

mais son diamètre au coude atteignait pratiquement 27 centimètres.

La deuxième condition est d'obtenir un coefficient de portance maximum élevé. Ce nombre quantifie la portance, c'est-à-dire la force perpendiculaire au vent relatif produite par le passage des ailes dans l'air pour une vitesse et une surface alaire données. Or plus le coefficient est élevé, plus le corps des animaux peut être lourd parce que leurs ailes en supporteront le poids à faible vitesse. Ce qui signifie également que ces créatures pourront quitter le sol sans avoir besoin de beaucoup d'élan, ce qui fait une énorme différence quant à la puissance musculaire nécessaire au «décollage». Comme celles de nos chauves-souris actuelles, les ailes des ptérosaures étaient formées par des membranes tendues sur les os des membres antérieurs. Et de telles ailes produisent plus de portance par unité de vitesse et de surface que celles emplumées des oiseaux. Cette portance surfacique supplémentaire améliore la manœuvrabilité à faible vitesse, ce qui facilite la maniabilité chez les petits animaux volants et les décollages et atterrissages chez les gros.

La troisième condition nécessaire – la plus exigeante – est de disposer d'une puissance de lancement suffisante. Pour prendre son envol, une grande créature, même dotée d'une belle envergure, doit pouvoir bondir assez haut. Les animaux volants, en effet, ne se hissent pas dans l'air à coups d'aile. Pas plus qu'ils ne se jettent dans le vide d'une falaise ou d'un autre perchoir: ils risqueraient de ne pas acquérir suffisamment de vitesse avant de s'écraser au sol. Un saut puissant permet en revanche d'atteindre la vitesse et la hauteur nécessaires pour commencer à voler. Les animaux volants géants doivent donc être de bons sauteurs.

De fait, beaucoup d'oiseaux bondissent de façon impressionnante. Toutefois, leur bipédie, héritée des dinosaures théropodes, les limite aussi, puisqu'ils ne peuvent se servir que de leurs membres postérieurs pour sauter... Par contre, les ptérosaures étaient quadrupèdes à terre: leurs ailes se repliaient de façon à leur permettre de marcher – et donc de sauter – en s'aidant de leurs quatre membres. De nombreuses pistes d'envol de ces rois du ciel magnifiquement préservées confirment ce mode de locomotion étrange. Or la quadrupédie augmente radicalement la puissance de lancement, et donc la taille maximale possible de ces monstres aériens (voir l'encadré page 50).

Dans le passé certains chercheurs ont modélisé comment les ptérosaures auraient pu se lancer à l'aide de leurs deux pattes postérieures seulement. En 2004, Sankar Chatterjee, de l'université Texas Tech, et un collègue ont par exemple modélisé la façon avec laquelle *Quetzalcoatlus* se serait propulsé dans les airs,

à l'aide de ses deux jambes, pour y déployer ses 9 mètres d'envergure... Ils sont parvenus à la conclusion que pour cela, son poids ne devait pas excéder 75 kilogrammes et qu'il devait décoller en dévalant une pente soumise à un vent contraire. Un scénario un peu tordu alors qu'un envol à l'aide de quatre pattes autorise un poids et des conditions d'envol plus réalistes.

DES GROSSES TÊTES

Il semble donc que l'énigme de la taille des ptérosaures géants puisse être résolue en partie. En revanche, leurs proportions anatomiques quasi aberrantes continuent à contrarier les paléontologues. Pour commencer, celles de leurs membres. Le très étonnant et immense quatrième doigt soutenant l'aile, par exemple, fait sans doute de la main ptérosaurienne la plus spécialisée parmi celles de tous les vertébrés. Pour autant, même si cette caractéristique surprend *a priori*, son développement n'est en fait pas inexplicable étant donné le rôle central qu'elle joue dans le déploiement de l'aile de l'animal et dans sa capacité à voler. En revanche, la forme des têtes ptérosauriennes continue à totalement dérouter – et exciter – les chercheurs.

Même les premiers ptérosaures avaient de très grandes têtes. Celle de *Rhamphorhynchus*, une espèce représentative de la fin du Jurassique, il y a quelque 150 millions d'années, était presque aussi longue que son corps; et au Crétacé, elles sont devenues immenses. *Quetzalcoatlus* ou encore *Anhanguera* («vieux diable» en langue tupi), un ptérosaure piscivore brésilien de 4,6 mètres d'envergure, illustrent particulièrement bien le fait que si le corps de ces reptiles a grandi au Crétacé, en proportion, leur tête est devenue gigantesque: celle d'un ptérosaure crétacé typique peut en effet être 2 ou 3 fois plus longue que son corps (mesuré de l'épaule à la hanche); voire quatre fois plus longue chez certaines espèces! Les boîtes crâniennes de ces animaux n'en étaient pas pour autant plus grosses. Ce sont surtout les faces et les mâchoires qui ont grandi à un point démesuré. Des rebords osseux sous la mâchoire, des crêtes imposantes au sommet du crâne et diverses excroissances amplifient encore le côté étrange de leur anatomie crânienne et donnent en fait l'impression que leurs têtes et leurs corps ne proviennent pas du même animal...

