



ATTENTION: sous embargo jusqu'au 23 août 2021, 17h heure locale

Comprendre comment les éléphants utilisent leur trompe

Une équipe pluridisciplinaire de scientifiques de l'UNIGE a identifié comment les éléphants ont développé des stratégies qui réduisent la complexité biomécanique de leur trompe.

La trompe de l'éléphant présente une extraordinaire polyvalence cinématique puisqu'elle peut délicatement manipuler un simple brin d'herbe tout comme porter des charges allant jusqu'à 270 kilogrammes. En utilisant des technologies de capture de mouvement développées pour l'industrie du cinéma, une équipe de scientifiques de l'Université de Genève (UNIGE) démontre que les comportements complexes de la trompe de l'éléphant émergent de la combinaison d'un ensemble fini de mouvements de base tels que la propagation d'une courbure et la formation de pseudo-articulations. En outre, l'équipe suisse démontre que la vitesse de la trompe de l'éléphant obéit à une loi mathématique observée dans les mouvements de dessin de la main humaine. Ces résultats sont publiés dans la revue *Current Biology*.

Les corps articulés comme le squelette humain sont constitués d'articulations en série, limitant le nombre de mouvements possibles qu'ils peuvent accomplir. À l'inverse, la trompe de l'éléphant est flexible sur toute sa longueur: les contractions coordonnées des muscles se traduisent par des torsions, des flexions, des allongements, des raccourcissements et des raideurs, et tout cela sans le soutien d'un quelconque os. Ces changements de forme reposent sur le volume constant des tissus autoportants de la trompe, permettant d'effectuer une plus grande variété de mouvements par rapport aux appendices articulés. Par conséquent, comprendre comment l'éléphant gère cette complexité et réussit à contrôler le mouvement de sa trompe est un défi complexe. Pour étudier cette question, une équipe pluridisciplinaire dirigée par Michel Milinkovitch, professeur au Département de génétique et évolution de la Faculté des sciences de l'UNIGE et chef de groupe à l'Institut suisse de bioinformatique (SIB), a combiné des expériences de comportement et de capture de mouvement avec des techniques d'imagerie médicale de pointe.

De Gollum à la trompe de l'éléphant

Les chercheurs et chercheuses ont d'abord placé des marqueurs réfléchissants le long de la trompe de deux éléphants d'Afrique adultes et ont enregistré avec une grande précision leurs trajectoires en 3D à l'aide de plusieurs caméras infrarouges placées autour de la scène. Cette technologie est empruntée à l'industrie cinématographique: Gollum dans *Le Seigneur des Anneaux* ou les Na'vis dans *Avatar* ont pris vie en transposant sur des personnages créés numériquement les mouvements d'acteurs portant des marqueurs réfléchissants.

La solution est de simplifier

L'équipe suisse montre aujourd'hui que les éléphants utilisent un principe de simplification fondamental: les trajectoires sophisti-



© Sean Hensman

Michel Milinkovitch et l'un des éléphants utilisés dans cette étude, Bela Bela, Afrique du Sud.

quées de la trompe sont composées à l'aide d'un langage de blocs de construction cinématiques. En effet, les chercheurs et chercheuses ont identifié une 'boîte à outils' d'environ 20 mouvements de base simples qui sont combinés par la trompe pour produire un comportement complexe spécifique, de la même manière qu'une phrase complexe est constituée de la combinaison de mots plus simples. Les éléments qui sont sélectionnés et combinés dépendent de la tâche que l'éléphant accomplit. «Lors de la saisie et du maintien d'un objet pour le transport, la trompe présente une flexion localisée qui voyage ensuite de son extrémité vers sa base, tandis que lorsque l'éléphant atteint une cible placée devant lui, il allonge et rétracte des parties spécifiques de sa trompe de manière modulaire», explique Paule Dagenais, chercheuse dans l'équipe de Michel Milinkovitch. La variation des attributs des objets induit des transitions dans les stratégies de préhension correspondant à différentes combinaisons des 20 blocs de construction. Par exemple, lorsqu'il saisit un disque en bois léger, l'animal utilise la succion comme force de levage. En revanche, la succion n'est utilisée que pour sécuriser la position d'un disque plus lourd (métallique), tandis que la trompe s'enroule autour de celui-ci pour renforcer la préhension.

Articulations virtuelles, loi mathématique mystérieuse et biomimétisme

Lorsque la cible est placée sur le côté de l'animal, la stratégie de préhension des éléphants est très particulière: la trompe forme des segments rigides connectés par des articulations virtuelles donnant momentanément l'impression d'un coude et d'un poignet. «En outre, nous avons découvert que le ralentissement de la trompe lorsqu'elle suit une courbe peut être prédit précisément sur la base de la courbure locale de cette trajectoire; remarquablement, une telle relation mathématique entre la vitesse et la courbure de la trajectoire existe également pour la main humaine lorsqu'elle dessine», poursuit Michel Milinkovitch. Enfin, à l'aide de la tomographie par ordinateur (CT), de l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et de coupes en série, l'équipe suisse a caractérisé l'anatomie de la trompe des éléphants d'Afrique et d'Asie avec une précision sans précédent. En analysant ces données anatomiques à la lumière des résultats comportementaux et cinématiques, les scientifiques ont pu établir un lien étroit entre le système musculaire de la trompe et ses fonctions biomécaniques.

Tous ces résultats serviront de base au développement d'un nouveau concept de manipulation robotique souple qui permettrait à ces robots bio-inspirés de détecter, d'atteindre, de saisir, de manipuler et de libérer toute une série de charges utiles et d'objets de formes et de tailles diverses.

Retrouvez des vidéos et des photographies de cette étude sur ce [site](#).

contact

Michel Milinkovitch

Professeur ordinaire
Département de génétique et
évolution
Faculté des sciences
+41 78 695 9522

Michel.Milinkovitch@unige.ch

DOI: 10.1016/j.cub.2021.08.029

UNIVERSITÉ DE GENÈVE
Service de communication
24 rue du Général-Dufour
CH-1211 Genève 4

Tél. +41 22 379 77 17
media@unige.ch
www.unige.ch