

> sauvages. Nous pensions en effet qu'il serait important, quelle que soit la taille d'un crocodilien, de rapporter la force de morsure mesurée à la masse de l'animal, car cela nous permettrait de faire des comparaisons avec les forces mesurées sur d'autres espèces, quelle que soit la forme de leurs corps.

L'ensemble du processus revient en quelque sorte à faire du rodéo sur taureau, sauf qu'un professionnel de ce sport à qui j'en parlais m'a dit ne vouloir en aucun cas essayer, car les « taureaux, au moins, ne reviennent pas vous dévorer ». Il m'est arrivé aussi de maîtriser et mesurer la force de morsure d'un alligator de quatre mètres en compagnie de George Saint-Pierre, un Québécois qui, aux États-Unis, passe pour le plus grand spécialiste du combat libre de tous les temps. Or George a ensuite déclaré que nous étions des fous et qu'il avait vécu là l'expérience la plus effrayante de sa vie!

En fait, ceux qui travaillent étroitement avec des crocodiles ne les trouvent pas particulièrement dangereux. Cependant, les croco-

communément que la force de morsure reflète de façon fiable l'efficacité de prédation d'un animal muni de dents. Il ne s'agit toutefois que d'une indication indirecte de quelque chose qui n'est pas directement mesurable (ici l'efficacité prédatrice). Afin de juger de l'efficacité avec laquelle un crocodilien chassera avec succès les proies qu'il rencontre à l'interface terre-eau, le paramètre biologique le plus pertinent dans notre cas est la pression dentaire. Cette grandeur indique si les dents peuvent vraiment pénétrer dans la chair, c'est-à-dire dans un bloc composé de peau, de cuticule, de coquille, d'os, etc. Les pressions exercées par les couronnes dentaires (la partie de la dent qui dépasse de la gencive) cisailent les tissus et y créent des fissures ou des perforations, qui s'ouvrent d'autant plus que la force de morsure est élevée. Un crocodilien peut ainsi soit mettre immédiatement à mort une proie, soit s'assurer une prise solide afin de la noyer.

DES MOULAGES POUR ESTIMER LA PRESSION EXERCÉE PAR LES DENTS

Pour estimer la pression dentaire après chaque prise de mesure de la force de morsure, nous glissons une planche entre les mâchoires de l'animal, que nous maintenions fermées. J'en profitais pour prélever une empreinte des dents à l'aide de mastic dentaire. La planche bloque tout réflexe de morsure que pourrait avoir le crocodile en réaction au contact de ses dents avec un matériau, mes mains par exemple... Mais même après avoir réalisé des centaines de moulages dentaires, l'idée d'avoir à en faire encore un me fait frémir: mettre ses mains dans la gueule d'un crocodile est en effet contraire à l'instinct le plus élémentaire!

Une fois au laboratoire, nous tirions des empreintes obtenues des moules des dents, puis de ces derniers les superficies de contact de leurs pointes. En divisant la force de morsure par les valeurs obtenues, nous en déduisions les pressions dentaires.

Ce que nous avons appris au cours de l'étude de plus de 500 individus, représentant toutes les espèces de crocodiliens actuels, remet en cause une partie des connaissances admises sur ces animaux. Auparavant, les spécialistes de ces animaux prédisaient des différences importantes entre les forces de morsure de diverses espèces crocodyliennes. Les animaux dotés de museaux fins, de fines dents et qui se nourrissent de proies tendres telles que les poissons étaient supposés mordre avec des forces assez faibles, tandis que ceux munis de crânes massifs et de dents capables de broyer os et coquilles étaient censés mordre avec des forces élevées.

Au lieu de cela, nous avons constaté que tous les crocodiliens peuvent mordre très fortement. Nos chiffres révèlent que, à l'exception



L'auteur, Gregory Erickson, en train de mesurer la force de morsure d'un alligator.

diles les plus imposants nous arrêtent un peu, et même un petit crocodile peut vous arracher le bras si vous ne faites pas assez attention. Comme les vétérinaires avec les chiens, nous avons appris à lire le comportement d'un crocodilien et à le manipuler sans lui faire de mal et sans qu'il en fasse. Les règles fondamentales sont de se tenir à distance des extrémités pointues et d'éviter d'être au bord de l'eau. Les crocodiliens sont en effet extrêmement furtifs; même un crocodile de cinq mètres de long peut passer inaperçu dans une eau peu profonde et en jaillir brutalement pour vous attaquer...