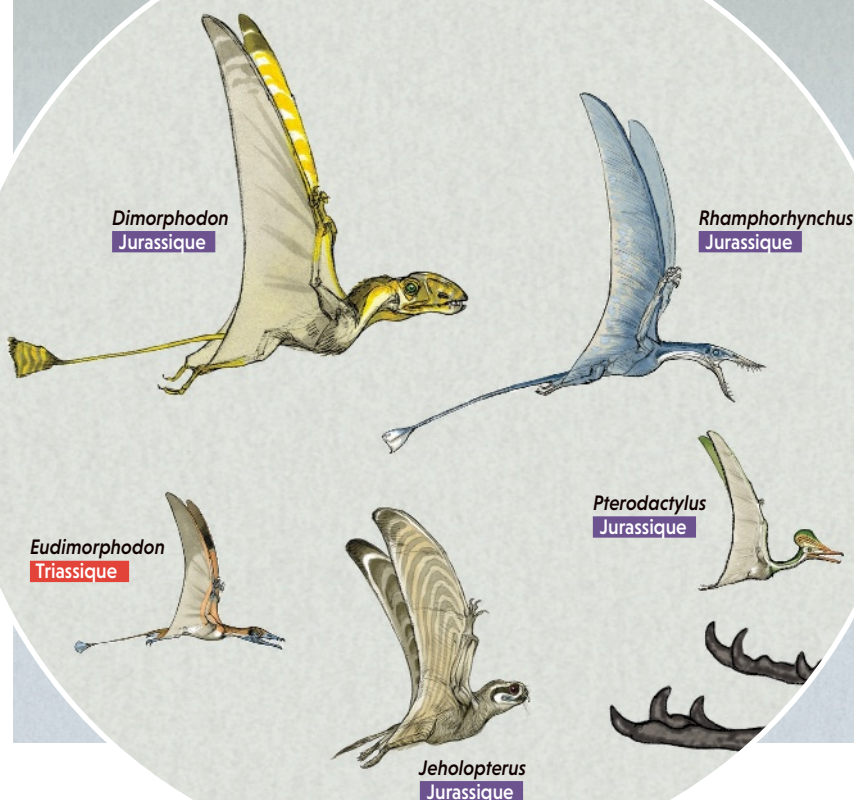
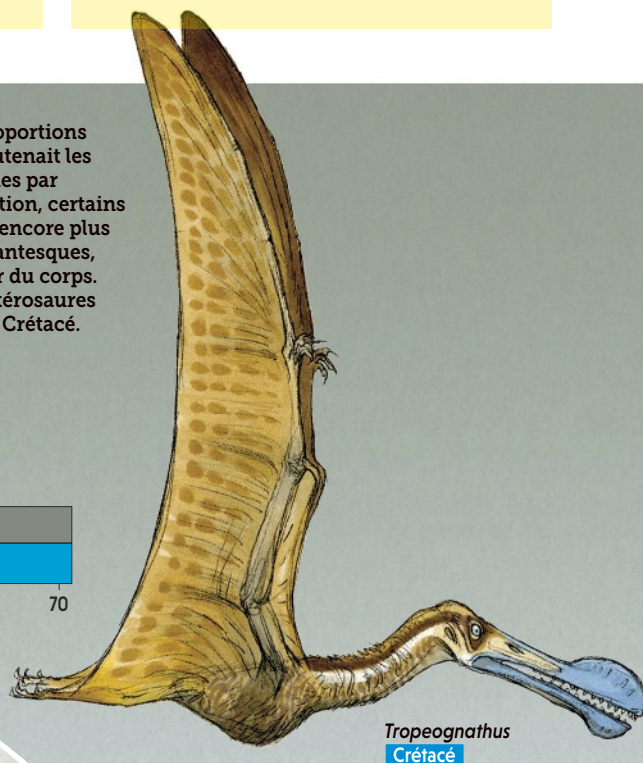
Les bizarreries ne s'arrêtent pas là. Alors que chez la plupart des animaux, y compris les humains, les os du cou sont parmi les plus petits de la colonne vertébrale, les vertèbres cervicales ptérosauriennes sont souvent les plus larges. Il arrive qu'elles soient deux fois plus volumineuses que les autres vertèbres. L'un des ajouts les plus récents à l'arbre >

> phylogénétique des ptérosaures illustre parfaitement cette particularité. David Hone de l'université Queen-Mary, à Londres, François Therrien, du Royal Tyrrell Museum, en Alberta, au Canada, et moi-même avons dévoilé dans le *Journal of Vertebrate Palaeontology*, les premiers fossiles d'une espèce découverte en Alberta. *Cryodrakon borealis* – c'est-à-dire le «dragon gelé du Nord» (en hommage à Viserion, un des dragons de la

série *Game of Thrones*) possède des vertèbres cervicales presque aussi longues et deux fois plus solides que ne l'est son humérus, cet os du «bras-aile» des ptérosaures sur lequel s'accrochaient la plupart des muscles qui travaillaient pendant le vol. Chez certaines espèces, le cou est trois fois plus long que le torse, et la taille de la tête triple, de sorte que l'ensemble tête-cou représente plus de 75% de la longueur totale du ptérosaure! Comment un animal

DES ANIMAUX GRANDS ET BIZARRES

Les ptérosaures avaient tous des proportions étranges. Leur quatrième doigt soutenait les ailes. Leurs têtes étaient très grandes par rapport à leur corps. Au cours de l'évolution, certains ont développé des plans d'organisation encore plus extrêmes, avec des têtes et des cous gigantesques, représentant jusqu'à 75 % de la longueur du corps. Il est probable que la grande taille des ptérosaures a contribué à leur disparition à la fin du Crétacé.



1 mètre