

> Il répond: «1680 kilos!» Notre équipe et des badauds intéressés discutent avec animation du chiffre tandis que, tout en maintenant ma perche, j'attends que le crocodile libère le capteur. Une fois en sécurité, mon taux d'adrénaline redescend et je me rends compte de ce que nous venons de faire: mesurer la plus grande force de morsure jamais enregistrée chez un animal.

Cette étouffante journée australienne a constitué le point culminant de la série de recherches que je mène avec des collègues depuis dix-sept ans afin de comprendre la biomécanique de l'alimentation des crocodiliens, ordre de reptiles qui comprend aujourd'hui les crocodiles, les gavials, les alligators et les caïmans. Depuis plus de 85 millions d'années, ces superprédateurs dominent les eaux douces littorales et les estuaires des régions tropicales et tempérées chaudes. Les paléontologues s'interrogent depuis longtemps sur les raisons de leur succès évolutif. Or non seulement nos résultats expliquent la domination des crocodiliens actuels dans leurs habitats, ils élucident aussi comment leurs ancêtres en sont venus à régner sur les rives.

Les nombreux fossiles de crocodiliens montrent que la forme de leurs corps est restée en grande partie inchangée depuis des millions d'années. Leur taille a cependant

1 à 7 mètres. Et leurs museaux sont aussi variés que ceux des crocodiliens fossiles, chaque forme correspondant à un certain régime alimentaire. Les chercheurs distinguent ainsi: les museaux moyens à larges dents des crocodiliens à régime généraliste; les museaux étroits à dents fines et pointues des mangeurs de poissons ou de petites proies; les museaux larges et à grosses dents des mangeurs de mollusques et autres proies dures; et les museaux de chien de ceux qui se nourrissent en partie à terre. Ainsi, le rapprochement de la mécanique des mâchoires et du régime alimentaire des crocodiliens pourrait nous aider à mieux comprendre la survie de ces remarquables prédateurs ainsi que l'histoire de leurs ancêtres.

À l'époque où nous avons démarré nos recherches, les interprétations du museau, des types de dentition et des variations de taille n'étaient fondées que sur la spéculation et la modélisation, et très peu sur des données empiriques. Plusieurs raisons expliquaient ce manque de données: menacés par la surchasse, de nombreux crocodiliens sont difficiles d'accès; travailler auprès d'eux est dangereux; et pour couronner le tout, il n'existait aucune méthode de mesure des forces de morsure et des pressions exercées par les dents, ce qui est pourtant essentiel pour bien comprendre la mécanique des mâchoires. Cela allait changer.

En 2001, le producteur d'un film du *National Geographic* m'a contacté pour me demander si je saurais calculer la force de la morsure de *Sarcosuchus*, un crocodile géant du Crétacé (145 à 66 millions d'années). Long de 12 mètres, ce proche parent des crocodiles actuels a été découvert au Niger en 1964 par Philippe Taquet, l'ancien directeur du Muséum d'histoire naturelle à Paris. Puis, en 2000, dans le cadre d'une expédition du *National Geographic*, Paul Sereno, de l'université de Chicago, en ramena un squelette particulièrement complet.

J'ai répondu au producteur que je serais capable de déterminer la force de morsure de *Sarcosuchus* si je pouvais expérimenter sur des crocodiliens vivants. C'est pourquoi j'ai immédiatement appelé Kent Vliet pour lui proposer de mener avec moi une série d'expériences, car il est aussi le conseiller scientifique du Parc zoologique aux alligators de Saint Augustine. Ce parc d'attractions de Floride, l'un des plus anciens au monde, est aussi le seul établissement qui abritait les 23 espèces de crocodiliens connues alors.

J'avais l'intention d'abord de déterminer les forces de morsure et les pressions dentaires de chacune des espèces actuelles de crocodiliens sur des spécimens du parc, afin de vérifier que les valeurs observées dans les élevages permettent aussi d'estimer les performances des animaux sauvages. Je prévoyais ensuite de

Nous venions de mesurer la plus grande force de morsure jamais enregistrée

beaucoup varié, puisque des formes naines (moins de 1 mètre) ou géantes (plus de 9 mètres) sont maintes fois apparues dans le registre fossile. Chaque changement de la taille s'est accompagné de modifications du museau et des dents. De toute évidence, une grande partie des clés du succès évolutif des crocodiliens résident dans la forme, la fonction, la performance et la pertinence alimentaire du museau et des dents, sur lesquels il s'agit donc de récolter des informations.

Par chance, les 24 espèces actuelles de crocodiliens présentent, comme les espèces fossiles, un large spectre de tailles qui va de

comparer les données prélevées sur les animaux en captivité avec les résultats de mesures effectuées sur des animaux en liberté. Pour compléter, je prévoyais aussi des dissections et des expériences de stimulations musculaires sur des alligators, afin de pouvoir établir un modèle de la morsure chez les crocodiliens fossiles. Toutes les données recueillies devaient aussi servir à restituer les modes d'alimentation des crocodiliens éteints et d'espèces apparentées, les dinosaures par exemple.

