



*diversity*

an Open Access Journal by MDPI

# CONGRÈS APF 2021

## 50 ANS DE L'ASSOCIATION GÉOLOGIQUE AUBOISE



Association Géologique Aubeoise

**TROYES**

**30 août au 3 septembre 2021**

# Volume des résumés des communications et posters



# Résumés des communications et posters

## **Communications orales**

**Page 1 – 36**

*par ordre alphabétique du 1<sup>er</sup> auteur*

## **Posters**

**Page 37 - 43**

*par ordre alphabétique du 1<sup>er</sup> auteur*

# Taille et métamérie : les proportions des molaires révèlent une importante allométrie évolutive chez les mammifères placentaires

Jérémy BARDIN<sup>1\*</sup>, Guillaume BILLET<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centre de Recherche en Paléontologie – Paris, CR2P, Sorbonne Université, Muséum national d’Histoire naturelle, CNRS, T.46-56, E.5, case 104, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France

<sup>2</sup> Centre de Recherche en Paléontologie – Paris, CR2P, Muséum national d’Histoire naturelle, CNRS, Sorbonne Université, 8 rue Buffon 75005 Paris, France

## Résumé

Les structures métamérisées comme les dents ou les vertèbres sont très répandues dans le monde vivant. Si les proportions relatives de ces structures sont issues de processus développementaux assez bien connus, leurs relations avec la taille ont été peu explorées. Les mammifères placentaires montrent une grande variation de taille (8 ordres de grandeur) mais aussi une grande variation de régimes alimentaires associée à une grande variation de la dentition, et en particulier des molaires. Nous analysons ici la variation des proportions de molaires supérieures au regard de celle de leur taille dans un échantillonnage de 299 espèces couvrant la majorité de la diversité des placentaires. Nos résultats montrent deux patrons. Le premier est bien connu : les proportions des molaires covarient entre elles. Le second montre que ces proportions covarient également avec la taille du champ de croissance des molaires. Quand la taille globale des molaires augmente, la taille des postérieures augmentent relativement à celle des antérieures. Ainsi, les taxons de taille importante tendent à avoir de grandes molaires postérieures. Cette découverte montre que les processus qui déterminent les tailles respectives des molaires sont intégrés à la croissance globale de la mâchoire. Comprendre les allométries des séries métamérisées est capitale pour orienter les recherches sur les processus développementaux sous-jacents ainsi que pour la reconstruction phylogénétique.

## Financements

Ressources du CR2P (UMR 7207), financement MNHN, SU, CNRS.

## Deux nouvelles fleurs de la famille des Commelinaceae dans l'ambre miocène de Zhangpu (Chine)

Simon BEUREL<sup>1\*</sup>, Julien BACHELIER<sup>2</sup>, Christopher R. HARDY<sup>3,4</sup>, Jörg U. HAMMEL<sup>5</sup>, Bo WANG<sup>6</sup>, Gongle SHI<sup>6</sup>, Eva-Maria SADOWSKI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Museum für Naturkunde, Leibniz Institute for Evolution and Biodiversity Science, Invalidenstraße 43, 10115 Berlin, Allemagne

<sup>2</sup>Freie Universität Berlin, Institut für Biologie, Altensteinstr. 6, 14195 Berlin, Allemagne

<sup>3</sup>James C. Parks Herbarium, Department of Biology, Millersville University, PO Box 1002, Millersville, PA 17551-0302, États-Unis

<sup>4</sup>Department of Botany, MRC-166, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, PO Box 37012, Washington, DC 20013-7012, États-Unis

<sup>5</sup>Institute of Materials Research, Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Max-Planck-Str. 1, 21502 Geesthacht, Allemagne

<sup>6</sup>State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy, Nanjing Institute of Geology and Palaeontology and Center for Excellence in Life and Palaeoenvironment, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, Chine

### Résumé

L'ambre miocène de Zhangpu (province du Fujian, Chine) a depuis peu dévoilé une importante paléobiodiversité avec de nombreuses inclusions d'insectes, plantes, fungi, escargots et même de plumes. Les arthropodes y sont surreprésentés avec plus de 250 familles dont près de 12700 insectes. Ces organismes ainsi que les végétaux fossiles présents dans le registre sédimentaire du site attestent d'un climat chaud et humide durant l'optimum climatique du Miocène moyen, il y a 14,7 Ma. Les familles de ces plantes en compression sont encore aujourd'hui retrouvées dans les forêts tropicales d'Asie du sud-est. L'analyse des composés organiques de l'ambre a de même permis d'identifier l'arbre producteur de résine comme appartenant à la famille des Dipterocarpaceae. Cependant, aucune plante n'a pour l'heure été décrite et identifiée dans cet ambre.

Pour la première fois, deux inclusions de fleurs ont été étudiées dans l'ambre de Zhangpu à l'aide de la microtomographie synchrotron (SR $\mu$ CT). Cette technologie permet d'observer les inclusions de manière non-destructive et, grâce à leur reconstruction en 3D à l'aide du logiciel VG studio Max, d'étudier non seulement leur surface mais aussi leur structure interne.

Nos résultats montrent que les fleurs sont trimères avec un périanthe différencié en trois sépales et trois pétales, cinq à six étamines et trois carpelles formant un ovaire syncarpique et supérieur. La structure de ces fleurs permet leur affiliation aux monocotylédones de l'ordre des Commelinales et se rapproche le plus de la famille des Commelinaceae. Cette dernière est aujourd'hui distribuée dans le monde entier avec 42 genres et 650 espèces et est particulièrement diversifiée sous les tropiques et dans les régions chaudes et tempérées d'Amérique, d'Afrique, d'Asie et d'Australie.

Nos fossiles se distinguent toutefois des membres actuels de la famille par la présence d'une bractée florale et d'une paire de bractéoles sous tendant chacune un bourgeon floral, ainsi que par la fusion des bases des sépales et de celles des étamines. Cette étude est la première description de fleurs dans l'ambre de Chine et la première occurrence fossile des Commelinaceae en Asie. Même si nos fossiles représentent un nouveau genre potentiellement éteint, ils enrichissent la paléoflore de la forêt fossile de Zhangpu grâce à la préservation exceptionnelle de ces plantes dans l'ambre.

Financement : Financé par la Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, Fondation Allemande de la Recherche), projet numéro 130183

*Candidat au prix Depéret*

## Les cryptogames de l'ambre miocène d'Ethiopie

Valentine BOUJU<sup>1\*</sup>, Kathrin FELDBERG<sup>2b</sup>, Ulla KAASALAINEN<sup>2b</sup>, Alfons SCHÄFER-VERWIMP<sup>3</sup>,  
Lars HEDENÄS<sup>4</sup>, R. William BUCK<sup>5</sup>, Vincent PERRICHOT<sup>1</sup>, R. Alexander SCHMIDT<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Univ Rennes, CNRS, Géosciences Rennes, UMR 6118, 35000 Rennes, France ; e-mail :  
valentine.bouju@univ-rennes1.fr

<sup>2</sup> Department of Geobiology, University of Göttingen, Goldschmidtstraße 3, 37077 Göttingen, Germany

<sup>3</sup> Mittlere Letten 11, 88634 Herdwangen-Schönach, Germany

<sup>4</sup> Swedish Museum of Natural History, Department of Botany, Box 50007, SE-104 05 Stockholm, Sweden

<sup>5</sup> Institute of Systematic Botany, The New York Botanical Garden, Bronx, New York 10458-5126, U.S.A.

### Résumé

Les gisements d'ambre sont relativement abondants dans l'Hémisphère nord (Amérique du nord, Europe et Asie) mais bien plus rares au sein des continents formant autrefois le Gondwana. En Afrique, la plupart des résines fossiles connues sont des copals quaternaires. Seules trois occurrences d'ambre peu abondant et non fossilifère ont été documentées jusqu'à récemment, dans le Trias du Lesotho, le Crétacé d'Afrique du Sud, et l'Eocène du Nigéria. Le premier ambre fossilifère africain fut mentionné en Ethiopie en 2010, révélant de nombreuses inclusions d'arthropodes, champignons et plantes. L'étude de premiers échantillons a tout d'abord suggéré un âge crétacé supérieur mais de nouvelles analyses ont depuis permis d'attribuer l'ambre au Miocène moyen. L'ambre d'Ethiopie représente une nouvelle et précieuse opportunité de combler une importante lacune du registre fossile concernant les paléoécosystèmes terrestres gondwaniens.

Les restes de cryptogames sont abondants et diversifiés dans l'ambre d'Ethiopie, souvent trouvés en association avec des inclusions d'arthropodes. Leur préservation exceptionnelle dans une résine translucide permet une observation détaillée des structures. Ces cryptogames fossiles comprennent de nouvelles espèces miocènes d'hépatiques (Marchantiophyta) associées aux genres actuels *Thysananthus*, *Lejeunea* (Lejeuneaceae) et *Frullania* (Frullaniaceae), des mousses pleurocarpes du genre *Isopterygium* (Pylaisiadelphaceae), et un fragment de lichen appartenant aux Lecanorales. L'ambre de République Dominicaine, qui est contemporain et d'origine végétale semblable à l'ambre éthiopien (Fabaceae: genre *Hymenaea*), présente un assemblage d'hépatiques similaire, permettant un rapprochement entre les deux paléoécosystèmes. Les cryptogames de l'ambre d'Ethiopie sont les seuls bryophytes et lichens connus jusqu'ici dans le registre fossile d'Afrique. Ils offrent un nouvel aperçu d'un écosystème miocène, illustrant une forêt productrice de résine en climat (sub)tropical.

