

pénis, que nombre de lignées postérieures d'oiseaux ont perdu. Or les crocodiliens mâles ont un pénis; dès lors, il est à peu près certain que les dinosaures mâles en avaient un aussi. De plus, si l'on admet que l'appareil génital mâle des crocodiliens et des oiseaux reflète celui des dinosaures, alors le phallus de ces derniers était un organe unique et non double, muni d'un long canal conduisant le sperme. Cela dit, dans la mesure où il a existé plus de 1 850 genres différents de dinosaures, les variations morphologiques des pénis dinosauriens ont dû être nombreuses.

Sexes à déterminer...

La reconstitution des accouplements dinosauriens exige plus que la détermination des organes reproducteurs. Il importe en particulier de distinguer les sexes, ce qui, sans la possibilité d'examiner les organes génitaux, n'a rien de facile. Longtemps, les chercheurs ont tenté de les distinguer à partir des squelettes, mais la plupart des indicateurs de sexe ainsi proposés se sont révélés douteux. Tel est le cas de la grande crête qui ornait le crâne des lambeosaures, herbivores d'il y a quelque 75 millions d'années.

Puisque les squelettes ne livrent pas d'indices concluants sur le sexe, que faire? Des œufs retrouvés avec un squelette d'*Oviraptor* – un théropode de la fin du Crétacé d'Amérique du Nord et d'Asie – constituent un exemple d'indice plus fiable, puisqu'ils étaient dans le corps d'un individu manifestement femelle.

Plus intéressant est le cas d'un tyrannosaure (*Tyrannosaurus rex*, le plus grand des prédateurs théropodes) étudié par Mary Schweitzer, de l'Université de Caroline du Nord, dont les restes fossiles comportaient de l'os médullaire. Cette mince couche riche en calcium se développe à l'intérieur des diaphyses (partie médiane) des os longs des pattes postérieures de certaines espèces d'oiseaux et sert à la fabrication de la coquille des œufs. Le fait que M. Schweitzer en ait trouvé dans le fémur d'un tyrannosaure indique qu'il s'agissait d'une femelle gravide, et que du tissu médullaire accompagnait la gestation des théropodes, ancêtres des oiseaux. On a là un moyen d'identifier des femelles de dinosaures, du moins celles qui étaient gravides.

Deux chercheurs de Berkeley, Andrew Lee et Sarah Werning, se sont appuyés

sur la découverte de M. Schweitzer pour estimer l'âge de la maturité sexuelle chez les dinosaures. Des travaux précédents avaient établi que les sections des os de dinosaures présentent des anneaux, des «lignes d'arrêt de croissance»; ces cernes sont associés aux ralentissements annuels de la croissance pendant les saisons difficiles, par exemple la saison sèche quand eau et nourriture manquent. D'après les courbes de croissance que l'on peut en déduire, de nombreux dinosaures grandissaient



2. LES CRÊTES DES MARGINOCÉPHALES, ici un chasmosaure, étaient semble-t-il trop fragiles pour avoir un quelconque rôle défensif, si ce n'est peut-être pour intimider les prédateurs. On peut leur imaginer un rôle dans la régulation thermique de l'animal. Mais il est aussi vraisemblable qu'elles aient été ornées de couleurs vives, afin de signaler la vitalité de leur propriétaire pendant la saison des amours.

très vite en début de vie, puis ce rythme ralentissait à mesure qu'ils approchaient de la maturité squelettique.

Les chercheurs ont étudié les lignes d'arrêt de croissance du tyrannosaure, ainsi que celles d'un ténontosaure (un herbivore à bec du Crétacé inférieur) et d'un allosaure (un carnivore du Jurassique supérieur), tous deux trouvés avec de l'os médullaire. Ils ont ainsi établi que le ténontosaure était mort vers 8 ans, l'allosaure vers 10 ans, et le tyrannosaure à 18 ans. Or aucune de ces trois femelles en gestation n'avait

de squelette pleinement développé. On peut en conclure que ces dinosaures sont morts en cours de croissance, mais peu après un accouplement dont témoigne leur os médullaire. À leurs morts, tous trois étaient des individus adolescents déjà actifs sexuellement.

Les dinosaures grandissaient vite et mouraient souvent jeunes. Selon A. Lee et S. Werning, c'est le signe certain d'une vie dangereuse. Plus les individus d'une espèce sont menacés, plus la sélection naturelle favorise la précocité des accouplements, afin d'augmenter les chances que leurs lignées perdurent. S'accoupler tôt devait être très favorable chez les plus grands des dinosaures. Si un apatosaure, qui met un quart de siècle à atteindre les 25 mètres de long de sa maturité squelettique, avait attendu autant pour se reproduire, son espèce aurait probablement vite disparu! Les observations de A. Lee et S. Werning prouvent donc que les grands dinosaures s'accouplaient dès leur stade adolescent.

La parade nuptiale dinosaurienne, un festival de couleurs?

Un autre aspect essentiel de la sexualité animale est la parade. De nombreux animaux actuels ont des caractères sexuels secondaires, parfois spectaculaires (voir la figure 2), qui ont évolué avant tout pour attirer un partenaire. Les paléontologues se sont souvent demandés si certains attributs dinosauriens extravagants (crêtes, pointes, plaques, cornes et plumes, etc.) avaient une fonction sexuelle. Le long cou des sauropodes en avait-il une? Même si les cous démesurés de ces herbivores ont d'évidence évolué parce qu'ils procuraient un avantage pour se nourrir, ils ont aussi pu être impliqués dans la parade, par exemple en étant ornés de motifs colorés signalant leur bonne santé. C'est d'autant plus plausible que les grands sauropodes n'avaient pas besoin, étant donné leur taille dissuasive, de se cacher.

