

# Le mystère du serpent de bâtonnets

PHYSIQUE - Une tresse de bouts de bois se défait en se dressant comme un cobra : deux équipes françaises ont étudié la mécanique des spectaculaires « stick bombs »

Cobra-là n'est pas dangereux, mais sa domestication a pourtant nécessité deux équipes de chevronnés spécialistes. Il est quasiment inconnu en France, mais très populaire ailleurs, en Asie ou aux États-Unis. C'est en fait le surnom d'un divertissement aussi futile que l'art d'aligner des milliers de dominos et de les faire tomber en cascade... Il s'agit là d'entremêler dessus, dessous, en une succession de losanges, des bâtonnets de bois – identiques à des abaisses-langues de médecin –, pour constituer un long croisillon horizontal, puis d'en lâcher une extrémité. Le bel assemblage se défait alors, en éjectant un à un les bâtonnets. Puis la tresse se soulève, se redresse et, telle une tête de cobra, se met à cracher les bâtonnets tout en reculant. Le record de 2016, détenu par une équipe autrichienne de 22 personnes, a rassemblé plus de 40 900 bâtons, détruits en moins d'une minute... Les vidéos de ce record ou d'autres, visibles sur Internet sous le nom de *stick bomb* (« bombe de bâtonnets »), sont spectaculaires.



## Energie cinétique

A quelle vitesse le cobra recule-t-il ? A quelle hauteur se dresse-t-il ? Quels bâtonnets seraient les meilleurs ou les pires ? Autant de questions auxquelles viennent de répondre deux équipes indépendantes de physiciens français, à Paris – Ecole polytechnique, Ecole normale supérieure (ENS), Centre national de la recherche scientifique, CNRS – et à Lyon – université et CNRS –, dans deux articles à paraître dans la *Physical Review Letters* et l'*American Journal of Physics*.

Pas vraiment une coïncidence quand on sait que ces physiciens entraînaient des étudiants participant au tournoi international des physiciens, une compétition amicale où les équipes, lors de joutes verbales contre leurs adversaires, essaient de convaincre de la pertinence de leurs analyses sur des sujets de physique non vraiment résolus. Le mystérieux cobra était au programme de l'édition 2016 (remportée par l'ENS de Lyon au niveau mondial). « Sur cet exemple, nous n'avons pas été convaincus par les équipes, et avons décidé

d'approfondir », dit Frédéric Chevy, qui d'ordinaire « dresse » les atomes froids dans son laboratoire de l'ENS à Paris.

Le « moteur » du serpent est vite identifié. Lorsqu'on les entremêle, l'un dessus, l'autre dessous, les bâtonnets se tordent, et la tresse emmagasine de l'énergie élastique. Elle sera restituée en énergie cinétique – et dissipée aussi en vibration, friction –, et donc en mouvement. Le cobra tresse haute, cette énergie équilibre la gravité, et les deux équipes arrivent à déterminer ainsi la vitesse qui dépend principalement de la longueur et de l'épaisseur des bâtonnets. Les plus épais et les plus courts allant plus vite.

« On sait quels bâtons choisir pour filer à 30 m/s, mais cela est presque trop rapide, et on profite moins de l'effet tête dressée », indique Nicolas Taberlet, spécialiste de mécanique des fluides et des milieux granulaires à l'université de Lyon. Il conseille aussi de sécher les bâtons pour gagner en vitesse.

De même, le joueur peut varier l'angle des losanges afin d'étirer plus ou moins la tresse en longueur. Telle une ola dans un stade, plus les éjections sont éloignées

– donc la tresse étirée –, plus la vague se propage vite.

Les Lyonnais ont aussi estimé la hauteur maximale du cobra, favorisée elle aussi par les faibles épaisseurs. Les Parisiens ont préféré explorer les domaines de paramètres autorisant la propagation de l'onde. « La plage est étroite, résultat d'une compétition entre la gravité qui plaque le serpent et l'élasticité qui le tord et le fait monter », indique Frédéric Chevy. Trop rigides, des bâtons cassent pendant le tressage. Trop souples, la tresse ne décolle pas. Les abaisses-langues – ou les bâtons d'esquimaux de format américain – sont finalement les meilleurs, et moins chers que les produits vendus comme jouets.

