

TECHNOLOGIE

LES PREMIÈRES MACHINES MOLLES ARTIFICIELLES

Inspirés par la croissance des organes et des plantes, les baromorphes sont des actionneurs en élastomère qui, en une fraction de seconde, se gonflent en prenant la forme souhaitée.

Avez-vous remarqué que votre langue est une étonnante machine? Capable de se tordre et de s'allonger, elle peut avec sa pointe explorer toute zone de votre bouche.

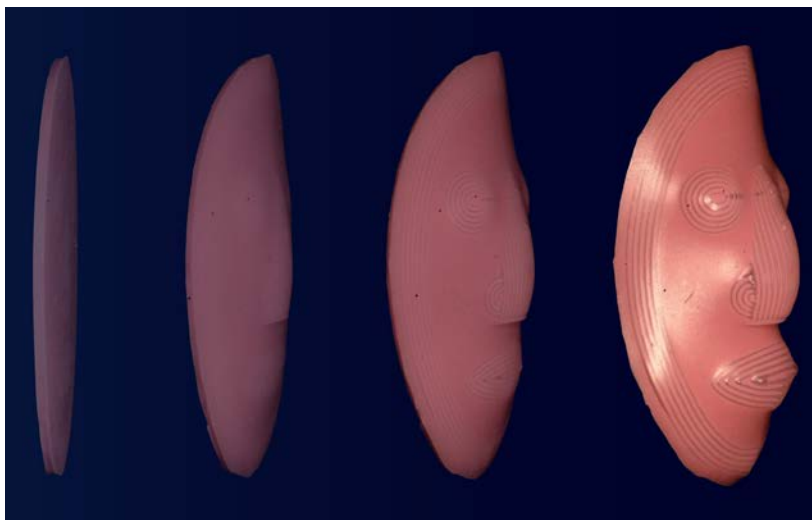
Les pieuvres ont huit outils de ce genre et la nature regorge d'exemples de telles «machines molles» capables de prendre très vite une forme utile. En inventant les «baromorphes», Emmanuel Siéfert et ses collègues, à l'ESPCI, à Paris, viennent de franchir un grand pas vers la réalisation de machines molles artificielles.

Les baromorphes sont formés de plaques d'élastomère (caoutchouc synthétique) contenant un réseau de canaux pressurisables. Lorsque de l'air y est insufflé ou aspiré, le dispositif, initialement plan, prend très vite une certaine forme dans l'espace, qui minimise son énergie élastique totale.

Passer d'un plan à une forme tridimensionnelle est difficile. Si l'on peut facilement courber une feuille de papier pour former un tube ou un cornet, il est impossible de lui conférer de la courbure dans deux directions à la fois sans la froisser. Les chercheurs ont résolu ce problème en imitant la croissance des organes ou des plantes: certaines parties de ces objets biologiques grandissent plus vite que d'autres, ce qui rend possible tous les types de forme. De façon similaire, dans un baromorphe, les parcours des canaux et leur densité déterminent l'amplitude et la direction de la croissance en chaque lieu. La forme atteinte par gonflement est ainsi codée dans le matériau.

Cependant, pour programmer à volonté une mise en forme par gonflement, il faut résoudre le problème inverse, c'est-à-dire déduire de cette forme les contraintes locales qui doivent régner et, partant, le cheminement des canaux et la valeur de la pression intérieure à appliquer pour conférer au baromorphe la forme voulue. Emmanuel Siéfert et ses collègues ont trouvé une méthode simple pour résoudre ce problème.

Ils ont remarqué que l'on peut déployer la forme recherchée en supposant que les canaux nécessaires suivent les projections sur le plan des courbes de niveau (lignes d'altitude constante) et monteront verticalement lors du



Ce baromorphe, initialement plat, prend sa forme de visage en moins d'une seconde quand on le gonfle.

3 HERTZ
C'EST LA FRÉQUENCE À LAQUELLE LES CHERCHEURS DE L'ESPCI ONT MIS EN ŒUVRE LE GONFLEMENT ET DÉGONFLEMENT DE LEUR ACTIONNEUR MOU EN FORME DE CÔNE.

gonflement. Si l'on fait cette approximation, alors la contrainte régnant en chaque point peut être calculée à partir de la pente perpendiculaire à la courbe de niveau dont le point fait partie. Cela permet de déterminer l'orientation et la densité des canaux à mettre en place dans le baromorphe dégonflé (une plaque plane). Il suffit alors de régler la pression intérieure à appliquer pour obtenir la forme recherchée.

Les chercheurs ont réalisé leurs premiers essais sur un dispositif capable de prendre en une fraction de seconde la forme d'un cône. Ils ont ensuite prouvé l'efficacité de leur méthode en fabriquant des baromorphes capables de se gonfler aussi vite en un bol, une selle et même une sorte de visage (voir les photos ci-dessus).

