

■ LES AUTEURS



Kristina CURRY ROGERS, paléontologue et spécialiste des sauropodes, travaille au Macalester College à Minneapolis, aux États-Unis.



Michael D'EMIC, paléontologue et spécialiste des vertébrés terrestres du Crétacé, travaille à l'Université de Géorgie du Sud, aux États-Unis.

■ BIBLIOGRAPHIE

J. A. Whitlock, *Inferences of Diplodocoid (Sauropoda : Dinosauria) feeding behavior from snout shape and microwear analyses*, *PLoS ONE*, vol. 6(4), e18304, 2011.

K. Curry Rogers *et al.*, *Sauropod dinosaur osteoderms from the late Cretaceous of Madagascar*, *Nature Communications*, vol. 2, 564, publié en ligne le 29 novembre 2011.

J.-P. Billon-Bruyat *et al.*, *Les sauropodes, géants agiles*, *Pour la Science*, n° 374, 2008.

K. Curry Rogers et J. Wilson, *The Sauropods : Evolution and Paleobiology*, University of California Press, 2005.

Comme tout un chacun, c'est dans un musée que nous avons été confrontés pour la première fois à ces géants. Dans de tels endroits, ils dominent tous les autres dinosaures. La plupart des sauropodes connus, tels le *Diplodocus*, le *Camarasaurus* (voir la figure 4) ou l'*Apatosaurus* ont commencé leur carrière muséale dans les années 1880. Au tournant du XX^e siècle, tous les muséums dignes de ce nom se devaient d'en exhiber les squelettes. Le *Diplodocus* du Muséum de Paris, par exemple, est une réplique dévoilée en 1908 du dinosaure trouvé dans le Wyoming par le milliardaire américain Andrew Carnegie (il est présenté avec la queue traînant au sol, selon la vision erronée de l'époque). Il n'est donc pas étonnant que les muséums du monde entier possèdent de riches collections d'ossements fossiles de sauropodes jurassiques, qui souvent attendent encore dans des plâtres que l'on vienne les étudier...

Toutefois, ces sauropodes célèbres ne représentent qu'une partie minime de la diversité de leur groupe. La longue histoire des sauropodes commence en même temps que celle des autres dinosaures, il y a 210 millions d'années, à la fin du Trias (-252 à -201 millions d'années). Une extinction massive qui reste mal expliquée, mais qui coïncide avec l'éclatement du supercontinent qu'était la Pangée, entraîne à cette époque la disparition de la plupart des thérapside (reptiles mammaliens). La plupart des niches écologiques sont alors libérées. Les plus anciens dinosaures connus, qui vont les occuper, ont été découverts dans des sédiments formés il y a quelque 230 millions d'années dans l'hémisphère Sud. Ce sont ces animaux bipèdes et de petite taille qui ont ensuite évolué vers les théropodes (dont fait partie le tyrannosaure) et les sauropodes.

Les plus anciens indices fossiles de sauropodes proviennent de formes telles que *Isanosaurus* (Thaïlande), *Gongxiansaurus* (Chine) et *Vulcanodon* (Zimbabwe). Ces anciennes espèces portent les marques distinctives des sauropodes, c'est-à-dire que ce sont déjà des « épines dorsales ambulantes » dotées de cous et de queues longs et fuselés, de crânes minuscules et de pattes en forme de piliers à l'image de celles des éléphants. Les paléontologues ont retrouvé les empreintes de troupeaux de sauropodes tant en Europe (voir la figure 2) qu'aux Amériques, où elles datent d'environ 225 millions d'années. Cette architecture corporelle typique persistera pendant toute la durée

de l'évolution des sauropodes, et fait d'eux des dinosaures facilement reconnaissables.

Cela ne signifie pas que les sauropodes n'ont pas évolué : l'éclatement progressif de la Pangée en a placé sur tous les continents, où ils se sont adaptés à différents milieux. C'est pourquoi leur diversité a connu des hauts et des bas tout au long de leur histoire, et ce jusqu'à la fin des dinosaures. Nous observons en effet l'existence de groupes de sauropodes importants, tels les titanosaures trapus ou encore les rebachisauridés à tête plate, jusqu'à la fin du Crétacé. Même juste avant la disparition de la plupart des dinosaures (leurs descendants oiseaux sont restés), les sauropodes étaient encore nombreux et diversifiés.

L'évaluation de la taille des sauropodes

Il est clair, dès lors, que les sauropodes constituent un grand succès évolutif. Comment s'explique-t-il ? Il semble que ce soit grâce à l'association d'un mélange unique de caractères reptiliens et mammaliens qu'ils ont toujours pu s'adapter.

Les sauropodes, comme tous les dinosaures, sont ovipares. Mis au jour par Luis Chiappe, du Muséum d'histoire naturelle de Los Angeles et des collègues à Auca Mahuevo, dans la fameuse province argentine fossilifère de Neuquén, les premiers nids de sauropodes identifiés (ceux de titanosaures) contiennent des milliers d'œufs ; à l'intérieur, les chercheurs ont découvert des embryons, avec parfois de la peau et des membranes d'œufs fossilisés. Les femelles titanosaures ont déposé ces œufs sphériques de 13 à 15 centimètres de diamètre par groupes de 20 à 40 au fond de dépressions qu'elles avaient aménagées au préalable. L'abondance de nids dans les mêmes couches sédimentaires suggère que des troupeaux importants de titanosaures ont nidifié dans la même zone au moins six fois de suite. Rien n'indique toutefois qu'ils aient couvé et pris soin de leurs petits après l'éclosion des œufs.

