

BIOMÉCANIQUE

COMMENT L'ÉLÉPHANT FAIT DE SA TROMPE UN OUTIL POLYVALENT

Pour exploiter toutes les possibilités de sa trompe, le pachyderme en simplifie l'usage en le réduisant à un enchaînement de mouvements élémentaires.

Décortiquer des cacahuètes, soulever des charges atteignant 270 kilogrammes, sentir, tâter, porter de l'eau à sa bouche, communiquer par signes, émettre des sons, s'asperger, se battre..., c'est autant d'actions que l'éléphant est capable de réaliser avec sa seule trompe. Cet organe polyvalent de plus d'une centaine de kilogrammes, né de la fusion entre le nez et la lèvre supérieure, est dépourvu d'os, ce qui semble lui offrir un nombre de degrés de liberté illimité. Michel Milinkovitch, de l'université de Genève, et ses collègues ont étudié la dynamique de la trompe de l'éléphant en action et ont identifié une série de mouvements de base dans l'utilisation qu'en fait le pachyderme.

Autour de ses deux canaux nasaux, la trompe de l'éléphant se compose surtout de muscles. Grâce à des méthodes modernes d'imagerie, l'équipe de Michel Milinkovitch a distingué six groupes musculaires. Ces derniers sont orientés dans la trompe de diverses façons : longitudinale, transversale et oblique, ce qui offre à l'éléphant un champ d'action très vaste. L'animal peut non seulement courber sa trompe dans la direction qu'il souhaite, mais il peut aussi la tordre, l'allonger ou la rétracter.

Encore faut-il savoir se servir de tant de muscles ! Pour tester les pachydermes, les chercheurs leur ont proposé d'attraper et de déplacer plusieurs objets de diverses formes, tailles et masses. Grâce à la pose de marqueurs réfléchissants sur la trompe, les chercheurs ont modélisé son action en trois dimensions, à l'instar du système de capture du mouvement utilisé au cinéma. Les éléphants ont démontré toute une palette de techniques de préhension en enroulant leur trompe autour des objets les plus volumineux, en saisissant les plus petits simplement avec les petits appendices situés à l'extrémité de l'organe, ou même en s'en



Alors que sa trompe est continuellement flexible, l'éléphant peut la courber de façon à former des segments rigides, comme reliés par des articulations.

35 %

LES CHERCHEURS ONT MESURÉ QU'EN L'ÉTIRANT AU MAXIMUM, UN ÉLÉPHANT POUVAIT ALLONGER

servant comme d'une ventouse sur la surface de l'objet si celui-ci était trop plat. Les chercheurs ont identifié dix-sept mouvements de base qui composent l'ensemble de ces techniques. Face à une tâche nouvelle, les éléphants expérimentent plusieurs de ces briques élémentaires à la suite en se référant à des situations précédentes, jusqu'à trouver la plus efficace.

Malgré le nombre de degrés de liberté dont jouit une trompe, le pachyderme se rapporte donc à des gestes bien plus simples. De façon surprenante, l'animal peut aussi déformer sa trompe pour construire des segments rigides connectés par des articulations virtuelles, donnant l'impression de l'existence d'un coude et d'un poignet, alors que leur trompe ne comporte aucun os et est continuellement flexible et déformable. On observe également cette simplification du mouvement en petits segments sur les bras des pieuvres.

D'après Michel Milinkovitch et ses collègues, les propriétés de la trompe de l'éléphant et sa polyvalence seraient une source d'inspiration très riche pour la robotique. L'organe de l'animal est par exemple capable de se manipuler lui-même, pour se gratter ou se nettoyer, une compétence qui servirait à bien des bras mécaniques. ■ V. R.

