chimique « recyclant » du dioxyde de carbone. Cette réaction produit des formamides, molécules utilisées dans la préparation de colles, peintures et produits textiles. En outre, elle se déroule à basse température (100 °C), est totale, et n'utilise pas de réactifs dangereux. La réaction met en jeu un catalyseur organique, au lieu d'un catalyseur à base de métaux, plus toxique.

Les chimistes espèrent généraliser ce procédé afin d'obtenir, à partir de dioxyde de carbone, des alcools et des éthers, qui seront utilisés à la fois comme carburants et dans l'industrie chimique.

→ C. F.

C. Das Neves Gomes et al., *Angewandte Chemie*, en ligne, 6 octobre 2011

Biologie animale

Le charançon et ses bactéries

Le prix Nobel de médecine 2011 a récompensé des travaux sur la façon dont les insectes se débarrassent des bactéries grâce à des peptides antimicrobiens. Cependant, on connaît plusieurs cas de symbioses entre insectes et bactéries. Comment cette cohabitation s'accommode-t-elle des mécanismes de l'immunité? Abdelaziz Heddi, de l'INSA, et ses collègues apportent des éléments de réponse.

Les charançons hébergent des bactéries endosymbiotiques dans un tissu spécialisé, le bactériome, situé autour du tube digestif. En dehors de ce bactériome, les bactéries sont détruites par le système immunitaire. En cas d'attaque bactérienne, l'insecte produit divers peptides antimicrobiens, dont la coléoptéricine. Toutefois, cette dernière est aussi présente dans le bactériome, même en dehors de toute agression. Qui plus est, l'arrêt de la production de ce peptide entraîne la multiplication des bactéries et leur sortie du bactériome. La coléoptéricine joue donc deux rôles : elle lutte contre les bactéries pathogènes et maintient les bactéries dans le bactériome.

→ L. M.

F. Login et al., *Science*, vol. 334, pp. 362-365, 2011

Climatologie

La Terre boule de neige... fond

Au Marinoen, il y a entre 660 et 635 millions d'années, les températures étaient proches de -50 °C et une couche de glace de plus de 100 mètres d'épaisseur recouvrait toute la surface de la Terre. Comment la planète est-elle sortie de cet épisode d'intense glaciation? Selon l'hypothèse privilégiée jusqu'ici, la concentration atmosphérique en dioxyde de carbone (libéré par les volcans) aurait entraîné un effet de serre suffisant pour faire fondre la glace. Pierre Sans-Jofre, de l'Institut de physique du globe, à Paris, et ses collègues ont montré que cette concentration a été bien inférieure aux précédentes estimations.

En 2005 et 2008, des géochimistes ont étudié la composition isotopique en bore et oxygène dans des carbonates (des roches sédimentaires) datés de 635 millions d'années. Ils en ont déduit que la concentration en dioxyde de carbone pendant la déglaciation aurait été comprise entre 20 000 et 90 000 parties par million en volume. L'équipe de P. Sans-Jofre a réestimé cette valeur à partir d'un indicateur de dioxyde de carbone atmosphérique : la différence de composition isotopique en carbone 12 et en carbone 13 des carbonates formés au cours de la déglaciation et de la matière organique associée. On peut relier cette différence à la concentration en dioxyde de carbone dissous dans les océans, dont on déduit celle de l'atmosphère. Cette mesure indique

qu'il y a 635 millions d'années, la concentration en dioxyde de carbone n'a pas dépassé 3 200 parties par million en volume.

Ces géochimistes concluent que le mécanisme de déglaciation fondé sur une accumulation de dioxyde de carbone dans l'atmosphère est à revoir. D'autres gaz, tel le méthane, pourraient avoir joué un rôle. À moins que la Terre n'ait jamais été totalement recouverte de glace : un effet de serre moins important aurait alors suffi à amorcer la déglaciation.

→ C. F.

P. Sans-Jofre et al., *Nature*, vol. 478, pp. 93-96, 2011

Vue d'artiste de l'englacement progressif de la Terre, il y a entre 660 et 635 millions d'années.

DERNIÈRE minute ...

CHAMP MAGNÉTIQUE LUNAIRE

Les roches lunaires portent l'empreinte d'un champ magnétique fossile, aujourd'hui disparu. S'il a été engendré par un effet dynamo ancien, quel était le moteur de celle-ci? Christina Dwyer et ses collègues avancent que la précession de l'axe de rotation lunaire sous l'influence de la Terre, quand elle était plus proche, a entraîné un mouvement différentiel entre le manteau solide et le noyau

liquide de la Lune, et donc induit une dynamo – de puissance suffisante et de durée compatible avec les enregistrements rocheux.

UN ESPOIR POUR LA MYOPATHIE FSH?

