

BIOPHYSIQUE

COMMENT L'ÉLÉPHANT RÉGULE SA TEMPÉRATURE

Grâce au très grand nombre de minicrevasses dont sa peau est parcourue, l'éléphant d'Afrique retient de l'eau qui, en s'évaporant, rafraîchit son corps.

La transpiration est un mécanisme très répandu chez les mammifères. C'est en effet un moyen efficace pour réguler la température du corps et ainsi la maintenir constante (on parle d'homéothermie). Vivant sous des climats très arides, les éléphants d'Afrique sont pourtant dépourvus de glandes sudoripares qui produisent la sueur. Comment arrivent-ils donc à se refroidir? En humidifiant régulièrement leur peau, qui a la particularité d'être très poreuse. L'eau ainsi stockée s'évapore et refroidit l'animal. Mais une question restait en suspens: comment la peau de l'éléphant peut-elle absorber autant d'eau? Michel Milinkovitch, de l'université de Genève et de l'Institut suisse de bio-informatique, et son équipe ont montré que cette étonnante capacité provient de la structure très particulière de la peau du pachyderme.

En analysant la peau de dix éléphants, les chercheurs ont remarqué que la couche la plus externe de l'épiderme – la couche cornée – est traversée par un très grand nombre de minuscules crevasses. «Ces fractures, qui peuvent faire jusqu'à un millimètre de profondeur, explique Michel Milinkovitch, retiennent l'eau, dont l'évaporation progressive régule la température.» Toutefois, ces fractures épidermiques ne sont pas présentes à la naissance. C'est au cours de la première année qu'elles apparaissent. Mais par quels mécanismes?

Les chercheurs ont d'abord supposé que ces fractures épidermiques étaient dues au dessèchement des cellules mortes de la peau, un peu comme la boue craquelle en séchant. Chez l'éléphant, la couche cornée – formée par les cellules mortes – est très épaisse, 70 fois plus que la nôtre. «Contrairement à l'humain, l'éléphant n'élimine pas les cellules mortes qui se forment en permanence et s'accumulent à la surface de la peau», explique Michel Milinkovitch. Les chercheurs ont alors développé un modèle mathématique pour simuler la fracturation d'un matériau qui se rétracte en raison de son assèchement. «Mais les motifs que formaient les craquelures dans le modèle ne correspondaient pas aux formes polygonales présentes chez tous les éléphants que nous avons étudiés.»



La peau de l'éléphant d'Afrique est couverte d'infimes crevasses (non visibles à l'œil nu), qui, au total, peuvent retenir de grandes quantités d'eau.

36 °C

EN AFRIQUE, L'ÉLÉPHANT MAINTIENT SA TEMPÉRATURE CORPORELLE À 36 °C DE PLUSIEURS FAÇONS : GRÂCE À SES POILS, À L'IMPORTANTE VASCULARISATION DE SES GRANDES OREILLES ET EN S'ASPERGEANT D'EAU.

Par la suite, l'observation microscopique de coupes de peau d'éléphant, prêtées par deux universités d'Afrique du Sud, a permis de mettre au point un deuxième modèle. Les scientifiques ont constaté que sous la couche cornée, la peau n'est pas lisse, comme chez la plupart des mammifères, mais vallonnée, recouverte de millions de petites bosses nommées papilles. Ces reliefs contraignent donc l'épaisse couche cornée à plier. «Les fractures obtenues dans ce nouveau modèle contournaient les papilles pour se former uniquement dans les dépressions cutanées, ce qui coïncidait parfaitement avec nos observations *in vivo*», souligne le chercheur.

La porosité de la peau de l'éléphant d'Afrique est donc le produit de deux innovations: le relief de son épiderme et l'épaisseur de sa couche cornée. Ainsi, si la peau de l'éléphant d'Asie, elle, ne craquelle pas, malgré son aspect vallonné, c'est que la couche cornée est trop mince. Michel Milinkovitch explique que les contraintes auxquelles était soumise l'évolution de ces animaux n'ont *a fortiori* pas été les mêmes: «L'éléphant d'Asie vit dans un climat beaucoup plus humide, où le refroidissement par évaporation de l'eau n'est pas une stratégie efficace.» ■

CORALINE MADEC

A. F. Martins et al., *Nature Communications*, vol. 9, article 3865, 2018

HYPÉRION, UN PROTOSUPERAMAS

Grâce à l'instrument Vimos du VLT, au Chili, l'équipe d'Olga Cucciati, de l'Institut d'astrophysique à Bologne, en Italie, a découvert la plus grande et massive structure dans l'Univers lointain. Ce protosuperamas de galaxies, surnommé Hypérior par les chercheurs, a été observé dans l'Univers jeune de seulement 2,3 milliards d'années. Sa masse, supérieure à 10^{15} masses solaires, et sa structure déjà complexe surprennent. Comment un tel amas a-t-il pu se former aussi vite dans l'Univers primordial ?

