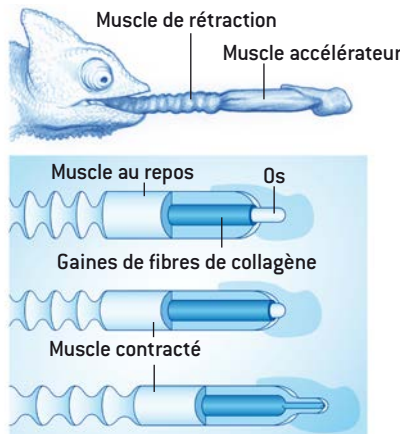


LA PROJECTION DE LA LANGUE commence par la contraction du muscle accélérateur, qui met en tension les gaines de fibres de collagène entourant l'os. Quand, sous l'effet de la contraction, ce système s'est allongé au point d'atteindre l'extrémité conique de l'os, l'énergie élastique emmagasinée par les gaines de collagène se relâche d'un coup en direction de l'axe central, ce qui pousse fortement les gaines vers l'avant.



accélérations de la langue sont telles que la pesanteur ne joue pas de rôle : la langue s'allonge tout droit, jusqu'à frapper sa cible avant que celle-ci ne s'aperçoive de quoi que ce soit.

■ LES AUTEURS



Jean-Michel COURT et Édouard KIERLIK sont professeurs de physique à l'université Pierre-et-Marie-Curie, à Paris. Leur blog : www.scilogs.fr/idees-de-physique

Une langue bien gluante

Atteindre la proie n'est pas tout, il faut aussi la ramener vers la bouche. Comment ? Le caméléon doit, avant d'actionner le muscle rétracteur, bien saisir l'insecte avec le bout de sa langue. Lorsque l'axe central, tendu et ferme, de la langue atteint la cible, cette partie cesse immédiatement de progresser tandis que les tissus mous qui l'entourent continuent à avancer et enveloppent en par-

tie la proie. La surface de contact entre cette dernière et la langue est ainsi optimisée.

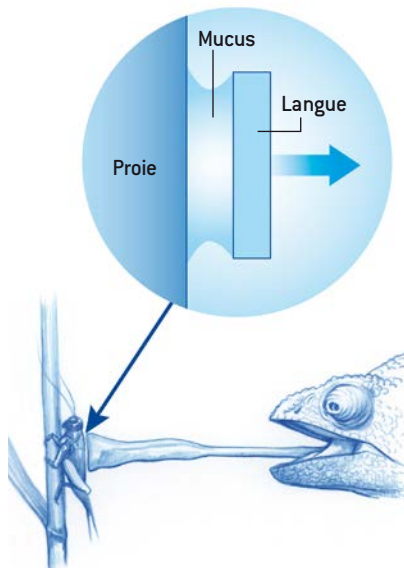
Mais qu'est-ce qui assure la prise ? On invoque différents mécanismes. Le premier relève d'un simple effet velcro. La langue est recouverte de papilles qui lui confèrent de la rugosité : elle épouse ainsi les irrégularités de la surface de la proie et la rétraction de la langue verrouille ces accroches. Le deuxième mécanisme s'apparente plutôt à l'effet ventouse. Lorsque le caméléon propulse sa langue, la massue qui termine celle-ci est convexe, mais on a découvert que pendant le trajet et juste avant l'impact, les muscles du centre de la langue se rétractent, de sorte que la massue devient concave et crée ainsi une dépression.

Pour quantifier la succion qui en résulte, des chercheurs ont étudié en 2000 la force qu'exerçait un caméléon endormi, mais dont la langue était stimulée électriquement, sur une paille de verre, selon que cette dernière était ouverte ou fermée à l'autre extrémité. Ils ont mis en évidence une force nettement plus importante sur la paille fermée, où la pression à l'intérieur peut diminuer comme dans une ventouse, que sur la paille ouverte, à pression atmosphérique.

Ce n'est pas la fin de l'histoire : en 2016, une équipe franco-belge a revu à la hausse la contribution d'un autre mécanisme, l'adhésion visqueuse, dite encore adhésion de Stefan, du nom du physicien slovène qui l'a identifié en 1874.

Imaginons un film d'eau qui baigne l'interstice entre deux plaques que l'on tente de séparer en tirant dessus, par exemple un objet à base plate sur une surface mouillée. Cette séparation va provoquer un écoulement d'eau dans l'espace interstitiel afin qu'il demeure rempli de liquide. L'eau, soumise à de fortes contraintes, acquiert de la vitesse selon l'axe perpendiculaire aux plaques, mais aussi dans le plan qui leur est parallèle. En raison de la viscosité du liquide, c'est-à-dire de la friction entre ses différentes couches en écoulement, une résistance à la traction apparaît. Cette force d'adhésion visqueuse est directement proportionnelle à la viscosité du liquide et à la vitesse de séparation des plaques.

LA SAISIE DE LA PROIE résulte d'un effet de succion exercé par la langue, mais aussi et surtout d'un phénomène d'adhésion visqueuse. La langue est recouverte d'un mucus très visqueux. Lors de son retrait, la traction exercée sur le film de mucus y engendre des écoulements qui, en raison de la viscosité, créent une résistance à la traction, donc une force d'adhésion.



Pour en revenir au caméléon, les chercheurs ont d'abord établi que sa salive est très visqueuse : avec une viscosité de 4 poises, elle l'est 400 fois plus que la salive humaine. Étant donné l'épaisseur du film de mucus, de l'ordre de 50 micromètres, et la surface de contact, d'environ 15 millimètres carrés, on obtient des forces de l'ordre de 0,1 newton (soit le poids de 10 grammes) pour des vitesses d'étirement de l'ordre du micromètre par millièmètre de seconde.

Ces forces sont considérables, mais elles diminuent fortement quand le film s'épaissit. Or plus la cible est grosse et sa masse importante, plus la force d'adhésion doit être intense pour la mettre en mouvement, ce qui nécessite des vitesses d'étirement du film plus élevées, tous les autres paramètres demeurant identiques. Mais cela conduit à une augmentation plus rapide de

l'épaisseur du film et à une chute brutale de la force d'adhésion avec, *in fine*, un risque de détachement de la proie.

Une étude complète qui tient compte de l'élasticité de la massue de la langue montre qu'il existe une taille limite de proie au-delà de laquelle l'adhésion visqueuse ne permet plus la capture. Cette limite est d'ailleurs supérieure aux tailles des proies habituellement constatées.

En deçà de cette limite, comment s'achève le trajet du repas du caméléon ? Une fois le ressort du bout de la langue détendu, la force d'adhésion s'évanouit d'elle-même, mais la proie a acquis suffisamment de vitesse pour accompagner, grâce à son inertie, le repliement en accordéon de la langue. Elle file alors à vitesse constante jusqu'à la bouche de notre prédateur. Bon appétit !

BIBLIOGRAPHIE

F. Brau *et al.*, Dynamics of prey prehension by chameleons through viscous adhesion, *Nature Physics*, vol. 12, pp. 931-935, 2016.

J. H. de Groot et J. L. van Leeuwen, Evidence for an elastic projection mechanism in the chameleon tongue, *Proc. R. Soc. Lond. B*, vol. 271, pp. 761-770, 2004.



Retrouvez la rubrique
Idées de physique sur
www.pourlascience.fr

Toutes les archives



■ Pour la Science
■ Dossier
Pour la Science
depuis
1996

Disponibles sur www.pourlascience.fr*

*Numéros à lire en ligne ou à télécharger au format PDF