### Financements

Tellus-INTERRVIE du CNRS INSU (projet AMBRAFRICA à V.P.),

Strategic Priority Research de la Chinese Academy of Sciences (XDA19050101 à B.W.),

National Natural Science Foundation of China (41688103 à B.W.),

German Research Foundation (projet 428174246 à K.F. et projet 408295270 à U.K.).

Bourse de mobilité de l'Ecole Doctorale EGAAL de l'Université de Rennes (à V.B.).

*Candidat au prix Depéret*

# Être dans le vent au Permien : rôle de la collerette chez les premiers reptiles planeurs (Diapsida, Weigeltisauridae)

Valentin BUFFA<sup>1\*</sup>, Eberhard FREY<sup>2</sup>, Jean-Sébastien STEYER<sup>1</sup>, Michel LAURIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre de Recherche en Paléontologie – Paris (UMR7207 – CR2P, MNHN-CNRS-SU) – France

<sup>2</sup>Abteilung Geowissenschaften, Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe – Germany

## Résumé

Les weigeltisauridés, connus dans le Lopingien d'Europe Occidentale, de Russie et de Madagascar, sont les premiers vertébrés planeurs connus. Ces animaux sont en effet caractérisés par de longs membres graciles suggérant un mode de vie arboricole, et par la présence d'un patagium de grande taille qu'ils pouvaient déployer pour effectuer des vols planés. En comparaison, le rôle de leur morphologie crânienne reste mal connu. La redescription de l'ensemble des spécimens attribués au weigeltisauridé *Coelurosauravus elivensis* du Permien de Madagascar a permis d'en produire une nouvelle reconstruction crânienne. Cette étude confirme que les weigeltisauridés présentent une longue collerette osseuse à l'arrière du crâne, ornementée de pics et de tubercules. La morphologie crânienne est ainsi similaire à celle de reptiles plus récents comme les caméléons actuels ou les dinosaures cératopsiens. Comme chez ces derniers, la présence de la collerette chez les weigeltisauridés ne semble pas être sujette à un dimorphisme sexuel, et son ornementation montre de fortes différences interspécifiques. La présence d'arrêtes osseuses marquées sur les os formant la collerette suggère une large surface d'origine des muscles adducteurs de la mandibule indiquant une force de morsure relativement plus importante, comme cela a été montré chez les caméléons actuels ou les dinosaures cératopsiens. De plus, par analogie avec les reptiles modernes, la collerette ornementée des weigeltisauridés pourrait avoir joué un rôle d'apparat ou de défense vis-à-vis de congénères ou de prédateurs.

Financements : Crédits récurrents alloués au CR2P par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche.

*Candidat au prix Depéret*

# Du nouveau dans un vieux site : les oiseaux géants du Crétacé supérieur de Castigno (Villespassans, Hérault, France)

Éric BUFFETAUT

CNRS (UMR 8538), Laboratoire de Géologie de l'École Normale Supérieure, PSL Research University, 24 rue Lhomond, 75231 Paris Cedex 05

## Résumé

La présence de vertébrés fossiles dans les couches détritiques fluviatiles du Crétacé supérieur (probablement Campanien supérieur) du vallon de Castigno (commune de Villespassans, Hérault) est connue depuis les travaux du chercheur local Jean Miquel dans les années 1890, suivis par les recherches de Charles Depéret et Albert Félix de Lapparent (Buffetaut et al., 2021). Bien qu'ils aient un temps suscité une discussion au sujet de possibles dinosaures tertiaires (Buffetaut, 2021), les vertébrés fossiles de Castigno n'ont jusqu'ici guère fait l'objet d'études détaillées.

Les fouilles systématiques effectuées depuis 2019 sur plusieurs points fossilifères dans les argiles et grès rouges du vallon ont permis de mettre au jour un intéressant assemblage de vertébrés (tortues, crocodiles, dinosaures, oiseaux...). Les marnes grises lacustre du site de Combebelle, un peu plus haut dans la série, ont fourni en outre une intéressante microfaune en cours d'étude.

Dans les couches rouges de Castigno, un petit affleurement de grès grossiers a livré plusieurs ossements d'un oiseau de très grande taille qui appartiennent très probablement à un même individu. Bien que leur conservation ne soit pas parfaite, ces éléments fournissent des informations nouvelles sur les oiseaux géants du Crétacé supérieur du Sud de la France. Il s'agit d'une paire de scapulas et d'un sternum incomplet.

Les scapulas, trouvées à proximité immédiate l'une de l'autre, proviennent certainement d'un même individu. Elles se signalent par leurs grandes dimensions (longueur : environ 30 cm), qui les placent parmi les plus grandes scapulas d'oiseaux connues. Elles se caractérisent par un acromion très massif et un corpus scapulae en forme de longue lame portant une forte crête osseuse. Leur morphologie est clairement avienne mais très particulière, et diffère clairement de celle des scapulas d'enantiornithes.

Le sternum, trouvé à proximité des scapulas, appartient vraisemblablement au même individu. Il est incomplet, seule sa partie craniale étant conservée. Il montre des sillons (sulci) bien marqués pour l'insertion des coracoïdes. Le corpus sterni est très faiblement bombé ventralement, avec une crête médiane très peu marquée, indiquant un oiseau sans bréchet incapable de voler.

Ces éléments peuvent probablement être rapportés à un oiseau géant de la famille de Gargantuaviidae, dont des restes ont été trouvés dans d'autres sites d'âge similaire dans la région (Montplo-Nord, Combebelle). La ceinture pectorale des Gargantuaviidae était jusqu'ici inconnue. Le sternum trouvé à Castigno confirme que ces oiseaux de grande taille étaient incapables de voler, et les scapulas qu'il ne s'agit pas d'enantiornithes. Les caractères observés sont compatibles avec une attribution à des ornithurés primitifs. Les implications fonctionnelles de la morphologie particulière de ces os restent à évaluer.

Merci à Stéphane Sèbe, Damien Boschetto et Haiyan Tong.

## Références

- Buffetaut, E. 2021. Castigno, le vallon des dinosaures anachroniques. *Espèces* 39 : 84-89.  
Buffetaut, E., Angst, D., Claude, J., Tong, H., Amoros, A., Boschetto, D., Chenet, J.P., Clavel, D., Maggia, B., Roques, T. & Sèbe, S. 2021. Les niveaux à vertébrés fossiles du Crétacé supérieur de Castigno et Combebelle (Villespassans, Hérault) : historique et nouvelles découvertes. *Carnets natures* 8 : 33-47

# Disparité morphologique des cônes de pinacées fossiles (Crétacé Inférieur) et actuelles

Léa DE BRITO<sup>1,2\*</sup>, Valentin FISCHER<sup>2</sup>, Cyrille PRESTIANNI<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Evolution & Diversity, Dynamics Lab – UR GEOLOGY, Université de Liège (\*l.debrito@uliege.be)

<sup>2</sup>DO Terre et Histoire de la Vie – Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique  
([cyrille.prestianni@naturalsciences.be](mailto:cyrille.prestianni@naturalsciences.be))

## Résumé

L'expansion des pinacées au Crétacé Inférieur est représentée dans le registre fossile par de nombreux cônes ovulés d'Amérique du Nord et d'Europe. En Belgique, 10 espèces ont été décrites, provenant essentiellement des sédiments à faciès « wealdiens » (125,0-100,5 Ma) du bassin de Mons. Ces espèces représentent 33% des espèces de cônes fossiles connues dans le monde à cette période. Cependant, une étude préliminaire a montré que la délimitation des espèces au sein de ces pinacées fossiles avait été mal évaluée<sup>1</sup>.

Des analyses de morphométrie linéaire et géométrique ont été réalisées sur ces cônes fossiles mais aussi sur des représentants actuels de différentes espèces afin d'en appréhender la disparité morphologique intra et interspécifique. Dans un premier temps, des tests de sous-échantillonnage sur les espèces actuelles ont permis de prédire le nombre de spécimens nécessaires pour estimer au mieux la disparité morphologique d'un assemblage de cônes. Nos résultats suggèrent qu'un échantillon de 10 à 20 individus complets permet d'approcher un plateau de quantification de la disparité, un chiffre rassurant pour les études sur des groupes fossiles. Des analyses en composantes principales ont ensuite été utilisées pour visualiser l'occupation des espaces morphologiques par les espèces actuelles et fossiles ainsi que leur degré de recouvrement intra et interspécifique. Ces analyses confirment la grande variabilité morphologique de l'espèce *Pityostrobus andraei* ainsi que la présence de deux morphotypes distincts, jusqu'ici attribués à cette même espèce<sup>1</sup>. Pour les espèces actuelles, l'occupation des espaces morphologiques varie en fonction du type d'échantillonnage : population ou arbre isolé. La disparité morphologique n'est pas plus élevée pour les espèces fossiles que pour les espèces actuelles.