Très vite, le propriétaire du Parc zoologique aux alligators de Saint Augustine nous accorda son autorisation, tandis que *National Geographic* apportait les fonds nécessaires. Il ne nous restait plus qu'à déterminer comment prélever nos données rapidement, avant le tournage du film.

DÉVELOPPER LES APPAREILS DE MESURE, ÉTABLIR LE PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

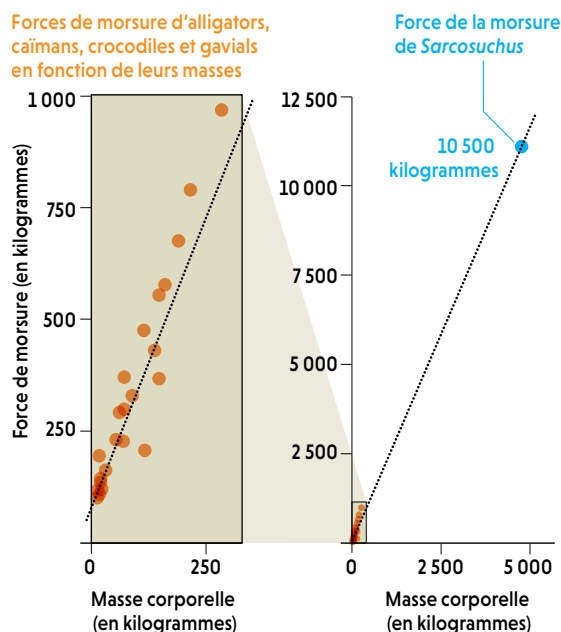
Comment mesurer la force de la morsure d'un crocodile? Je l'ignorais. Du reste, personne n'avait jamais mesuré directement cette force chez un gros animal et encore moins chez ces énormes carnivores! Ma seule expérience d'un travail comparable avait consisté, pendant mes études doctorales, à mesurer les forces de morsure de petits lézards à l'aide de pincettes équipées de jauges permettant d'évaluer la force requise pour les serrer. Je me suis donc attaché l'aide d'un ingénieur avec qui j'avais déjà travaillé à l'université Stanford, et par ailleurs celle d'un ingénieur d'études de chez Kistler. Cette société produit en effet des dispositifs enregistrant les forces de compression, sorte de transducteurs couramment utilisés dans l'industrie pour tester la résistance de matériaux. Ensemble, nous avons conçu des capteurs de force de morsure portables, adaptés aux mâchoires des crocodiles et à l'épreuve de l'eau.

Ces appareils, qui coûtent jusqu'à 10 000 euros, ressemblent à de petits pese-personne, mais sont bien plus précis. Nous avons relié chacun d'eux à un amplificateur de charge comportant un affichage et l'avons fixé au bout d'une perche en plastique. Nous avons aussi matelassé les dispositifs obtenus à l'aide d'épaisses couches de cuir, afin que les animaux aient leurs sensations habituelles de morsure et afin de ne pas endommager leurs dents. Ce détail devait se révéler plus important qu'anticipé, l'un de mes collègues ayant depuis montré que les crocodiliens ne mordent de toute leur force que si leurs dents viennent au contact d'un matériau qui n'est pas trop dur.

Une fois notre dispositif de mesure au point, il restait à établir un protocole d'étude. Aussi me suis-je associé avec les praticiens des crocodiles que sont Kent Vliet et John Brueggan, directeur

À MASSE ÉGALE, MORSURE ÉGALE

Les crocodiliens peuvent avoir des tailles variables et des museaux très différents. Les spécialistes pensaient que ceux dont les museaux sont fins mordaient moins fort que ceux dont les museaux sont puissants, mais les mesures révèlent que tous ont la même force de morsure, si on la ramène à une même masse corporelle. Cette force, d'intensité impressionnante, est proportionnelle à la masse du crocodilien. Cette relation de proportionnalité permet de calculer les forces de morsure de crocodiliens éteints, tel *Sarcosuchus*, dont le corps mesurait plus de 12 mètres.



du Parc de Saint Augustine, pour concevoir une façon d'atteindre nos objectifs de recherche sans trop stresser les animaux. Le plan que nous avons élaboré, et qui a fonctionné d'emblée, consiste à attraper les animaux au lasso dans leur enclos, à les transporter à l'extérieur de façon sûre par un groupe de personnes, à libérer ensuite leurs mâchoires qui, invariablement, s'ouvrent alors, et enfin à placer le capteur entre leurs dents postérieures (l'équivalent des molaires), là où les forces de morsure sont maximales.

Pendant tout ce processus, un dresseur doit se tenir sur le dos de l'animal et maintenir sa tête droite afin d'éviter qu'il ne tente de se rouler. Si l'animal y parvenait, le résultat de la mesure risquerait de ne pas refléter la seule contribution des muscles de la mâchoire: les forces supplémentaires que le corps massif du reptile appliquerait alors sur le capteur fausseraient la mesure.

Nous prévoyions aussi de peser chaque animal et mesurer sa longueur, ce qui n'est que rarement fait lorsqu'on étudie de gros animaux ➤