

Analyse de l'ouvrage *Le Triomphe et la chute des dinosaures : La nouvelle histoire d'un monde oublié*
Review of *The Rise and Fall of the Dinosaurs: A New History of a Lost World*

Michel LAURIN



DIRECTEURS DE LA PUBLICATION / PUBLICATION DIRECTORS :
Gilles Bloch, Président du Muséum national d'Histoire naturelle
Étienne Ghys, Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences

RÉDACTEURS EN CHEF / EDITORS-IN-CHIEF: Michel Laurin (CNRS), Philippe Taquet (Académie des sciences)

ASSISTANTE DE RÉDACTION / ASSISTANT EDITOR: Adenise Lopes (Académie des sciences; cr-palevol@academie-sciences.fr)

MISE EN PAGE / PAGE LAYOUT: Audrina Neveu (Muséum national d'Histoire naturelle; audrina.neveu@mnhn.fr)

RÉVISIONS LINGUISTIQUES DES TEXTES ANGLAIS / ENGLISH LANGUAGE REVISIONS: Kevin Padian (University of California at Berkeley)

RÉDACTEURS ASSOCIÉS / ASSOCIATE EDITORS (*, *took charge of the editorial process of the article/a pris en charge le suivi éditorial de l'article*):

Micropaléontologie/*Micropalaeontology*

Lorenzo Consorti (Institute of Marine Sciences, Italian National Research Council, Trieste)

Paléobotanique/*Palaeobotany*

Cyrille Prestianni (Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels)

Métazoaires/*Metazoa*

Annalisa Ferretti (Università di Modena e Reggio Emilia, Modena)

Paléochthyologie/*Palaeoichthyology*

Philippe Janvier (Muséum national d'Histoire naturelle, Académie des sciences, Paris)

Amniotes du Mésozoïque/*Mesozoic amniotes*

Hans-Dieter Sues (Smithsonian National Museum of Natural History, Washington)

Tortues/*Turtles*

Walter Joyce (Universität Freiburg, Switzerland)

Lépidosauromorphes/*Lepidosauromorphs*

Hussam Zaher (Universidade de São Paulo)

Oiseaux/*Birds*

Eric Buffetaut* (CNRS, École Normale Supérieure, Paris)

Paléomammalogie (mammifères de moyenne et grande taille)/*Palaeomammalogy (large and mid-sized mammals)*

Lorenzo Rook (Università degli Studi di Firenze, Firenze)

Paléomammalogie (petits mammifères sauf Euarchontoglires)/*Palaeomammalogy (small mammals except for Euarchontoglires)*

Robert Asher (Cambridge University, Cambridge)

Paléomammalogie (Euarchontoglires)/*Palaeomammalogy (Euarchontoglires)*

K. Christopher Beard (University of Kansas, Lawrence)

Paléoanthropologie/*Palaeoanthropology*

Aurélien Mounier (CNRS/Muséum national d'Histoire naturelle, Paris)

Archéologie préhistorique (Paléolithique et Mésolithique)/*Prehistoric archaeology (Palaeolithic and Mesolithic)*

Nicolas Teyssandier (CNRS/Université de Toulouse, Toulouse)

Archéologie préhistorique (Néolithique et âge du bronze)/*Prehistoric archaeology (Neolithic and Bronze Age)*

Marc Vander Linden (Bournemouth University, Bournemouth)

RÉFÉRÉS / REVIEWERS: <https://sciencepress.mnhn.fr/fr/periodiques/comptes-rendus-palevol/referes-du-journal>

COUVERTURE / COVER:

Made from the Figures of the article.

Comptes Rendus Palevol est indexé dans / *Comptes Rendus Palevol is indexed by:*

- Cambridge Scientific Abstracts
- Current Contents® Physical
- Chemical, and Earth Sciences®
- ISI Alerting Services®
- Geoabstracts, Geobase, Georef, Inspec, Pascal
- Science Citation Index®, Science Citation Index Expanded®
- Scopus®.

Les articles ainsi que les nouveautés nomenclaturales publiés dans *Comptes Rendus Palevol* sont référencés par / *Articles and nomenclatural novelties published in Comptes Rendus Palevol are registered on:*

- ZooBank® (<http://zoobank.org>)

Comptes Rendus Palevol est une revue en flux continu publiée par les Publications scientifiques du Muséum, Paris et l'Académie des sciences, Paris
Comptes Rendus Palevol is a fast track journal published by the Museum Science Press, Paris and the Académie des sciences, Paris

Les Publications scientifiques du Muséum publient aussi / *The Museum Science Press also publish:*

Adansonia, Geodiversitas, Zoosystema, Anthropolozologica, European Journal of Taxonomy, Naturae, Cryptogamie sous-sections *Algologie, Bryologie, Mycologie*.

L'Académie des sciences publie aussi / *The Académie des sciences also publishes:*

Comptes Rendus Mathématique, Comptes Rendus Physique, Comptes Rendus Mécanique, Comptes Rendus Chimie, Comptes Rendus Géoscience, Comptes Rendus Biologies.

Diffusion – Publications scientifiques Muséum national d'Histoire naturelle

CP 41 – 57 rue Cuvier F-75231 Paris cedex 05 (France)

Tél. : 33 (0)1 40 79 48 05 / Fax: 33 (0)1 40 79 38 40

diff.pub@mnhn.fr / <https://sciencepress.mnhn.fr>

Académie des sciences, Institut de France, 23 quai de Conti, 75006 Paris.

© This article is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)
ISSN (imprimé / print): 1631-0683/ ISSN (électronique / electronic): 1777-571X

Analyse de l'ouvrage *Le triomphe et la chute des dinosaures : La nouvelle histoire d'un monde oublié* Review of *The Rise and Fall of the Dinosaurs: A New History of a Lost World*

Michel LAURIN

Centre de Recherches en Paléontologie – Paris (CR2P), CNRS/MNHN/SU/EPHE,
Muséum national d'Histoire naturelle, CP 38, 57 rue Cuvier, F-75005 Paris (France)
michel.laurin@mnhn.fr (corresponding author)

Submitted on 7 November 2023 | Accepted on 20 December 2023 | Published on 4 April 2024

[urn:lsid:zoobank.org:pub:2DC96149-A53B-4223-977E-0DC263786001](https://doi.org/10.5852/cr-palevol2024v23a14)

Laurin M. 2024. — Analyse de l'ouvrage *Le Triomphe et la chute des dinosaures : La nouvelle histoire d'un monde oublié*/Review of *The Rise and Fall of the Dinosaurs: A New History of a Lost World*. *Comptes Rendus Palevol* 23 (14): 185-196. <https://doi.org/10.5852/cr-palevol2024v23a14>

BRUSATTE S. 2021. — *Le Triomphe et la chute des dinosaures : La nouvelle histoire d'un monde oublié*. Quanto, Lausanne, 356 p.

BRUSATTE S. 2018. — *The Rise and Fall of the Dinosaurs: A New History of a Lost World*. Pan Macmillan, New York, 404 p.

VERSION FRANÇAISE

Cet ouvrage de Stephen Brusatte (Fig. 1), Professeur de l'Université d'Édimbourg, spécialiste des dinosaures mésozoïques, raconte, dans un langage accessible à tous (deux ans d'éducation post-secondaire doivent suffire à le comprendre), l'histoire des dinosaures, depuis leurs prédécesseurs permotriassiques, et jusqu'à la grande crise de la fin du Crétacé, qui eut lieu il y a environ 66 million d'années. Ce livre se lit pratiquement comme un roman, grâce aux nombreuses anecdotes et descriptions très vivantes des collègues impliqués dans les recherches résumées dans le texte, dont plusieurs que Brusatte a côtoyés, et aux descriptions de campagnes de fouilles paléontologiques aux quatre coins du monde auxquelles l'auteur a participé. Il est illustré par de nombreuses photos noir et blanc et chaque chapitre s'ouvre par une reconstitution d'un dinosaure (ou, dans le cas du premier chapitre, de *Prorotodactylus*, un ichnotaxon qui appartenait peut-être à un dinosaure, mais en tous cas à un avemetatarsalien, le clade total des oiseaux).

Le texte fut traduit en français par Jérémie Gerlier, qui a fait un très bon travail. On trouve très peu d'erreurs de traduction. Parmi les rares que j'ai détectées, une concerne la légende d'une des cartes paléogéographiques du début du

ENGLISH VERSION

This book by Stephen Brusatte (Fig. 1), Professor at the University of Edinburgh and a specialist in Mesozoic dinosaurs, tells the story of dinosaurs from their Permo-Triassic predecessors to the great crisis at the end of the Cretaceous, around 66 million years ago, in a language that is accessible to all (two years of post-secondary education should be enough to understand it). This book reads almost like a novel, thanks to the many vivid anecdotes and descriptions of the colleagues involved in the research summarized in the text, with whom Brusatte has rubbed shoulders, and to the descriptions of paleontological excavation campaigns around the world in which the author has participated. It is illustrated with numerous black and white photos, and each chapter opens with a reconstruction of a dinosaur (or, in the case of the first chapter, *Prorotodactylus*, an ichnotaxon that may have belonged to a dinosaur, but in any case to an avemetatarsalian, the total clade of birds).