Cette étude jette les bases d'un nouveau canevas permettant de mieux évaluer à la fois la richesse taxonomique et la disparité des cônes de pinacées. Il permettra, à terme, d'analyser la forme de la radiation crétacée des pinacées via leurs cônes.

Financements : FRIA-FNRS

## Références

<sup>1</sup> De Brito L, C Prestianni 2021 *Pityostrobus andraei* (Pinaceae) from the Barremian (Lower Cretaceous) of Belgium: A Morphometric Revision. *Int J Plant Sci* 182:174–184.

*Candidat au prix Depéret*



# Impact de la crise Permien-Trias sur la diversité des odonates

Isabelle DEREGNAUCOURT<sup>1\*</sup>, Jérémie BARDIN<sup>1</sup>, Olivier BÉTHOUX<sup>1</sup>, Loïc VILLIER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre de recherche en paléontologie – Paris (CR2P), Sorbonne Université, MNHN, CNRS, Paris, France

## Résumé

Le passage du Permien au Trias est d'un intérêt particulier pour l'étude de l'évolution des insectes. Cette crise est la seule période durant laquelle plusieurs ordres d'insectes se sont éteints. Le nombre d'espèces d'Odonata (libellules, demoiselles et leur parents fossiles) documentées pour ces deux périodes est comparable. Néanmoins, les inventaires taxonomiques et les données phylogénétiques suggèrent un important renouvellement. En effet, des groupes présents au Permien, tels que les Meganisoptera, abondants et largement distribués durant le Paléozoïque, disparaissent. D'autres groupes au contraire se diversifient au Trias.

La disparité, c'est-à-dire la diversité morphologique, et sa concordance ou non avec l'évolution de la diversité taxonomique, a déjà été appliquée à divers groupes fossiles afin de mieux appréhender les propriétés des crises, leur sélectivité, les processus de recomposition en jeu. Cependant, cette approche n'a été que rarement appliquée aux insectes. Nous explorons, ici, l'évolution de la disparité des ailes d'Odonata durant le Permien et le Trias. Nous quantifions la morphologie alaire des fossiles grâce à la morphométrie géométrique. Cela permet la création d'un espace morphologique comprenant les ailes complètes du Permien et du Trias, sur lequel est appliqué des métriques de disparité.

Les métriques calculées ne sont pas significativement différentes entre les deux périodes, toutefois, la zone de l'espace morphologique occupé diffère. Des morphologies extrêmes présentes durant le Permien disparaissent et semblent être compensées par l'apparition d'autres extrêmes durant le Trias. Ces résultats, mis en parallèle avec le renouvellement taxonomique, suggèrent un remodelage complet de la diversité des Odonates avec des extinctions sélectives des extrêmes morphologiques suivie d'une diversification des groupes survivants. Cependant, la résolution temporelle ne permet pas de décrire la chronologie des phénomènes d'extinction et de récupération.

*Candidat au prix d'Orbigny*

# La Réserve Naturelle Nationale des sites géologiques de l'Essonne : Entre protection et valorisation

Elysa DOAN\* et Grégoire MARTIN

[gmartin@cd-essonne.fr](mailto:gmartin@cd-essonne.fr)  
[edoan@cd-essonne.fr](mailto:edoan@cd-essonne.fr)

## Résumé

L'Essonne abrite l'une des toutes premières réserves naturelles géologiques de France. La Réserve Naturelle Nationale des sites géologiques de l'Essonne créée en 1989, était initialement composée de 6 sites pour une surface de 4.8 ha. Elle comporte aujourd'hui 13 sites, suite à l'intégration de 7 nouveaux sites en 2011.

Principalement localisés autour de la ville d'Étampes les géosites constituent le stratotype historique du Stampien (-33.9 à -27.8 millions d'années) dont la surface classée s'étend sur 27 ha.

La Réserve géologique de l'Essonne, dont la gestion a été reprise par le Conseil départemental de l'Essonne en 2012, a pour objectif de protéger et valoriser ces sites emblématiques.

Depuis près de 30 ans, le Département de l'Essonne mène ainsi une politique active de préservation et de valorisation du patrimoine géologique dans le cadre des dispositions de la loi du 18 juillet 1985 relative aux Espaces Naturels Sensibles (ENS). Cet outil permet de mobiliser des moyens financier, foncier et contractuel pour protéger, réhabiliter et rendre accessible au public des éléments naturels remarquables du territoire, dont le géopatrimoine.

Les sites classés pour leur intérêt géologique présentent également des intérêts faunistique, floristique ou historique. Depuis 2016, chaque année en octobre se tient la Journée Départementale du Patrimoine Géologique où sont proposés une journée de découverte de la géodiversité essonniennne.

## Financements

État et Conseil départemental de l'Essonne

# Phylogénie et évolution des Forcipulatacea (Asteroidea, Echinodermata) Mésozoïques

Marine FAU<sup>1,2</sup>, Loïc VILLIER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Geosciences, University of Fribourg, Chemin du Musée 6, 1700 Fribourg, Switzerland

<sup>2</sup>Centre de Recherche en Paléontologie - Paris, Sorbonne Université, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France

## Résumé

Parmi les échinodermes, la classe Asteroidea (étoiles de mer) est l'une des plus diverses avec environ 2 000 espèces actuelles et 600 espèces éteintes. Il est admis dans la littérature que tous les ordres actuels sont apparus entre le Trias et le Jurassique, laissant aux différents clades jusqu'à 200 millions d'années d'histoire évolutive indépendante. L'étude des étoiles de mer du Jurassique est donc essentielle pour comprendre la diversification initiale de toutes les étoiles de mer modernes. Les Forcipulatacea forment l'un des groupes majeurs d'étoile de mer, réputé monophylétique, regroupant environ 400 espèces actuelles et de nombreux taxons fossiles, dont les plus anciens avérés datent du Jurassique inférieur. Cependant, les Forcipulatacea fossiles sont rares, et jusqu'à présent ont toujours été attribués à deux familles actuelles : les Asteroidea ou les Zoroasteridae, ou encore érigés en familles exclusivement éteintes.

La présente étude est la première à se concentrer sur 10 des Forcipulatacea les mieux conservés du Jurassique et du Crétacé. Leur position phylogénétique a été inférée grâce à la matrice de caractères publiées par Fau & Villier (2020), modifiée pour mieux représenter la variabilité des taxons éteints, et contenant au final 118 caractères et 41 taxons actuels et fossiles. Les résultats obtenus montrent un niveau de cohérence remarquable avec les phylogénies basées sur des données moléculaires (Mah & Foltz, 2011; Mah *et al.*, 2015), et apportent un nouvel éclairage sur l'évolution et la diversification de ce groupe. Les principaux clades actuels restent bien soutenus, mais sur les 10 taxons éteints étudiés, un seul est considéré comme membre d'une famille actuelle. Ces résultats suggèrent que la diversité des Forcipulatacea mésozoïques était bien plus grande que ce qui a été décrit jusqu'à présent dans la littérature, et que leur diversification a été bien plus progressive et s'est probablement étalée dans le temps, au moins sur l'ensemble du Mésozoïque.

## Financements

Ce travail a été soutenu par une bourse de recherche Synthesys (GB-TAF-6581) à MF pour la visite du Natural History Museum (Londres) en juin 2017, et par le Département de Géosciences de l'Université de Fribourg.

## Références

- Fau M, Villier L. 2020. Comparative anatomy and phylogeny of the Forcipulatacea (Echinodermata: Asteroidea): insights from ossicle morphology. *Zoological Journal of the Linnean Society* 189: 921–952. <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlz127>
- Mah C, Foltz D. 2011. Molecular phylogeny of the Forcipulatacea (Asteroidea: Echinodermata): systematics and biogeography. *Zoological Journal of the Linnean Society* 162: 646–660.
- Mah C, Linse K, Copley J, Marsh L, Rogers A, Clague D, Foltz D. 2015. Description of a new family, new genus, and two new species of deep-sea Forcipulatacea (Asteroidea), including the first known sea star from hydrothermal vent habitats. *Zoological Journal of the Linnean Society* 174: 93–113.