P. Dagenais et al., *Current Biology*, vol. 31, pp. 1-11, 2021

CE QUE DÉPENSE L'ORGANISME

De combien de calories votre corps a-t-il besoin? Herman Pontzer, de l'université Duke, aux États-Unis, et ses collègues ont récolté les données de 6400 personnes pour retracer les besoins énergétiques de l'organisme au cours de la vie. Ils ont identifié quatre phases. Les dix-huit premiers mois, la dépense du nouveau-né, rapportée à son poids, atteint 150% de celle d'un adulte. Après un pic d'activité entre 5 et 10 ans, elle baisse pour atteindre un plateau entre 20 et 60 ans, où elle reste stable au point de n'être même pas affectée par une grossesse! Au-delà, elle décline jusqu'à ne valoir à 90 ans que 74% de sa valeur à l'âge adulte. Une fois consolidés, ces modèles affinaient considérablement le suivi nutritionnel des patients au cours d'un traitement médical, à tout âge. ■

V. R.

H. Pontzer et al., *Science*, vol. 373, pp. 808-812, 2021

PÉRÉGRINATIONS D'UN MAMMOUTH

Les premiers humains arrivés sur le continent américain y ont côtoyé le mammouth laineux, disparu vers la fin de la dernière période glaciaire. Clément Bataille, de l'université d'Ottawa, au Canada, et ses collègues ont retracé avec précision l'itinéraire parcouru par un de ces pachydermes au cours de sa vie, grâce à l'analyse des isotopes contenus dans ses défenses. L'animal étudié est né dans le bassin du fleuve Yukon et a grandi au sein d'un troupeau qui migrerait régulièrement le long de la chaîne de montagnes Brooks. Il s'est probablement émancipé vers sa seizième année, enchaînant alors des déplacements sur de très grandes distances. Les deux dernières années avant sa mort, le mammouth s'est enfin cantonné à une région côtière au nord-est de l'Alaska, où ses restes ont été retrouvés. En vingt-huit ans de vie nomade, le pachyderme aura parcouru l'équivalent de presque deux fois le tour de la Terre. ■

V. R.

M. Wooller et al., *Science*, vol. 373, pp. 806-808, 2021

QUAND L'EAU DEVIENT MÉTALLIQUE



La goutte alcaline est recouverte d'une mince pellicule d'eau. Cette dernière, dopée par les électrons cédés par les éléments alcalins, devient conductrice et prend une couleur métallisée.

L'eau pure est un très mauvais conducteur électrique. Dans la vie quotidienne, c'est grâce à la présence fréquente d'ions dans ce liquide qu'un courant peut y circuler. La plupart des matériaux isolants peuvent devenir conducteurs sous une haute pression. Mais pour transformer de l'eau pure en métal, il faudrait une pression de 15 millions de bars (1 bar est environ égal à la pression de l'atmosphère terrestre)! Philip Mason, de l'Académie des sciences tchèque, à Prague, et ses collègues ont trouvé une autre solution pour réaliser cette transformation.

L'idée consiste à enrichir l'eau en électrons en mettant le liquide en contact avec des métaux alcalins, tels que le sodium ou le potassium, dont les atomes cèdent facilement un électron. Cependant, ces éléments réagissent violemment avec l'eau en libérant rapidement du dihydrogène, qui peut s'enflammer ou détoner en présence d'oxygène. Les chimistes ont donc cherché des conditions dans lesquelles les électrons diffuseraient dans l'eau plus vite qu'ils ne réagiraient. Pour ce faire, ils ont introduit des gouttes d'un alliage liquide de sodium-potassium dans une enceinte sous vide contenant un peu de vapeur d'eau. Alors que les molécules d'eau s'adsorbent à la surface de la goutte, les électrons libres de l'alliage migrent rapidement dans la pellicule d'eau. Ainsi dopée, cette couche devient conductrice et prend une couleur dorée pendant quelques secondes. Grâce à des analyses spectroscopiques complémentaires (par spectrométrie de photoélectrons induits par rayons X), Philip Mason et ses collègues ont confirmé que l'eau était bien devenue métallique pendant cette phase. Au bout de cinq secondes, la pellicule d'eau change de couleur et devient blanche, avec la formation d'hydroxydes alcalins. ■

S. B.

P. E. Mason et al., *Nature*, vol. 595, pp. 673-676, 2021