## « Ce n'est pas qu'un jeu »

Les deux équipes ont comparé leurs théories à des expériences utilisant plusieurs types de composants. « Le résultat est convaincant et élégant », salue Basile Audoly, spécialiste de mécanique au CNRS dans le laboratoire de mécanique du solide de l'Ecole polytechnique. Ce système possède un comportement continu car une onde se propage, mais aussi discontinu, car l'extrémité

« explose ». Sa modélisation n'est pas simple et est analogue dans l'esprit à ce qu'on doit faire pour étudier une chaîne articulée, par exemple. C'est très profond, et cela montre que ce n'est pas qu'un jeu. »

« Le travail n'est pas fini. Il faudrait mieux décrire le mécanisme d'éjection pour prédire l'angle vers lequel les bâtonnets partent à l'extrémité », estime Frédéric Chevy. « Nous pouvons prédire la hauteur maximale, mais pas la hauteur réelle, qui dépend de processus plus fins tenant compte des rotations des vibrations, du bruit qu'on entend... », confirme Nicolas Taberlet.

« Cela montre que le tournoi peut fournir de la matière à des physiciens », souligne Daniel Suchet, l'organisateur de la sélection française de cette compétition mondiale, actuellement au laboratoire mixte CNRS-université de Tokyo sur les cellules photovoltaïques.

Dernier détail, pour les amateurs. Il faut choisir avec soin à quelle extrémité on lâche la bête pour qu'elle se redresse. Si on opte pour la mauvaise, le premier bâton part vers le haut, et la tresse ne décolle pas. Le serpent crachera son venin mais sans se redresser. ■

DAVID LAROUSSE

Si les bâtonnets sont trop rigides, ils cassent lors du tressage. S'ils sont trop souples, le serpent ne décolle pas.

J.-P. BOUCHER, CH. CLANET, D. QUÉRÉ, F. CHEVY/PHYSICAL REVIEW LETTERS

## TÉLESCOPE

### CHIMIE

#### Les bénéfices de l'eau dans le whisky

L'eau rehausse les arômes fumés du whisky, selon des chercheurs suédois qui ont simulé le comportement et les interactions des molécules d'eau, d'alcool et d'un phénol (le guaïacol, responsable du nez particulier de certains whiskeys). Ces calculs montrent que, jusqu'à une dilution de 45 %, le guaïacol, qui est hydrophobe, est plutôt localisé en surface du verre, alors qu'il plonge vers le centre si la dilution se poursuit au-delà de 59 %. De quoi justifier, au moins pour les boissons tourbées, la technique des connaisseurs, qui rehausse l'odorat par l'ajout de quelques gouttes d'eau. > Karlsson et al., « Scientific Reports », 17 août.

### GLACIOLOGIE

#### Des carottes de glace vieilles de 2,7 millions d'années en Antarctique

Des échantillons de glace, dont les plus anciens remontent à 2,7 millions d'années, ont été extraits dans l'est de l'Antarctique par une équipe américaine, qui l'a annoncé le 15 août à Paris lors d'une conférence internationale de géochimie. Cette glace, qui contient des bulles d'air permettant d'étudier le climat, est la plus ancienne jamais découverte : les carottages effectués jusqu'alors ne dépassent pas 800 000 ans, parce que la chaleur près du socle rocheux fait fondre les couches les plus vieilles. L'équipe de Princeton qui a dirigé les travaux avait choisi de prospecter une région riche en « glace bleue », où les couches plus anciennes peuvent être ramenées vers la surface par le flux des glaciers.

Ces carottes n'offrent pas des séries temporelles continues, mais des « instantanés », qui sont datés par l'analyse isotopique de l'argon. Ces glaces du début des périodes glaciaires contenaient du CO<sub>2</sub> à une concentration de 300 parties par million, contre plus de 400 ppm observées aujourd'hui dans l'atmosphère.



### MÉDECINE

#### L'odorat affecté par Alzheimer

La difficulté à reconnaître des odeurs semble être un symptôme précurseur de la maladie d'Alzheimer, selon une étude publiée dans la revue *Neurology*. Des chercheurs de l'université McGill, à Montréal, ont fait des tests sur environ 300 personnes, d'un âge moyen de 63 ans et dont un parent avait souffert de la maladie, en leur faisant reconnaître des odeurs. Cent participants étaient volontaires pour subir des ponctions lombaires. Les sujets qui ont eu le plus de difficulté à reconnaître les odeurs étaient ceux dont les biomarqueurs liés à la maladie d'Alzheimer étaient les plus anormaux. Des recherches plus poussées seront toutefois nécessaires. > LaFaille-Magnan et al., « Neurology », 15 août.

