

détachaient assez facilement, le paléontologue canadien Lawrence Lambe proposa que les tyrannosaures se nourrissaient de charognes en putréfaction (des recherches ont ensuite montré que 40 pour cent des dents perdues par les tyrannosaures sont très usées et cassées. Selon mes estimations du rythme de remplacement dentaire, ces dégâts ont eu lieu pendant une période d'environ deux ou trois ans). Dans le débat «prédateur» contre «charognard», où les arguments concernent l'anatomie et les capacités physiques des *T. rex*, L. Lambe soutenait ainsi l'opinion peu partagée que les tyrannosaures étaient des «vautours» terrestres géants.

Faucon ou vautour ?

Les partisans du comportement charognard ont mis en avant une «théorie de la fragilité dentaire» : les longues dents de *T. rex* n'auraient pas résisté à des attaques de proies vivantes ; les minuscules bras et la lenteur de *T. rex* l'auraient empêché d'attaquer ses proies.

Les partisans du comportement prédateur opposent des données biomécaniques variées : non seulement les dents de *T. rex* étaient plus solides qu'on ne l'avait imaginé, mais les bras «frères» du *T. rex* soulevaient jusqu'à 180 kilogrammes ; d'après les proportions des membres, on estime que les *T. rex* couraient à des vitesses atteignant 47 kilomètres par heure, soit plus vite que n'importe lequel de ses contemporains. Toutefois, on ne sait rien de son endurance ni de son agilité.

Le débat reste ouvert. La question exacte est de savoir dans quelles proportions *T. rex* utilisait les animaux vivants et morts de son environnement ? Des prédateurs tels les lions sont aussi des charognards occasionnels, et les charognards typiques, tels que les vautours, tuent parfois leur proie. Apparemment, les tyrannosaures étaient à la fois des chasseurs et des charognards.

Dans l'ancienne aire de répartition de *T. rex*, des couches riches en fossiles contiennent des restes de centaines, voire de milliers d'edmontosaures qui ont succombé à des inondations, à des sécheresses ou à des événements autres que la prédation. Sur ces fossiles, des



5. CE GRAND COPROLITHE (des matières fécales fossilisées) de 44 centimètres de longueur est le plus gros connu pour un carnivore. D'après sa taille, son âge, son contenu et son origine géographique, un tyrannosaure et, très certainement un *T. rex*, est son producteur.

traces de morsures et des dents perdues attestent le comportement charognard du *T. rex*. Néanmoins, K. Carpenter a également apporté de solides preuves d'un comportement prédateur : il a analysé le fossile d'un edmontosaure adulte qui a survécu à l'attaque d'un *T. rex*, avec plusieurs vertèbres caudales cassées, qui ont ensuite cicatrisé. Seul le *T. rex* était assez grand et assez puissant pour infliger une telle blessure. La quantification des traces fossiles indiquera la part de prédation de *T. rex*.

Des traces d'une préférence pour des proies moins dangereuses ou plus faciles à capturer seraient aussi en faveur d'un comportement prédateur, tandis que des traces d'une consommation indistincte des autres animaux révéleraient un comportement charognard. Grâce à des milliers d'os de dinosaures provenant de l'Alberta, A. Jacobsen et D. Tanke ont observé que les hadrosaures, dépourvus d'armure protectrice, présentent deux fois plus de traces de morsures que les cératopsiens, armés de cornes ; d'autre part, aucune trace de morsures n'a été trouvée sur les ankylosaures, lourdement caparaçonnés.

Cependant, dans son étude, la plupart des os des hadrosaures proviennent d'individus isolés, tandis que la plupart des cératopsiens ont été découverts dans des couches riches en squelettes complets : leurs cadavres ont peut-être été dépecés par des *T. rex* charognards. L'étude de cératopsiens isolés s'impose. De plus, l'analyse d'autres traces de morsures qui témoignent de tentatives de capture avortées indiquerait aussi la préférence, motivée par la prudence,

pour des proies moins récalcitrantes.

Selon A. Jacobsen, le cannibalisme était rare chez les *T. rex*. Seulement deux pour cent des os d'albertosaures portent des marques de morsures contre 14 pour cent des os d'herbivores. Ces découvertes sont également en faveur d'un comportement prédateur plutôt que charognard : les os de *T. rex* devraient présenter autant de marques de morsures que les os d'herbivores, puisqu'un *T. rex* charognard, de surcroît grégaire, n'aurait pas négligé les restes d'un congénère fraîchement décédé.