Des chercheurs belges, français et australiens apportent un espoir de thérapie aux personnes atteintes de la dystrophie FSH, l'une des myopathies les plus fréquentes (plus de 4 000 malades

en France). À partir de cellules souches musculaires prélevées sur des patients, ils ont obtenu des cellules musculaires normales en bloquant le gène *DUX4*, exprimé seulement chez les malades et qui perturbe l'activité de plusieurs gènes.

fr Retrouvez plus d'actualités et toutes les références sur www.pourlascience.fr

Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ LE RAISONNEMENT ANALOGIQUE DES SINGES

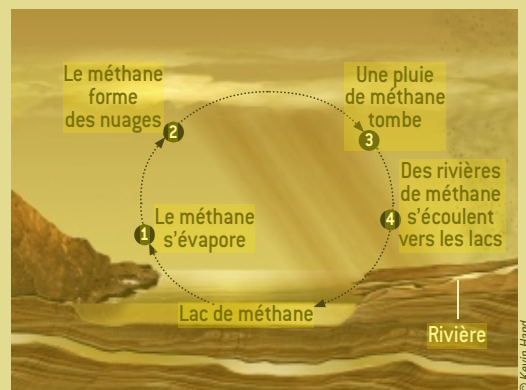
Ces dernières décennies, on a montré que les singes ont des pensées, des croyances et qu'ils se construisent une représentation du monde ; ils savent aussi raisonner, c'est-à-dire reconnaître des catégories ou des propriétés et établir des relations entre ces abstractions (voir *La raison des singes*, *Pour la Science*, octobre 2007, www.pourlascience.fr/u.php?s=plsoer360). Joël Fagot, de l'Université de Provence, et Roger Thompson, du *Franklin & Marshall College* en Pennsylvanie, montrent aujourd'hui que des babouins (*Papio papio*) raisonnent par analogie, capacité que l'on pensait limitée à l'homme et aux grands singes auxquels on aurait appris un langage. Les chercheurs ont proposé l'exercice suivant à 29 babouins : d'abord, les singes observaient deux formes sur un écran tactile, deux carrés par exemple. Puis, quand ils touchaient l'un des carrés, apparaissaient deux paires différentes, par exemple un triangle et une étoile, et deux ovales. Pour être récompensés, les singes devaient toucher la paire représentant la même relation – d'identité ou de différence – que la première ; ils devaient détecter des relations entre relations, c'est-à-dire des analogies. Après plusieurs milliers d'essais, six babouins ont réussi la tâche (*Psychological Science*, 20 septembre 2011). Et après un an d'arrêt, ces singes ont à nouveau appris la tâche, bien plus vite. Des babouins sont donc capables de résoudre des problèmes d'analogie, sans langage.



Les babouins de Guinée (*Papio papio*) sauraient raisonner par analogie.

→ IL PLEUT DU MÉTHANE SUR TITAN

Le méthane est à Titan, le plus gros satellite de Saturne, ce que l'eau est à la Terre (ou presque !). En effet, le méthane sur Titan serait soumis à un cycle météorologique court comparable à celui de l'eau sur Terre : il s'évaporerait des lacs, formerait des nuages et retomberait sous forme de précipitations (voir *La lune qui se prenait pour une planète*, *Pour la Science*, juillet 2010, www.pourlascience.fr/u.php?s=plsoer393). Les nuages de méthane sur Titan seraient énormes, atteignant 1 000 kilomètres de long, et seraient dus à des variations thermiques de l'atmosphère – des « vagues » – se produisant à l'échelle de la lune. Des chercheurs américains et suédois ont confirmé ce résultat en couplant les observations des nuages avec leur simulation de la circulation atmosphérique du méthane sur Titan (*Nature Geoscience*, septembre 2011). Ils ont montré qu'une première vague thermique engendre la production de nuages énormes à l'équateur. Puis une seconde vague, plus lente, transporte par convection les nuages vers le Sud. Le couplage de ces vagues se produisant à l'échelle planétaire aboutirait alors à plusieurs centimètres de précipitations de méthane liquide sur des distances supérieures à 1 000 kilomètres. Ces précipitations cataclysmiques, séparées par des périodes de sécheresse très longues, participeraient à l'érosion de la surface.



→ UNE SOURIS AUTISTE ?

Un nombre croissant d'enfants sont diagnostiqués autistes. Leurs parents ne sachant que faire se tournent souvent vers des traitements douteux, non validés scientifiquement, car aucun médicament efficace n'existe pour cette pathologie (voir *Autisme, attention aux charlatans*, *Pour la Science*, avril 2011, www.pourlascience.fr/u.php?s=plsoer402). Pourtant, on découvre des gènes impliqués et on espère comprendre leurs rôles dans les troubles autistiques. Mais pour tester de futurs médicaments, l'utilisation d'un modèle animal de la maladie est nécessaire ; des chercheurs américains en ont obtenu un chez la souris en doublant ou en triplant le gène *Ube3a* dans son génome (*Science Translational Medicine*, 5 octobre 2011). On sait en effet que ce gène est présent sur

une région du chromosome 15, dont la multiplication est impliquée dans un à trois pour cent des cas d'autisme. Ainsi, les souris mutantes présentent des caractéristiques de l'autisme : des interactions sociales faibles (les souris préfèrent aller dans une boîte sans congénère), une moindre communication (elles émettent moins de vocalises) et des comportements stéréotypés répétés (elles se toilettent davantage). En outre, les scientifiques ont observé une diminution de la libération d'un neurotransmetteur, le glutamate, entre les neurones du cerveau des souris mutantes. La multiplication de ce gène modifie la communication entre neurones et engendre, chez l'animal, des comportements semblables à ceux observés dans certaines formes d'autisme. Toutefois, les troubles autistiques étant complexes chez l'homme, il ne s'agit que d'un modèle pour tester d'éventuels traitements.

→ Bénédicte Salthun-Lassalle