The book opens with a number of documents (a simplified geological timetable, a simple dinosaur phylogenetic tree, and paleogeographical maps of the Triassic, Upper Jurassic and Upper Cretaceous) that will be of great use to neophytes who have not

livre, où on lit « Jurassic supérieur » au lieu de « Jurassique », qui est probablement un simple oubli (l'orthographe anglaise ayant été conservée), car ailleurs dans le texte (e.g. p. 32), ce mot est écrit correctement. L'autre (p. 15) concerne le nom de la ville de Pékin, dont l'orthographe anglais « Beijing » a été conservée, probablement un autre oubli, car ce mot est écrit correctement ailleurs (e.g. p. 166, 177). La seule erreur changeant un peu le sens est à la page 198, où on lit que « Ces plumes étaient à l'origine de simple téguments... » ; la version anglaise explique plutôt que les plumes ont commencé comme des lambeaux (« wisps ») de peau.

Le livre débute par quelques documents (tableau « chronologie de l'ère des dinosaures », « arbre généalogique des dinosaures » et des cartes paléogéographiques du Trias, Jurassique supérieur et Crétacé supérieur) qui seront fort utiles aux néophytes n'ayant pas déjà lu des livres sur les animaux éteints. Suivent le prologue, neuf chapitres, l'épilogue, les remerciements et les notes bibliographiques. Un bref résumé commenté des divers chapitres illustre l'intérêt du livre pour un vaste lectorat.

Le chapitre 1 « L'avènement des dinosaures » décrit la fin du Permien, la grande crise qui marqua la fin de cette période et la lente récupération des écosystèmes au Trias. On suit ces événements, en plus de l'origine des dinosaures, en partie grâce aux ichnoestres (traces d'activité ; ici, des traces de pas), qui compensent le peu d'information anatomique qu'ils contiennent par leur nombre, bien plus grand que celui des squelettes préservés, au moins pour les vertébrés. L'auteur rappelle au passage que les dinosaures sont relativement récents dans l'histoire de la vie (p. 32). Ça pourrait sembler évident, mais non ; je surprends régulièrement les gens quand je leur explique que je travaille généralement sur des fossiles bien plus anciens que les dinosaures. Ce chapitre nous emmène en Pologne (pour les ichnofossiles) et en Argentine, où il décrit l'expédition de Romer dans la formation Ischigualasto en 1958. Cette expédition eut un grand succès, mais les nombreux fossiles découverts restèrent bloqués 2 ans par les douaniers de Buenos Aires (les formalités pour transporter les fossiles n'ont pas été simplifiées depuis, où que ce soit dans le monde, bien au contraire). Reig et Bonaparte prirent le relais pour exploiter la formation Ischigualasto, d'où fut bientôt décrit un des plus anciens dinosaures connus, *Herrerasaurus* (Reig 1963). Cette formation attira ensuite bien d'autres paléontologues, dont Sereno et bien sûr, Brusatte.

Le chapitre 2 « Les dinosaures à la conquête du monde » ouvre par une description de la Terre au Trias. Les continents formaient alors la Pangée, un super-continent comprenant à peu près toutes les terres émergées, et il faisait alors bien plus chaud qu'aujourd'hui. Cela s'explique par la concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère, qui y était alors six fois plus élevée qu'aujourd'hui (p. 79 ; Whiteside *et al.* 2015) ! Les dinosaures se sont lentement diversifiés pendant le Trias, mais pendant toute cette période, ils demeurèrent peu abondants et éclipsés, en nombre, en diversité (Brusatte *et al.* 2008) et souvent en taille, par les *Crurotarsi*, le groupe total des crocodiles (p. 88). J'ai lu avec intérêt les péripéties de David Baldwin (p. 73, 74), qui fut envoyé dans le nord du Nouveau-Mexique (où, par hasard, j'ai également participé à

already read books on prehistoric animals. This is followed by a prologue, nine chapters, an epilogue, acknowledgements and bibliographical notes. A brief annotated summary of the various chapters illustrates the book's appeal to a wide readership.

Chapter 1 “The dawn of the dinosaurs” describes the end of the Permian, the great crisis that marked the end of this period and the slow recovery of ecosystems in the Triassic. These events, as well as the origin of the dinosaurs, are tracked in part by ichnofossils (traces of activity; in this case, footprints), which compensate for the limited anatomical information they contain by being far more numerous than preserved skeletons, at least for vertebrates. The author reminds us that dinosaurs are relatively recent in the history of life (p. 18; page numbers given here and below refer to the English edition of the book and thus, do not generally match those of the French translation given in the French version of this review). This might seem obvious, but it isn't; I regularly surprise people when I explain that I generally work on fossils that are much older than dinosaurs. This chapter takes us to Poland (for ichnofossils) and Argentina, where it describes Romer's expedition to the Ischigualasto Formation in 1958. The expedition was a great success, but the many fossils discovered were held up for 2 years by Buenos Aires customs officials (the formalities for exporting fossils have not been simplified since, anywhere in the world—quite the contrary). Reig and Bonaparte took over to exploit the Ischigualasto formation, from which one of the oldest known dinosaurs, *Herrerasaurus*, was soon described (Reig 1963). This formation subsequently attracted many other paleontologists, including Sereno and, of course, Brusatte.

Chapter 2 “Dinosaurs rise up” opens with a description of the Earth in the Triassic. The continents then formed Pangea, a super-continent comprising just about every landmass on Earth, and the climate was much warmer than today. This is because the concentration of carbon dioxide in the atmosphere was then six times higher than today (p. 69; Whiteside *et al.* 2015)! Dinosaurs slowly diversified during the Triassic, but throughout this period they remained scarce and eclipsed, in numbers, diversity (Brusatte *et al.* 2008) and often size, by the *Crurotarsi*, the total crocodile group (p. 78). I read with interest the adventures of David Baldwin (p. 62, 63), who was sent to northern New Mexico (where, coincidentally, I also took part in my first paleontological expedition) by Edward Drinker Cope (1840-1897), one of the protagonists of the “Bone Wars”, to search for fossils. Baldwin discovered the first fossils of *Coelophysis*, a Triassic theropod, which were described and named by Cope (1889). Many other paleontologists worked in this region, including Edwin H. Colbert (1905-2001), who also described *Coelophysis*, and four paleontologists (still active) whom the author refers to collectively as the “Rat Pack”: Randy Irmis, Sterling Nesbitt, Nate Smith and Alan Turner. It was they who realized that many fragmentary fossils, initially interpreted as Triassic dinosaurs, were actually crurotarsians.

Chapter 3 “Dinosaurs become dominant” explains how dinosaurs succeeded in establishing their dominance over terrestrial ecosystems following the biological crisis of the late Triassic, one of the five great crises of the Phanerozoic

ma première expédition paléontologique) par Edward Drinker Cope (1840-1897), un des protagonistes de la « Guerre des os », pour y chercher des fossiles. Baldwin y découvrit entre autres les premiers fossiles de *Coelophysis*, un théropode du Trias, qui furent décrits et nommés par Cope (1889). Bien d'autres paléontologues ont travaillé dans cette région, dont Edwin H. Colbert (1905-2001), qui décrivit aussi sur *Coelophysis*, et quatre paléontologues (toujours en activité) que l'auteur désigne collectivement sous le nom de « Rat Pack » : Randy Irmis, Sterling Nesbitt, Nate Smith et Alan Turner. Ce sont eux qui réalisèrent que de nombreux fossiles fragmentaires, initialement interprétés comme des dinosaures triasiques, étaient plutôt des crurotarsiens.

Le chapitre 3 « Les dinosaures prennent le pouvoir » raconte comment les dinosaures réussirent à asseoir leur dominance sur les écosystèmes terrestres suite à la crise biologique de la fin du Trias, une des cinq grandes crises du Phanérozoïque (Raup & Sepkoski 1982). Elle fut peut-être causée par une phase de volcanisme intense (sans commune mesure avec les pires éruptions des trois derniers millénaires) liée au début de la fragmentation de la Pangée, et dont le paroxysme se situe autour de la limite Trias/Jurassique (Marzoli *et al.* 1999). On pense que le dioxyde de carbone relâché dans l'atmosphère par les volcans d'alors réchauffa assez la Terre pour fondre les clathrates (formations glacées au fond des océans, qui capturent des gaz, dont le méthane). Cette fonte libéra du méthane, qui est un gaz à effet de serre bien plus efficace que le dioxyde de carbone. Le rapide réchauffement planétaire de 3 ou 4 °C causé par ces deux gaz aurait été en partie responsable de la crise biologique de la fin du Trias. Plus de 200 Ma plus tard, ce sujet demeure brûlant d'actualité ! Une des hypothèses évoquées par Brusatte pour expliquer pourquoi cette crise aurait favorisé les dinosaures par rapport aux crurotarsiens est un système respiratoire plus performant, ce qui est plausible, si les dinosaures de la fin du Trias ressemblaient aux oiseaux de ce point de vue. Ça semble plausible, au moins pour les saurischiens, car Brusatte mentionne (p. 122) que les os de sauropodes (mais pas ceux des ornithischiens) renferment des forams pneumatiques qui attestent de la présence de sacs aériens.

Le chapitre 4 « Les dinosaures et la dérive des continents » raconte la diversification des dinosaures pendant le Jurassique et le Crétacé, à travers diverses expéditions de terrain et de leurs résultats scientifiques. Certaines expéditions ont visiblement bénéficié de moyens importants, car Brusatte mentionne (p. 154) qu'une centaine de tonnes d'os de dinosaures ont été récoltés grâce aux expéditions de Paul Sereno en Afrique.

