

## EN BREF

### LA GRANDE TACHE FROIDE DE JUPITER

La planète géante gazeuse est connue pour sa grande tache rouge. Elle présenterait une tache presque aussi grande (24 000 par 12 000 kilomètres) correspondant à une zone plus froide de 200 °C que l'atmosphère environnante. D'après Tom Stallard, de l'université de Leicester, elle résulterait des importants transferts de chaleur à partir des aurores polaires de la planète. Les astronomes pensent qu'elle est là depuis des milliers d'années.

### LES FOURMIS AIDENT LEURS BLESSÉS

La fourmi africaine *Megaponera analis* est un prédateur de termites. Elle organise des raids lors desquels de nombreux insectes meurent ou sont blessés. Erik Frank, de l'université de Wurtzbourg, en Allemagne, et ses collègues ont observé que les fourmis blessées sont ramenées au nid par leurs congénères, un cas unique chez des invertébrés. Avec un modèle mathématique simple, les chercheurs ont montré qu'il y a un avantage à porter secours à ses blessés : cela confère à la colonie une taille plus grande.

### AUX ORIGINES DE L'HOMME DE FLORÈS

Une équipe dirigée par Debbie Argue, de l'université nationale d'Australie, a étudié chez l'homme de Florès (*Homo floresiensis*) 133 traits du crâne, des mâchoires, des dents, des bras, des jambes, des épaules. Ce petit hominide d'Indonésie serait plus proche d'*H. habilis* qu'il ne l'est d'*H. ergaster*, d'*H. erectus* et de toutes les formes humaines postérieures. Ses ancêtres seraient donc issus d'*H. habilis*, l'auteur des premiers outils de pierre taillée clairement humains, il y a quelque 1,75 million d'années. Une preuve de plus que des humains sortent d'Afrique depuis... qu'il y a des humains.

## PHYSIQUE

# L'IMPOSSIBLE ZÉRO KELVIN

Selon le troisième principe de la thermodynamique, il n'existe aucune procédure capable de refroidir un système à zéro kelvin (-273,15 °C) en un nombre fini d'étapes, soit en un temps fini. Mais, contrairement aux deux premiers principes, celui-ci n'est pas fondé sur une démonstration solide. Lluís Masanes et Jonathan Oppenheim, de l'University College de Londres, ont proposé une nouvelle preuve de ce principe qui a l'intérêt de se généraliser à des systèmes quantiques.

L'approche adoptée par les deux physiciens est d'exprimer une température limite en fonction de la durée du refroidissement, qui peut être atteinte indépendamment du protocole choisi (celui-ci peut être quantique). Les chercheurs ont transposé le problème de la thermodynamique à celui de la théorie de l'information quantique (il existe en effet de grandes similarités entre la notion d'entropie thermodynamique et celle de l'entropie mathématique en théorie de l'information, telle que développée par Claude Shannon et poursuivie par Andreï Kolmogorov). Ils ont comparé une machine thermique, qui refroidit un système en transférant son énergie dans un réservoir, à un ordinateur universel de Turing effectuant des calculs. Par cette démarche, ils ont pu déterminer de



Certains dispositifs nécessitent d'être refroidis, par exemple à l'aide d'azote liquide (ci-dessus). Mais pourrait-on aller jusqu'au zéro absolu ? Il semble bien que non.

façon rigoureuse la température limite qu'il est possible d'atteindre en un temps fini.

Comme on pouvait s'y attendre, un système fixe, de taille finie, ne peut transférer qu'une certaine quantité d'énergie en un temps fini. Et en un temps fini, un tel système ne peut exploiter un réservoir de taille infinie pour y transférer son énergie. De plus, la vitesse de transfert diminue à mesure que la température se rapproche du zéro absolu, de sorte qu'il est impossible d'atteindre le zéro absolu. Les deux physiciens confirment donc l'énoncé du troisième principe de la thermodynamique en consolidant et en généralisant sa démonstration. ■

S. B.

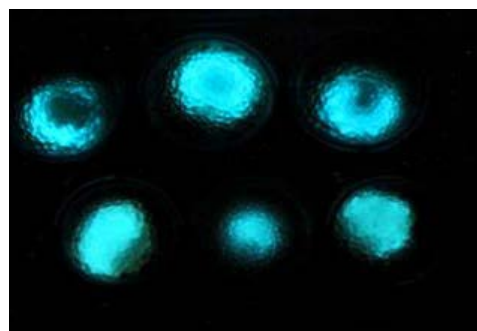
L. Masanes et J. Oppenheim, *Nature communications*, vol. 8, 14538, 2017

## BIOTECHNOLOGIE

# DÉMINER AVEC DES BACTÉRIES

Chaque année, plusieurs milliers de personnes sont tuées ou blessées par des mines antipersonnel malgré un traité international pour leur interdiction, entré en vigueur en 1999. Près de 100 millions de ces dispositifs seraient toujours enterrés dans près de soixante-dix pays. De vastes campagnes de déminage sont en cours, mais les techniques de détection restent à améliorer. Qu'elles utilisent des rats dressés ou des robots, la recherche des mines ne peut se faire sans intervention humaine et expose les démineurs à de graves accidents.

