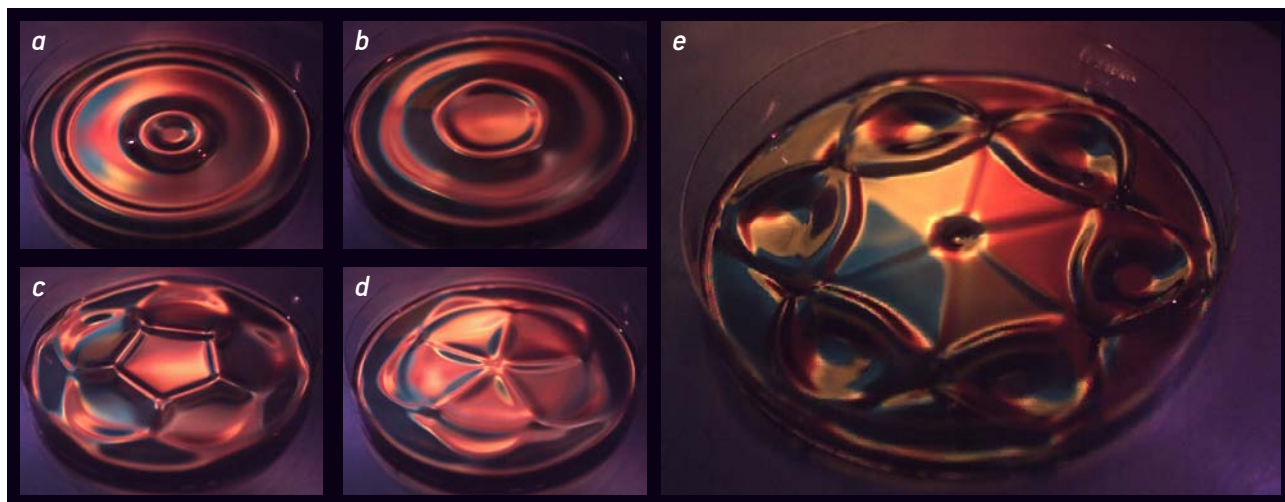


Physique

Des ondes de surface en forme d'étoile

Des interactions non linéaires de plusieurs ondes se propageant à la surface d'un liquide peuvent créer des formes spectaculaires.



J. Rajchenbach et al./PRL

Les vibrations verticales d'un récipient contenant de l'huile de silicone font d'abord apparaître des ondes concentriques (a). Puis, quand l'amplitude des vibrations augmente, la symétrie de rotation se brise : des formes pentagonales (b et c), en étoile (d) ou mettant en jeu d'autres polygones (e) émergent.

Dans un récipient soumis à des vibrations verticales, Jean Rajchenbach, Didier Clamond et Alphonse Leroux, de l'Université de Nice-Sophia Antipolis, ont mis en évidence des ondes aux formes étonnantes : des étoiles et des pentagones. Un mécanisme d'interaction non linéaire (c'est-à-dire où les effets ne sont pas proportionnels aux causes) de plusieurs ondes est certainement à l'origine des phénomènes observés.

Dans leur expérience, ces chercheurs font vibrer verticalement une cuve cylindrique contenant de l'huile de silicone, dont la viscosité est dix fois celle de l'eau. Dans un premier temps, les physiciens fixent la fréquence de vibration et augmentent l'amplitude progressivement. Le premier phénomène qui apparaît correspond à de petites ondulations circulaires qui démarrent au bord du récipient et s'amortissent assez vite en allant vers le centre. Puis, quand l'amplitude est plus forte, deux ondes solitaires concentriques se forment,

l'une se propageant vers le centre et l'autre vers l'extérieur (a). Elles rappellent des ondes bien connues, les solitons – observés par exemple le long d'un cours d'eau sous la forme de vagues solitaires se propageant sans se déformer. Au moment du croisement des deux ondes dans le récipient, elles restent immobiles pendant 0,05 seconde, phénomène aussi constaté quand deux solitons se rencontrent.