Les études histologiques des os découverts dans les coprolithes fournissent approximativement l'âge des victimes : les *T. rex* préféraient les membres vulnérables du troupeau, tels les très jeunes. Ce résultat plaide aussi pour un comportement prédateur, puisqu'un charognard aurait un régime alimentaire plus homogène.

Au total, il aura fallu un siècle pour que les paléontologues obtiennent une image fidèle de *Tyrannosaurus rex*. La description de ses mœurs impose un réexamen des anciennes découvertes délaissées. Grâce aux nouvelles techniques, nous décrypterons peut-être les informations apportées par des fossiles que nous estimions jusqu'à maintenant de peu de valeur.

Gregory ERICKSON est paléontologue à l'Université de Stanford.

Jean-Guy MICHARD, *Le monde perdu des dinosaures*, Éditions Gallimard, 1989.

Gregory M. ERICKSON, *Incremental Lines of von Ebner in Dinosaurs and the Assessment of Tooth Replacement Rates Using Growth Line Counts*, in *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, vol. 93, n° 25, pp. 14623-14627, 10 décembre 1996.

Karen CHIN, Timothy T. TOKARYK, Gregory M. ERICKSON et Lewis C. CALK, *A King-Sized Theropod Coprolite*, in *Nature*, vol. 393, pp. 680-682, 18 juin 1998

Rob DESALLE et Daniel LINDLEY, *Comment fabriquer un dinosaure : la science de Jurassic Park*, Éditions du Seuil, 1999.

Collectif, *Le Tyrannosaure*, Marshall Cavendish, 1999.

Les dents des tyrannosaures

WILLIAM ABLER

Les dents des tyrannosaures révèlent les habitudes prédatrices et alimentaires de ces animaux.

La détermination des habitudes prédatrices et du comportement alimentaire des tyrannosaures nécessite une analyse de leurs dents. La dent de tyrannosaure ressemble à un cône, incurvé et aplati, dont la section est en forme d'amande. De nombreux paléontologues qui ont étudié les petites aspérités, nommées denticules, des arêtes antérieures et postérieures des dents ont supposé que celles-ci coupaient la viande à la manière d'un couteau à dents. Afin de tester cette analogie, nous avons étudié différents types de couteaux et l'influence des denticules sur la découpe de la viande.

Nous avons supposé que

les dents des tyrannosaures étaient bien adaptées à leurs fonctions. Néanmoins, les expériences sur les dents elles-mêmes, qui semblent être le meilleur moyen de découvrir leurs caractéristiques, ne sont pas rigoureuses. Par exemple, on ne peut modifier la hauteur des denticules pour suivre l'évolution du tranchant de la dent. Nous avons donc étudié des lames d'acier dont nous variaions la dentelure et le tranchant, pour ensuite les comparer aux dents de tyrannosaure.

Le fil d'un couteau est lisse ou dentelé. Une lame lisse est définie par l'angle formé par les deux faces et par le rayon de courbure de la lame du côté tranchant : plus ce rayon est petit, plus le couteau est coupant. Les lames dentelées sont caractérisées par la hauteur des dents et par leur espacement.

Lisse ou crénelé ?

J'ai ainsi créé, d'une part, une série de couteaux à lame lisse, avec différents angles entre les faces, mais avec un même rayon de courbure et, d'autre part, une série de couteaux à dents. Les lames étaient montées sur une scie de boucher, actionnée par des cordes et des poulies qui déplaçaient la lame sur des morceaux de viande identiques, disposés sur une planche à découper (voir la figure 2). Avec des poids placés à l'extrémité des cordes, j'ai mesuré les forces nécessaires pour couper chaque morceau de viande à la même profondeur.

La lame dentelée coupe la viande parce que chaque dent pénètre dans la

viande à une profondeur égale à sa longueur, et isole ainsi un petit morceau entre deux dents consécutives ; lorsque la lame se déplace, chaque dent déchire cette partie isolée. La lame, qui descend à nouveau et répète les mêmes étapes, transforme donc une force de traction en une force de coupe.

En revanche, une lame lisse concentre la force vers le bas, sur le fil : plus ce bord est mince, plus la pression est importante pour une même force. Le fil écrase la viande jusqu'à ce qu'elle se fende, et les déplacements de la lame réduisent les frottements entre la surface de la lame et la viande.

