

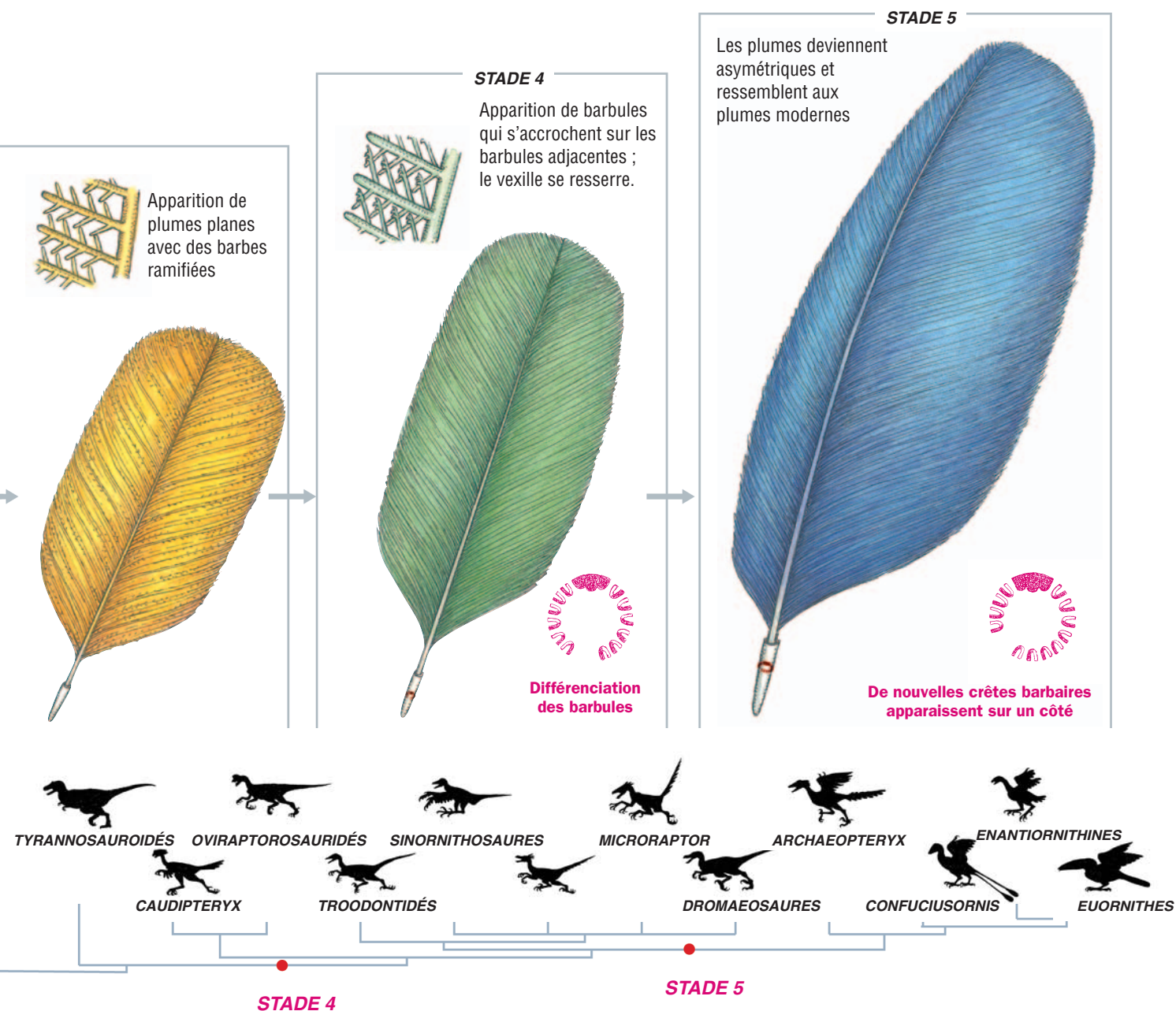
l'hypothèse selon laquelle les écailles des reptiles auraient évolué pour donner les plumes ? Les résultats de la biologie du développement la mettent à mal. Selon cette hypothèse, les écailles sont devenues des plumes en s'allongeant, puis en développant des bords dont les franges se subdivisèrent ensuite en barbules à sillon et à crochets. Or, comme nous l'avons évoqué, les plumes se forment à partir d'un tube et s'aplanissent seulement après être sorties du tube. En revanche, les deux faces planes d'une écaille se développent à partir du sommet et de la base de l'excroissance épidermique initiale qui forme cette écaille.

