

Pékin, six heures du matin. Par une froide journée de novembre, je me fraye un chemin dans la gare vers un train bondé. Je me rends à Jinzhou, ville de trois millions d'habitants située aux confins du nord-est de la Chine. Plus tard, tandis que le train serpente parmi les usines en béton et les champs de maïs embrumés, je tente de récupérer un peu de sommeil, mais je suis trop excité pour y parvenir. Je fais ce long voyage pour voir un extraordinaire fossile découvert par hasard par un paysan. D'après les bruits qui courent, il est incroyablement.

Quatre heures passent et me voilà à nouveau en train de marcher dans une gare : celle de Jinzhou. Je suis à la traîne de Junchang Lü, un célèbre chasseur de dinosaures de l'Académie chinoise des sciences géologiques, qui a sollicité mon aide. Un petit groupe de dignitaires nous accueille avant de nous amener au muséum de la cité, installé dans un bâtiment délabré. Avec un sérieux digne d'une réunion politique au sommet, notre groupe emprunte un long couloir et pénètre dans une pièce où une plaque rocheuse repose sur une petite table. Je me retrouve face à l'un des plus beaux fossiles que j'ai jamais vus : un squelette à peu près grand comme un âne, et d'une couleur chocolat qui contraste avec le calcaire gris dans lequel il est enchâssé (voir la photographie page ci-contre).

L'animal, manifestement un dinosaure, a des dents ressemblant à des couteaux à viande, des griffes acérées et une longue queue. Aucun doute : il s'agit d'un proche cousin de *Velociraptor*, ce dangereux prédateur popularisé par le film *Jurassic Park*. Cependant, le spécimen chinois diffère notablement de ce dinosaure relativement ordinaire qu'est *Velociraptor*. Ses os sont légers et creux ; ses pattes sont longues et étroites comme celles d'un héron. Son corps devait être recouvert de divers types de plumes, notamment sur les bras, où des pennes de grande taille s'empilaient et formaient des ailes. Ce dinosaure ressemblait étonnamment à un oiseau !

Un an plus tard, Junchang Lü et moi avons nommé cette nouvelle espèce *Zhenyuanlong*. Il s'agit du dernier des nombreux dinosaures à plumes découverts au cours des vingt dernières années dans la province chinoise du Liaoning. Or le remarquable registre fossile constitué par toutes ces découvertes illustre la façon

L'ESSENTIEL

■ Depuis la découverte de dinosaures à plumes, il est établi que les oiseaux sont issus des dinosaures théropodes.

■ Les nombreux fossiles de tels dinosaures révèlent comment de lourds monstres terrestres se sont mués en petits animaux volants.

■ Ils indiquent aussi que les plumes ont d'abord servi à préserver la chaleur du corps et à l'apparat, et que la capacité de voler n'est venue qu'après.

dont certains dinosaures ont évolué et donné naissance aux oiseaux.

Les implications de ces fossiles sont capitales, car, depuis Darwin, les paléontologues s'interrogent sur la façon dont l'évolution fait apparaître des classes entières de nouveaux animaux. Le phénomène se produit-il rapidement, à la faveur de quelque bizarre innovation de rupture ? Ou peu à peu sur plusieurs millions d'années, à mesure que les formes de vie s'adaptent à de nouvelles conditions environnementales ? *Zhenyuanlong* et les fossiles du Liaoning nous éclairent sur ces questions dans le cas des oiseaux.

Élucider l'origine des oiseaux

De très nombreux traits séparent aujourd'hui les oiseaux des autres animaux. Outre ceux liés au vol, ces organismes ont un métabolisme élevé, qui leur permet une croissance spectaculairement rapide ; leurs cerveaux relativement gros les dotent d'une bonne intelligence et de sens développés. En réalité, les oiseaux sont tellement particuliers que les paléontologues se sont longtemps interrogés sur leur origine.

C'est le biologiste anglais Thomas Henry Huxley qui, dans les années 1860, a proposé une réponse à la question. C'était un ami de Darwin et l'un de ses plus fervents soutiens. Quelques années seulement après la publication de l'œuvre majeure de Darwin (*De l'origine des espèces*) en 1859, des carriers bavarois ont découvert qu'une plaque de calcaire qu'ils venaient de fendre contenait un curieux squelette. Doté de griffes acérées et d'une longue queue reptilienne, l'animal avait aussi des bras emplumés. Des ailes ? Huxley remarqua que la forme en question – que l'on nomma *Archaeopteryx*, soit l'« oiseau archaïque » – ressemblait beaucoup à de petits dinosaures carnivores tels que *Compsognathus*, qui commençaient aussi à être mis au jour. Il avança donc l'idée, radicale en son temps, que les oiseaux descendaient des dinosaures. Les autres biologistes n'étaient pas d'accord. Le débat a duré plus d'une centaine d'années.

La question fut finalement tranchée par la découverte de nouveaux fossiles. Au milieu des années 1960, dans l'ouest de l'Amérique du Nord, le paléontologue John Ostrom mit au jour *Deinonychus*, un

■ L'AUTEUR



Stephen BRUSATTE est paléontologue à l'université d'Édimbourg, en Écosse. Il étudie l'évolution sur de longues échelles de temps de grands groupes d'animaux tels que les dinosaures et les oiseaux.

ZHENYUANLONG est un dinosaure à plumes découvert à Jinzhou, en Chine. C'est l'un des nombreux fossiles découverts récemment qui montrent que les dinosaures théropodes ont longuement évolué avant que la capacité de voler soit apparue.