J'ai ensuite étudié différentes dents crénelées avec le même dispositif expérimental : la dent crénelée d'un requin fossile (*Carcharodon megalodon*) fonctionne exactement comme une lame de couteau à dents. En revanche, une dent de tyrannosaure coupe la viande comme une lame de couteau lisse. Or, les denticules, même dissemblables, sont une caractéristique importante de la dent de tyrannosaure. Ces denticules ont-ils une autre fonction que celle de trancher ?

Sur une dent de requin, les denticules ont une forme pyramidale, tandis que ceux de tyrannosaure sont cubiques. Pour comprendre le rôle des espacements entre les denticules, nommés cellae, et des minces fentes, les diaphyses, qui prolongent verticalement les cellae, j'ai coupé de la viande avec une dent de tyrannosaure. Pour la première fois depuis 65 millions d'années, une dent de tyrannosaure tranchait de la chair fraîche !

Le microscope révèle que les cellae piègent la graisse et les autres débris alimentaires, tandis que les diaphyses, plus profondes, retiennent des filaments

1. DE LA DENT MASSIVE d'un tyrannosaure, seule 20 pour cent de la dent émergeait des gencives (la partie lisse en haut à gauche).



2. DANS LE DISPOSITIF DE MESURE du tranchant de différentes lames d'acier, des poids fixés à des cordes sur les côtés et au centre provoquent une coupure de dix millimètres dans un échantillon de viande (représenté ici par la gomme verte).



3. CET AGRANDISSEMENT d'une dent de tyrannosaure montre des filaments de tendons piégés dans les diaphyses entre chaque denticule.

de tendons de la victime. Piégés pendant de longues périodes, ces débris de viande et de graisse hébergeaient des bactéries pathogènes : une morsure de tyrannosaure, si elle n'était pas immédiatement fatale, était probablement la source d'une infection mortelle.

D'autre part, les denticules voisins ne se rejoignent qu'à l'intérieur de la dent, à une profondeur égale à la hauteur externe du denticule. Le point de rencontre, nommé ampoule, en forme de fiole plutôt qu'en forme de V, empêche la dent de se briser lorsqu'elle est soumise à une forte pression : alors que les diaphyses étroites exercent une forte pression sur les filaments de tendon pour les garder piégés, l'ampoule arrondie répartit la pression sur toute sa surface et évite ainsi la concentration des forces en un point qui risquerait de provoquer une fracture.

Préservées par les ampoules, les dents des tyrannosaures fonctionnaient moins comme des couteaux que comme des crampons qui maintenaient la nourriture pendant que le *T. rex* l'arrachait. L'absence de surface d'occlusion et les rares contacts entre les dents

montrent que les *T. rex* ne mâchaient pas leur nourriture, mais avalaient plutôt les gros morceaux de chair d'un seul coup.

Rougies par le sang !

La comparaison avec des carnivores vivants pouvait-elle éclairer la biologie alimentaire de *T. rex*? L'herpétologue Walter Auffenberg, de l'Université de Floride, a étudié le plus gros lézard du monde, le varan de Komodo (voir *Le dragon de Komodo*, par Claudio Ciofi, *Pour la Science*, mai 1999), qui semble être un bon modèle du tyrannosaure. Le dragon de Komodo, dont les dents ressemblent remarquablement à celles du tyrannosaure, inflige des morsures qui infectent la victime quand elle s'échappe : un animal rescapé ne vit pas longtemps quand il est blessé. Infligeant des morsures de ce type, les tyrannosaures semblent avoir été des prédateurs. La victime des attaques initialement manquées était attrapée par

l'animal responsable de la blessure ou par un congénère.

Une flore buccale pathogène nécessite un environnement humide : les tyrannosaures avaient probablement des lèvres étroitement fermées, ainsi que des gencives épaisses et spongieuses qui couvraient leurs dents. Quand les tyrannosaures mangeaient, la pression entre les dents et les gencives provoquaient sans doute des saignements qui nourrissaient les bactéries dentaires pathogènes. Pendant les repas, la monstrueuse mâchoire des tyrannosaures était rougie par deux sangs différents !

William ABLER travaille au Département de géologie du musée Field, à Chicago.

William ABLER, *The Serrated Teeth of Tyrannosaurid Dinosaurs and Biting Structures in Other Animals*, in *Paleobiology*, vol. 18, n° 2, pp. 161-183, 1992.

William ABLER, *Tooth Serrations in Carnivorous Dinosaurs*, in *Encyclopedia of Dinosaurs*, sous la direction de Philip J. Currie et Kevin Padian, Academic Press, 1997.