

dinosaures aux longues jambes, très différents des amphibiens, des lézards et des crocodiles. Plus rapides que ces animaux avec lesquels ils concourraient, ces boules d'énergie ont alors conquis de nouvelles niches écologiques.

La petite taille des oiseaux – qui n'a rien à voir avec celle, massives, de *T. rex* et compagnie – est elle aussi apparue au sein de lignées bien antérieures aux oiseaux. Mike Lee, de l'université Flinders en Australie, et Roger Benson, de l'université d'Oxford, ont établi indépendamment que la gracilité et la petite taille des oiseaux sont le résultat d'une réduction progressive, qui a débuté avec les maniraptorien et a duré plus de 50 millions d'années.

On ne sait pas exactement ce qui l'a déclenchée, mais une possibilité serait que le rapetissement des dinosaures à plumes leur ait donné accès à de nouvelles niches écologiques – arbres, broussailles, peut-être même grottes ou terriers – inaccessibles aux géants tels que *Brontosaurus* et *Stegosaurus*.

On peut également faire remonter aux dinosaures certains traits neurologiques et comportementaux des oiseaux actuels. De nombreuses étapes clés de l'histoire de ces traits ont été découvertes dans le désert de Gobi, en Mongolie. Au cours du dernier quart de siècle, une équipe conjointe du Muséum américain d'histoire naturelle et de l'Académie mongole des sciences, dirigée notamment par Mark Norell et par Mike Novacek, a rassemblé de nombreux fossiles significatifs à cet égard.

La plupart remontent au Crétacé supérieur, il y a entre 84 millions et 66 millions d'années. Ils livrent un nombre exceptionnel de détails sur la vie des dinosaures et des premiers oiseaux. On trouve notamment toute une série de crânes bien conservés de *Velociraptor* et d'autres maniraptorien à plumes. Réalisées par Amy Balanoff de l'université Stony Brook, les tomographies à rayons X de ces spécimens révèlent que ces espèces avaient un volumineux cerveau dont la partie antérieure était étendue.

Le gros prosencéphale des oiseaux est ce qui explique leurs remarquables capacités cognitives. C'est en son sein que se loge l'« ordinateur de vol », en

d'autres termes les circuits neuronaux grâce auxquels les oiseaux contrôlent si bien leurs déplacements dans les trois dimensions. Les chercheurs ignorent encore pourquoi les maniraptorien ont acquis plus d'intelligence, mais les fossiles montrent clairement que cela s'est produit bien avant l'apparition du vol.

Le plan d'organisation des oiseaux s'est donc construit en de nombreuses petites étapes. La transition entre dinosaures et oiseaux ne s'est pas produite d'un seul coup, mais plutôt au cours de dizaines de millions d'années d'évolution graduelle.

Cette transition a d'ailleurs été si progressive qu'il n'existe pas de distinction claire entre « oiseaux » et « non-oiseaux ». C'est ce que j'ai mis en évidence en 2014 pendant ma thèse de doctorat (sous la direction de Mark Norell) par des techniques statistiques. En plus de ses 25 ans de recherche dans le désert de Gobi, Mark Norell a travaillé avec plusieurs vagues d'étudiants de troisième cycle pour établir de façon de plus en plus détaillée les arbres de parenté des dinosaures.

Avec nos collègues Greene Lloyd, de l'université de Leeds en Angleterre, et Steve Wang, du Swarthmore College, Mark Norell et moi avons compilé les données concernant plus de 850 caractéristiques du squelette de quelque 150 théropodes qui couvrent la transition dinosaures-oiseaux. Nous avons ensuite utilisé les statistiques à variables multiples pour placer chaque espèce dans un espace morphologique – une carte qui regroupe les espèces en fonction des pourcentages de traits communs.

Sur une telle carte, deux espèces très semblables anatomiquement se retrouvent très proches l'une de l'autre, comme Paris et Créteil sur une carte géographique; deux espèces aux squelettes très différents se retrouvent loin l'une de l'autre, comme Paris et Strasbourg sur la même carte. Si les oiseaux ont évolué par une série de mutations rapides et spectaculaires à partir de certains dinosaures, alors les deux groupes auraient dû se retrouver sur deux zones distinctes de la carte. Au lieu de cela, l'espace morphologique que nous avons obtenu s'est révélé beaucoup plus désordonné: les oiseaux s'y trouvaient

**La gracilité
et la petite taille**
des oiseaux sont le résultat
d'une réduction
progressive, qui a duré plus
de 50 millions d'années