Le chapitre 5 « Les dinosaures tyrans », traite des théropodes, et particulièrement des tyrannosauroïdés et dans une moindre mesure, des carcharodontosauridés. Car, en plus du fameux *Tyrannosaurus rex*, les théropodes incluent de nombreux taxons moins bien connus du public, mais pas forcément moins intéressants (Fig. 2). Ce chapitre s'ouvre avec la découverte accidentelle par un conducteur de tractopelle du Guanzhou (province du sud-est de la Chine) du premier fossile de ce qui allait s'appeler *Qianzhousaurus sinensis* (Lü *et al.* 2014). Ce tyrannosauroïde, contemporain de *T. rex* (Maastrichtien), fut érigé par Junchang Jü, Professeur de l'Académie chinoise

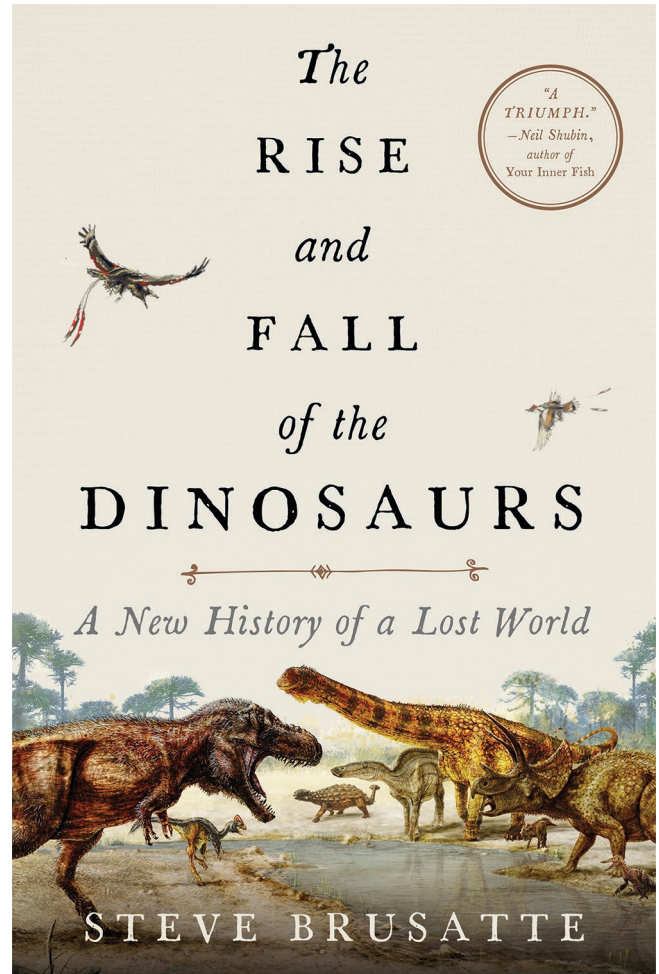


FIG. 1. — Couverture de la version anglaise du livre. Reproduit avec permission/ Cover page of the English version of the book. Reproduced with permission.

(Raup & Sepkoski 1982). It may have been caused by a phase of intense volcanism (unlike the worst eruptions of the last three millennia) linked to the beginning of the fragmentation of Pangea, which reached its peak around the Triassic/Jurassic boundary (Marzoli *et al.* 1999). We think that the carbon dioxide released into the atmosphere by the volcanoes of the time warmed the Earth enough to melt the clathrates (icy formations at the bottom of the oceans, which capture gases, including methane). This melting released methane, a much more effective greenhouse gas than carbon dioxide. The rapid global warming of 3 or 4 °C caused by these two gases would have been partly responsible for the biological crisis at the end of the Triassic. More than 200 Ma later, this subject remains a burning issue! One of the hypotheses mentioned by Brusatte to explain why this crisis would have favored dinosaurs over crurotarsiens is a more efficient respiratory system in dinosaurs, which is plausible, if late Triassic dinosaurs resembled birds in this respect. It seems plausible, at least for saurischians, as Brusatte mentions (p. 113, 114) that sauropod bones (but not those of ornithischians) contain pneumatic foramina that attest to the presence of air sacs.

des géosciences de Pékin. Ce collègue eut un parcours hors du commun, puisqu'il vécut son enfance dans la pauvreté au Shandong, qu'il traversa la révolution culturelle et survécut à la disette en récoltant des légumes sauvages (p. 165).

La découverte de *T. rex* est également racontée par l'intermédiaire de juteuses anecdotes. Henry Fairfield Osborn, qui dirigeait alors le Musée américain d'histoire naturelle de New York, joua un rôle important en envoyant Barnum Brown prospecter dans l'ouest américain pour des fossiles, notamment de dinosaures. Osborn n'était pas un personnage sympathique (il était entre autres eugéniste), mais il avait des relations importantes ; « son père était un magnat des chemins de fer, et son oncle le prédateur financier J. P. Morgan » (p. 168), le fondateur de la grosse banque américaine du même nom. Brown découvrit les premiers fossiles de *T. rex* au Montana en 1902 (p. 170), et Osborn les décrivit et érigea le taxon dès 1905 (Osborn 1905).

La description des autres tyrannosauroïdés, notamment des plus anciens, comme le tyrannosauroïde *Dilong*, du début du Crétacé et qui pesait à peine 10 kg, est l'occasion d'apprendre que les premiers tyrannosauroïdés étaient petits (p. 180) et qu'au moins certains tyrannosauroïdés, comme *Yutyranus* du Crétacé inférieur (Xu *et al.* 2012), étaient couverts de plumes rudimentaires (p. 183). Certains taxons portent des noms particulièrement intéressants, comme le tyrannosauroïde *Timurlengia* du Turonien (début du Crétacé supérieur) d'Ouzbékistan, nommé d'après le conquérant turco-mongol du XIV^e siècle Timur (p. 188), mieux connu sous le nom de Tamerlan (Brusatte *et al.* 2016).

Le chapitre 6, « Le roi des dinosaures », est dédié à *Tyrannosaurus rex*, qui mesurait environ 13 m et devait pesait autour de 7 à 8 tonnes (p. 195). Ses prédécesseurs seraient arrivés d'Asie en passant par la région où est maintenant le détroit de Béring, mais qui était probablement émergée alors (p. 199). Des traces de morsures, fréquemment préservées sur des squelettes, montrent qu'il s'attaquait à *Edmontosaurus* (un hadrosaure) et au cératopsien *Triceratops* (p. 201). Une modélisation biomécanique dément une scène du film Jurassic Park dans laquelle on voit un *T. rex* courir à grande vitesse après une jeep (p. 206, 207) ; le modèle suggère que sa vitesse maximale devait être entre 15 et 40 km/h (Hutchinson 2021). Peut-être pour compenser leur relative lenteur, et contrairement à ce qu'on a vu dans les films, il semble qu'au moins deux autres tyrannosauridés, *Albertosaurus* et *Tarbosaurus*, chassaient en meute (Currie & Eberth 2010) ; il en était donc probablement de même pour *T. rex* (p. 211). Plus surprenante est la discussion sur le quotient d'encéphalisation (QE). Comme le QE de *T. rex* est de 2,0 à 2,4, le nôtre, de 7,5, celui des dauphins, de 4,0 à 4,5, celui des chimpanzés, de 2,2 à 2,5, et celui des chats et chiens entre 1,0 et 1,2, Brusatte conclut que *T. rex* « était donc aussi intelligent qu'un chimpanzé et plus qu'un chat ou un chien » (p. 215) ; je ne suis pas certain que beaucoup de primatologues seraient d'accords avec cette assertion, de toute façon impossible à tester ! D'ailleurs, les articles mentionnés dans les sources (p. 347) que j'ai examinés n'infèrent pas l'intelligence et se bornent à mentionner le QE (Brusatte *et al.* 2009 ; Bever *et al.* 2013 ;). *Tyrannosaurus rex*

Chapter 4 “Dinosaurs and drifting continents” recounts the diversification of dinosaurs during the Jurassic and Cretaceous periods, through various field trips and their scientific results. Some of these expeditions clearly benefited from considerable resources, as Brusatte mentions (p. 148) that around a hundred tons of dinosaur bones were collected thanks to Paul Sereno's expeditions to Africa.

Chapter 5, “The tyrant dinosaurs”, deals with theropods, especially tyrannosauroids and, to a lesser extent, carcharodontosaurids. In addition to the famous *Tyrannosaurus rex*, the theropods include many taxa poorly known to the public, but no less interesting (Fig. 2). This chapter opens with the accidental discovery by a backhoe driver in Guanzhou (southeast China) of the first fossil of what was to be called *Qianzhousaurus sinensis* (Lü *et al.* 2014). This tyrannosaurid, a contemporary of *T. rex* (Maastrichtian), was erected by Junchang Jü, Professor at the Chinese Academy of Geosciences in Beijing. This colleague's life story was unusual, as he spent his childhood in poverty in Shandong, lived through the Cultural Revolution and survived famine by harvesting wild vegetables (p. 162).

The discovery of *T. rex* is also told through juicy anecdotes. Henry Fairfield Osborn, then head of the American Museum of Natural History in New York, played an important role in sending Barnum Brown to prospect in the American West for fossils, especially dinosaurs. Osborn was not a sympathetic figure (among other things, he was a eugenicist), but he had important connections ; “his father was a railroad tycoon, his uncle the corporate raider J. P. Morgan” (p. 165), the founder of the big American bank of the same name. Brown discovered the first *T. rex* fossils in Montana in 1902 (p. 166-168), and Osborn described them and erected the taxon as early as 1905 (Osborn 1905).

