

> portance s'évanouit. Or le fait que les pointes des ailes décrochent est particulièrement catastrophique: cela perturbe immédiatement le sillage de l'aile, ce qui, en augmentant beaucoup la traînée (la résistance de l'air), compromet gravement la propulsion et le contrôle. La capacité de retarder l'effondrement de la portance rendait sans doute les atterrissages et décollages bien plus doux. Nous voyons donc que, chez un gros animal volant à ailes flexibles, posséder une énorme tête pouvait avoir des avantages: cela décalait le centre de gravité vers l'avant, ce qui amenait l'animal à avancer ses ailes, ce qui à son tour entravait les décrochages. Au final, cela signifiait qu'un ptérosaure pouvait voler plus lentement et se permettre d'être plus grand.

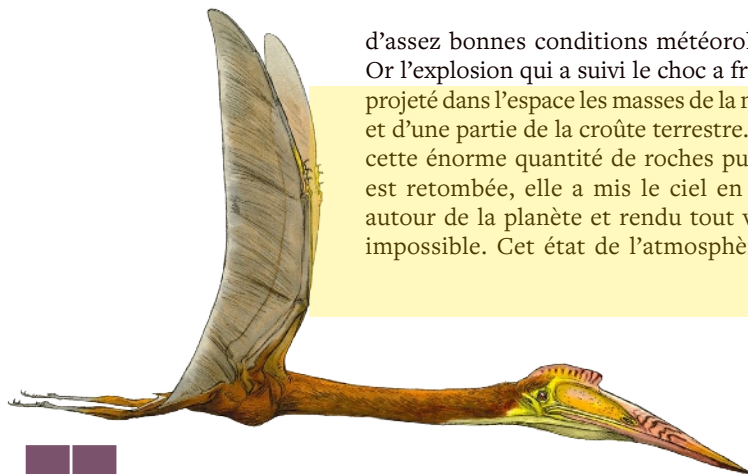
LA MORT D'UNE DYNASTIE

Pendant environ 80 millions d'années, les ptérosaures furent les seuls vertébrés pratiquant le vol actif. Puis, il y a environ 150 millions d'années, au Jurassique, des dinosaures à plumes capables de voler apparurent. Ce groupe comprenait des espèces à quatre ailes tels *Microraptor* et *Anchiornis*, ainsi que des animaux volants accomplis: les oiseaux! Au Crétacé inférieur, une bonne variété d'entre eux partageait le ciel avec les ptérosaures. Malgré ce bouleversement dans la niche aérienne, les moyennes et grandes «mâchoires volantes» sont restées les animaux volants dominants, en particulier dans les habitats ouverts. Les oiseaux restant confinés aux zones de végétation, où leur petite taille et leur agilité étaient avantageuses, les ptérosaures maintenaient leur suprématie dans le ciel.

Mais quand un astéroïde a percuté la Terre il y a 66 millions d'années, tuant pratiquement tous les dinosaures, le règne des ptérosaures a également pris fin. Jusqu'à présent, les découvertes paléontologiques suggèrent qu'aucune espèce de ces étranges reptiles n'a franchi la limite du Crétacé; toutes ont péri, comme la majorité de celles des oiseaux. Une seule lignée de dinosaures aviens – les néornithes, ou «nouveaux oiseaux» – s'est perpétuée mais elle a suffi, puisqu'elle a produit ensuite des milliers et des milliers de nouvelles espèces. De fait, aujourd'hui, avec ses quelque 9900 espèces connues, les néornithes représentent le deuxième plus grand groupe de vertébrés, après les poissons osseux et leurs 12000 espèces.

Pourquoi les ptérosaures ont-ils disparu alors que les néornithes ont survécu? Pour les plus costauds ce n'est pas étonnant puisqu'aucun animal terrestre de masse corporelle supérieure à 20 kilogrammes n'a survécu à l'apocalypse météoritique. Leur dépendance au vol pour se nourrir explique peut-être le reste, car les animaux volants – surtout les grands – utilisent beaucoup le vol plané, ce qui exige

d'assez bonnes conditions météorologiques. Or l'explosion qui a suivi le choc a fracassé et projeté dans l'espace les masses de la météorite et d'une partie de la croûte terrestre. Lorsque cette énorme quantité de roches pulvérisées est retombée, elle a mis le ciel en feu tout autour de la planète et rendu tout vol plané impossible. Cet état de l'atmosphère aurait



Faute de pouvoir continuer à planer, les ptérosaures seraient morts de faim

duré tout un mois, bien assez longtemps pour affamer tous les ptérosaures, puisqu'ils devaient voler pour manger.

À l'évidence, le fait d'être un petit animal volant n'assurait pas la survie, et la plupart des oiseaux ont succombé. Ceux qui ont résisté auront mangé des aliments pouvant résister à l'équivalent d'un hiver nucléaire, comme les graines par exemple. Ils savaient peut-être aussi creuser des terriers, comme le font beaucoup d'oiseaux aujourd'hui. Les ptérosaures n'étaient pas granivores et ne semblent pas non plus avoir été capables d'excaver. Et pourquoi l'auraient-ils été? Un monstre volant de plus de 4 mètres d'envergure n'avait pas besoin de s'enterrer pour se mettre hors de danger: le danger, c'était lui.