Les résultats que nous avons exposés mettent également à mal la théorie selon laquelle les plumes se développent pour permettre le vol. Seules les plumes très évoluées – c'est-à-dire les plumes asymétriques comportant une surface plane serrée (stade 5) – rendent le vol possible. En fait, prétendre que les plumes se sont développées pour le

vol est un peu comme affirmer que les doigts de la main sont une invention de l'évolution pour rendre possible la pratique du piano. Les plumes ont plutôt été exploitées pour leurs propriétés aérodynamiques après l'apparition d'une grande variété de structures. Elles ont d'abord évolué pour remplir des objectifs qui n'étaient pas liés au vol, puis ont été utilisées à d'autres fins.

La fonction des plumes primitives

À quoi servaient les plumes avant le vol ? On a proposé que la fonction originelle du plumage a été l'isolation thermique, la protection contre la pluie, un atout pour la parade nuptiale, ou encore un camouflage pour se défendre. Malgré la richesse du nouveau registre fossile de théropodes à plumes, on ne saura sans doute jamais laquelle de ces hypothèses est la bonne. Pour notre part, nous pensons que les



Un dinosaure chinois à quatre ailes

Les gisements fossilifères du Crétacé inférieur (il y a 120 millions d'années) de la province du Liaoning (Nord-Est de la Chine) n'ont pas fini d'étonner le monde paléontologique. Outre des centaines de spécimens d'oiseaux primitifs, ils ont déjà livré les restes de divers dinosaures au corps couvert de plumes plus ou moins évoluées, ce qui apporte une confirmation éclatante à la thèse de l'origine dinosaurienne des oiseaux. De nouveaux spécimens qui viennent d'être décrits dans la revue *Nature* par Xing Xu, Zhonghe Zhou et leurs collègues, de l'Institut de paléontologie et de paléoanthropologie de l'Académie des sciences chinoise, sont plus extraordinaires encore, car ils indiquent comment les ancêtres des oiseaux commencèrent à voler.

Les sédiments lacustres au grain très fin de la formation Jiufotang ont livré aux paléontologues chinois plusieurs spécimens remarquablement conservés d'un petit dinosaure dont les caractères squelettiques montrent qu'il s'agit d'un membre de la famille des Dromaeosauridés. L'animal a reçu nom de *Microraptor* (le « petit voleur ») *gui* en l'honneur du paléontologue chinois Gu Zhiwei. Comme d'autres dinosaures de ces sites du Liaoning, les fossiles en question comportent aussi les restes des plumes qui couvraient le corps de l'animal. Toutefois, leur disposition est étonnante. Similaires aux rémiges (grandes plumes rigides) des oiseaux actuels, de longues plumes sont attachées non seulement aux membres antérieurs, mais aussi aux membres postérieurs et le long de la queue ; cette dernière est très allongée, comme chez l'oiseau primitif *Archéoptéryx*. La présence de rémiges sur les membres postérieurs, et cela jusqu'au niveau du métatarse, est surprenante, car elle indique que les pattes arrière formaient aussi des ailes. Il faut se représenter un dinosaure à quatre ailes... ou à cinq en comptant la queue !

Aujourd'hui, une telle conformation n'existe plus. Les oiseaux ont certes des ailes qui ressemblent à celles de *Microraptor gui*, et qui leur servent à pratiquer le vol battu, mais leurs pattes arrière ne sont pas équipées de rémiges. Comment ce dinosaure ailé pouvait-il se déplacer ? Xing Xu et ses collègues supposent, de façon tout à fait vraisemblable, qu'il devait planer, en utilisant les vastes surfaces portantes constituées par ses quatre ailes et sa queue. Sans

doute pouvait-il se lancer de branche en branche comme le font aujourd'hui les écureuils volants grâce aux membranes tendues entre leurs pattes. Il est peu probable qu'il ait couru rapidement lorsqu'il était au sol, car ses longues plumes postérieures devaient le gêner.

