

L'insubmersible radeau de la fourmi de feu



Un radeau de fourmis de feu flottant sur l'eau. ALAMY STOCK PHOTOS/HEMIS.FR

David Larousserie

Physique Deux équipes, à Taïwan et dans le Colorado, étudient les étonnantes propriétés de cette structure que réalise l'espèce « *Solenopsis invicta* » pour faire face aux inondations

Les fourmis de feu, *Solenopsis invicta*, sont connues pour plusieurs raisons. Leur surnom, d'abord, vient de leur venin et de leur piqûre douloureuse, qui en font de redoutables envahisseuses. Une étude de 1990 décrit un effondrement du nombre d'espèces de fourmis de 70 % sur les territoires colonisés. Originaires d'Amérique du Sud, ces insectes de moins de 5 millimètres ont conquis les Etats-Unis, l'Australie et la Chine depuis les années 1930, et sont considérés comme des espèces invasives en Europe depuis 2014.

Depuis 2011, c'est pour leurs talents de « physiciennes » que ces fourmis font parler d'elles. Pour survivre aux inondations, elles forment avec leurs propres corps des radeaux qui flottent et se dispersent dès qu'elles retrouvent la terre ferme.

En 2022, l'équipe de David Hu, à l'Institut de technologie de Géorgie, à Atlanta, a formulé une hypothèse pour expliquer cette construction. Les fourmis sont plus paresseuses que travailleuses : le radeau se forme tout seul. A la manière de flocons de céréales flottant sur un bol de lait, les fourmis se rapprochent par un effet baptisé « Cheerios » en 2005, du nom d'une marque de céréales. Il est dû au jeu complexe entre la gravitation qui tend à faire couler les objets, la poussée d'Archimède qui les fait remonter, et la tension superficielle, une force qui tient les molécules à la surface d'un liquide. La déformation de la surface induite par les objets pesants tend à les rapprocher les uns des autres. Céréales comme fourmis. Ensuite, par leurs mandibules, ces dernières s'accrochent aux pattes de leurs congénères, comme l'avaient montré des clichés spectaculaires de l'équipe de David Hu en 2011, la première à avoir étudié ces radeaux.

Mesures originales

« *Quand nous avons entendu exposer cette théorie, en 2022, nous n'y avons pas cru* », explique Tzay-Ming Hong, professeur à l'université Tsing Hua (Taïwan), qui publie, dans *Physical Review E* du 9 janvier, une autre explication, doublée de mesures mécaniques originales sur la solidité du radeau. Pour « couler » l'effet Cheerios, l'équipe a tenté plusieurs expériences. Des fourmis mortes jetées à l'eau ne se rassemblent pas spontanément. Une autre espèce, *Monomorium chinense*, ne forme pas de radeau. A l'inverse, des fourmis de feu placées dans un conteneur sec agité verticalement ou horizontalement s'organisent « en radeau » sous l'effet de ce stress. Enfin, un radeau déposé sur une surface sèche ne se disloque pas immédiatement, malgré la disparition des forces de tension de surface. En dépit de ces résultats, David Hu maintient : « *Il y a un effet combiné de l'effet Cheerios et du*

mouvement des fourmis. »

« A ma connaissance, l'équipe de Taïwan est la première à avoir fait de telles expériences, et a ainsi montré que cet effet n'est pas une hypothèse satisfaisante. Je suis plus convaincu par les expériences avec les fourmis mortes ou avec l'autre espèce que par celles sur la dislocation du radeau à sec, précise Franck Vernerey, spécialiste du sujet à l'université du Colorado à Boulder. En effet, la cohésion du radeau est due à l'attachement des fourmis, et leur séparation peut prendre du temps. »

« Une autre limite de l'article est qu'il suggère que des phéromones pourraient expliquer l'action des fourmis et certains résultats, mais il n'y a pas de preuves directes », ajoute David Hu. Tzay-Ming Hong reconnaît que ce n'est qu'une « hypothèse raisonnable », mais il explique que, lorsque son équipe a « demandé à des collègues biologistes comment extraire ces phéromones, ceux-ci ont répondu : "mission impossible" ».

En revanche, les Taïwanais ont réussi à étudier les propriétés mécaniques de cette matière particulière. Cela n'a pas été simple. Il fallait d'abord enlever les reines, car, lorsqu'elles sont présentes, le radeau est plus complexe, avec au moins quatre couches, pour assurer la protection du passager royal. L'ensemble ressemble plus à une boule qu'à un radeau. Sans la reine, seules deux couches sont présentes : au fond, les fourmis boivent un peu la tasse, au-dessus, elles sont au sec, mais s'agitent pour combler les fissures.

Intervention sur la structure

Les chercheurs ont tiré plus ou moins vite sur la structure pour tester sa résistance, jusqu'à la rupture. Le radeau est très élastique, pouvant doubler de taille tout en gardant de façon surprenante une largeur constante, mais avec des trous plus nombreux. Si l'étirement est lent, les fourmis du dessus ont le temps d'intervenir pour « réparer » les faiblesses et aider leurs collègues du dessous. S'il est rapide, la cassure arrive bien plus tôt.

Au moment où les Taïwanais s'activaient, leurs collègues du Colorado faisaient d'autres découvertes. Dans un preprint (article non révisé par les pairs) de juillet 2023, ils aboutissent à des conclusions proches sur ces comportements élastiques étonnants, mais en mettant l'accent sur ce qu'il se passe au niveau individuel. Au lieu de s'accrocher et de se décrocher en permanence, les fourmis, en cas de forte tension, bloquent leur accroche. Cette équipe avait aussi démontré en 2022 que la masse flottante était capable de créer des protrusions, tels des tentacules qui exploreraient la surface à la recherche d'objets solides. *« Nous sommes face à un matériau actif dont les propriétés résultent d'effets collectifs, sans doute proches de ceux à l'œuvre dans nos tissus faits de cellules. Si on les comprend, on pourrait imaginer les répliquer dans des systèmes artificiels pour faire des matériaux "vivants" »,* explique Franck Vernerey.

Ses collègues taïwanais, habitués à sauter de sujet en sujet (branches de bambou, ballons de baudruche, origamis...), estiment en avoir fini avec les fourmis et vont passer à autre chose : la marche dans les flaques d'eau...