*Candidat au prix d'Orbigny*

## La mystérieuse couleuvre *Thaumastophis* de l'Eocène inférieur de l'Inde

Annelise FOLIE<sup>1\*</sup>, Hussam ZAHER<sup>2</sup>, Ana B. QUADROS<sup>2,3</sup>, Rajendra S.RANA<sup>4</sup>, Kishor KUMAR<sup>5</sup>,  
Kenneth D. ROSE<sup>6</sup>, Mohamed FAHMY<sup>7</sup> & Thierry SMITH<sup>8</sup>

- 1 Service Scientifique du Patrimoine, Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, 29 rue Vautier, B-1000 Bruxelles, Belgique
- 2 Museu de Zoologia da Universidade de Sao Paulo, Avenida Nazaré 481, Sao Paulo, SP CEP 04263-000, Brazil
- 3 CR2P (CNRS, MNHN, Sorbonne Université), Département Origines et Evolution, Muséum national d'Histoire naturelle, 8 rue Buffon, F-75231 Paris cedex 05, France
- 4 Department of Geology, H.N.B. Garhwal University, Srinagar 246175, Uttarakhand, India
- 5 Wadia Institute of Himalayan Geology, 33 General Mahadeo Singh Road, Dehradun 248001, Uttarakhand, India
- 6 Center for Functional Anatomy & Evolution, The Johns Hopkins University School of Medicine, 1830 E. Monument St., Baltimore, Maryland 21205, USA
- 7 Egyptian Mineral Resources Authority (EMRA), 3 Salah Salem Road, Abbasia, Cairo, Egypt
- 8 Direction Opérationnelle Terre et Histoire de la Vie, Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, 29 rue Vautier, B-1000 Bruxelles, Belgique

### Résumé

La Formation du Shale de Cambay, visible dans les mines de lignite de Vastan, Mangrol et Tadkeswhar au Gujarat, dans l'ouest de l'Inde, a livré une riche faune yprésienne de vertébrés incluant des serpents madtsoïdes, palaeophiidés, booidés et colubroïdes. Ces derniers sont particulièrement abondants mais leurs affinités systématiques sont difficiles à résoudre. Une étude plus détaillée du serpent colubroïde *Thaumastophis missiaeni* a été entreprise (Zaher et al., 2021). Celle-ci révèle la présence sur ces sites de vertèbres troncales antérieures, moyennes et postérieures ainsi que quelques vertèbres caudales. La combinaison de caractères vertébraux cénophidiens et colubroïdes primitifs et dérivés confirme que *Thaumastophis* est à la base des Colubriformes. Il en serait le plus ancien représentant connu tandis que *Procerophis*, découvert dans les mêmes niveaux, peut être considéré comme un Colubriformes dérivé. Par ailleurs, *Thaumastophis* partage avec le serpent *Renenutet enmerwer*, connu de l'Eocène supérieur d'Égypte, la combinaison unique des caractères vertébraux suivants: processus prézygapophyséaux bien développés, présence de foramens parazygapophyséaux, épines neurales hautes sur les vertèbres troncales moyennes et postérieures, épines neurales envahissant le tectum zygosphénien, régions para- et diapophysaires distinctes, hypapophyses présentes sur les vertèbres troncales antérieures, vertèbres caudales avec haemapophyses laminaires étendues, cotyle déprimé. Ceci suggère un échange faunique entre l'Inde et l'Afrique du Nord, en passant par la marge la plus au Sud de la Neothethys. Une nouvelle famille des Thaumastophiidae peut donc être proposée incluant le genre *Thaumastophis* et *Renenutet* sur base de leur morphologie vertébrale dérivée.

### Financements

Les missions de terrain et la recherche associée ont été financées par la *Leakey Foundation*; la *National Geographic Society*; le Département des Sciences et Technologies du gouvernement Indien; le *Wadia Institute of Himalayan Geology*, Dehradun, Inde; le projet PalEurAfrica de la Politique Scientifique fédérale belge; le *Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico*; le *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior*; la *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo*.

### Références

Zaher H., Folie A., Quadros A.B., Rana R.S., Kumar K., Rose K.D., Fahmy M. & Smith T., 2021. Additional vertebral material of *Thaumastophis* (Serpentes: Caenophidia) from the early Eocene of India provides new insights on the early diversification of colubroidean snakes. *Geobios*, 66-67: in press. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2020.06.009>.

# Adaptations au grimper et paléoécologie d'*Amphicynodon leptorhynchus*, petit carnivore énigmatique de l'Oligocène inférieur des Phosphorites du Quercy

Axelle GARDIN<sup>1\*</sup>, Manuel J. SALESA<sup>2</sup>, Gema SILICEO<sup>2</sup>, Mauricio ANTON<sup>2</sup>, Juan Francisco PASTOR<sup>3</sup> et Louis de BONIS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>PALEVOPRIM, CNRS et Université de Poitiers UMR 7262, Poitiers, France

<sup>2</sup>Departamento de Palaeobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC, Madrid, Espagne

<sup>3</sup>Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Valladolid, Valladolid, Espagne

\*axelle.gardin@univ-poitiers.fr

## Résumé

Les Carnivora affichent un large panel d'adaptations écologiques et notamment de comportements locomoteurs : généraliste, grimpeur, coureur, semi-fouisseur, nageur... Une des méthodes utilisées pour inférer le mode de vie des animaux éteints repose sur l'analyse des adaptations locomotrices illustrées par leur squelette. Pendant l'Oligocène ancien, la famille éteinte et probablement paraphylétique des Amphicynodontidae était très diversifiée en Eurasie, et constitue une famille emblématique des sites fossilifères des Phosphorites du Quercy (sud-ouest de la France). Pourtant, leur paléoécologie reste encore largement inconnue. Le site d'Itardies (MP23, environ 30 Ma) est une mine d'or pour l'étude des Amphicynodontidae, car il a livré des centaines de restes fossiles attribués à l'un de ces arctoïdes primitifs, *Amphicynodon leptorhynchus*. L'étude de nombreux restes post-crâniens appartenant à ce petit carnivore quercynois permet une analyse fonctionnelle détaillée de l'anatomie de ses membres, antérieur et postérieur, et ainsi de réaliser les premiers pas dans l'exploration de la paléoécologie des Amphicynodontidae. En comparant son squelette appendiculaire à ceux de douze carnivores actuels présentant des comportements locomoteurs variés, nous avons mis en évidence des adaptations au grimper chez *A. leptorhynchus* : mobilité des articulations dans l'espace en trois dimensions, puissante musculature permettant la traction du corps et le contrôle du mouvement sur des supports verticaux, capacités de manipulation développées, ainsi qu'une cheville très mobile permettant de réaliser une rotation du pied. D'après la morphologie de ses membres, *A. leptorhynchus* était probablement un carnivore grimpeur talentueux, qui se déplaçait avec agilité dans les arbres mais plutôt lentement avec des mouvements bien contrôlés, comme le font de nos jours les carnivores grimpeurs lents comme le kinkajou.

Cette recherche a reçu le soutien financier du CNRS dans le cadre de la « Recherche coopérative sur programme : Phosphorites du Quercy », des bourses d'aides à la mobilité ERASMUS+ de la Faculté des Sciences de l'Université de Montpellier et AMI du Ministère de l'Éducation Supérieure, de la Recherche et de l'Innovation et enfin du laboratoire PALEVOPRIM (CNRS et Université de Poitiers UMR 7262).

*Candidat au prix Depéret*

# Altérations *post-mortem* observées jusqu'à l'échelle submicrométrique de coquilles de Brachiopodes rhynchonelliformes du Crétacé

Danièle GASPARD

Muséum national d'Histoire naturelle, Département Origines et Evolution, UMR 7207, Centre de Recherche en Paléontologie-Paris (CR2P), CNRS-MNHN-Sorbonne Université, (CP 38), 8 Rue Buffon, F-75005 Paris. [daniele.gaspard@mnhn.fr](mailto:daniele.gaspard@mnhn.fr) et [ds.gaspard@orange.fr](mailto:ds.gaspard@orange.fr)

## Résumé

Au sein du phylum Brachiopoda, les Rhynchonelliformea ont une coquille bivalve (valves pédonculaire et brachiale) formée de calcite  $\pm$  faiblement magnésienne. Contrairement aux Mollusques (ceux possédant une coquille aragonitique), ces invertébrés marins benthiques ont une coquille relativement moins impactée par des modifications diagénétiques. Cependant, des altérations sont susceptibles d'intervenir juste après la mort. Après rupture du pédoncule, l'animal tombe sur le plancher marin, plusieurs scénarios sont alors envisagés : un enfouissement rapide ou une détérioration lente de la coquille exposée. Les espèces sont choisies au Crétacé en partant d'observations faites sur des actuelles.

La coquille des brachiopodes rhynchonelliformes est formée, sous le périostracum, de deux ou trois couches de calcite : primaire et secondaire fibreuse et accessoirement tertiaire prismatique). La coquille des brachiopodes est un biomatériau [composantes inorganique (calcite) et organique (matrices péri et intra cristallines)], et tout ce qui se trouve sur le fond et dans le milieu ambiant va contribuer à le détruire ou le renforcer chimiquement et physiquement. Des micro-organismes perforants vont induire des phénomènes de dissolution-recristallisation (nodules de calcite secondaire), des bactéries vont provoquer une rigidification des matrices organiques (nodules siliceux) ou au contraire un ramollissement rapide de la coquille par destruction de la matrice péri-cristalline ou œuvrer en présence de fer pour former des agrégats ferrifères dans les ponctuations.

Toutes ces altérations, pouvant rapidement débiter dès la chute sur le fond marin (diagénèse précoce), sont observées en microscopie électronique à balayage (MEB) et à force atomique (AFM) pour illustrer comment des fibres qui ont perdu leurs fourreaux organiques peuvent fusionner et comment les nanoparticules formant les fibres et les prismes peuvent s'agglomérer pour former des nodules de calcite secondaire et autres structures silicifiées.