Shimshon Belkin, de l'université hébraïque de Jérusalem, et son équipe ont observé que les mines libèrent de petites quantités de vapeur d'explosif qui s'accumulent dans le sol. Ils ont alors modifié génétiquement des bactéries pour qu'elles brillent par fluorescence en présence de



Les bactéries, contenues dans ces microcapsules, sont fluorescentes et brillent en présence de vapeurs d'explosifs.

ces composés chimiques. Les bactéries, encapsulées dans des billes en plastique, sont ensuite dispersées dans le champ de mines. Un dispositif laser détecte alors la position des bactéries. ■

S. B.

S. Belkin et al., *Nature Biotechnology*, vol. 35, pp. 308-310, 2017

## EN IMAGE

Le lézard ocellé est le plus grand lézard d'Europe et mesure jusqu'à 70 centimètres de longueur pour les mâles. Jeune, le reptile présente une majorité d'écailles marron et certaines forment des taches blanches (ocelles). Progressivement, ces écailles deviennent vertes et noires. Puis, certaines changent de couleur, de noir à vert et inversement. Le motif juvénile disparaît au profit d'un dessin «labyrinthique».

## LES MATHS DÉCRIVENT LES MOTIFS DU LÉZARD OCELLÉ

**E**n 1952, le mathématicien anglais Alan Turing a proposé un système d'équations différentielles pour expliquer comment se forment les motifs pigmentaires des zèbres, des tigres, des poissons-clowns, etc. Cependant, les motifs sur le dos du lézard ocellé (*Timon lepidus*, ci-contre), qui dessinent des labyrinthes composés d'écailles vertes et noires, ne semblent pas suivre les équations de Turing. Michel Milinkovitch, de l'université de Genève, et son équipe ont montré que les travaux d'un autre mathématicien de génie, John von Neumann, sur les «automates cellulaires», permettent de décrire les dessins du reptile.

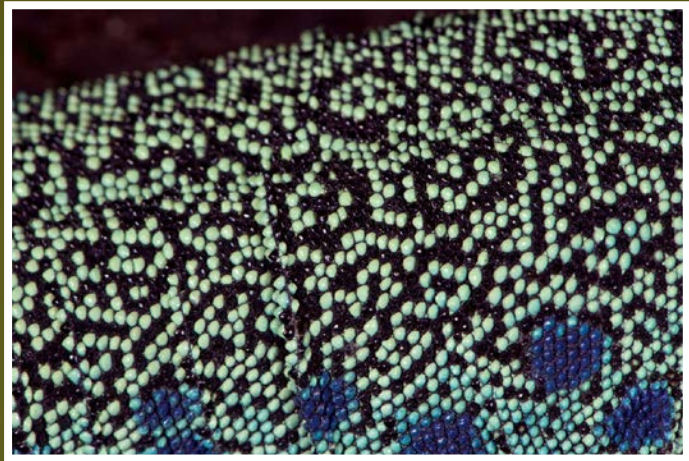
Pendant trois à quatre ans, les chercheurs ont régulièrement examiné au scanner optique trois lézards, afin de suivre l'évolution d'environ 5000 de leurs écailles (voir le médaillon). Ils ont alors identifié les règles de l'automate cellulaire – un réseau de «cellules» (ici les écailles) dont chacune change d'état en fonction des états de ses voisines, selon des règles simples fixées – qui reproduisent ces motifs. Michel Milinkovitch et ses collègues ont simulé par ordinateur cet automate et ont obtenu un résultat très proche de ce que l'on observe chez les reptiles en question.

Une énigme restait à résoudre: à l'échelle cellulaire, les équations de Turing s'appliquent toujours. Comment donnent-elles un comportement d'automate cellulaire? Michel Milinkovitch et ses collègues ont compris que l'épaisseur de la peau sous les écailles joue un rôle important. En effet, la peau est épaisse sous l'écaille, mais très mince à la frontière avec ses voisines. Dans cette région, les interactions des cellules sont donc fortement réduites. En introduisant cet effet dans les équations de Turing et en résolvant celles-ci, les chercheurs ont bien retrouvé des motifs similaires à ceux du lézard ocellé. ■

S. B.

L. Manukyan et al., *Nature*, vol. 544, pp. 173-179, 2017





© Shutterstock.com/Omar Alonso Bautista - © L. Manukyan et al./université de Genève (en médaillon)