

Biophysique

Nager dans de l'élastique

Des micro-organismes qui nagent dans un fluide viscoélastique ? La situation est fréquente : micro-organismes vivant dans la boue ou les fluides intestinaux, spermatozoïdes évoluant dans le liquide séminal, etc. Pourtant, les études expérimentales ont été rares jusqu'ici. Or Xiaoning Shen et Paulo Arratia, à l'Université de Pennsylvanie, viennent d'étudier les effets de l'élasticité du fluide sur la nage du ver nématode *Caenorhabditis elegans*, un organisme modèle pour les biologistes, qui fait environ un millimètre de long. Ils ont observé que l'élasticité du liquide ralentit le mouvement des vers. Leur vitesse décroît avec l'élasticité, le ralentissement pouvant atteindre 35 pour cent de la vitesse atteinte dans un fluide ordinaire comme l'eau. Ces résultats sont compatibles avec certaines études théoriques. Mais les recherches n'ont pas jusqu'ici abouti à une vision claire des mécanismes de propulsion dans un fluide viscoélastique. Il se pourrait ainsi que certains types de nage soient au contraire facilités, ce que de futures expériences devront déterminer.

→ M. M.

X. N. Shen et P. E. Arratia, *Physical Review Letters*, vol. 106, 208101, 2011

Environnement

Pollution isocyanique

L'acide isocyanique (HCNO) est l'un de ces polluants présents dans l'atmosphère dont on ignore les concentrations précises. James Roberts et ses collègues, à Boulder dans le Colorado, se sont penchés sur la question et tirent un signal d'alarme : l'acide est présent en quantité suffisamment importante dans l'atmosphère pour avoir des conséquences néfastes sur la santé.

Les chercheurs ont montré que la concentration atmosphérique de cet acide, à Los Angeles et à Boulder, villes étudiées à titre d'exemples, atteint 0,2 partie par milliard en volume. Or on sait qu'au-delà de une partie par milliard, des risques pèsent sur la santé. Ils ont en outre confirmé que l'acide isocyanique est libéré en quantités importantes avec la fumée de cigarettes, la combustion industrielle, le chauffage, les feux de forêt et même les gaz d'échappement des véhicules. Plusieurs études ont montré que l'acide isocyanique peut modifier certaines protéines dans l'organisme et accroît le risque de diverses maladies telles que la cataracte.

→ B. S.-L.

J. Roberts et al., *PNAS*, en ligne, 16 mai 2011

DERNIÈRE minute ...

NOUVELLES SUPERNOVAE

L'intense rayonnement des supernovae provient d'habitude de l'onde de choc dans l'étoile, de la désintégration des éléments synthétisés durant l'explosion, ou de l'interaction des éjectas avec l'hydrogène environnant. Robert Quimby, de l'Institut de technologie de Californie, a identifié six supernovae qui ne peuvent être expliquées par ces mécanismes : dix fois plus

brillantes que les supernovae classiques de types IA, elles ne présentent nulle trace d'hydrogène. Une nouvelle classe d'objets ?

RIDES ET PLIS EN CASCADES

Quand on maintient l'un des bords d'un film de matière souple (par exemple en graphène), la surface développe des plis, comme avec des rideaux. Une équipe internationale de physiciens

a établi que la répartition de ces rides fait apparaître une hiérarchie universelle et autosimilaire, le nombre de plis augmentant comme une puissance de la distance au bord contraint. Des films de graphène aux rideaux, il n'y a qu'un pas...



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

Biologie animale

De la royalactine pour régner

Notre alimentation influe sur notre vie. C'est particulièrement vrai chez les abeilles où la nourriture fait d'une larve soit une ouvrière pour la plupart, soit une reine pour les « élues ». L'aliment qui fait la différence est la gelée royale : la larve à qui les nourrices en donnent plus longtemps qu'aux autres devient reine et ce, alors que toutes les abeilles ont le même patrimoine génétique. Maski Kamakura, de l'Université de Toyama, à Imizu, au Japon, a découvert l'ingrédient qui décide d'un destin royal.