Quand l'amplitude des oscillations augmente encore, il se forme, au croisement des deux ondes, cinq angles dans la ligne de crête (b). Ainsi, la symétrie de rotation qui régnait jusque-là se brise. Enfin, en augmentant encore l'amplitude, on obtient, en alternance dans le temps, un pentagone (c) et une étoile à cinq branches (d).

Pourquoi de telles ondes n'ont-elles jamais été observées auparavant ? L'amplitude des vibrations est ici très importante et peut atteindre deux fois la profondeur moyenne du liquide. Dans les creux, le fluide peut

se réduire à une épaisseur de seulement un millimètre. Il s'agit donc d'un régime extrême, où les non-linéarités, dues notamment à l'interaction du fluide avec le fond du récipient, sont fortes.

Le plus étonnant dans les figures formées est la brisure de la symétrie de rotation. Les puissantes non-linéarités déstabilisent sans doute cette symétrie et certaines relations entre les vecteurs d'onde et la fréquence des ondes, ce qui engendrerait les pentagones et les étoiles. Mais une modélisation précise reste à établir.

Les physiciens obtiennent d'autres structures intrigantes en modifiant les paramètres d'excitation. Enfin, le phénomène présente une certaine mémoire du processus : la forme obtenue ne dépend pas uniquement de la fréquence, de l'amplitude et de la profondeur du liquide, elle dépend aussi des ondes précédentes qui se sont propagées...

→ Sean Bailly

J. Rajchenbach et al., *Physical Review Letters*, vol. 110, 094502, 2013

Éthologie

Dangers de la route : pas folle, la suricate !

Les routes sont un risque pour les nombreux animaux qui tentent de les traverser. Si l'adaptation du comportement face aux dangers naturels est bien identifiée chez certaines espèces, qu'en est-il face aux menaces récentes introduites par les activités humaines ? Nicolas Perony, de l'École polytechnique fédérale de Zurich, et Simon Townsend, de l'Université de Zurich, ont étudié le cas des groupes de suricates (*Suricata suricatta*) confrontés à une route passante dans le désert du Kalahari, en Afrique du Sud.

Les deux chercheurs montrent que lorsque c'est la femelle dominante qui conduit le groupe

en direction de la route, elle ne traverse la route en premier que dans 40 pour cent des situations observées : le plus souvent, elle laisse d'abord passer un ou plusieurs congénères. En revanche, si c'est un subordonné qui conduit



le groupe, il traverse en premier dans plus de 80 pour cent des cas.

Ces résultats ont pu être reproduits par un modèle simple de mouvement collectif où l'un des paramètres représente l'aversion au risque, supérieure chez la femelle suricate dominante.

Cette femelle minimise ainsi ses propres risques, mais aussi ceux des autres membres du groupe, qui s'exposeraient à une désorganisation hiérarchique si elle venait à disparaître. En effet, le couple dominant est le seul à se reproduire, ce qui lui donne une importance toute particulière.

→ S. B.

PLoS ONE, vol. 8(2), e52834, 2013

Linguistique

Les bébés bilingues et la grammaire

Comment comprendre une phrase dont on ignore la grammaire de base ? En particulier, le premier mot désigne-t-il un objet, une action, un pronom ? Le problème est d'autant plus difficile pour les bébés bilingues que l'ordre des mots peut être différent dans les deux langues auxquelles ils sont confrontés. Judith Gervain (CNRS-Université Paris Descartes) et Janet Werker (Université de Colombie-Britannique) ont montré que dès sept mois, les bébés bilingues se fondent sur la prosodie des phrases pour distinguer l'ordre des mots et reconnaître la langue parlée.