The description of other tyrannosauroids, including the earliest, such as the early Cretaceous tyrannosauroid *Dilong*, which weighed barely 10 kg, provides an opportunity to learn that the earliest tyrannosauroids were small (p. 176) and that at least some tyrannosauroids, such as *Yutyranus* from the Lower Cretaceous (Xu *et al.* 2012), were covered with rudimentary feathers (p. 181). Some taxa have particularly interesting names, such as the Turonian (early Upper Cretaceous) tyrannosauroid *Timurlengia* from Uzbekistan, named after the 14th-century Turko-Mongol conqueror Timur (p. 187), better known as Tamerlane (Brusatte *et al.* 2016).

Chapter 6, “The king of the dinosaurs”, is dedicated to *Tyrannosaurus rex*, which measured around 13 m and must have weighed around 7 to 8 tons (p. 196). Its predecessors apparently arrived from Asia via the region where the Bering Strait now is, but which was probably emerged at the time (p. 199). Bite marks, frequently preserved on skeletons, show that it preyed on *Edmontosaurus* (a hadrosaur) and the ceratopsian *Triceratops* (p. 200). Biomechanical modeling belies a scene from the film Jurassic Park in which a *T. rex* is seen running at high speed after a jeep (p. 207, 208) ; the model suggests that its maximum speed must have been between 15 and 40 km/h (Hutchinson 2021). Perhaps to compensate for their relative slowness, and contrary to what



Fig. 2. — Reconstruction du paléocystème de la Formation de Bahariya du Crétacé supérieur (Cénomani) de l'oasis de Bahariya (Égypte). Au premier plan, un abélisauridé non identifié (à droite) affronte le spinosauridé *Spinosaurus aegyptiacus* (au centre à gauche, avec le dipneuste *Retodus tuberculatus* dans ses mâchoires) et le carcharodontosaure *Carcharodontosaurus saharicus* (au centre à droite) sous le regard de deux individus du crocodiliforme stomatosuchidé *Stomatosuchus inermis* (en bas à gauche). À l'arrière-plan, un troupeau du sauropode titanosaurien *Paralititan stromeri* (à gauche) observe la scène. En arrière-plan, deux individus du bahariasauridé *Bahariasaurus ingens* s'approchent (à l'extrême droite) tandis que quelques ptérosaures volent au-dessus. La végétation est dominée par la fougère arborescente *Weichselia reticulata*. Crédits : Œuvre d'Andrew McAfee, Musée d'histoire naturelle de Carnegie, publiée sous la licence Creative Commons Attribution 4.0 International. Image disponible à l'adresse suivante : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bahariya_Formation_McAfee.jpg /Reconstruction of the palaeoecosystem of the Upper Cretaceous (Cenomanian) Bahariya Formation of the Bahariya Oasis (Egypt). In the foreground, an unidentified abelisaurid (right) confronts the spinosaurid *Spinosaurus aegyptiacus* (left centre, with dipnoan *Retodus tuberculatus* in its jaws) and the carcharodontosaurid *Carcharodontosaurus saharicus* (right centre) while two individuals of the stomatosuchid crocodyliform *Stomatosuchus inermis* (lower left corner) look on. In the background, a herd of the titanosaurian sauropod *Paralititan stromeri* (left) warily look on. In the background, two individuals of the bahariasaurid *Bahariasaurus ingens* approach (far right) while a few pterosaurs soar above. The vegetation is dominated by the tree fern *Weichselia reticulata*. Credits: Artwork by Andrew McAfee, Carnegie Museum of Natural History, published under the Creative Commons Attribution 4.0 International license. Image available at: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bahariya_Formation_McAfee.jpg

croissait vite (p. 218) ; il atteignait sa taille adulte en pas plus de 20 ans, ce qui révèle une croissance aussi rapide que celle des éléphants africains (Horner & Padian 2004).

Le chapitre 7, « Les dinosaures au sommet de leur art », inclut de fascinants détails (p. 244-248) sur la vie et l'œuvre du baron Franz Nopcsa von Felső-Szilvás (1877-1933). Issu d'une famille de la noblesse transylvanienne dans un territoire qui est aujourd'hui en Roumanie mais qui faisait alors partie de l'empire austro-hongrois, Nopcsa est bien connu pour ses contributions paléontologiques, et pas uniquement sur les dinosaures, qui retiennent naturellement l'attention de Brusatte ; il a étudié la théorie évolutive (e.g. Nopcsa 1923), la paléophysiologie, surtout à l'aide de la paléohistologie (de Buffrénil *et al.* 2021), la géologie, et même l'albanologie (Weishampel 2023). Brusatte mentionne que Nopcsa avait correctement conclu que la petite taille de l'hadrosaure *Telmatosaurus* et du sauropode *Magyarosaurus*, par rapport à leurs proches parents, reflétait le nanisme insulaire.

La vie de Nopcsa fut une « folie furieuse » (p. 244). Il servit comme espion en Albanie, pour le compte du gouvernement austro-hongrois, et tenta même de devenir roi d'Albanie ! Puis, après la première guerre mondiale, il perdit ses terres et son château, s'installa à Vienne, où il sombra dans la dépression et mit fin à ses jours en 1933. Brusatte a peut-être raison quand il écrit (p. 244) que la vie de Nopcsa fut plus mouvementée que celle de Dracula ! Mais il ne faudrait pas non plus conclure que de tels personnages haut en couleur n'existaient que dans un passé lointain de la paléontologie ;

we have seen in the movies, it seems that at least two other tyrannosaurids, *Albertosaurus* and *Tarbosaurus*, hunted in packs (Currie & Eberth 2010); so it was probably the same for *T. rex* (p. 212, 213). More surprising is the discussion of encephalization quotient (EQ). Since the EQ of *T. rex* is 2.0 to 2.4, ours 7.5, that of dolphins 4.0 to 4.5, that of chimpanzees 2.2 to 2.5, and that of cats and dogs between 1.0 and 1.2, Brusatte concludes that *T. rex* “was as intelligent as a chimp and more intelligent than dogs and cats” (p. 217); I'm not sure that many primatologists would agree with this assertion, which is in any case impossible to test! Moreover, the articles mentioned in the sources (p. 373, 374) that I examined do not infer intelligence and merely mention EQ (Brusatte *et al.* 2009; Bever *et al.* 2013;). *Tyrannosaurus rex* grew fast (p. 219-221); it reached adult size in no more than 20 years, revealing growth as rapid as that of African elephants (Horner & Padian 2004).

Chapter 7 “Dinosaurs at the top of their game” includes fascinating details (p. 253-257) on the life and work of Baron Franz Nopcsa von Felső-Szilvás (1877-1933). Born into a family of Transylvanian nobility in what is now Romania, but was then part of the Austro-Hungarian Empire, Nopcsa is well known for his paleontological contributions, and not just on dinosaurs, which naturally attract Brusatte's attention; he studied evolutionary theory (e.g. Nopcsa 1923), paleophysiology, especially with the help of paleohistology (de Buffrénil *et al.* 2021), geology, and even albanology (Weishampel 2023). Brusatte mentions that Nopcsa had correctly concluded that

Brusatte décrit comment Mátyás Vremir (1970-2020), lorsqu'il cherchait des fossiles, « n'hésitait pas à se mettre à l'eau dans une rivière gelée en plein hiver roumain, à descendre des falaises de 30 mètres en rappel ou à ramper dans les grottes les plus étroites et les plus profondes. » (p. 249).

L'origine des oiseaux est couverte par le chapitre 8, « Les dinosaures prennent leur envol ». Brusatte y explique que les oiseaux sont de dinosaures et que ces derniers ne sont donc pas éteints, et que les ptérosaures ne sont ni des dinosaures, ni des oiseaux (p. 260, 261). La découverte d'*Archaeopteryx* en 1861 confirma la réalité de l'évolution biologique (mais pas forcément par la sélection naturelle, le mécanisme proposé par Darwin), car ce taxon démontre clairement l'origine dinosaurienne des oiseaux (p. 264). Le problème de la délimitation du taxon *Aves* (que Brusatte ne nomme que par le vernaculaire « oiseaux ») est discuté (p. 273). Après avoir expliqué que la richesse du registre fossile des théropodes mésozoïques fait de cette délimitation « surtout une question de sémantique », il conclut que « les paléontologues actuels définissent un oiseau comme tout animal appartenant au groupe comprenant l'*Archaeopteryx* de Huxley, les oiseaux modernes et tous les descendants de leur [dernier] ancêtre commun du Jurassique » (p. 273). C'est en effet un usage assez répandu du nom *Aves*, mais ce n'est pas celui qui a été établi sous le *PhyloCode* (Cantino & de Queiroz 2020), le code de nomenclature phylogénétique. Ce code est assez populaire chez les paléontologues qui étudient les dinosaures mésozoïques car il est difficile d'assigner des catégories linnéennes à des taxons compris dans le sous-ordre *Theropoda* mais qui incluent la classe *Aves* (Laurin 2023 : 91) cette étrange et problématique inversion de la hiérarchie des rangs (qui n'est pas unique) contredit le principe de base de la nomenclature linnéenne. Or, sous le *PhyloCode*, la définition du taxon *Aves* (l'équivalent du terme vernaculaire « oiseaux ») correspond au clade apical (le plus petit clade qui inclut tous les oiseaux actuels), ce qui exclut donc *Archaeopteryx* et probablement tous les « oiseaux » mésozoïques connus (Clarke *et al.* 2020).