Même si elle se termine par une extinction rapide, la saga des ptérosaures est celle d'un grand succès évolutif. Leurs caractéristiques anatomiques stupéfiantes leur conservent le statut de géants du ciel. Leur étude nous a beaucoup appris sur les limites des formes animales et de leur fonction. Les leçons que nous en tirons nous aident à comprendre l'histoire de la Terre et la complexité écologique. Elles inspirent aussi des technologies aujourd'hui, notamment de nouveaux aéronefs. Leur registre fossile ouvre une fenêtre sur un monde disparu plein de monstres volants, pas seulement phénoménaux mais exceptionnels. ■

BIBLIOGRAPHIE

D. Ksepka et M. Habib, **Pelagornis, les géants du ciel**, *Pour la Science*, n° 471, janvier 2017.

D. Hone et al., **The wingtips of the pterosaurs: Anatomy, aeronautical function and ecological implications**, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 440, pp. 431-439, 2015.

M. Witton et M. Habib, **On the size and flight diversity of giant pterosaurs, the use of birds as pterosaur analogues and comments on pterosaur flightlessness**, *Plos One*, vol. 5(11), article e13982, 2010.



CNRS FORMATION ENTREPRISES

Le CNRS propose un catalogue
de plus de 260 formations technologiques
à destination des entreprises pour l'année 2020

L'organisme de formation continue du CNRS présente un large panel de stages courts (3 jours en moyenne) dans tous les domaines : des biotechnologies à la synthèse chimique en passant par l'intelligence artificielle, le big data et les enjeux sociétaux.

Cet outil de transfert des savoirs et savoir-faire du CNRS permet de **former plus de 1600 professionnels chaque année** issus des secteurs privé (PME et grands groupes) et public.

QUELQUES NOUVEAUTÉS PROPOSÉES PAR CNRS FORMATION ENTREPRISES EN 2020

DONNÉES, CONNAISSANCES, APPRENTISSAGE Apprentissage automatique pour la vision par ordinateur du 15 au 17/06/2020 LYON - 3 jours	CARACTÉRISATION DES MATÉRIAUX - Rhéologie du 01 au 03/04/2020 PARIS - 3 jours - Fluorescence X de type EDX du 28 au 29/05/2020 LE MANS - 2 jours	BIOLOGIE MOLÉCULAIRE ET BIOCHIMIE Préparer des banques NGS à partir d'ADN et d'ARN : les étapes pratiques et méthodologiques appliquées à la technologie Illumina du 09 au 11/03/2020 LYON - 3 jours
BIOINFORMATIQUE Bioinformatique pour la métagénomique du 03 au 05/06/2020 MONTPELLIER - 2,5 jours	CHIMIE, SYNTHÈSE, PROCÉDÉS Mécanochimie pour une chimie de synthèse éco-compatible du 01 au 02/04/2020 MONTPELLIER - 2 jours	BIOLOGIE ANIMALE ET FORMATIONS RÉGLEMENTAIRES Les 3 R en pratique, raffinement, points limites le 03/03/2020 GIF-SUR-YVETTE - 0,5 jour
GÉNIE LOGICIEL ET SYSTÈMES D'INFORMATION Développement logiciel : cycle et prévention des risques juridiques le 06/10/2020 PARIS - 1 jour	CHIMIE ANALYTIQUE Transformation de la biomasse en produits chimiques de spécialité du 11 au 12/06/2020 POITIERS - 2 jours	QUALITÉ ET SÉCURITÉ Maîtrise des risques potentiels liés aux nanomatériaux en laboratoire de recherche le 06/10/2020 NANCY - 1 jour
TERRITOIRE, PATRIMOINE ET ENVIRONNEMENT Initiation aux SIG en écologie : de la collecte au traitement de données géographiques du 18 au 20/05/2020 POITIERS - 2,5 jours	MICROSCOPIE ET IMAGERIE Préparation d'échantillons par fusion alcaline pour analyses ICP du 11 au 12/06/2020 VANDŒUVRE-LES-NANCY - 1,5 jour	SOCIOLOGIE, SCIENCE POLITIQUE ET ÉCONOMIE Jeunesses en exil : quel accueil des mineurs non accompagnés ? du 23 au 25/11/2020 PARIS - 3 jours
SCIENCES DE L'INGÉNIEUR Applications du calcul scientifique dans l'industrie du 17 au 19/03/2020 PARIS - 3 jours	BIOLOGIE CELLULAIRE ET MICROBIOLOGIE Cytométrie en image du 18 au 20/11/2020 LYON - 3 jours	COGNITION ET COMPORTEMENT Les mouvements oculaires : techniques d'oculométrie, recueil et analyse de mouvements oculaires, interprétation, applications du 26 au 27/03/2020 PARIS - 2 jours
PHYSIQUE ET INSTRUMENTATION Interactions plasma / surfaces : utilisation des plasmas froids pour le traitement de surfaces du 24 au 27/03/2020 GRENOBLE - 3,5 jours	BIOLOGIE CELLULAIRE ET MICROBIOLOGIE La cytométrie en flux appliquée à la microbiologie du 01 au 03/04/2020 VALBONNE - 2,5 jours	

Découvrez l'ensemble des stages de formation sur cnrsformation.cnrs.fr
Ou contactez-nous à cfe.contact@cnrs.fr ou 01 69 82 44 55