Les langues ont des structures grammaticales variées. Ainsi, les foncteurs (articles, pronoms, etc.) sont placés en début de phrase dans certaines langues, et à la fin dans d'autres. La prosodie varie aussi : dans les langues où les foncteurs sont au début, les mots « de contenu » sont soulignés par des contrastes de durée (par exemple,



Les bébés bilingues sont parfois exposés à des structures grammaticales très différentes. Comment s'y retrouvent-ils ?

dans l'expression « le pain », la voyelle de « pain » est prononcée plus longuement que celle du mot « le », tandis que les autres langues exploitent plutôt des contrastes de ton ou d'intensité.

Les foncteurs sont plus fréquents que les mots de contenu. Les bébés les distinguent vite des autres mots grâce à cette fréquence supérieure, et ceux confrontés à une seule langue s'en servent pour commencer à structurer les phrases. Mais comment font les bébés bilingues soumis à deux

structures différentes ? En leur apprenant des mots prononcés selon des prosodies distinctes, les chercheuses ont montré qu'ils associent la prosodie d'une langue à sa structure grammaticale : la façon dont est souligné un nouveau mot (par un contraste de durée ou de ton) leur permet de rattacher ce mot à l'une des deux langues et à une façon de structurer les unités sémantiques.

→ Guillaume Jacquemont

Nature Communications, en ligne le 14 février 2013

En bref

Revêtement insigne

À Fréjus, les fouilles du Service municipal d'archéologie viennent de mettre au jour un cas intéressant d'*opus signinum*, mortier que réalisaient les Romains en mélangeant chaux, eau, sable et tuileau (brique pilée) ; ils le rehaussaient souvent de fragments polychromes de pierre. C'est le cas à Fréjus, mais avec un détail inhabituel : un médaillon en plaquettes de marbre représentant un fronton de temple. Il traduit clairement l'intention de signaler un lieu précis. Salle de réception, lieu de culte ? Les archéologues sont à l'affût d'un indice qui pourrait le révéler.

Flair hiérarchique

Lorsqu'un animal flaire un congénère, il ferait plus que le sentir. Selon l'Américain Daniel Wesson, il transmet aussi des informations sur son rang social. Face à un rat dominant, un rat de rang inférieur ralentit le rythme de ses reniflements, et le dominant se calme à son tour. Si le dominé ne le fait pas, le dominant devient agressif... Et ce, même si les animaux sont privés d'odorat. Ce comportement disparaît quand on traite les rats à l'ocytocine, une hormone qui diminue stress et méfiance.

Canaux souterrains de Mars

Marte Vallis est la plus grande vallée de débâcle martienne récente (moins de 500 millions d'années). Longue de 1 000 kilomètres et large de 100, elle aurait été créée par une inondation. Son origine était mal connue, car les canaux qui ont apporté l'eau sont enfouis sous la lave. Des astronomes américains ont reconstitué leur tracé grâce aux données de la sonde *Mars Reconnaissance Orbiter*, et ainsi montré que l'eau provenait de Cerberus Fossae, une série de crevasses voisines.

Brèves d'avril

Pas de vieux bourrins :
les viandes des bœufs

Alertés par l'aspect rance du derme de bêtes quasiment brisées émergeant de caisses trouvées dans des flaques, des experts en fermes inspectées ont découvert des bouffes atterantes, emballées à la va-vite pour se faire plein de pèze. Ils ont vidé des packs minables remplis de déchets de bourrins cachés dans des morceaux de panes et laissant des traces de rouille sur les caddies™. Ces scientifiques ont ainsi débusqué des filières « enfermées » (cachées pour les fermiers), des bouffes de parrains servies par des hommes aux gros nez, des Findus™ qu'on ne peut répandre que sur des dalles, et autres bouffes dissimulées dans de douteux plaid. Il faut d'urgence revenir aux bœufs que fournissent de vaillantes bouchères ou aux génisses visibles à chaque étape car, faute de panes traçables, on n'a rien pu bouffer après ces délations.