Il est clair que bien des dinosaures devaient se parer à la saison des amours. Le kentrosaure était-il émoustillé par les plaques et les piques arborées par sa femelle? Les femelles amargasaures sélectionnaient-elles les mâles d'après la longueur des piques qu'ils portaient au cou? Quoi qu'il en soit, de tels attributs ont sûrement dû compliquer le coït!

Cela nous ramène à mes interrogations à l'aéroport de Chicago à propos de l'accouplement des brachiosaures. Que se passait-il à l'issue de la parade amoureuse ? Les hypothèses formulées à cet égard dépendent de la force physique attribuée aux dinosaures.

En 1991, le biomécanicien Robert McNeill Alexander, de l'Université de Leeds en Angleterre, a proposé que les dinosaures s'accouplaient comme les éléphants et les rhinocéros. Cela implique que la femelle devait pouvoir porter le mâle. La principale différence avec l'accouplement de ces mammifères est que les dinosaures avaient des queues de grande taille et relativement rigides.

En supposant que le mâle lançait l'une de ses pattes pour enjamber le dos de la femelle, R. Alexander parvint à la conclusion que le poids du mâle reposait sur l'arrière-train de la femelle. Cela semble représenter une énorme charge, mais le biomécanicien fit remarquer que la pression correspondante ne dépasse guère celle régulièrement supportée par une seule patte postérieure durant la marche, quand l'animal soulève l'autre patte. Si une femelle dinosaure était assez forte pour marcher, elle était assez forte pour copuler !

Le paléontologue britannique Beverly Halstead (1933-1991) pensait aussi que les mâles dinosauriens enfourchaient les femelles pour les féconder. Mais plutôt que de penser aux éléphants et aux rhinocéros, il préférait les comparer aux lézards et aux alligators actuels. Chez ces espèces, le mâle passe en effet une patte par-dessus le dos de sa partenaire, puis projette ses hanches sous sa queue afin de joindre les cloaques. On peut aussi imaginer que les espèces à longues queues entrecroisaient ces dernières afin de se stimuler par le contact, un peu comme les serpents qui s'enroulent les uns autour de leurs partenaires pendant le rut.

Personnellement, je n'ai jamais été satisfait par cette vision du coït dinosaurien. Les scientifiques ignorent en effet comment les pattes et les queues des sauropodes ont pu se plier suffisamment pour parvenir à prendre la position supposée. Chez les carnivores bipèdes, tel l'allosaure, il aurait fallu énormément d'équilibre et de coopération de la part de la partenaire pour que l'accouplement fonctionne. S'il est facile de dessiner une image en deux dimensions de dinosaures très souples, personne n'a encore mis ces idées à l'épreuve en les



3. LES PARADES NUPTIALES des dinosaures constituaient sans doute des spectacles fascinants, comme celles de certains oiseaux actuels (ici un paon faisant la roue), lesquels sont des descendants des dinosaures théropodes.

■ L'AUTEUR

Brian SWITEK est écrivain scientifique basé à Salt Lake City, aux États-Unis.

Cet article est adapté de son livre *My Beloved Brontosaurus : On the Road with Old Bones*, Scientific American/Farrar, Straus & Giroux, 2013. © Brian Switek, 2013

■ BIBLIOGRAPHIE

A. A. Farke et al., *Evidence of combat in Triceratops*, *PLoS ONE*, vol. 4 {1}, e4252, 2009.

T. E. Isles, *The socio-sexual behaviour of extant archosaurs : Implications for understanding dinosaur behaviour*, *Historical Biology*, vol. 21, pp. 139-214, 2009.

L. N. Cooper et al., *Relative growth rates of predator and prey dinosaurs reflect effects of predation*, *Proceedings of the Royal Society B*, vol. 275(1651), pp. 2609-2615, 2008.

P. Senter, *Necks for sex : Sexual selection as an explanation for sauropod dinosaur neck elongation*, *Journal of Zoology*, vol. 271, pp. 45-53, 2007.

confrontant aux véritables squelettes de ces animaux, ni envisagé la plausibilité d'autres positions. Les femelles dinosaures se couchaient-elles sur le flanc pendant l'accouplement ? Ou peut-être ces animaux copulaient-ils dos à dos ? Les chercheurs ne manquent pas d'idées, mais ils sont rarement allés au-delà des croquis.

L'accouplement des stégosaures, des dinosaures du Jurassique supérieur dotés de plaques dorsales et d'une queue hérissée de piques, est sans doute l'un des plus difficiles à imaginer. Prenons le cas du kentrosaure, ce cousin du stégosaure : les énormes pointes qui armaient le bas de son dos et ses hanches devaient être dangereuses pour les mâles entreprenants.

Stégosauriens : un coït unimaginable

J'ai demandé au paléontologue Heinrich Mallison, du Muséum d'histoire naturelle de Berlin, d'utiliser ses simulations informatiques de kentrosaure pour tester l'hypothèse d'un accouplement par enjambement. La conclusion qu'il tira de ses simulations en trois dimensions fut sans appel : un mâle essayant de passer la jambe par-dessus le dos d'une femelle accroupie se serait émasculé sur les piques ! L'une de ces piques, sur la hanche, était particulièrement problématique pour les mâles stégosauriens, qui devaient s'accoupler autrement. La femelle de cette espèce se couchait-elle sur le flanc lors du coït ? Sans doute d'autres espèces de dinosaures adoptaient-elles des positions différentes. Il est en tout cas clair que l'exploration de la copulation des dinosaures ne fait que commencer. ■