La mise au point de notre protocole de mesure exigeait de régler la question de l'interprétation des données. On considère

du gavia, qui est piscivore, les crocodiliens présentent les mêmes forces de morsure par unité de masse corporelle, indépendamment du régime alimentaire et de la grosseur du museau. Les forces de morsure les plus élevées de notre échantillon vont jusqu'à 1700 kilogrammes environ (les forces sont exprimées ici en unités de masse, un kilogramme équivalant à 9,81 newtons, son poids sur Terre). Ces valeurs éclipsent complètement celles mesurées chez certains mammifères carnivores tels que la hyène tachetée (environ 630 kilogrammes), le lion et le tigre (environ 450 kilogrammes). À titre de comparaison, les forces de morsure d'un humain atteignent seulement 90 kilogrammes. On me demande souvent si l'on peut s'extraire des mâchoires d'un crocodile ou d'un alligator. La force de morsure d'un grand crocodilien équivaut au poids d'une voiture, de sorte que je réponds que pour s'en sortir, il faut être capable de soulever une voiture...

Tous les biologistes connaisseurs des crocodiliens avec qui j'avais discuté avant de mener ces travaux affirmaient que les alligators sauvages – très vifs et tout en dents et griffes, car ils doivent lutter pour survivre – mordaient avec une force supérieure à celle de leurs congénères en captivité, souvent obèses et léthargiques. Au lieu de cela, nous avons découvert qu'à poids égal, ils serrent tous leurs mâchoires avec la même puissance. Cette constatation a l'intérêt de montrer que l'on peut utiliser les données obtenues sur les animaux en captivité pour estimer les performances des crocodiliens sauvages et celles des formes fossiles.

Lorsque nous avons extrapolé nos résultats pour estimer la force de morsure de *Sarcosuchus* et de certains crocodiliens géants du passé, nous avons trouvé des valeurs tournant autour de 10 000 kilogrammes, soit le poids d'un petit camion. À l'autre extrémité du spectre, nous avons aussi estimé la force de morsure de *Procaimanoidea*, un crocodilien de seulement 0,75 mètre de long qui vivait il y a quelque 40 millions d'années; nous avons trouvé 64 kilogrammes. Mon ancien doctorant, Paul Gignac, aujourd'hui maître de conférences à l'université d'État de l'Oklahoma, s'est servi de ces données pour évaluer la force de morsure des crocodiliens au cours de leur évolution.

UNE MÊME ARCHITECTURE MUSCULAIRE DEPUIS 85 MILLIONS D'ANNÉES

Nos trouvailles ont plusieurs conséquences concernant l'évolution des crocodiliens. Elles montrent d'abord que tout au long des 85 millions d'années de leur domination, ces gardiens des rives ont conservé la même architecture des muscles fermant les mâchoires. Elles conduisent aussi à une

nouvelle vision de la façon dont les crocodiliens ont, à plusieurs reprises, acquis les cinq formes principales de museau et de dents et les habitudes écologiques associées. On pourrait comparer les crocodiliens à des cisailles à gazon: si l'on souhaite disposer dans son jardin de plus de puissance, il suffira de passer à un modèle à plus gros moteur. De même, chaque fois que c'était avantageux dans un milieu donné, les crocodiliens ont acquis de

Les pressions dentaires des crocodiliens sont sans égales chez les autres animaux actuels

plus grandes tailles. Pour passer de la coupe d'herbe à des usages plus spécialisés comme la taille d'une haie ou l'élagage d'un arbre, il s'agit de changer d'outil coupeur. De même, les crocodiliens ont pu se spécialiser sur différentes proies grâce à la modification de leurs mâchoires et leurs dents.

Les pressions dentaires mesurées complètent cette vision. Comme les forces de morsure, les pressions dentaires des crocodiliens sont sans égales chez les autres animaux actuels, et elles augmentent avec la taille. Les valeurs trouvées varient entre 1 400 et 25 100 kilogrammes par centimètre carré, ce qui pulvérise le précédent record, à savoir 1 490 kilogrammes par centimètre carré chez *Dunkleosteus*, un poisson fossile géant. Nos résultats suggèrent que les régimes «généralistes» qui ont fait le succès des crocodiliens (aucun n'a de régime strictement spécialisé) ont été possibles du fait qu'ils sont tous capables de croquer les organismes vivant dans leurs environnements. Les différentes formes de dents rendent simplement possibles de plus ou moins grandes pressions en fonction du degré de spécialisation d'une espèce, ce qui augmente son efficacité de prédation sur les proies à chair tendre, tels les poissons, ou au contraire dures, tels les coquillages.

Sachant cela, mes étudiants et moi avons commencé à examiner de plus près les facteurs contribuant à la force de morsure. En 2010, Paul Gignac a étudié les muscles d'alligators ➤