De fait, la densité des nids suggère que les titanosaures n'élevaient pas leurs petits. Contrairement aux grands vertébrés comme les éléphants ou les baleines, qui s'investissent beaucoup dans les soins à l'unique petit de chaque portée, les sauropodes suivent la même stratégie reproductive que les reptiles : ils produisent de nombreux petits, qu'ils laissent ensuite



DCC-SAP

2. DES TRACES DE SAUROPODES ont été découvertes à Porrentruy dans le Jura suisse, où le passage d'un troupeau a marqué une plage fossile jurassique [~152 millions d'années]. Ci-dessus, des traces tri-dactyles (en pied de poule) d'un grand théropode, c'est-à-dire d'un di-

nosaure prédateur, se mêlent à celles du troupeau... Que mangeaient ces herbivores géants se déplaçant aisément en milieu côtier ? Probablement des conifères, des prêles, voire des algues, dans un monde encore dépourvu de plantes à fleurs.

affronter seuls les nombreux aléas de la vie (voir la figure 3).

Pour autant, les chances de survie des petits sauropodes semblent avoir été augmentées par leur vitesse de croissance stupéfiante. Un bébé sauropode mesurait moins de 50 centimètres de long pour un poids de moins de dix kilogrammes; adulte, il pouvait atteindre 30 mètres de long et 40 tonnes, voire davantage. En comparaison, un éléphant pèse environ 120 kilogrammes à sa naissance et fera, adulte, entre deux et six tonnes. Si, comme le pensaient les chercheurs, les vitesses de croissance des dinosaures avaient été les mêmes que celles des reptiles, un sauropode aurait eu besoin de 60 ans pour atteindre son premier palier de croissance et de plus d'un siècle pour atteindre sa taille adulte. Dès lors, aucune reproduction ne lui serait possible avant l'âge de 60 ans, ce qui aurait gravement diminué les chances de survie de l'espèce.

Une vision plus réaliste de la façon dont se développait le corps des jeunes sauropodes a commencé à émerger dans les années 1960, quand Armand de Ricqlès, du Collège de France à Paris, a étudié l'histologie (la structure tissulaire) des os de sauropodes. Les modes de minéralisation osseuse, la densité et l'architecture des cavités laissées par les vaisseaux sanguins ainsi que le degré de remodelage osseux

sont en effet enregistrés dans les os fossiles. Ces caractères montrent que les vitesses de croissance des sauropodes restaient très élevées pendant la plus grande partie de leur vie, et qu'elles étaient en tout cas bien plus élevées que celles des reptiles, et sans doute comparables à celles de certains grands mammifères (éléphants, cachalots...), qui parviennent à maturité au bout de quelques décennies. Il est clair que les sauropodes n'avaient pas besoin de plusieurs siècles pour devenir géants.

Un appétit prodigieux

Tout cela implique que ces animaux devaient avoir un appétit prodigieux. Comment parvenaient-ils à se nourrir assez ? C'est l'une des questions centrales de la biologie des sauropodes. Les recherches sur leur alimentation se sont en général concentrées sur la forme de leurs dents, les marques d'usure de celles-ci, la reconstitution des muscles masticateurs et autres analyses biomécaniques de l'ouverture et de la fermeture de la mâchoire. Ces études ont révélé que les sauropodes brouaient de plusieurs façons : certains sectionnaient des végétaux fibreux avec des dents adaptées, d'autres ne pouvaient consommer que des végétaux mous.

Les auteurs de ces recherches sont assez unanimement parvenus à la conclusion

que les sauropodes ne mastiquaient guère. Il s'ensuit que ces non-ruminants avaient besoin d'un puissant système digestif pour transformer la matière végétale en énergie utilisable. Le processus le plus souvent cité fait appel à la présence dans l'estomac des sauropodes de gastrolithes, c'est-à-dire de pierres ingérées afin que les végétaux soient broyés entre elles. De fait, des pierres polies ressemblant à des galets ayant été souvent remarquées dans les strates géologiques à sauropodes, du moins en Amérique du Nord, les chercheurs en sont venus à leur supposer une fonction analogue à celles des gastrolithes de certains vertébrés actuels, certains oiseaux par exemple.

En 2007, cependant, Oliver Wings, du Muséum d'histoire naturelle de Berlin, et Martin Sander, de l'Université de Bonn, en Allemagne, ont évalué cette hypothèse en examinant de près la façon dont les pierres avalées par les oiseaux sont transformées et dégradées au sein de leur gésier. Ils ont conclu que les prétendus gastrolithes de sauropodes n'ont pas l'aspect de surface attendu. En outre, les gastrolithes supposés, que l'on a découverts là où se sont décomposés des sauropodes, sont rares et donc difficiles à interpréter. Nos confrères allemands estiment que les sauropodes, comme les grands herbivores actuels tels que les rhinocéros, extraient de l'énergie