## De nouveaux primates découverts dans les Phosphorites du Quercy

Marc GODINOT<sup>1\*</sup>, Cécile BLONDEL<sup>2</sup>, Gilles ESCARGUEL<sup>3</sup>, Carine LÉZIN<sup>4</sup>, Thierry PÉLISSIÉ<sup>5</sup>,  
Rodolphe TABUCE<sup>6</sup> et Dominique VIDALENC<sup>7</sup>

<sup>1</sup>EPHE, UMR 7207, 8 rue Buffon, 75005 Paris

<sup>2</sup>Université de Poitiers, UMR 7262, 6 rue Michel Brunet, 86073 Poitiers Cedex 9

<sup>3</sup>Université Lyon 1, UMR 5023, 69622 Villeurbanne, <sup>4</sup>Université de Toulouse, av. Edouard Belin, 31400 Toulouse

<sup>5</sup>Géoparc Unesco Causses du Quercy, 11 rue traversière, 46240 Labastide-Murat

<sup>6</sup>Université de Montpellier, ISEM, Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier cedex, <sup>7</sup>103 Avenue François Mitterrand, 31800 Saint-Gaudens

### Résumé

Les Phosphorites du Quercy (France) ont fourni des faunes de vertébrés qui s'étalent depuis la fin de l'Eocène inférieur jusqu'au Miocène. Les faunes les plus riches en primates sont de l'Eocène supérieur. La nouvelle faune de Cos, en cours d'étude, a fourni quatre espèces de primates, dont trois nouvelles, et le premier plésiadapiforme du Quercy (Godinot et al., 2021). Parmi les adapiformes, une nouvelle espèce de *Protoadapis*, *P. andrei*, montre pour la première fois les caractères des dents supérieures et s'avère à la fois proche et plus primitive que *P. brachyrhynchus* des anciennes collections. Une nouvelle espèce de *Pronycticebus*, *P. cosensis*, permet de décrire la variabilité d'une série de caractères dentaires. Le troisième adapiforme est une espèce indéterminée d'*Anchomomys*. Une petite espèce de Microchoeridé est remarquable par un ensemble de caractères primitifs qui rappellent *Melaneremia* (Eocène basal d'Angleterre) ou *Nannopithecus zuccolae* de Prémontré (MP 10). Mais elle présente aussi un métaconule en croissant, en formation, un caractère typique des *Pseudoloris* de l'Eocène supérieur. Il s'agit donc d'un représentant primitif du clade de *Pseudoloris*, pour lequel le nouveau genre *Quercyloris* est créé, avec comme espèce-type *Q. eloisae*. Le plésiadapiforme est une nouvelle espèce d'*Arcius*, *A. moniquae*, un peu plus bunodonte que les espèces d'*Arcius* connues à l'Eocène inférieur. La faune est antérieure à l'arrivée des adapinés au niveau-repère MP 14 de l'échelle biochronologique mammalienne du Paléogène d'Europe. *Pronycticebus* est connu dans la faune du Geiseltal au niveau MP 12. *P. cosensis* et une espèce de *Quercyloris* s'avèrent également présents dans la faune quercynoise de Vielase, dont l'âge a été estimé MP 10-11. L'âge de la faune de Cos est donc estimé dans le même intervalle, situé autour de la limite Yprésien-Lutétien (Eocène Inférieur-Moyen).

### Référence

Godinot, Marc, Blondel, Cécile, Escarguel, Gilles, Lézin, Carine, Péliissié, Thierry, Tabuce, Rodolphe et Vidalenc, Dominique, In press. Primates and Plesiadapiformes from Cos (Eocene, Quercy, France). Geobios, accessible en ligne, 24 pp (doi.org/10.1016/j.geobios.2021.03.004).

# A la recherche de matière organique préservée dans des os de dinosaures du site d'Angeac-Charente

Jean GOEDERT<sup>1\*</sup>, Ronan ALLAIN<sup>1</sup>, Jean-François TOURNEPICHE<sup>2</sup>, Pascale GAUTRET<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Muséum National d'Histoire Naturelle, Centre de Recherche en Paléontologie – Paris (CR2P), CNRS/MNHN/Sorbonne Université, CP 38, 57 rue Cuvier, F-75231 Paris cedex 05, France

<sup>2</sup>Musée d'Angoulême, 1 rue Friedland, F-16000 Angoulême, France

<sup>3</sup>Univ. Orléans, CNRS, BRGM, ISTO, UMR 7327, Orléans, France, 2BRGM, Orléans, France

## Résumé

Les os des vertébrés sont des tissus complexes, composés à la fois d'une phase minérale appelée hydroxyapatite et d'un cortège de constituants organiques : nerfs et vaisseaux sanguins, connectés à d'autres cellules comme les ostéocytes qui sécrètent une matrice extracellulaire composée de molécules organiques telles que le collagène. Lors des processus de fossilisation, ces constituants organiques sont rapidement et préférentiellement dégradés par rapport à la phase minérale. Un nombre croissant d'études montre cependant que des vestiges plus ou moins altérés de cette matière organique pouvaient être préservés dans des os fossiles datant de plusieurs dizaines de millions d'années<sup>1</sup>. Le site paléontologique français d'Angeac-Charente (Berriasien, 140 Ma) a récemment été décrit comme un *Lagerstätte*, à la fois de concentration et de conservation<sup>2</sup>. De nombreux ossements fossiles présentent une qualité de préservation exceptionnelle. Nous avons analysé des os d'ornithomimosaur, l'espèce de dinosaure la plus abondante du site d'Angeac-Charente, et cherché les traces de matière organique éventuellement préservées. Des observations au microscope électronique à balayage couplées à des analyses élémentaires par spectroscopie de rayons X à dispersion d'énergie ont révélé la préservation exceptionnelle de la micro-anatomie osseuse et la présence de structures organiques carbonées rappelant les parois de vaisseaux sanguins, dans un échantillon osseux. Ces analyses *in situ* ont été complétées par des extractions de matière organique dans cinq fragments osseux d'ornithomimosaur : de la matière organique a été extraite de ces cinq échantillons. L'analyse moléculaire de cette matière organique permettra de la caractériser afin de savoir quel(s) type(s) de molécules sont préservées et s'il s'agit de la matière organique originellement présente dans les os de dinosaures ou s'il s'agit de matière organique d'origine bactérienne et/ou fongique incorporée lors des processus de fossilisation précoces. *In fine*, cette étude permettra de comprendre les processus de fossilisation à l'œuvre sur le site d'Angeac-Charente ainsi que les mécanismes pouvant mener à la préservation de la matière organique dans les ossements fossiles.

## Financements

Bourse postdoctorale financée par le DIM Matériaux Anciens et Patrimoniaux

Etude financée dans le cadre du projet MOMIES financé par le Programme Tellus du CNRS/INSU

## Références

Schweitzer, MH, (2011) Soft Tissue Preservation in Terrestrial Mesozoic Vertebrates. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 39:187–216  
Rozada L., Allain R., Vullo R., Augier D., Goedert J., Jean A., Royo-Torres R., Qvarnström M., Peyre De Fabrègues C., Marchal J. 2021. — A Lower Cretaceous Lagerstätte from Western Europe: taphonomical overview of the vertebrate assemblage of Angeac-Charente site (Western France). *Lethaia* 54: 141-165. <https://doi.org/10.1111/let.12394>

*Candidat au prix PeerJ*



# La diversité posturale des amniotes vue à travers le prisme de la microanatomie osseuse : Implications paléobiologiques

Jordan GÔNET<sup>1\*</sup>, Jérémie BARDIN<sup>1</sup>, Marc GIRONDOT<sup>2</sup>, John HUTCHINSON<sup>3</sup> et Michel LAURIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre de recherche en paléontologie – Paris, UMR 7207, Sorbonne Université, Muséum national d’histoire naturelle, Centre national de la recherche scientifique, 8 rue Buffon, 75005 Paris, jordan.gonet@edu.mnhn.fr\*

<sup>2</sup>Laboratoire écologie, systématique et évolution, UMR 8079, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, Centre national de la recherche scientifique, rue du Doyen André Guinier, 91405 Orsay

<sup>3</sup>Structure and Motion Laboratory, Royal Veterinary College, Hatfield, United Kingdom

## Résumé

La conquête du milieu terrestre représente une étape clé de l’évolution des amniotes. Les contraintes mécaniques inhérentes à ce nouveau milieu, notamment en lien avec la pesanteur, ont poussé les premiers habitants des terres émergées à l’élaboration de stratégies posturales inédites favorisant l’accès aux différentes niches écologiques et contribuant au succès évolutif du clade. À l’origine, les premiers amniotes étaient quadrupèdes avec des membres transverses à l’image des squamates actuels. Ils présentent aujourd’hui une grande diversité de modes de locomotion associée à une importante disparité microanatomique. En effet, en milieu terrestre, les os du squelette appendiculaire supportent le poids du corps et sont soumis à de multiples forces qui façonnent en partie leur morphologie interne et externe. Mais les étapes aboutissant à une telle diversité restent énigmatiques. De plus, le mode de locomotion adopté par de nombreux taxons disparus reste mal compris. C’est le cas de certains archosauriformes triassiques tels que *Marasuchus* et *Euparkeria* ou encore de certains dinosaures ornithopodes. Nous montrons ici comment des paramètres microanatomiques mesurés en coupe comme la position de la transition medulla-cortex, correspondant au point d’inflexion d’une courbe sigmoïde sur un profil de compacité osseuse, et sa variation angulaire ou encore l’écart type de l’asymptote de ce point peuvent être reliés à des modes de locomotion. À l’aide de méthodes statistiques prenant en compte les relations de parenté entre les espèces (régressions phylogénétiques des moindres carrés généralisés et analyses discriminantes flexibles phylogénétiques), nous avons développé différents modèles d’inférence posturaux à partir d’un échantillon de coupes transversales de fémur provenant de 97 espèces d’amniotes actuels. Les premiers résultats de ce travail montrent que les modèles en question permettent une discrimination efficace des groupes locomoteurs, autorisant la réalisation d’inférences paléobiologiques.