Une première série d'expériences a consisté à étudier l'évolution de la gelée en fonction du temps : au bout de 30 jours, à une température de 30 °C, la mixture perdait tout pouvoir sur le devenir d'une larve. L'analyse de la gelée à différentes étapes du processus de dégradation a mis en évidence une protéine, qui fut nommée royalactine. Purifiée en laboratoire et testée sur des larves, elle induit les trois modifications observées chez une

reine : un développement accéléré, une augmentation de la masse corporelle et celle du volume des ovaires. Plus étonnant, la royalactine déclenche les mêmes changements chez la mouche du vinaigre, la drosophile !

La royalactine active une enzyme, la kinase p70S6, qui favorise la croissance du corps et l'accélération de son développement, mais aussi la production d'hormone juvénile, un composé qui participe à l'augmentation du volume des ovaires. D'autres expériences ont révélé le rôle du récepteur au facteur de croissance épidermique (EGFR), un récepteur à la surface des cellules, dans le contrôle de ces différentes manifestations. En influant sur l'expression de plusieurs gènes via diverses enzymes, dont la kinase p70S6, ce récepteur est au cœur de nombreuses fonctions cellulaires. La royalactine activerait ce récepteur.

→ L. M.

Nature, vol. 473, pp. 478-483, 2011



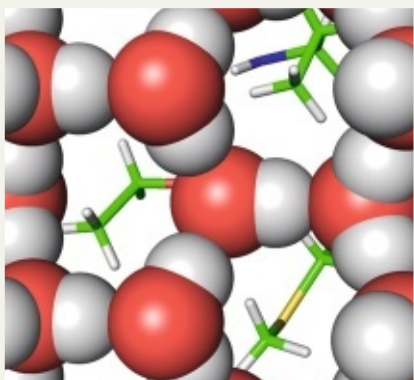
© Waagberg

Deux larves se développent dans de la gelée royale.

Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ MÉCANISME D'ACTION DES PROTÉINES ANTIGEL

Certains poissons vivant dans les eaux très froides des régions polaires de l'Arctique et de l'Antarctique ont dans leurs fluides corporels des protéines antigel qui leur permettent de survivre à des températures négatives. Ces protéines auraient plus de 38 millions d'années (voir *Les poissons à antigels de l'océan Austral*, *Pour la Science*, juin 2004, <http://bit.ly/plsoer320bis>). On sait qu'elles se lient aux germes des cristaux de glace quand ils commencent à se former, empêchant ainsi leur croissance et à terme, la mort de l'organisme. Ces protéines ont la particularité d'avoir beaucoup d'acides aminés hydrophobes en surface (contrairement à la plupart des protéines solubles dans l'eau). Comment agissent-elles ? Des physiciens et biologistes français et argentins ont trouvé pourquoi ces antigels biologiques fixent les germes de glace et non l'eau liquide : ils ont trouvé à la surface de la protéine des agrégats de quatre molécules d'eau qui permettent à la protéine d'être présente dans un fluide aqueux (sans être uniformément hydrophile) et qui imitent la structure de la glace. Pour ce faire, ils ont utilisé la technique de diffraction des neutrons qui permet de déterminer la position des atomes d'hydrogène et donc celle des molécules d'eau à la surface des cristaux de protéines. Ils ont ensuite créé un modèle d'eau glacée fondé sur ces agré-



Des acides aminés (en vert) de la protéine antigel se fixent dans les trous du cristal de glace (sphères rouges et blanches).