Les plumes sont peut-être apparues (sous une forme très rudimentaire) chez les premiers dinosaures (p. 280). L'auteur est ici relativement prudent, car d'autres prétendent que les ptérosaures avaient aussi des plumes rudimentaires, formant un type de duvet (Yang *et al.* 2019), ce qui suggère plutôt une origine précoce au sein des avemetatarsaliens, et des traces de pigments dans ces plumes suggèrent une fonction de signalisation (Cincotta *et al.* 2022). Les membres antérieurs emplumés de théropodes non-aviens, tels que celles des ornithomimosauriens, ne permettaient pas de voler, mais servaient peut-être lors de parades, pour l'équilibre, la nage, ou la couvaison (p. 282-285). On conclut donc que le vol chez les dinosaures est apparu longtemps après les ailes et les plumes ! L'évolution des plumes, des ailes et du vol a visiblement été complexe. Certains dinosaures mésozoïques avaient deux paires d'ailes (p. 271), et un autre, *Yi qi* (Fig. 3), semble avoir eu une aile membraneuse dépourvue de plumes et rappelant celle des chauve-souris, trop rigide pour un vol battu, qui devait surtout servir à planer (p. 286). De plus, l'origine des oiseaux est associée à une accélération du taux d'évolution et à une réduction de la taille corporelle (p. 289; Brusatte *et al.* 2014).

the small size of the hadrosaurid dinosaur *Telmatosaurus* and the sauropod *Magyarosaurus*, compared to their close relatives, reflected insular dwarfism.

Nopcsa's life was extraordinary. He served as a spy in Albania for the Austro-Hungarian government, and even tried to become King of Albania! Then, after the First World War, he lost his lands and castle, settled in Vienna, where he sank into depression and ended his life in 1933. Perhaps Brusatte is right when he writes that “Dracula, in all seriousness, has nothing on the Dinosaur Baron” (p. 253)! But neither should we conclude that such colorful characters existed only in paleontology's distant past; Brusatte describes how Mátyás Vremir (1970-2020), when searching for fossils, “he'll wade into frigid rivers in the Romanian winter, abseil down hundred-foot cliffs, or contort himself into the tightest and deepest of caves.” (p. 258, 259).

The origin of birds is covered in Chapter 8, “Dinosaurs take flight”. In it, Brusatte explains that birds originated from dinosaurs, so dinosaurs are not extinct, and that pterosaurs are neither dinosaurs nor birds (p. 268, 269). The discovery of *Archaeopteryx* in 1861 confirmed the reality of biological evolution (though not necessarily through natural selection, the mechanism proposed by Darwin), as this taxon clearly demonstrates the dinosaurian origin of birds (p. 272). The problem of delimiting the taxon *Aves* (which Brusatte calls only by the vernacular “birds”) is discussed (p. 282). After explaining that, given the richness of the fossil record of Mesozoic theropods, this delimitation is “just a matter of semantics”, he concludes that “today's paleontologists define a bird as anything that falls into the group that includes Huxley's *Archaeopteryx*, modern birds, and all descendants of their [last] Jurassic common ancestor” (p. 282). This is indeed a fairly widespread use of the name *Aves*, but it is not the one established under the *PhyloCode* (Cantino & de Queiroz 2020), the code of phylogenetic nomenclature. This code is quite popular among paleontologists studying Mesozoic dinosaurs because it is difficult to assign Linnaean categories to taxa included in the suborder *Theropoda* but which include the class *Aves* (Laurin 2023: 91); this strange and problematic (but not unique) inversion of the Linnaean hierarchy contradicts the basic principle of rank-based nomenclature. However, under the *PhyloCode*, the definition of the taxon *Aves* (the equivalent of the vernacular term “birds”) corresponds to the crown-clade (the smallest clade that includes all present-day birds), which therefore excludes *Archaeopteryx* and probably all known Mesozoic “birds” (Clarke *et al.* 2020).

Feathers may have appeared (in a very rudimentary form) in the first dinosaurs (p. 290). The author is relatively cautious here, as others claim that pterosaurs also had rudimentary feathers, forming a type of down (Yang *et al.* 2019), suggesting instead an origin at the latest in basal avemetatarsaliens, and traces of pigments in these feathers suggest a signaling function (Cincotta *et al.* 2022). The feathered forelimbs of non-avian dinosaurs, such as those of ornithomimosaurians, did not allow flight, but were perhaps used for parades, balance, swimming or brooding (p. 293-296). We therefore conclude that dinosaur flight appeared long after wings and feathers!



FIG. 3. — L'étrange dinosaure *Yi qi*, avec ses ailes membraneuses. Crédits : Emily Willoughby, publié sous la licence Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International. Image disponible à l'adresse suivante : https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Yi_qi_restoration.jpg&oldid=811011681 /The strange dinosaur *Yi qi*, with its membranous wings. Credits: Emily Willoughby, published under the Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International licence. Image available at: https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Yi_qi_restoration.jpg&oldid=811011681

Le chapitre 9 s'intitule « La mort des dinosaures ». Ce titre n'est pas optimal, car la crise K/Pg ne fut pas, contrairement à ce qu'on entend souvent, « l'extinction des dinosaures », puisque comme on l'a vu au chapitre précédent, les oiseaux sont des dinosaures. De plus, de nombreux autres taxons furent affectés par cette crise, dont les ptérosaures et les ammonites (Landman *et al.* 2012; Longrich *et al.* 2018). Brusatte décrit assez longuement les effets à court terme de l'impact de la météorite de Chicxulub (Yucatán, Mexique), mais il ne néglige pas l'importante phase éruptive dont témoignent encore les trapps du Deccan, en Inde (p. 312). L'importance relative des deux événements (chute de la grande météorite et volcanisme intensif) pour la crise K/Pg est encore débattue (e.g. Schoene *et al.* 2015) et une étude a même montré que les extinctions massives sont associées à des périodes où les deux événements (volcanisme massif et chute d'une grosse météorite) se produisent simultanément (Arens & West 2008). Les données pour résoudre le débat restent fragmentaires; s'il ne semble pas y avoir de déclin progressif dans la disparité et la biodiversité globale (nombre de taxons) des dinosaures pendant le Crétacé, les cératopsiens et hadrosaures ont bien décliné en diversité et disparité entre le Campanien et le Maastrichtien (p. 313, 314).

Un bref épilogue dépeint la biosphère au début du Paléocène, alors que la radiation évolutive des mammifères placentaires battait son plein et que leur taille corporelle augmentait rapidement. L'auteur rappelle qu'aucun mammifère mésozoïque n'était plus grand qu'un blaireau (p. 329).

Après les remerciements, suit la section de notes bibliographiques, qui fournit les principales sources utilisées dans le livre, tout en résumant très brièvement la pertinence de chaque référence. Les références sont triées par chapitre du livre, ce qui est fort utile. Mon seul regret est que pour les articles publiés dans des revues, les titres de ces articles ont été omis (sans doute un choix pour réduire la longueur du texte), ce qui rend leur récupération par des moteurs de recherche tels que Google Scholar un peu pénible.

Après ce bilan très positif, je dois seulement signaler l'envers de la médaille : le livre est très accessible en partie parce que l'auteur a choisi de simplifier certains concepts. L'aspect qui m'a gêné le plus concerne la nomenclature, un aspect auquel je suis plus sensible que la plupart des paléontologues, car la nomenclature forme une part significative de mon activité (e.g. Laurin 2023). Ainsi, dans le chapitre 1, l'auteur décrit un lac hypothétique de la fin du Permien dont les vestiges se trouvent aujourd'hui dans les monts Sainte-Croix en Pologne : « On trouvait là des salamandres visqueuses plus imposantes que des chiens [des temnospondyles, en fait] et qui, musardant près des rives, gobaient de temps à autre un poisson de passage en un claquement de gueule » (p. 26). C'était une belle occasion (que l'auteur n'a pas saisie) d'expliquer que le groupe des « poissons », autrefois reconnu comme un taxon valide (Ichthyes/Pisces), est paraphylétique (Janvier 1996). L'auteur a néanmoins clarifié la nomenclature dans certains passages, comme lorsqu'il indique que les synapsides anciens, des mammifères-souches, sont souvent appelés « de manière aussi irritante qu'incorrecte » des « reptiles mammaliens (bien qu'ils ne soient en réalité pas des reptiles) » (p. 37). Le début

The evolution of feathers, wings and flight was clearly complex. Some Mesozoic dinosaurs had two pairs of wings (p. 280), and another, *Yi qi* (Fig. 3), seems to have had a featherless membranous wing reminiscent of that of bats, which was too rigid for flapping flight and must have been used mainly for gliding (p. 400). Furthermore, the origin of birds is associated with an accelerated rate of evolution and a reduction in body size (p. 289; Brusatte *et al.* 2014).