LE FIL « EN ACIER » DE LA VEUVE NOIRE

Cette araignée produit des protéines, les spidroïnes, qu'elle stocke dans une glande sous la forme de micelles (des paquets nanométriques). Par pression, elle en extrait un fil, dont la formidable propriété de résistance restait à comprendre. Grâce à des techniques d'imagerie, Gregory Holland, de l'université d'État de San Diego, et ses collègues ont montré que, lors de l'extraction du fil, les sous-structures des micelles s'allongent et sont à l'origine de la résistance du fil.

ON RECONNAÎT PRÈS DE 5 000 VISAGES

Pendant une grande partie de leur histoire, les humains ont vécu par groupes de moins d'une centaine d'individus. Cependant, chaque individu semble pouvoir reconnaître bien plus de visages qu'une centaine. Rob Jenkins, de l'université de York, au Royaume-Uni, et deux collègues ont montré que, en moyenne, nous sommes capables de reconnaître près de 5 000 visages. Mais cette capacité varie beaucoup d'une personne à l'autre, même si les moins doués d'entre nous reconnaissent malgré tout environ 1 000 portraits !

UN TÉTRAPODE AU LAOS

Emmenée par Jean-Sébastien Steyer, du Muséum national d'histoire naturelle et du CNRS à Paris, une équipe de paléontologues a découvert un chroniosuchien, c'est-à-dire un très ancien tétrapode prédateur. La découverte n'a rien d'anodin, tant sur le plan paléocologique que paléogéographique.

Il y a plusieurs années, en prospectant au Laos, Jean-Sébastien Steyer et son équipe ont repéré un bloc où affleurait une mâchoire. Une fois ce fossile extrait, dégagé et scanné, les chercheurs reconnurent un crâne de chroniosuchien du Permien (il y a 298,9 à 252,2 millions d'années). Nommé *Laosuchus naga*, ce «monstre crociloïde du Laos» menait une vie comparable à celle de nos crocodiles actuels, qui sont inféodés à l'eau douce. Les dents acérées de sa gueule suggèrent un régime surtout piscivore.

Le fait que *Laosuchus naga* soit un chroniosuchien du Laos est étonnant, puisque la roche du bassin sédimentaire de Luang Prabang dont il provient, datant d'environ 250 millions d'années, appartient à la plaque dite indochinoise. Or comme *Laosuchus naga* était inféodé à l'eau douce, ses ancêtres n'avaient pu y venir en traversant la mer. Qu'en conclure ? Qu'au Trias (il y a 252,2 à 201,3 millions d'années), la



Le très crociloïde crâne fossile du chroniosuchien *Laosuchus naga*, présenté sur ses quatre faces.

plaque indochinoise était – ou du moins fut pendant un temps – rattachée à la plaque eurasiatique, donc à la Pangée, cette grande terre qui, à l'époque, rassemblait tous les continents. Or, jusqu'ici, les géologues débattaient sur sa configuration. Pour autant, la connexion terrestre que prouve la découverte de *Laosuchus naga* avait déjà été proposée, après la découverte de certaines plantes fossiles et de dicynodontes, c'est-à-dire de reptiles mammaliens inféodés au milieu terrestre, qui eux non plus n'ont pas pu atteindre l'Indochine permienne à la nage! ■

FRANÇOIS SAVATIER

T. Arbez et al., *Journal of Systematic Paleontology*, en ligne le 27 septembre 2018

PROTÉGER LES VIEILLES PIERRES

Les monuments en pierre de taille exposés aux intempéries sont altérés par l'acidité des pluies, qui rongent les calcaires, mais aussi par des colonies de bactéries qui forment des biofilms à leur surface et fragilisent leur structure. Alors que la protection contre ces deux fléaux est un enjeu majeur de la protection du patrimoine sculptural et architectural, les solutions peinent à émerger. Archismita Misra, de l'université d'Ulm, en Allemagne, et ses collègues proposent d'utiliser un type de liquide ionique, dénommé POM-IL (formé d'agrégats nanométriques d'oxydes métalliques et des ions ammonium), et déjà utilisé comme traitement de surface sur des métaux pour ses propriétés hydrophobes et biocides.

Les chercheurs ont badigeonné des pierres calcaires de POM-IL, selon un procédé



Comment protéger les gargouilles de la cathédrale Notre-Dame, à Paris, contre les attaques des pluies acides ?

transposable en conditions réelles. Soumises à des vapeurs d'acide acétique, afin d'imiter des pluies acides, et ensemencées avec des colonies de bactéries, les pierres avec revêtement n'ont subi quasiment aucun dommage, comparées à celles non badigeonnées de POM-IL. ■

MARTIN TIANO

A. Misra et al., *Angewandte Chemie Int. Ed.*, vol. 57(45), pp. 14926-14931, 2018