

ÉTHOLOGIE

UNE TOUR DE FOURMIS

Pour ne pas écraser leurs congénères, les fourmis qui se lient les unes aux autres se comportent comme un fluide. Une découverte qui pourrait inspirer les essaims de robots.

Pour traverser une rivière ou se protéger d'une inondation, les fourmis de feu (*Solenopsis invicta*) unissent leurs forces en formant des radeaux ou en construisant des tours. Mais, dans ce dernier cas, comment maintiennent-elles la structure sans écraser leurs sœurs qui se trouvent à la base de l'édifice? Réponse: les fourmis sont continuellement en mouvement dans la tour qu'elles forment, et se comportent alors comme un fluide.

Les chercheurs avaient déjà compris comment les fourmis de feu construisent des radeaux. Elles s'accrochent les unes aux autres par les pattes et s'orientent de façon à créer des cavités d'air. Elles répartissent leur poids pour former une structure flottante. L'équipe menée par Craig Tovey, de l'Institut de technologie de Géorgie, à Atlanta, a cherché à comprendre comment les insectes réussissent à former une tour.

En laboratoire, l'équipe a filmé à l'aide de caméras ultrarapides la façon dont les fourmis s'assemblent autour d'une barre glissante en téflon. Elle a aussi marqué la moitié de la colonie avec un traceur radioactif afin de suivre les insectes dans la tour ainsi formée.

Les fourmis procèdent par tâtonnement. Elles consolident en permanence les parties les plus fragiles jusqu'à ce que la structure soit solide. Les chercheurs ont montré que chaque insecte peut supporter jusqu'à trois congénères. Et lorsqu'une fourmi est surchargée, elle lâche ses voisines et redescend en bas de la colonne. Là, elle refait surface à la base de la tour.

La structure en forme de cloche ressemble à un fluide, et chaque fourmi y supporte le même poids. «Les fourmis se comportent comme une fontaine d'eau, mais à l'envers», explique Craig Tovey.

D'après Guy Theraulaz, du Centre de recherche sur la cognition animale de Toulouse, les spécialistes savaient que la structure de la tour serait dynamique, mais les vidéos sont le premier enregistrement de ce phénomène.



La structure obtenue par les fourmis n'est pas sans rappeler la tour Eiffel, un autre édifice aux propriétés mécaniques spectaculaires.

8 cm

C'EST LA HAUTEUR QUE PEUVENT ATTEINDRE LES TOURS FORMÉES PAR LES FOURMIS DE FEU, CE QUI CORRESPOND À 20 FOIS LEUR TAILLE.

En utilisant des modèles mathématiques, l'équipe a en outre réussi à prédire la forme et le taux de croissance des tours. Les chercheurs savaient déjà que lors de la construction d'un radeau, les fourmis de feu n'obéissent pas à un commandement centralisé, mais agissent individuellement. Ce comportement peut être modélisé avec trois règles simples qui sont ensuite intégrées dans un modèle mathématique de la structure.

Les chercheurs ont été surpris de constater que lorsque les fourmis construisent des tours, elles «obéissent aux mêmes règles individuelles et décentralisées», note Craig Tovey. Les deux structures sont pourtant différentes: le radeau est statique tandis que la tour est dynamique.

Ces découvertes pourraient inspirer les chercheurs qui travaillent sur la programmation d'essaims de petits robots pour accomplir une tâche. «Comprendre comment les fourmis peuvent bâtir ce genre de structures 3D solides en ne suivant que quelques règles très simples peut nous aider à maîtriser la programmation de ces minuscules robots polyvalents. La prochaine étape est de comprendre comment les fourmis construisent des ponts», conclut Craig Tovey. ■

LAURA CASTELLS

Article publié initialement par Nature le 12 juillet 2017 sous le titre « Ant colonies flow like fluid to build tall towers » (www.nature.com/news/ant-colonies-flow-like-fluid-to-build-tall-towers-1.22290). Traduction et édition réalisées par Pour la Science.

S. Phonekeo et al., *Royal Society Open Science*, en ligne, 12 juillet 2017

POMPÉI : LA TOMBE DE « PRINCEPS »

La tombe d'un célèbre entrepreneur en spectacles de gladiateurs de Pompéi, mort une année avant l'éruption, vient d'être retrouvée. Il était manifestement assez notable pour avoir laissé dans les textes son nom, Gneo Alleo Nigidio Maio, et son surnom – *princeps*, c'est-à-dire « celui qui occupe le premier rang ». Sa richesse et sa réputation sont d'ailleurs célébrées dans une longue épithaphe gravée sur l'un des côtés du sarcophage de marbre où il repose.

LES TARDIGRADES, PROCHES DES NÉMATODES

Ces étranges animaux sont célèbres pour leur grande résistance à des conditions de froid extrême, d'absence d'eau, de rayonnement intense... Une question en suspens était leur place dans le règne du vivant : sont-ils plus proches des arthropodes ou des vers nématodes ? Yuki Yoshida, de l'université Keio, au Japon, et ses collègues ont montré, grâce à une analyse génétique, que les tardigrades avaient cinq gènes *HOX* (impliqués dans la structuration de l'embryon) comme les nématodes, et beaucoup moins que chez les arthropodes.

LUMIÈRE NOCTURNE ET POLLINISATION

La lumière artificielle nocturne, ou pollution lumineuse, a d'importantes conséquences sur la pollinisation des fleurs, ont montré Colin Fontaine, de l'université Pierre-et-Marie-Curie, à Paris, et ses collègues. Ces chercheurs ont étudié des fleurs de prairies éclairées artificiellement en permanence. Résultat : les visites de pollinisateurs nocturnes ont diminué de 62 %. Plus inquiétant encore, certaines plantes voient leur production de fruits baisser, ce qui réduit, à terme, les ressources alimentaires des pollinisateurs diurnes.