Financements

SU, MNHN, CNRS

*Candidat au prix Depéret*

# Survivre à la crise : biogéographie et macroécologie des conodontes au Trias inférieur

Pauline GUENSER<sup>1,2</sup>, Nicolas GOUEMAND<sup>2</sup>, Gilles ESCARGUEL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Univ Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, ENTPE, UMR5023 LEHNA, F-69622, Villeurbanne, France

<sup>2</sup> Univ Lyon, ENS de Lyon, CNRS, Univ Lyon, ENS de Lyon, CNRS, Université Claude Bernard Lyon 1, Institut de Génomique Fonctionnelle de Lyon, UMR 5242, 46 Allée d'Italie, F-69364 Lyon Cedex 07, France  
[pauline.guenser@gmail.com](mailto:pauline.guenser@gmail.com), [gilles.escarguel@univ-lyon1.fr](mailto:gilles.escarguel@univ-lyon1.fr), [nicolas.goudemand@ens-lyon.fr](mailto:nicolas.goudemand@ens-lyon.fr)

**Mots-clés :** conodontes, crise Permien/Trias, biogéographie, macroécologie, statistiques

## Résumé

Comprendre l'évolution des organismes à la suite des grandes crises biotiques qui ont marqué l'histoire de la vie et de la Terre est d'une importance capitale pour anticiper les conséquences de la 6<sup>e</sup> extinction de masse que nous vivons actuellement.

La crise de la limite Permien/Trias (PT) est particulièrement intéressante car elle est à ce jour la plus meurtrière du Phanérozoïque. Suite à cet événement, le Trias inférieur a longtemps été considéré comme un intervalle de récupération lent et retardé. Depuis une quinzaine d'années, des études géochimiques, sédimentologiques, et paléontologiques ont montré que plusieurs événements globaux ont ponctué cette époque, telle que la crise fin-Smithien (Olénékien, Trias inférieur).

Pour étudier les conséquences des perturbations environnementales de la crise PT et du Trias inférieur sur la biodiversité, nous prenons pour modèle les conodontes, de petits vertébrés marins sans mâchoire, majoritairement étudiés par l'intermédiaire de leurs éléments buccaux, i.e. les éléments conodontes. Nous nous concentrons sur les patrons et processus responsables de la distribution spatiale des conodontes du Trias inférieur en analysant une base de données regroupant les occurrences globales des espèces de conodontes à cette époque. Par l'intermédiaire d'analyses multivariées (ordination, classification, réseau), des biocores, i.e. des régions décrites par une association particulière d'espèces conodontes, sont décrits pour chaque sous-étage du Trias inférieur (Griesbachien, Diénérien, Smithien, Spathien). Les processus relatifs à la formation de ces biocores sont évalués par l'intermédiaire des théories d'assemblage de niche *vs* dispersion grâce aux méthodes PER-SIMPER et DNCI (Dispersion-Niche Continuum Index) qui permettent de démêler la nature biotique et/ou abiotique des processus responsables de la biogéographie des conodontes au lendemain de la crise PT.

*Candidat au prix d'Orbigny*

# La recherche et la caractérisation des biomolécules fossiles

Pierre GUERIAU<sup>1\*</sup> et Julien ALLEON<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IPANEMA, CNRS, ministère de la Culture, UVSQ, MNHN, USR3461, Université Paris-Saclay, F-91192 Gif-sur-Yvette, France

<sup>2</sup>Institut des Sciences de la Terre (ISTE), Université de Lausanne, Géopolis, CH-1015 Lausanne, Suisse

## Résumé

À l'évocation du terme « biomolécules fossiles » impossible de ne pas immédiatement penser à la recherche d'ADN ancien et son utilisation dans les phylogénies moléculaires. Malheureusement, la plus grande majorité des fossiles ne préserve pas d'ADN, ce dernier se dégradant complètement en quelques 2 millions d'années, et ce dans les meilleures conditions de préservation. Que faire donc pour décrypter les affinités d'organismes disparus de longue date, dont l'anatomie peut être des plus étranges et sans équivalent actuel, et pour lesquels seules de rares parties de leur anatomie ont été fossilisées ? D'autres biomolécules anciennes (ou du moins leurs restes ou dérivés) peuvent être préservées sur des centaines de millions d'années, et extraites ou caractérisées in situ à l'aide de méthodes de plus en plus variées. Certains de ces composés constituent de véritables signatures biomoléculaires qui sont notamment utilisées pour déterminer la nature des formes de vie précambriennes. Mais très récemment la recherche et l'utilisation de restes de biomolécules se sont exportées à l'étude de fossiles macroscopiques et plus récents (animaux et végétaux), suscitant un fort enthousiasme de la communauté. À travers une revue de la littérature ainsi que des données inédites, cette communication illustrera le potentiel de ce champ de recherche en plein essor, ses limitations souvent méthodologiques, ainsi que les derniers développements les plus prometteurs.

## Financements

Ce travail a été en partie financé par le projet CRSK-2\_190580 du Fonds national suisse (PI : P.G.). J.A. a été financé par le programme de recherche et d'innovation Horizon H2020 de l'Union européenne (ERC STROMATA, grant agreement 759289; PI: Johanna Marin-Carbone).

*Candidat au prix PeerJ*

# Les ostracodes (Crustacea) de la transition Dévonien-Carbonifère en Chine du Sud (Dushan, Guizhou) : Taxinomie, diversité et implications paléoenvironnementales

Elvis GUILLAM<sup>\*1</sup>, Sylvie CRASQUIN<sup>1</sup>, Marie-Béatrice FOREL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CR2P - Centre de Recherche en Paléontologie - Paris, Sorbonne Université-MNHN-CNRS – France

## Résumé

L'événement Hangenberg, survenu près de la limite Dévonien-Carbonifère (env. 359 Ma), est parfois considéré comme une extinction comparable à celle de l'événement Kellwasser (limite Frasnien-Famennien, Dévonien supérieur) reconnue classiquement comme l'une des 5 grandes crises biologiques du Phanérozoïque.

Les ostracodes, microcrustacés essentiellement benthiques et très diversifiés, sont connus pour leurs grandes capacités adaptatives et sont reconnus comme de bons marqueurs des variations paléoenvironnementales. Ils sont ainsi d'excellents outils pour étudier et comprendre les déclinés de biodiversité au cours des crises ainsi que la récupération des écosystèmes après ces événements grâce à leur enregistrement continu tout au long du Phanérozoïque.

La coupe de Blue Snake en Chine du Sud (Dushan, province du Guizhou) enregistre la transition Dévonien-Carbonifère. L'étude des assemblages d'ostracodes de cette coupe montre que l'événement Hangenberg a provoqué un changement notable des faunes, avec la réduction de la proportion de Palaeocopida et l'augmentation de celle des Podocopida entre la fin du Famennien et le Tournaisien. Pour la coupe de Blue Snake, la diversité spécifique des Podocopina explose après l'événement Hangenberg (en particulier *Bairdia* et *Acratia*) et le taux d'extinction y est estimé à environ 50%. La composition et les caractéristiques de ces assemblages indiquent par ailleurs que le paléoenvironnement correspondait alors à un milieu marin peu profond de la plateforme continentale ayant potentiellement subi une transgression marine entre le Famennien terminal et le début du Carbonifère.

# Une tortue énigmatique dans les dépôts continentaux du Crétacé supérieur du Var

Haiyan TONG<sup>1,2\*</sup>, Eric BUFFETAUT<sup>3</sup>, Patrick MÉCHIN<sup>4</sup>, Annie MÉCHIN-SALESSY<sup>4</sup> et Julien CLAUDE<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Palaeontological Research and Education Centre, Mahasarakham University, Maha Sarakham 44150, Thailand

<sup>2</sup>Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origins, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Science, Beijing 100044, China

<sup>3</sup>CNRS, UMR 8538, Laboratoire de Géologie de l'École Normale Supérieure, PSL Research University, 24 rue Lhomond, 75231 Paris cedex 05, France

<sup>4</sup>13127 Vitrolles, France.