(22 contrepèteries,
avec les deux du titre)

Le 1^{er} avril,
vous trouverez
sur notre site quelques
indices pour résoudre
les contrepèteries
de Maël Jortin.

www.pourlascience.fr 



Les résidus d'anxiolytiques
déversés dans les rivières
rendent les perches
européennes plus voraces,
plus hardies et moins sociales.

Planétologie

La jeune Lune était-elle riche en eau ?

Suivant le scénario le plus consensuel, la Lune s'est formée à partir des débris issus d'une collision d'un objet de la taille de Mars avec la proto-Terre. En raison de la chaleur intense produite lors de ce cataclysme, la Lune aurait été entièrement recouverte de magma d'où s'échappaient les éléments et composés les plus volatils, tels que l'eau. Cet océan magmatique se serait peu à peu refroidi pour former la croûte lunaire, il y a plus de 4,3 milliards d'années. Les premières analyses des roches lunaires ont confirmé ce scénario appuyant l'hypothèse d'une Lune anhydre. Toutefois, de nouvelles analyses d'échantillons de roche provenant de la croûte lunaire, réalisées par Anne Peslier de la NASA et ses collègues, ont révélé des traces d'eau dans ces roches primordiales.

Les améliorations des techniques d'analyse ont permis de



Les roches de la croûte lunaire
contiennent des traces d'eau
qui datent de la formation
de notre satellite.

détecter les faibles quantités d'eau présentes dans des minéraux de morceaux de roche lunaire rapportés lors des missions *Apollo*. Les géochimistes n'observent pas directement de l'eau liquide, mais la présence d'hydrogène incorporé aux minéraux. Ils ont étudié des échantillons de plagioclases, des minéraux silicatés de la famille des feldspaths, qui seraient représentatifs de la croûte primordiale de la Lune et qui n'ont pas été conta-

minés par des phénomènes plus récents tels que le vent solaire ou le bombardement tardif de météorites riches en eau. La présence d'hydrogène semble indiquer que de l'eau était présente dans la Lune lorsqu'elle s'est constituée. Mais il reste alors à concilier ces observations avec les modèles de formation de notre satellite.

→ S. B.

H. Hui et al., *Nature Geoscience*,
en ligne 17 février 2013

Écologie

Des poissons plus hardis sous anxiolytiques

Les eaux usées véhiculent de multiples résidus de médicaments. Encore biologiquement actifs après avoir été excrétés, ils finissent dans les rivières. Quels sont leurs effets ? Tomas Brodin, de l'Université d'Umeå, en Suède, et ses collègues ont montré qu'un des anxiolytiques (médicaments contre l'anxiété) les plus abondamment consommés, l'oxazepam, modifie le comportement de la perche européenne (*Perca fluviatilis*).

Les biologistes ont exposé des perches à de l'oxazepam, de façon à ce qu'elles en accumulent des concentrations représentatives de celles trouvées dans le corps des perches sauvages. Les

poissons testés sont alors devenus plus voraces, plus hardis et moins sociaux. Dans la nature, ce changement de comportement risque de déséquilibrer les écosystèmes. En dévorant les organismes du zooplancton qui broutent les algues, les jeunes perches pourraient notamment entraîner la prolifération de ces dernières. Cependant, les poissons exposés à l'anxiolytique s'aventurent plus souvent dans des endroits nouveaux et s'isolent du groupe, ce qui les rend plus vulnérables aux prédateurs : l'augmentation de la mortalité résultante pourrait compenser la surconsommation individuelle

de zooplancton. L'effet global est donc difficile à cerner.

Il reste que la pollution médicamenteuse des cours d'eau est préoccupante, et ses effets sur les écosystèmes ainsi que sur l'homme sont encore mal connus. Comment s'en prémunir ? Pour Hélène Budzinski, de l'Université de Bordeaux, il faudrait mieux dégrader les médicaments dans les stations d'épuration, mais aussi limiter leur consommation. En outre, des plans de surveillance systématiques et ciblés devraient être mis en place.

→ G. J.

T. Brodin et al., *Science*,
en ligne le 14 février 2013