Chapter 9 is entitled “Dinosaurs die out”. This title is not optimal, as the K/Pg crisis was not, contrary to popular belief, “the extinction of the dinosaurs”, since, as we saw in the previous chapter, birds are dinosaurs. Furthermore, many other taxa were also affected by this crisis, including pterosaurs and ammonites (Landman *et al.* 2012; Longrich *et al.* 2018). Brusatte describes at some length the short-term effects of the Chicxulub meteorite impact (Yucatán, Mexico), but he does not overlook the important eruptive phase still witnessed by the Deccan trapps in India (p. 326). The relative importance of the two events (large meteorite fall and intensive volcanism) for the K/Pg crisis is still debated (e.g. Schoene *et al.* 2015), and a study even found that mass extinction events are associated with times when both phenomena (massive volcanism and fall of a large meteorite) occur simultaneously (Arens & West 2008). Data to resolve the debate remain fragmentary; while there does not appear to be a progressive decline in global dinosaur disparity and biodiversity (number of taxa) during the Cretaceous, ceratopsians and hadrosaurs did decline in diversity and disparity between the Campanian and Maastrichtian (p. 327, 328).

A brief epilogue depicts the biosphere at the beginning of the Paleocene, when the evolutionary radiation of placental mammals was in full swing and their body size was increasing rapidly. The author reminds us that no Mesozoic mammal was larger than a badger (p. 343).

After the Acknowledgements, follows the bibliographical notes section, which provides the main sources used in the book, while very briefly summarizing the relevance of each reference. The references are sorted by book chapter, which is very useful. My only regret is that for articles in journals, the article titles have been left out (no doubt a choice to reduce the length of the text), which makes their retrieval by search engines such as Google Scholar a bit of a pain.

After this very positive assessment, I must only point out the other side of the coin: the book is very accessible in part because the author has chosen to simplify some concepts. The aspect that bothered me most concerned nomenclature, an aspect to which I am more sensitive than most paleontologists, as nomenclature forms a significant part of my activity (e.g. Laurin 2023). In Chapter 1, for example, the author describes a hypothetical lake from the end of the Permian, the remains of which can be found today in the Holy Cross Mountains in Poland : “There were slimy salamanders [temnospondyls, in fact] bigger than dogs, loitering near the water's edge, and occasionally snapping at a passing fish.” (p. 12). This was a good opportunity (which the author missed) to explain that “fishes”, once recognized as a valid taxon (Ichthyes/Pisces), is paraphyletic (Janvier 1996). The author has, however, clari-

de la même phrase révèle cependant une autre belle occasion de clarifier certains concepts et la nomenclature associée, car elle indique que les traces de pas permien des monts Sainte-Croix (Ptaszynski & Niedzwiedzki 2004) appartiennent à des « amphibiens, de petits reptiles et de synapsides primitifs, ces ancêtres des mammifères » (p. 37). Si les synapsides permien sont bien des mammifères-souches, ceux qu'on connaît ne sont probablement pas, dans la vaste majorité des cas, les ancêtres des mammifères ; ils appartiennent plutôt à d'autres branches (éteintes depuis le Permien, le Trias, ou le Jurassique) de l'arbre évolutif des synapsides. On trouve le même problème sur l'origine des oiseaux et le lien avec *T. rex*, qui n'est pas l'ancêtre (p. 287). Hennig (1966) avait déjà attiré l'attention sur la difficulté de trouver des ancêtres directs dans le registre fossile (évoqués également aux pages 62, 65, etc.), et la présence d'autapomorphies atteste bien que la plupart des fossiles que nous avons trouvés ne sont pas les ancêtres directs de taxons actuels, ce que montrent très clairement les arbres phylogénétiques récents incorporant des fossiles (e.g. Angielczyk & Kammerer 2018 : fig. 5.3; Didier & Laurin 2021).

Dans un même ordre d'idées, l'auteur appelle généralement les temnospondyles permo/triasiques (essentiellement des stéréospondyles) des « amphibiens », et parfois même des « salamandres géantes », comme dans ce passage qui décrit une fouille à laquelle Brusatte participa : « Un nombre incalculable de squelettes d'amphibiens appelés *Metoposaurus* – des versions géantes des salamandres actuelles, de la taille d'une petite voiture – étaient entremêlés de façon totalement chaotique » (p. 65). Appeler le stéréospondyle *Metoposaurus* un amphibien et une salamandre géante prête à confusion.

Commençons par le premier terme, le moins problématique ici. En effet, les temnospondyles ne sont de véritables amphibiens que sous certaines phylogénies, car le mot « amphibien », qui désignait autrefois un groupe paraphylétique qui incluait aussi bien des tétrapodes-souches dévoniens, les amphibiens actuels (lissamphibiens) et les amphibiens-souches paléozoïques que les amniotes-souches, ne devrait maintenant s'appliquer qu'au clade total des lissamphibiens (Gauthier *et al.* 1989); c'est en tous cas la définition établie sous le *PhyloCode* (Laurin *et al.* 2020). Or, l'origine des lissamphibiens reste débattue. L'hypothèse la plus ancienne et la plus populaire est en effet qu'ils aient une origine unique au sein des temnospondyles (Bolt 1969; Ruta & Coates 2007), mais une origine unique au sein des lépospondyles est bien soutenue par des données morphologiques (Marjanović & Laurin 2019) et développementales (Laurin *et al.* 2022); si cette seconde hypothèse est correcte, les temnospondyles ne sont pas des amphibiens. Des alternatives moins plausibles, car souvent incompatibles avec les phylogénies moléculaires (Laurin 2002) impliquent une origine diphylétique (Anderson *et al.* 2008) ou même triphylétique (Carroll & Holmes 1980; Fröbisch *et al.* 2007) des amphibiens actuels au sein des temnospondyles (qui seraient donc des amphibiens) et des lépospondyles. Donc, il n'est pas certain que les temnospondyles soient des amphibiens, même s'ils sont appelés ainsi dans de nombreux articles de recherche, où cette simplification est bien moins excusable que dans un ouvrage de vulgarisation.

fiée nomenclature in certain passages, as when he points out that early synapsids, which are stem-mammals, are “often annoyingly, and incorrectly, described as mammal-like reptiles (although they are not actually reptiles)” (p. 23). Another part of the same sentence provided other fine opportunities to clarify certain concepts and associated nomenclature, as it indicates that the Permian footprints from the St. Croix Mountains (Ptaszynski & Niedzwiedzki 2004) were made by “amphibians, small reptiles and the early synapsids, progenitors of mammals” (p. 23). If Permian synapsids are indeed stem-mammals, the vast majority of their fossils are probably not those of the ancestors of mammals; rather, they belong to other branches (extinct since the Permian, Triassic or Jurassic) of the synapsid evolutionary tree. We find the same problem with the origin of birds and the link with *T. rex*, which is not the ancestor of birds (p. 298). Hennig (1966) had already drawn attention to the difficulty of finding direct ancestors in the fossil record (evoked in the book also on p. 51, 54, etc.), and the presence of autapomorphies makes it clear that most of the fossils we have found are not the direct ancestors of present-day taxa, as is clearly shown by recent phylogenetic trees incorporating fossils (e.g. Angielczyk & Kammerer 2018: fig. 5.3; Didier & Laurin 2021).

In a similar vein, the author generally refers to Permo-Triassic temnospondyls (essentially stereospondyls) as “amphibians”, and sometimes even “giant salamanders”, as in this passage, which describes an excavation Brusatte took part in: “Countless skeletons of amphibians called *Metoposaurus* –supersize versions of today's salamanders that were the size of a small car– were jumbled together in a chaotic mess” (p. 54). Calling the stereospondyl *Metoposaurus* an amphibian and a salamander is problematic.

Let's start with the first term (“amphibian”), which is the least problematic here. Temnospondyls are true amphibians only under certain phylogenies. This is because the word “amphibian”, which once denoted a paraphyletic group that included Devonian stem-tetrapods, present-day amphibians (lissamphibiens), Paleozoic stems amphibians, and even stem-amniotes, should now denote only the total lissamphibian clade (Gauthier *et al.* 1989); this is in any case the definition established under the *PhyloCode* (Laurin *et al.* 2020). Furthermore, the origin of lissamphibiens remains debated. The oldest, most popular hypothesis is indeed that they have a single origin within the temnospondyls (Bolt 1969; Ruta & Coates 2007), but a single origin within lepospondyls is well supported by morphological (Marjanović & Laurin 2019) and developmental data (Laurin *et al.* 2022); if this second hypothesis is correct, temnospondyls are not amphibians. Less plausible alternatives, often incompatible with molecular phylogenies (Laurin 2002), imply a diphyletic (Anderson *et al.* 2008) or even a triphyletic (Carroll & Holmes 1980; Fröbisch *et al.* 2007) origin of present-day amphibians within the temnospondyls (which would then be amphibians) and lepospondyls. So, to sum up, it is uncertain if temnospondyls are amphibians, even though they are referred to as such in many research articles, where this is more problematic than in a popular book.