<sup>5</sup>Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier, CNRS/UM/IRD/EPHE, 2 Place Eugène Bataillon, cc64, 34095 Montpellier Cedex 5, France

## Résumé

Fouillé régulièrement depuis une trentaine d'années, le gisement fossilifère de Bastide Neuve, sur la commune de Fox Amphoux, dans le Var, a livré une riche faune de vertébrés continentaux. Les argiles et grès, d'âge Campanien supérieur - Maastrichtien inférieur (Rognacien), d'origine fluvatile, ont été déposés dans une plaine d'inondation. L'assemblage de vertébrés est constitué de requins (hybodontes), de poissons osseux (lépisosteidés, coelacanthes), de squamates, de crocodiles (*Acynodon*, *Allodaposuchus*), de ptérosaures (azhdarchidés), d'oiseaux (enantiornithes et l'oiseau géant *Gargantuavis*) et de différents dinosaures : théropodes (*Variraptor mechinorum*), sauropodes (titanosaures), ornithopodes (*Rhabdodon*) et ankylosaures. Les restes de tortues sont abondants et diversifiés dans ce site, avec le bothremydidé *Foxemys mechinorum* (Bastide Neuve en est la localité type), et l'helochelyridé *Solemys gaudryi*, tous deux représentés par du matériel crânien et postcrânien. Un troisième taxon de tortue, mentionné auparavant comme Eucryptodira indet. ou Chelydroidea, est également présent.

Les restes de cette dernière tortue comprennent des éléments isolés de carapace (une plaque nuchale, une costale, un hypoplastron et des périphériques). La surface des plaques est lisse. La nuchale est en forme d'arc, avec une grande échancrure cervicale qui est délimitée par les périphériques 1 et une crête sagittale sur sa face ventrale. L'hypoplastron était attaché à la dossière par ligament, le pont est court et des fontanelles centrale et latérales sont présentes. L'ensemble des caractères la distingue des tortues déjà connues dans le Crétacé supérieur du Sud de la France, et la forme de l'hypoplastron évoque des tortues à plastron réduit, telles que les Macrobaenidae, certains Chelonioidea primitifs (par exemple *Toxochelys*), et dans une moindre mesure, des Chelydroidea, groupes avec lesquels les comparaisons se sont orientées. Les relations phylogénétiques de cette tortue sont analysées et une hypothèse originale est proposée.

## Projet d'étude paléontologique et d'aménagement pédagogique in situ dans la carrière de Nanteuil (Deux-Sèvres) : la jonction Toarcien-Aalénien

Pierre LACROIX<sup>1\*</sup>, Michel COUGNON<sup>2</sup>, Jérôme CAILLET LABASSE<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 3 rue Théodore Botrel 35830 BETTON – pierre\_lacroix@club-internet.fr

<sup>2</sup> 10 rue du Bois 85320 MAREUIL-SUR-LAY DISSAIS

<sup>3</sup> Labasse & Fils 87 route de Poitiers 79400 NANTEUIL

### Résumé

Un projet d'étude paléontologique est en cours de réalisation dans la carrière de la Grande Palisse à Nanteuil, près de Saint-Maixent-l'École (79). L'objectif à terme est la mise en place in situ d'une galerie d'exposition paléontologique à vocation pédagogique et scientifique (1). La carrière produit principalement du carbonate de calcium et de la chaux vive broyée. Les anciens fours à chaux qui datent des années 1874-1876 ont été préservés et d'Orbigny, vers 1850, a porté un intérêt sur le Bajocien qui affleurerait en cet endroit. L'assistance logistique est entièrement fournie par l'Entreprise (Fours à chaux Labasse & Fils) et la création d'une Association régie par la loi de 1901 est uniquement dévolue au projet. Les levés de coupes ont permis de travailler sur la zonation des deux étages jusqu'à la jonction Aalénien-Toarcien. Cette jonction est bien caractérisée et nous en rapportons ici les résultats paléontologiques.

Le premier banc aalénien a livré les tout premiers *Leioceras* avec en particulier *Leioceras subglabrum* (BUCK., 1902) et *opalinum* (REIN., 1818) [M et m] associés aux ultimes *Pleydellia* toarciennes dont, parmi d'autres, *Pleydellia falcifer* MAUB. 1950, *buckmani* MAUB., 1947, *pseudoaalense* MAUB., 1950 et *pseudomisera* n. sp. Cet assemblage est conforme à ceux observés dans d'autres gisements européens, y compris la France mais à propos de laquelle très peu de descriptions systématiques ont été faites et quasiment aucune figuration n'a été proposée, notamment dans le cas de *Leioceras subglabrum*.

De part et d'autre du premier banc aalénien, dans des bancs plus tendres argilo-marneux, une microfaune importante a été collectée. Elle est en cours d'étude et nous en montrons les premiers résultats.

Financements : aucun.

### Références

(1). Projet d'étude paléontologique et d'aménagement pédagogique in situ dans une carrière des Deux-Sèvres. Pierre Lacroix, Jérôme Caillet Labasse, Nicolas Cormier. Communication APF 2019, Aix-en-Provence.

# Les rudistes du Kimméridgien récifal du Sud de la Chaîne jurassienne

Patrice LANDRY

Association Ain Bugey Géo Découvertes, OYONNAX

## Résumé

Les rudistes constituent un ordre de mollusques bivalves marins à coquille épaisse souvent spiralée en forme de corne. Apparus vers la fin du Jurassique (Oxfordien, -160 Ma), ils disparaissent à la fin du Crétacé (-65 Ma) en même temps que les dinosaures et les ammonites.

Ces animaux benthiques fixés par une valve sont caractéristiques des milieux marins peu profonds, chauds et riches en carbonates. Ils ont été avec les coraux d'importants constructeurs dans la mer Téthys intertropicale du Crétacé, période pendant laquelle ils sont connus pour leur mode de vie colonial.

Bivalves solitaires à l'origine, ils développent une tendance à la vie grégaire dès le Kimméridgien dans le sud de la chaîne jurassienne. Là, sur quelques 100 km<sup>2</sup> entre Oyonnax, Plagne et Giron, les formations récifales des « Couches de Prapont » se caractérisent par l'abondance de dicératidae, première famille de rudistes, avec de nombreux individus associés en puissants massifs et autres bioconstructions.

Le site RNR de Marchon « Christian Gourrat » près d'Oyonnax renferme six espèces différentes de dicératidae, associés à des coraux et conservés en position de vie. De gros spécimens de *Epidoceras speciosum* sont accolés et fixés les uns aux autres, alors que d'autres restent isolés. Des restes de coquilles associées à des coraux et des gastéropodes forment aussi divers amas en bordure du récif.

A quelques centaines de mètres sur un autre site, un affleurement montre une couche pluridécimétrique constituée essentiellement de *Plesiodiceras muensteri* accolés les uns aux autres.

Dans la forêt d'Echallon, quelques kilomètres plus à l'est, la formation est très riche en coraux variés, gastéropodes (*Nérinea*) et mollusques bivalves dont diverses espèces de rudistes. Un affleurement remarquable montre un massif de plusieurs centaines de *Plesiodiceras muensteri* entrelacés, forme écomorphe des individus solitaires, où la valve gauche fixée, allongée en spirale, est coiffée de sa valve operculaire.

Plus à l'est encore, vers Giron, on retrouve un dispositif semblable à celui de Marchon, avec un récif de corail formant écueil et, en retrait un massif construit à gros *Epidoceras bavaricum*. Plus en arrière le lagon est constitué d'une boue calcaréo-crayeuse de plusieurs mètres d'épaisseur renfermant des milliers de *Plesiodiceras muensteri* mêlés à des *Epidoceras guirandi*.

A Plagne Saint-Germain-de-Joux, la carrière souterraine des Marres est caractérisée par ses piliers d'exploitation en récifs de coraux et la présence de plusieurs massifs de rudistes agglomérés.

Ces affleurements du Kimméridgien du Jura méridional montrent que le caractère grégaire des rudistes est acquis dès l'origine, même s'il connaît un remarquable développement au Crétacé. De plus, ces associations de milliers d'individus, soudés et accolés les uns aux autres, vont engendrer une évolution des formes des coquilles et probablement faciliter celle des espèces.

# Extinction des ophiacodontidés, édaphosauridés et sphenacodontidés vers la fin du Cisuralien

Laurin Michel<sup>1\*</sup> et Didier Gilles<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CR2P (“Centre de Paléontologie – Paris”; UMR 7207), CNRS/MNHN/SU, Muséum National d’Histoire Naturelle, Paris, France

<sup>2</sup> IMAG, Université de Montpellier, CNRS, Montpellier, France

## Résumé

Le Permien fut témoin de changements fauniques spectaculaires, liés en partie à au moins trois crises biologiques majeures, autour de la limite Kungurien/Roadien (Cisuralien/Guadalupien), vers la fin du Guadalupien, et autour de la limite Permo-Triasique. La plus ancienne de ces crises coïncide à peu près avec le remplacement d’une faune dominée par des synapsides Permo-Carbonifères (caséidés, varanopidés, ophiacodontidés, édaphosauridés et sphenacodontidés) par une autre, dominée par les thérapides. Les études précédentes de cette crise ont utilisé une approche taxique et des données stratigraphiques simplifiées sous forme d’occurrence pendant des périodes relativement longues (de l’ordre de durée de l’étage géologique), ce qui peut créer des artéfacts (un lent déclin pendant un étage peut alors apparaître comme une crise subite à la limite entre deux étages). Nous étudions cette crise à l’aide de données stratigraphiques fines (chaque horizon fossilifère de chaque espèce nominale étant daté à l’aide d’un intervalle stratigraphique) dans le cadre d’une approche phylogénétique, en y appliquant un modèle mathématique, appelé « Fossilized Birth-death Process » (FBD), de la diversification et la fossilisation. Notre nouvelle méthode permet d’obtenir la densité de probabilité des temps d’extinction de chaque lignée (espèce), même si elle n’est représentée que par un seul horizon fossilifère, car la méthode exploite le registre fossile de l’ensemble des taxons pour estimer les taux pertinents (fossilisation, spéciation et extinction). Nos analyses suggèrent que l’extinction des ophiacodontidés, édaphosauridés et sphenacodontidés fut graduelle. Les taxons Edaphosauridae et Ophiacodontidae s’éteignirent en premier, pendant le Kungurien ou au début du Roadien; le taxon Sphenacodontidae s’éteignit un peu après, entre la fin du Kungurien et le début du Capitanien. L’extinction des ophiacodontidés et édaphosauridés est compatible avec un remplacement non-compétitif par les thérapides, mais l’extinction des derniers sphenacodontidés pourrait être liée à la compétition avec des thérapides.