# Un oiseau migrateur lit les champs magnétiques

ZOOLOGIE - La rousserolle effarvate est capable de distinguer la longitude de sa position

Par quels moyens la rousserolle effarvate, une fauvette, trouve-t-elle son chemin de la Russie vers le Sahara en hiver ? Et comment revient-elle dans sa région d'origine le printemps venu ? Le volatile d'une dizaine de grammes n'est pas le seul dont les capacités d'orientation intriguent les chercheurs. Une équipe germano-russe de l'Académie des sciences russe et des universités de Saint-Petersbourg et d'Oldenburg vient de démontrer qu'elle ne fait pas comme les tortues, les pigeons, les homards, pour qui le mystère s'est peu à peu dissipé.

Cette fauvette serait capable de déterminer la longitude de sa position, c'est-à-dire savoir si elle est plus ou moins à l'est ou à l'ouest. Elle déterminerait la déclinaison magnétique, ou l'écart entre le nord géographique et le nord magnétique, qui dépend

notamment de la longitude. Telle est la conclusion d'un article paru dans *Current Biology* le 17 août.

Les oiseaux, au moment de la migration, sont mis dans une cage pour observer leur comportement. Direction de la tête et petits mouvements des pattes prédisent le sens du décollage. De plus, des bobines magnétiques, disposées autour de la cage, modifient le champ magnétique ambiant.

## « Résultat fascinant »

Avec ce dispositif, en 2008, les chercheurs avaient montré que des oiseaux déplacés de 1 000 km vers l'est retrouvent le bon cap. Puis, en 2015, ils avaient obtenu le même effet en les déplaçant virtuellement, c'est-à-dire en reproduisant le champ magnétique de ce lieu éloigné. « Cela modifiait tous les paramètres du champ magnétique : intensité, inclinaison, déclinaison. Cette fois nous n'avons

modifié que la déclinaison et les oiseaux ont senti qu'ils avaient été déplacés vers l'ouest et ont adapté leur direction », souligne Nikita Chernetsov, de l'Académie des sciences russe. Plus précisément, c'est comme si les oiseaux avaient été déplacés jusqu'en Écosse, soit 1 500 kilomètres à l'ouest.

Alors qu'en Russie les becs des oiseaux pointent vers l'ouest-sud-ouest, dans la cage magnétique ils montrent une direction est-sud-est, à 150 degrés de la première. Détail important, l'expérience ne marche qu'en présence du soleil, utilisé pour repérer le nord géographique et la latitude. En outre, les jeunes oiseaux, qui n'ont pas acquis le sens de l'orientation, « partent » dans des directions aléatoires.

« C'est un article convaincant et surprenant », souligne Jim Gould, de l'université de Princeton. Dans le même numéro de *Current Bio-*

logy, il explique que, en Amérique du Nord, repérer l'est et l'ouest se fait différemment, car le réseau magnétique – intensité et déclinaison – forme comme une grille aux mailles serrées, alors que les mailles sont plus larges en Europe et en Russie, limitant les possibilités de se repérer de la sorte. « L'expérience est élégante et le résultat fascinant », complète Rosita Wiltschko de l'université de Francfort, qui voudrait voir répéter l'expérience sur d'autres sites et avec d'autres espèces.

Reste à savoir, pour la fauvette et pour d'autres, comment elle détecte le champ magnétique. L'hypothèse des cristaux magnétiques dans le corps n'a pas les faveurs des chercheurs, car ils ne sont pas connectés aux neurones. Cela passerait par les yeux et des réactions chimiques modifiées par la nature du champ magnétique. ■

D. L.

# 80

C'est le pourcentage de jeunes Belges (18-25 ans) qui, interrogés sur Facebook à propos de leurs loisirs, ont déclaré regarder des séries de manière compulsive (*binge viewing*). Parmi ces accros, 6,7 % disaient s'être livrés presque quotidiennement au *binge viewing* au cours du mois précédent. Liese Exelmans (Université catholique de Louvain) et Jan Van Den Bulck (université du Michigan), qui publient leurs résultats dans la *Journal of Clinical Sleep Medicine*, ont constaté grâce à des questionnaires que les individus les plus consommateurs de séries avaient un sommeil de moins bonne qualité, souffraient plus d'insomnie et de fatigue. Une « excitation cognitive », liée à ce mode de visionnage, serait à l'origine de difficultés d'endormissement. Ce phénomène serait lié « à une plus forte implication dans l'intrigue et une plus forte identification avec les personnages » que lors d'une exposition classique aux séries.