→ LES PERSONNES ÂGÉES NE SONT PAS MULTITÂCHES

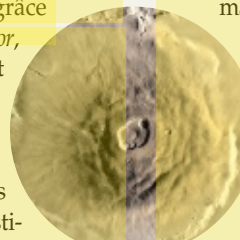
Les hommes et les femmes sont monotâches, bien que leur cerveau soit capable d'analyser deux tâches quasi simultanément... Ce sont les lobes frontaux qui sont impliqués dans l'exécution d'une action maîtrisée et intentionnelle, ayant un but précis, telle que décrire une scène. Chaque lobe frontal peut traiter une tâche en alternance avec l'autre, mais c'est si rapide qu'on a l'impression que les deux tâches sont traitées simultanément (voir *Les hommes sont-ils monotâches ?*, *Pour la Science*, mai 2011, <http://bit.ly/plsoer403>). Le cortex préfrontal joue le rôle de mémoire tampon et met provisoirement en attente l'une des deux tâches pour que l'autre soit traitée. Mais qu'en est-il chez les personnes âgées ? Elles alternent difficilement entre deux tâches, selon Wesley Clapp et ses collègues, de l'Université de Californie à San Francisco (*PNAS*, avril 2011). Les chercheurs ont enregistré l'activité cérébrale de 20 personnes âgées de plus de 60 ans pendant qu'elles devaient décrire un paysage tout en étant (ou non) distraites par une image de visage à identifier. Ils ont montré que les personnes âgées ne réussissent pas aussi bien l'exercice que des personnes plus jeunes quand le « distracteur » – le visage – est présenté. Ce n'est pas parce que les individus de plus de 60 ans prêtent davantage attention au visage, mais parce qu'ils ne sont pas capables de se « reconcentrer » sur le paysage après avoir vu le distracteur. Cela suggère une altération liée à l'âge de la flexibilité cognitive impliquant le cortex préfrontal.

gats pour placer les protéines antigel dans le réseau de glace et comprendre leurs interactions. Les cristaux de glace en formation sont constitués d'anneaux de six molécules d'eau (voir la figure), au centre desquels s'insèrent les agrégats de la protéine, ce qui déstabilise la structure.

→ COMMENT MARS ÉVOLUE

Les images et les données en provenance de Mars sont nombreuses, notamment grâce aux sondes *Mars Global Surveyor*, *Mars Odyssey*, *Mars Express* et *Mars Reconnaissance Orbiter*, en orbite autour de la planète (voir *Les paysages de Mars*, *Pour la Science*, juillet 2003). Les chercheurs tentent de reconstituer l'histoire de l'eau et du climat sur Mars. Mais pour y parvenir, il est nécessaire de comprendre l'évolution thermique de l'intérieur de la planète, qui s'exprime en surface par l'activité volcanique. En effet, un volcan, tel l'*Olympus Mons* (voir le cliché), résulte de la fusion partielle des roches du

manteau et de l'ascension de ces liquides magmatiques à la surface. La composition de ces liquides renseigne sur la température et la profondeur de leur fusion. Grâce aux mesures de *Mars Odyssey*, des chercheurs du CNRS et de l'Université Paul Sabatier à Toulouse ont étudié dans 12 régions volcaniques martiennes l'évolution de plusieurs éléments chimiques (le silicium, le fer et le thorium notamment), sensibles aux conditions de fusion. Ils ont montré qu'avec le temps, la température du manteau a diminué, la lithosphère (formée de la croûte et du manteau supérieur) s'est épaissie et les magmas ont une origine de plus en plus profonde (*Nature*, avril 2011). Ainsi, le refroidissement thermique du manteau martien serait de 30 à 40 °C par milliard d'années. Il est plus lent que sur Terre (70 à 100 °C par milliard d'années), probablement à cause de l'absence de tectonique des plaques sur Mars. Encore un indice révélant la spécificité de la Terre, qui devrait permettre d'en apprendre davantage sur son histoire et les relations entre ses profondeurs et l'évolution de son climat.



→ Bénédicte Salthun-Lassalle

■ POUR LA SCIENCE

VOTRE ABONNEMENT 100 % NUMÉRIQUE

1 an au prix de 48 €

soit **4 € seulement par numéro** au lieu de 5,20 €

Pour consulter et télécharger
en toute liberté sur www.pourlascience.fr
les 12 prochains numéros
dès leur parution.



Oui, je m'abonne
à *Pour la Science* 100 % numérique
1 an (12 numéros) pour 48 €

Je préfère découvrir toutes
les offres d'abonnement disponibles
en cliquant ici.