Ces dispositifs peuvent être très vite gonflés ou dégonflés; ils ont par ailleurs la facilité d'usage que permet la pneumatique, et la solidité et la résistance que leur confère l'élastomère. Une nouvelle famille d'actionneurs est ainsi née: les actionneurs mous, qui pourraient trouver de nombreuses applications, robotiques ou autres. Du reste, l'ESPCI, l'organisme auquel appartiennent les chercheurs, n'a pas manqué de déposer un brevet pour protéger l'invention. ■

FRANÇOIS SAVATIER

E. Siéfert et al., *Nature Materials*, en ligne le 19 novembre 2018

UNE SUPER-TERRE À DEUX PAS D'ICI

Distante de seulement six années-lumière, l'étoile de Barnard est la quatrième étoile la plus proche du Soleil. Grâce à diverses méthodes d'observation et plus de vingt ans de données, Ignasi Ribas, de l'institut des études spatiales de Catalogne, à Barcelone, et ses collègues ont montré que cette étoile naine rouge est accompagnée d'une exoplanète de type super-Terre. La période de révolution de celle-ci est de 233 jours et sa masse est au moins 3,2 fois celle de la Terre.

L'ARAIGNÉE QUI ALLAITE

L'allaitement est l'apanage des mammifères... du moins le pensait-on. Si de rares exemples de lactation chez des non-mammifères sont connus, celui de *Toxotes magnus*, une araignée sauteuse, est exceptionnel. Zhanqi Chen, de l'Académie des sciences chinoise, et ses collègues ont montré que les bébés araignées ingéraient des gouttes de lait sécrétées à la base de l'abdomen de la mère. En outre, ce fluide nutritif est indispensable à la croissance et la survie des petits jusqu'à l'âge adulte.

DES VIRUS GÉANTS TROUVÉS EN FORÊT

La découverte des virus géants a bousculé notre vision du monde des microorganismes. Jusqu'à récemment, les virus étaient considérés comme plus petits que les bactéries et dotés d'un génome plus restreint. Or les virus géants rivalisent de taille avec certaines bactéries. Alors que la plupart ont été découverts en milieu aquatique, Jeffrey Blanchard, de l'université du Massachusetts, et ses collègues viennent de découvrir par hasard seize nouveaux virus géants dans le sol de la forêt près de leur laboratoire.

SOUTIEN SOCIAL CHEZ LA HYÈNE

Dans les sociétés de mammifères, les chefs de clan sont très souvent des mâles. Cette dominance a longtemps été expliquée par la testostérone, une hormone masculine. En effet, celle-ci stimule la croissance, le développement des muscles et l'agressivité d'un individu, le rendant plus compétitif. Mais alors, comment expliquer l'émergence de sociétés matriarcales, dominées par des femelles, comme chez les hyènes? François Rousset, de l'université de Montpellier, et ses collègues se sont intéressés au cas de ces carnivores sociaux.

Entre 1996 et 2017, les chercheurs ont suivi plus de 700 hyènes en Tanzanie, appartenant à huit clans différents. Ils se sont surtout intéressés à l'issue des confrontations entre individus issus du même clan ou de deux clans différents, en comparant la masse, le sexe et le soutien social des deux hyènes.

Comment définir le soutien social? Les chercheurs ont considéré que la hyène qui bénéficiait du plus grand nombre d'individus apparentés dans le clan disposait du plus grand soutien social. Ce soutien passe surtout par la voie maternelle. Et comme, chez les hyènes tachetées, à l'âge adulte, les mâles quittent le clan pour aller s'accoupler, les femelles sont



En Afrique, les hyènes tachetées (*Crocota crocuta*) sont connues pour leurs sociétés matriarcales.

avantagées sur le plan du soutien social. « Nous nous sommes rendu compte que ni la masse ni la corpulence ne favorisaient la victoire d'un individu. Les hyènes disposant du plus fort soutien social, généralement les femelles, avaient plus de 75% de chance de remporter le conflit au sein d'un clan », indique François Rousset.

Ces travaux expliquent aussi le comportement de certaines hyènes qui adoptent les petits d'autres femelles, étendant ainsi leur relation de parenté: une stratégie efficace pour gagner en soutien social! ■

CORALINE MADEC

C. Vulliamd et al., *Nature Ecology & Evolution*, en ligne le 19 novembre 2018

LE PARFUM DE LA TRUFFE

Les fins gourmets en raffolent depuis des siècles: la truffe est une denrée gastronomique dont le prix atteint parfois des sommets. Ce trésor comestible des forêts est en fait la fructification de champignons ectomycorhiziens, qui vivent en symbiose avec les racines de certains arbres. Pour comprendre pourquoi chaque espèce de truffe a un parfum unique, Francis Martin et son équipe de l'Institut national de la recherche agronomique (Inra) ont coordonné un consortium international pour séquencer le génome de plusieurs champignons, dont la truffe blanche d'Alba.

Les chercheurs ont ainsi montré que le cocktail de composants organiques volatils responsable des parfums des truffes est composé d'une cinquantaine de molécules. Ce mélange, différent d'une espèce à l'autre, reposerait surtout



La truffe blanche d'Alba (*Tuber magnatum*), la plus chère, pousse essentiellement dans le Piémont, en Italie.

sur l'expression différentielle d'un répertoire de gènes que l'on retrouve chez toutes les truffes. Les différents parfums spécifiques à chaque espèce de truffes dépendraient donc de l'activité sélective de certains gènes, plutôt que de l'absence ou de la présence de ces derniers. ■

WILLIAM ROWE-PIRRA

C. Murat et al., *Nature Ecology and Evolution*, vol. 2, pp. 1956-1965, 2018