Appeler *Metoposaurus* une « salamandre géante » est plus problématique car aucune phylogénie publiée ne place les temnospondyles triasiques parmi les urodèles (ni donc parmi les salamandres). Brusatte explique sa vision des affinités de *Metoposaurus* dans ce passage : « Ces terrifiants prédateurs étaient les ancêtres des grenouilles, des crapauds, des tritons et des salamandres d'aujourd'hui. Leur ADN coule dans les veines de la grenouille qui sautille dans votre jardin ou de celle que vous avez disséquée en cours de biologie. » (p. 65). Brusatte fait donc de *Metoposaurus* l'ancêtre des batracchiens, peut-être des lissamphibiens, une affirmation qui n'a jamais été faite dans la littérature primaire, à ma connaissance. C'est bien sûr impossible car d'une part, *Metoposaurus* et des taxons plus inclusif dont il fait partie (à l'intérieur des stéréospondyles) possèdent de nombreuses autapomorphies qui démontrent qu'ils ne sont pas les ancêtres des lissamphibiens, mais d'autre part, *Metoposaurus* est apparu trop tardivement. Il est connu du Carnien et peut-être du Norien, soit uniquement dans le Trias supérieur, alors que des lissamphibiens (des vrais !) comme *Triadobatrachus* (Ascarrunz *et al.* 2016) et *Czatkobatrachus* (Evans & Borsuk-Białynicka 2009) étaient déjà apparus au Trias inférieur, soit au moins 10 Ma auparavant.

Certaines critiques publiées du livre, au contraire, me semblent injustifiées. Dans son analyse, Arbour (2018) reproche à l'ouvrage de minimiser le rôle des femmes en paléontologie ; elle affirme que « les contributions des femmes paléontologues sont plus rares. Bien que le livre ne vise pas à fournir une liste exhaustive de chercheurs notables, se concentrant principalement sur les collaborations de Brusatte au fil des ans, cela était néanmoins surprenant, compte tenu du fait qu'au moins un tiers des membres actuels de notre organisation professionnelle phare, la Society of Vertebrate Paleontology, sont des femmes. » Cette critique a été réaffirmée par Brownstein (2019), qui a noté « le manque comparatif de femmes paléontologues présentées dans *Rise and Fall* ». Ayant vu ces commentaires peu après avoir commencé à lire le livre, j'ai gardé cela à l'esprit, et j'ai noté pas moins de 31 femmes mentionnées (presque toujours positivement) dans le livre. En comparant avec les articles que j'avais rassemblés sur les dinosaures (principalement dans les années 1990) sans me préoccuper du genre des auteurs, je pense au contraire que les femmes sont plutôt bien représentées dans le livre. Arbour (2018) a peut-être raison de dire que les femmes représentent un tiers des membres actuels de la SVP, mais l'histoire de la paléontologie qui est en partie résumée dans le livre remonte aux années 1860, et je ne doute guère que les hommes ont dominé la majeure partie de cette histoire ; le souci de parité hommes-femmes est apparu au cours des dernières décennies. Les femmes mentionnées dans le livre de Brusatte ont, sans surprise, contribué à la paléontologie au cours de ces dernières décennies, et j'ai donc l'impression que l'équilibre entre les sexes dans ce domaine est fidèlement représenté dans le livre. On peut déplorer l'histoire, mais il ne faut pas la réécrire.

Bref, ce livre séduira un vaste lectorat et suscitera sans doute des vocations parmi les jeunes. Mais même les paléontologues professionnels prendront plaisir à lire les nombreux passages décrivant de façon très vivante et succincte les paléontologues

Calling *Metoposaurus* a “giant salamander” is more problematic because no published phylogeny places Triassic temnospondyls among the urodèles (nor, therefore, among the salamanders). Brusatte further explains his vision of the affinities of *Metoposaurus*: “These terrifying predators were the ancestors of today's frogs, toads, newts, and salamanders. Their DNA flows through the veins of the frog hopping around your garden or the one you dissected in high school biology class.” (p. 54). Brusatte therefore makes *Metoposaurus* the ancestor of batrachians, and possibly of lissamphibians, a claim that has never been made in the primary literature, as far as I know. This is impossible, of course, because *Metoposaurus* and the more inclusive stereospondyl taxa of which it is a part display numerous autapomorphies that demonstrate that they are not the ancestors of lissamphibians, but also because *Metoposaurus* appeared too late. It is known from the Carnian and perhaps the Norian, i.e. only in the Upper Triassic, whereas lissamphibians (real ones!) such as *Triadobatrachus* (Ascarrunz *et al.* 2016) and *Czatkobatrachus* (Evans & Borsuk-Białynicka 2009) had already appeared by the Lower Triassic, at least 10 Ma earlier.

Some published criticism of the book, on the contrary, seem unwarranted. In her review, Arbour (2018) criticized the book for downplaying the role of women in paleontology; she stated that “The contributions of female paleontologists were a bit rarer to find, however. Although the book doesn't set out to provide an exhaustive list of notable researchers, focusing mostly on Brusatte's own collaborations over the years, this was nonetheless surprising, given the fact that at least a third of the current membership of our flagship professional organization, the Society of Vertebrate Paleontology, are women.” This criticism was reasserted by Brownstein (2019), who noted “the comparative lack of women paleontologists featured in *Rise and Fall*”. Having seen these comments shortly after starting to read the book, I kept this in mind, and I noted no less than 31 women mentioned (nearly always positively) in the book. When comparing with the papers that I had collected on dinosaurs (mostly in the 1990s) without regard to author gender, I think on the contrary that women are rather well-represented in the book. Arbour (2018) may well be correct about women making up a third of SVP's current membership, but the history of paleontology that is partly summarized in the book harks back to the 1860s, and I have little doubt that men dominated most of this history; gender parity concerns arose in the last few decades. The women mentioned in Brusatte's book, unsurprisingly, contributed to paleontology in these last decades, so my impression is that the gender balance of the field is represented faithfully in the book. It is fine to deplore history, but not to re-write it.

In short, this book will appeal to a wide readership, and will no doubt spark vocations among young people. But even professional paleontologists will enjoy reading the many passages describing in vivid, succinct detail the paleontologists who have written the fascinating history of paleontology, and travel aficionados will appreciate the many accounts of (sometimes quite adventurous) field expeditions on various continents.

qui ont écrit la fascinante histoire de la paléontologie, et les aficionados de voyages apprécieront les nombreux récits sur

les expéditions de terrain (parfois assez aventureuses) sur divers continents.