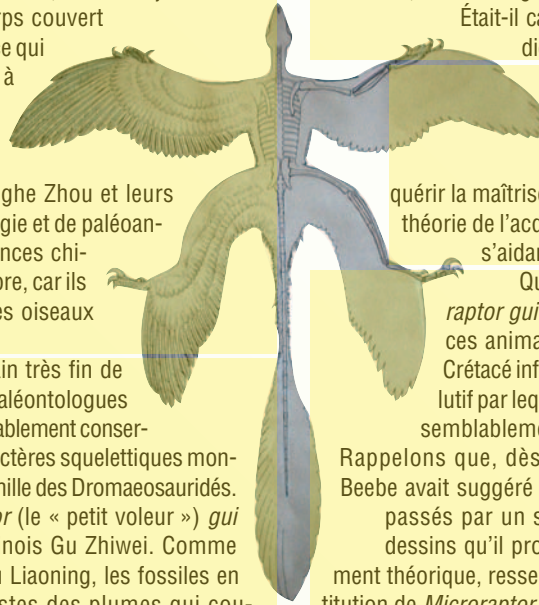
Était-il capable de battre des ailes ? Il faudra étudier ses articulations pour en juger.

La découverte d'un tel dinosaure renforce l'hypothèse suivant laquelle les ancêtres des oiseaux sont passés par un stade arboricole et planeur, avant d'acquiescer la maîtrise du vol battu. Elle affaiblit au contraire la théorie de l'acquisition du vol par des animaux coureurs s'aidant de leurs bras pour accélérer.

Quelle que soit la bonne hypothèse, *Microraptor gui* n'est pas un ancêtre des oiseaux puisque ces animaux existaient déjà depuis longtemps au Crétacé inférieur. En revanche, il illustre un stade évolutif par lequel les ancêtres des oiseaux sont très vraisemblablement passés à une époque plus lointaine.

Rappelons que, dès 1915, le zoologue américain William Beebe avait suggéré que les précurseurs des oiseaux étaient passés par un stade qu'il nomma « tétraptéryx » ; les dessins qu'il proposa pour illustrer ce stade, alors purement théorique, ressemblaient de façon étonnante à la reconstitution de *Microraptor gui*. La paléontologie peut être aussi une science prédictive.

Eric BUFFETAUT, CNRS



Fossile de *Microraptor gui*, qui vient d'être découvert en Chine. Au centre, une reconstitution.

plumes ont évolué à la suite d'une série d'innovations développementales, qui remplissaient parfois une fonction initiale différente. Quoi qu'il en soit, toutes ces innovations se sont maintenues uniquement parce qu'elles représentaient un avantage en termes de survie.

Les créationnistes et d'autres sceptiques ont longtemps fait des plumes un argument pour remettre en cause la théorie de l'évolution. Désormais, la plume peut servir de cas d'école dans l'étude des innovations évolutives. Son histoire nous apprend que les chercheurs doivent d'abord déterminer les caractères réellement nouveaux, puis examiner comment ils apparaissent au cours du développement, dans les organismes modernes. Grâce à ce nouvel exemple emblématique de la biologie évolutive, les paléontologues résoudront certainement d'autres énigmes.

Richard PRUM, professeur d'écologie et de biologie évolutive à l'Université du Kansas, est le conservateur du Muséum d'histoire naturelle et du Centre de recherche sur la biodiversité de cette université. Alan BRUSH est professeur émérite d'écologie et de biologie évolutive de l'Université du Connecticut.

M. HARRIS, J. FALLON et R. PRUM, *Rapid Communication : Shh-Bmp2 signaling Module and the Evolutionary Origin and Diversification of Feathers*, in *Journal of Experimental Zoology*, vol. 294, n° 2, pp. 160 – 176, août, 2002.

R. PRUM et A. BRUSH, *The Evolutionary Origin and Diversification of Feathers*, in *Quarterly Review of Biology*, vol. 77, n° 3, pp. 61 – 295, septembre 2002.

A. BRUSH, *Evolving a Protofeather and Feather diversity*, in *American Zoologist*, vol. 40, n° 4, pp. 631-639, 2000.