DEUX EAUX LIQUIDES

De façon étonnante, les propriétés physiques et chimiques de l'eau sont encore relativement mal connues.

Une équipe de chercheurs menée par Fivos Perakis, de l'université de Stockholm, a mis en évidence l'existence de deux états différents de l'eau liquide. En phase liquide, l'eau fluctue localement entre ces deux états.

« On sait que la glace d'eau peut adopter plusieurs états solides cristallins, ordonnés, mais qu'elle existe aussi dans un état amorphe, désordonné, un peu comme un liquide. Cet état amorphe possède en fait deux formes, l'une de faible densité et l'autre de forte densité », explique Eric Ferrage, de l'institut IC2MP, du CNRS et de l'université de Poitiers. Les chercheurs soupçonnaient que ces deux formes solides amorphes avaient leurs équivalents en phase liquide, mais ceux-ci n'avaient pas été observés. Fivos Perakis et ses collègues ont donc étudié la transition entre les deux phases solides amorphes qui s'effectue entre 110 et 130 kelvins, à la pression atmosphérique. L'enjeu est de voir comment la phase amorphe de haute densité passe à l'état de basse densité : la transition se fait-elle directement ou passe-t-elle par des phases liquides intermédiaires, métastables et en surfusion ?



© Shutterstock.com/kubais

Grâce à la technique de diffusion de rayons X, les chercheurs ont pu analyser la structure des molécules mais aussi leur dynamique. Ils ont ainsi mis en évidence que, pour une température comprise entre 110 et 125 kelvins, la phase amorphe de haute densité se transforme d'abord en phase liquide de haute densité puis en phase liquide de basse densité avant de devenir une phase amorphe de basse densité. L'eau liquide existe donc bien sous deux formes, comme les chercheurs le pensaient. Au-dessus de 126 kelvins, les deux formes d'eau liquide coexistent. La prochaine étape consistera à étudier leurs propriétés et notamment à déterminer si elles diffèrent par leur réactivité. ■

DONOVAN THIEBAUD

F. Perakis et al., *PNAS*, vol. 114(31), pp. 8193-8198, 2017

LE YOGA RÉGULE LES GÈNES

Yoga, méditation, tai chi... Les bienfaits de la médecine corps-esprit contre l'anxiété ou la dépression sont aujourd'hui solidement établis. Ces bienfaits viendraient en partie d'un effet anti-inflammatoire, obtenu en régulant l'expression de certains gènes, suggère une étude menée par Ivana Buric, de l'université de Coventry, au Royaume-Uni, et ses collègues.

Lors d'un événement stressant, l'organisme déclenche souvent une inflammation. Quand celle-ci devient chronique, elle augmente le risque de nombreuses pathologies, notamment psychiatriques. En effet, les cytokines, des protéines produites lors de l'inflammation, activent des zones cérébrales qui accentuent le sentiment de menace. Avec pour conséquence potentielle un état d'anxiété et d'hypervigilance, susceptible de dégénérer en dépression.



© De Visu/shutterstock.com

La médecine corps-esprit agit au niveau cellulaire, où elle exercerait un effet anti-inflammatoire.

Grâce à l'analyse de 18 études sur le sujet, les chercheurs ont montré que la médecine corps-esprit ralentit la chaîne de fabrication des cytokines, en influant sur la transcription des gènes qui les codent. Ainsi, elle réduirait l'inflammation provoquée par un stress chronique, ce qui entraînerait des bénéfices sur l'humeur. ■

GUILLAUME JACQUEMONT

Frontiers in Immunology, en ligne, 16 juin 2017

EN IMAGE

UNE GOUTTE AUX ALLURES SATURNIENNES

Vous pensez voir une nouvelle photographie de Saturne et ses anneaux? Détrompez-vous, il s'agit d'une goutte d'huile de silicone suspendue dans un bain d'huile de ricin.

Sous l'influence d'un champ électrique uniforme, cette goutte s'amincit aux pôles et grossit à l'équateur où l'interface s'étale en un film mince, d'environ 0,1 millimètre d'épaisseur; ce film est instable et se décompose en «anneaux de Saturne», puis en microgouttelettes, visibles ici sur les anneaux les plus excentrés.

Lorsqu'il existe un contraste de conductivité suffisant entre les deux fluides – l'huile de silicone et l'huile de ricin –, un flux d'ions (nommé flux électrohydrodynamique) naît à la surface de la goutte. Ce flux circule des pôles vers l'équateur ou inversement, selon la différence de conductivité. Quentin Brosseau et Petia Vlahovska, de l'université Brown, aux États-Unis, ont dopé le bain d'huile de ricin avec des ions dissous, dans l'intention de modifier sa conductivité et donc d'influer sur la circulation du flux vers l'équateur.

C'est une seconde après l'activation du champ électrique que la convergence des flux vers une ligne de stagnation équatoriale entraîne la formation des anneaux. Pourquoi des anneaux? Cela reste pour l'instant un mystère, car «il n'est pas intuitif qu'une goutte se déstabilise de cette façon. Habituellement, elle prend la forme d'une couronne, comme pour une goutte qui tombe au sol», explique Quentin Brosseau. Affaire à suivre... ■

C. D.

Q. Brosseau et P. M. Vlahovska, *Physical Review Letters*, vol. 119, article 034501, 2017