Tiré de J. Lu et S. L. Brusatte, Scientific Reports, vol. 5, article 11775, 16 juillet 2015

dinosaure de forme étonnamment proche de celle d'un oiseau. Ses longs bras ressemblent beaucoup à des ailes ; sa structure, qui suggère l'agilité, est révélatrice d'un animal actif et énergique. Ostrom avança que *Deinonychus* avait peut-être des plumes. Après tout, si les oiseaux sont issus des dinosaures – ce qu'entre-temps de nombreux paléontologues commençaient à accepter –, les plumes devaient être apparues quelque part sur cette trajectoire évolutive. Mais Ostrom ne pouvait en être sûr, car il ne disposait que des os de l'animal. Les chairs et les parties molles, telles les plumes, ne résistent en effet que très rarement à la fossilisation.

Un dinosaure à duvet

Ostrom prit son mal en patience. Il continua à chercher le Graal paléontologique qui prouverait sans le moindre doute le lien entre les dinosaures et les oiseaux : un squelette de dinosaure ayant conservé des traces de plumage. En 1996, alors que sa carrière tirait à sa fin et qu'il participait au congrès annuel de la Société de paléontologie des vertébrés à New York, Philip Currie l'aborda. Ce paléontologue, aujourd'hui à l'université de l'Alberta, s'intéressait aussi aux dinosaures aviformes. Il revenait de Chine, où il avait eu vent d'un fossile extraordinaire, dont il rapportait une photographie. Ostrom y découvrit un petit dinosaure entouré d'un halo duveteux,

admirablement bien conservé par l'épaisse couche de cendres volcaniques qui l'avait enseveli aussi brusquement que le Vésuve avait fait disparaître Pompéi. Ostrom en pleura d'émotion : quelqu'un avait enfin trouvé son dinosaure à plumes !

Nommé ensuite *Sinosauropteryx*, le fossile montré par Philip Currie à Ostrom inaugurait une spectaculaire série de découvertes. Tels des prospecteurs avides d'or, les paléontologues se ruèrent en masse dans le Liaoning et constatèrent que seuls les paysans locaux savaient où chercher. Deux décennies après la découverte de *Sinosauropteryx*, plus de 20 espèces de dinosaures à plumes ont aujourd'hui été mises au jour dans cette région de Chine. Ils vont de cousins primitifs du *Tyrannosaurus rex*, longs de neuf mètres et couverts d'une sorte de pelage en duvet, à des herbivores de la taille d'un chien, hérissés de pointes comme un porc-épic, en passant par des planeurs de la taille d'un corbeau dotés de vraies ailes. Ces fossiles de dinosaures à plumes sont extrêmement célèbres.

Les dinosaures à plumes du Liaoning le confirment : les oiseaux sont issus des dinosaures. Cette phrase est peut-être un peu trompeuse, car elle laisse penser que les dinosaures et les oiseaux sont deux groupes totalement distincts. En réalité, les oiseaux *sont* des dinosaures ; ils constituent l'un des nombreux groupes d'animaux qui descendent de l'ancêtre commun des dinosaures. En d'autres termes, ce sont des

dinosaurens, au même titre que les bien connus *Triceratops* et *Brontosaurus*. Cela peut paraître étonnant, mais on peut se dire que les oiseaux sont des dinosaures aberrants, car capables de voler, exactement de la même façon que les chauves-souris sont des mammifères aberrants parce qu'elles volent.

Les fossiles du Liaoning éclairent la généalogie des oiseaux en indiquant à quel niveau leurs lignées apparaissent sur l'arbre phylogénétique des dinosaures. Les oiseaux constituent en effet un clade de dinosaures (un clade est un groupe de taxons (d'espèces) partageant un ancêtre commun), qui fait partie du clade des théropodes. Le nom de ces dinosaures carnivores réunit deux racines grecques traduisant l'idée d'« animaux à pieds de bêtes sauvages ». *T. rex*, *Allosaurus* ou encore *Spinosaurus* sont des théropodes, mais du genre massif. Cependant, les théropodes proches des oiseaux constituent un clade d'animaux de petite taille particulièrement agiles et intelligents, nommé Maniraptora. Popularisés sous le terme de raptors dans le film *Jurassic Park*, ce clade comprend notamment *Velociraptor*, *Deinonychus* (révélé par Ostrom) et *Zhenyuanlong*. C'est donc quelque part au sein de cette foule de théropodes à plumes que se trouve la ligne de démarcation entre « oiseaux » et « non-oiseaux ».

Nous disposons aujourd'hui de tellement de dinosaures à plumes du Liaoning et d'ailleurs que leur ensemble fournit le

UNE TRANSFORMATION GRADUELLE

Les biologistes s'interrogent depuis longtemps sur la façon dont l'évolution produit des groupes d'organismes entièrement nouveaux. Le registre fossile montre que dans le cas des oiseaux et de leurs ancêtres dinosaures, ce processus s'est déroulé lentement. Les traits caractérisant les oiseaux ne se sont accumulés que très progressivement et, dans la plupart des cas, dans le cadre d'adaptations sans rapport avec les fonctions que ces traits remplissent aujourd'hui.

Une anatomie distinctive

Les oiseaux présentent une multitude de traits qui les distinguent des autres animaux actuels. Beaucoup d'entre eux jouent un rôle dans le vol.

Les plumes procurent à l'animal de la portance et de la poussée.

Les longs membres supérieurs permettent aux plumes de couvrir une grande surface.

Les os de la queue fusionnés et raccourcis ancrent les plumes de la queue.

Le gros prosencéphale coordonne le vol et contrôle la navigation.

Le bréchet sert de ressort durant le battement des ailes.

Les poumons « à ventilation continue » (en rouge) et les sacs aériens (en bleu) recueillent plus d'oxygène et allègent le squelette.

Le sternum caréné ancre d'énormes muscles pectoraux.