REFERENCES

- ANDERSON J. S., REISZ R. R., SCOTT D., FRÖBISCH N. B. & SUMIDA S. S. 2008. — A stem batrachian from the Early Permian of Texas and the origin of frogs and salamanders. *Nature* 453 (7194): 515-518. <https://doi.org/10.1038/nature06865>
- ANGIELCZYK K. D. & KAMMERER C. F. 2018. — 5. Non-mammalian synsapsids: the deep roots of the mammalian family tree, in ZACHOS F. & ASHER R. (eds), *Mammalian evolution, diversity and systematics*. De Gruyter, Berlin: 117-198. <https://doi.org/10.1515/9783110341553-005>
- ARBOUR V. 2018. — Results roll in from the dinosaur renaissance. *Science* 360 (6389): 611. <https://doi.org/10.1126/science.aat0451>
- ARENS N. C. & WEST I. D. 2008. — Press-pulse: a general theory of mass extinction? *Paleobiology* 34 (4): 456-471. <https://doi.org/10.1666/07034.1>
- ASCARRUNZ E., RAGE J.-C., LEGRENEUR P. & LAURIN M. 2016. — *Triadobatrachus massinoti*, the earliest known lissamphibian (Vertebrata: Tetrapoda) re-examined by μ CT-Scan, and the evolution of trunk length in batrachians. *Contributions to Zoology* 85 (2): 201-234. <https://doi.org/10.1163/18759866-08502004>
- BEVER G. S., BRUSATTE S. L., CARR T. D., XU X., BALANOFF A. M. & NORELL M. A. 2013. — The braincase anatomy of the late Cretaceous dinosaur *Alioramus* (Theropoda: Tyrannosauroida). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 2013 (376): 1-72. <https://doi.org/10.1296/810.1>
- BOLT J. R. 1969. — Lissamphibian origins: possible protolissamphibian from the Lower Permian of Oklahoma. *Science* 166 (3907): 888-891. <https://doi.org/10.1126/science.166.3907.888>
- BROWNSTEIN C. D. 2019. — The Rise and Fall of the Dinosaurs: A New History of a Lost World.— By Stephen L. Brusatte. *Systematic Biology* 68 (1): 184-186. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syy055>
- BRUSATTE S. L., BENTON M. J., RUTA M. & LLOYD G. T. 2008. — Superiority, competition, and opportunism in the evolutionary radiation of dinosaurs. *Science* 321 (5895): 1485-1488. <https://doi.org/10.1126/science.1161833>
- BRUSATTE S. L., LLOYD G. T., WANG S. C. & NORELL M. A. 2014. — Gradual assembly of avian body plan culminated in rapid rates of evolution across the dinosaur-bird transition. *Current Biology* 24 (20): 2386-2392. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.08.034>
- BRUSATTE S. L., CARR T. D., ERICKSON G. M., BEVER G. S. & NORELL M. A. 2009. — A long-snouted, multihorned tyrannosaurid from the Late Cretaceous of Mongolia. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (41): 17261-17266. <https://doi.org/10.1073/pnas.0906911106>
- BRUSATTE S. L., AVERIANOV A., SUES H.-D., MUIR A. & BUTLER I. B. 2016. — New tyrannosaur from the mid-Cretaceous of Uzbekistan clarifies evolution of giant body sizes and advanced senses in tyrant dinosaurs. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113 (13): 3447-3452. <https://doi.org/10.1073/pnas.1600140113>
- CANTINO P. D. & DE QUEIROZ K. 2020. — *International Code of Phylogenetic Nomenclature (PhyloCode): A Phylogenetic Code of Biological Nomenclature*. CRC Press, Boca Raton, Florida, xl + 149 p. <https://doi.org/10.1201/9780429446320>
- CARROLL R. L. & HOLMES R. 1980. — The skull and jaw musculature as guides to the ancestry of salamanders. *Zoological Journal of the Linnean Society* 68 (1): 1-40. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1980.tb01916.x>
- CINCOTTA A., NICOLAÏ M., CAMPOS H. B. N., MCNAMARA M., D'ALBA L., SHAWKEY M. D., KISCHLAT E.-E., YANS J., CARLEER R. & ESCUILLIÉ F. 2022. — Pterosaur melanosomes support signalling functions for early feathers. *Nature* 604: 684-688. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04622-3>
- CLARKE J. A., MINDELL D. P., DE QUEIROZ K., HANSON M., NORELL M. A. & GAUTHIER J. A. 2020. — *Aves, in DE QUEIROZ K., CANTINO P. D. & GAUTHIER J. A. (eds), Phylonyms: A Companion to the PhyloCode*. CRC Press, Boca Raton, Florida: 1247-1253. <https://doi.org/10.1201/9780429446276>
- COPE E. D. 1889. — On a new genus of Triassic Dinosauria. *American Naturalist* 23 (271): 626.
- CURRIE P. J. & EBERTH D. A. 2010. — On gregarious behavior in *Albertosaurus*. *Canadian Journal of Earth Sciences* 47 (9): 1277-1289. <https://doi.org/10.1139/E10-072>
- DE BUFFRÉNIL V., DE RICQLÈS A. J., ZYLBERBERG L., PADIAN K., LAURIN M. & QUILHAC A. (eds) 2021. — *Vertebrate Skeletal Histology and Paleohistology*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 838 p. <https://doi.org/10.1201/9781351189590>
- DIDIER G. & LAURIN M. 2021. — Distributions of extinction times from fossil ages and tree topologies: the example of some mid-Permian synapsid extinctions. *PeerJ* 9: e12577. <https://doi.org/10.7717/peerj.12577>
- EVANS S. E. & BORSUK-BIAŁYNICKA M. 2009. — The Early Triassic stem-frog *Czatkobatrachus* from Poland. *Palaeontologia Polonica* 65: 79-105.
- FRÖBISCH N. B., CARROLL R. L. & SCHOCH R. R. 2007. — Limb ossification in the Paleozoic branchiosaurid *Apateon* (Temnospondyli) and the early evolution of preaxial dominance in tetrapod limb development. *Evolution & Development* 9 (1): 69-75. <https://doi.org/10.1111/j.1525-142X.2006.00138.x>
- GAUTHIER J., CANNATELLA D. C., DE QUEIROZ K., KLUGE A. G. & ROWE T. 1989. — Tetrapod Phylogeny, in FERNHOLM B., BREMER K. & JORNVAL H. (eds), *The Hierarchy of Life*. Elsevier Science Publishers B. V. (Biomedical Division), New York: 337-353.
- HENNIG W. 1966. — *Phylogenetic systematics*. University of Illinois Press, Urbana, Chicago, London, 263 p.
- HORNER J. R. & PADIAN K. 2004. — Age and growth dynamics of *Tyrannosaurus rex*. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 271: 1875-1880. <https://doi.org/10.1098/rspb.2004.2829>
- HUTCHINSON J. R. 2021. — The evolutionary biomechanics of locomotor function in giant land animals. *Journal of Experimental Biology* 224 (11): jeb217463. <https://doi.org/10.1242/jeb.217463>
- JANVIER P. 1996. — *Early Vertebrates*. Oxford University Press, Oxford, 393 p.
- LANDMAN N. H., GARB M. P., ROVELLI R., EBEL D. S. & EDWARDS L. E. 2012. — Short-term survival of ammonites in New Jersey after the end-Cretaceous bolide impact. *Acta Palaeontologica Polonica* 57 (4): 703-715. <https://doi.org/10.4202/app.2011.0068>
- LAURIN M. 2002. — Tetrapod phylogeny, amphibian origins, and the definition of the name Tetrapoda. *Systematic Biology* 51 (2): 364-369. <https://doi.org/10.1080/10635150252899815>
- LAURIN M. 2023. — *The Advent of PhyloCode: The Continuing Evolution of Biological Nomenclature*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 226 p. <https://doi.org/10.1201/9781003092827>
- LAURIN M., ARNTZEN J. W., BÁEZ A. M., BAUER A. M., DAMIANI R., EVANS S. E., KUPFER A., LARSON A., MARJANOVIĆ D., MÜLLER H., OLSSON L., RAGE J.-C. & WALSH D. 2020. — *Amphibia, in DE QUEIROZ K., CANTINO P. D. & GAUTHIER J. A. (eds), Phylonyms: A Companion to the PhyloCode*. CRC Press, Boca Raton, Florida: 765-771. <https://doi.org/10.1201/9780429446276>
- LAURIN M., LAPAUZE O. & MARJANOVIĆ D. 2022. — What do ossification sequences tell us about the origin of extant amphibians?

- Peer Community Journal* 2 (e12): 1-35. <https://doi.org/10.24072/pcjournal.89>
- LONGRICH N. R., MARTILL D. M. & ANDRES B. 2018. — Late Maastrichtian pterosaurs from North Africa and mass extinction of Pterosauria at the Cretaceous-Paleogene boundary. *PLoS Biology* 16 (3): e2001663. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2001663>
- LÜ J., YI L., BRUSATTE S. L., YANG L., LI H. & CHEN L. 2014. — A new clade of Asian Late Cretaceous long-snouted tyrannosaurids. *Nature Communications* 5 (1): 3788. <https://doi.org/10.1038/ncomms4788>
- MARJANOVIĆ D. & LAURIN M. 2019. — Phylogeny of Paleozoic limbed vertebrates reassessed through revision and expansion of the largest published relevant data matrix. *PeerJ* 6: e5565. <https://doi.org/10.7717/peerj.5565>
- MARZOLI A., RENNE P. R., PICCIRILLO E. M., ERNESTO M., BELLIENI G. & MIN A. D. 1999. — Extensive 200-million-year-old continental flood basalts of the Central Atlantic Magmatic Province. *Science* 284 (5414): 616-618. <https://doi.org/10.1126/science.284.5414.616>
- NOPCSA F. B. 1923. — Reversible and irreversible evolution; a study based on reptiles. *Proceedings of the Zoological Society of London* 93 (4): 1045-1059. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1923.tb02219.x>
- OSBORN H. F. 1905. — *Tyrannosaurus* and other Cretaceous carnivorous dinosaurs. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 21 (14): 259-265. <http://hdl.handle.net/2246/1464>
- PTASZYNSKI T. & NIEDZWIEDZKI G. 2004. — Late Permian vertebrate tracks from the Tumlin Sandstone, Holy Cross Mountains, Poland. *Acta Palaeontologica Polonica* 49 (2): 289-320.
- RAUP D. M. & SEPKOSKI J. J. 1982. — Mass extinctions in the marine fossil record. *Science* 215 (4539): 1501-1503. <https://doi.org/10.1126/science.215.4539.1501>
- REIG O. A. 1963. — La presencia de dinosaurios saurisquios en los “Estratos de Ischigualasto” (Mesotriasico Superior) de las provincias de San Juan y La Rioja (Argentina). *Ameghiniana* 3 (1): 3-20. <https://www.ameghiniana.org.ar/index.php/ameghiniana/article/view/1121>
- RUTA M. & COATES M. I. 2007. — Dates, nodes and character conflict: addressing the lissamphibian origin problem. *Journal of Systematic Palaeontology* 5 (1): 69-122. <https://doi.org/10.1017/S1477201906002008>
- SCHOENE B., SAMPERTON K. M., EDDY M. P., KELLER G., ADATTE T., BOWRING S. A., KHADRI S. F. & GERTSCH B. 2015. — U-Pb geochronology of the Deccan Traps and relation to the end-Cretaceous mass extinction. *Science* 347 (6218): 182-184. <https://doi.org/10.1126/science.aaa0118>
- WEISHAMPEL D. B. 2023. — Franz Baron Nopcsa: a short life of research in dinosaur evolutionary paleobiology and Albanology. *The Anatomical Record* 306 (7): 1969-1975. <https://doi.org/10.1002/ar.25116>
- WHITESIDE J. H., LINDSTRÖM S., IRMIS R. B., GLASSPOOL I. J., SCHALLER M. F., DUNLAVEY M., NESBITT S. J., SMITH N. D. & TURNER A. H. 2015. — Extreme ecosystem instability suppressed tropical dinosaur dominance for 30 million years. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112 (26): 7909-7913. <https://doi.org/10.1073/pnas.1505252112>
- XU X., WANG K., ZHANG K., MA Q., XING L., SULLIVAN C., HU D., CHENG S. & WANG S. 2012. — A gigantic feathered dinosaur from the Lower Cretaceous of China. *Nature* 484 (7392): 92-95. <https://doi.org/10.1038/nature10906>
- YANG Z., JIANG B., MCNAMARA M. E., KEARNS S. L., PITTMAN M., KAYE T. G., ORR P. J., XU X. & BENTON M. J. 2019. — Pterosaur integumentary structures with complex feather-like branching. *Nature Ecology & Evolution* 3 (1): 24-30. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0728-7>

Submitted on 7 November 2023;
 accepted on 20 December 2023;
 published on 4 April 2024.