## Financements

Cette recherche a été financée par les crédits récurrents du CR2P et de l’IMAG.

## Références

Didier, G. and M. Laurin. 2021. Distributions of extinction times from fossil ages and tree topologies: the example of some mid-Permian synapsid extinctions. bioRxiv <https://doi.org/10.1101/2021.06.11.448028>



# Vers le gigantisme extrême : Variations morphologiques des os longs des membres des dinosaures sauropodomorphes durant l'émergence du plan d'organisation sauropode

Rémi LEFEBVRE<sup>1\*</sup>, Alexandra HOUSSAYE<sup>1</sup>, Raphaël CORNETTE<sup>2</sup>, Ronan ALLAIN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mécanismes Adaptatifs et Évolution, UMR 7179 (MECADEV), MNHN, CNRS, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France

<sup>2</sup> Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité, UMR7205 (ISYEB), MNHN, CNRS, SU, EPHE, UA, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France

<sup>3</sup> Centre de Recherche en Paléontologie – Paris, UMR 7207 (CR2P), MNHN, CNRS, SU, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France

## Résumé

Les dinosaures sauropodes sont les plus grands animaux terrestres ayant jamais existé, certaines espèces ayant atteint plusieurs dizaines de mètres et de tonnes. Toutefois, ces géants quadrupèdes obligatoires font partie d'un clade plus large, les sauropodomorphes, dont les premiers représentants étaient relativement petits et bipèdes. Le plan d'organisation des sauropodes, caractérisé notamment par une architecture colonnaire des membres, est bien documenté. Cependant, la séquence évolutive de sa mise en place et son lien avec le gigantisme restent flous.

Nous proposons ici la première étude quantitative en 3D des six os longs des membres d'un large échantillonnage de sauropodomorphes associés à cet épisode évolutif. Grâce à la morphométrie géométrique et à l'approche surfacique, l'ensemble de la forme des humérus, radius, ulna, fémur, tibia et fibula est quantifiée.

Nos analyses montrent une mise en place différentielle des traits caractéristiques du plan d'organisation sauropode plus abrupte au niveau des os du membre antérieur, et plus graduelle pour ceux du membre postérieur. Les os du membre antérieur des sauropodes sont relativement plus graciles que ceux des autres sauropodomorphes. L'étude de l'allométrie met en évidence des différences de variation de forme au niveau du zeugopode postérieur entre les sauropodes, colonnaires et les autres sauropodomorphes, non-colonnaire, les premiers présentant notamment une robustesse décroissante en fonction de la taille.

Ces résultats, en partie contre-intuitifs au vu du gigantisme des sauropodes, suggèrent que la variation de forme chez ces derniers est moins importante pour le support du poids que ce à quoi l'on pouvait s'attendre, et que l'architecture colonnaire est en elle-même plus importante dans ce rôle. Aussi, cela suggère que la masse corporelle des sauropodes a pu être moins importante que prévu pour une taille donnée, en congruence avec la pneumatiscité squelettique observée chez ces animaux.

## Financements

Ce travail a été financé grâce au Conseil Européen de la Recherche (ERC) dans le cadre du projet GRAVIBONE (ERC-2016-STG-715300) porté par Alexandra Houssaye.

*Candidat au prix d'Orbigny*

# Et le crapaud devint grenouille : Description ostéologique et réattribution taxonomique de *Bufo servatus*, une "momie" des Phosphorites du Quercy

Laurent LEMIERRE<sup>1\*</sup>, Annelise FOLIE<sup>2</sup>, S. BAILON<sup>3</sup>, Michel LAURIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CR2P- Centre de recherche en Paléontologie-Paris, CNRS/MNHN/Sorbonnes Université, Bâtiment de Géologie, 43 rue Buffon, Paris, 75005, France, [alfred.lemierre@edu.mnhn.fr](mailto:alfred.lemierre@edu.mnhn.fr), [michel.laurin@mnhn.fr](mailto:michel.laurin@mnhn.fr)

<sup>2</sup> Service Scientifique du Patrimoine, Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, 29 rue Vautier, 1000 Bruxelles, Belgique, [annelise.folie@naturalscience.be](mailto:annelise.folie@naturalscience.be).

<sup>3</sup> Département Homme & Environnement, Muséum national d'Histoire naturelle, UMR 7194 HNHP and UMR 7209 AASPE, MNHN-CNRS, 43 rue Buffon, Paris, 75005, France, [salvador.bailon@mnhn.fr](mailto:salvador.bailon@mnhn.fr)

## Résumé

Les Phosphorites du Quercy sont un ensemble de sites datant de l'Eocène et de l'Oligocène du Sud-Ouest de la France. Ils sont connus pour leurs nombreux restes fossiles, dont des amphibiens, majoritairement représentés sous forme d'ossements isolés. Cependant, en 1873, plusieurs spécimens d'amphibiens à préservation exceptionnelle furent découverts. Montrant l'aspect des tissus externes (peau, yeux...), ces spécimens furent dès l'origine considérés comme des momies naturelles. Durant le 19<sup>ème</sup> siècle, ils ont été décrits sans aucune connaissance de leur anatomie interne. Depuis 2012, nous avons commencé à tomographier ces momies, révélant des structures internes telles que des tissus mous internes et un squelette articulé. Un premier spécimen a été attribué en 2013 à *Thaumastosaurus gezei* et nous présentons ici les résultats de la tomographie d'un second anoure momifié, jusqu'ici identifié comme *Bufo servatus*. La tomographie a révélé un squelette articulé dont les caractéristiques ostéologiques sont similaires à celles du premier anoure momifié, bien qu'il représente un stade ontogénétique différent. Les deux momies sont attribuées à *Thaumastosaurus servatus* nov. comb.

Les nouvelles informations anatomiques sont utilisées pour préciser les affinités phylogénétiques de *Thaumastosaurus*, qui serait placé au sein des Pyxicephalidés, un clade d'anoures africain. *Thaumastosaurus* représenterait dès lors à la fois la plus ancienne occurrence du clade dans le registre fossile mais aussi sa première occurrence hors d'Afrique. Sa présence en Europe souligne un potentiel échange faunique avec l'Afrique durant l'Eocène ou même dès le Paléocène. La présence de ce représentant d'un clade africain dans l'herpétofaune européenne est peut-être liée au climat chaud durant l'Eocène. Cependant, la plus grande partie de cette herpétofaune, dont *Thaumastosaurus*, disparaît d'Europe durant le renouvellement faunique de la Grande Coupure, autour de la transition Eocène/Oligocène (~34 Ma).

*Candidat au prix Depéret*

# Diversité des neurocrânes de chondrichthyens carbonifères du Massif central : apport de la microtomographie à rayon X

Vincent LUCCISANO<sup>1,2\*</sup>, Mizuki RAMBERT-NATSUAKI<sup>3</sup>, Gilles CUNY<sup>2</sup>, Romain AMIOT<sup>1</sup>, Jean-Marc POUILLON<sup>4</sup>, Alan PRADEL<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Univ Lyon, UCBL, ENSL, UJM, CNRS, LGL-TPE, F-69622, Villeurbanne, France

<sup>2</sup>Univ Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, ENTPE, UMR 5023 LEHNA, F-69622, Villeurbanne, France

<sup>3</sup>CR2P - Centre de Recherche en Paléontologie – Paris ; MNHN - CNRS – Sorbonne Université, France

<sup>4</sup>Rhinopolis Association, 179 rue des Plattières 38300 Nivolas Vermelle/BP 39 03800 Gannat, France

## Résumé

Les chondrichthyens inclus aujourd'hui les requins, les raies et les chimères, mais ne sont que le pale reflet de leur diversité passée. Nombre d'entre eux, tels les Xenacanthiformes et leur proche parent les 'Ctenacanthiformes', ou encore les Symmoriiformes ne sont connus qu'à l'état fossile. La rareté de fossiles plus ou moins complets rend l'étude de leur histoire évolutive difficile. L'étude de l'anatomie du neurocrâne, la partie du crâne contenant le cerveau, représente l'une des clés pour mieux comprendre leurs relations phylogénétiques. Le neurocrâne peut être étudié à l'aide de la microtomographie à rayons X ( $\mu$ CT Scan), une méthode de reconstruction 3D qui ne présente aucun risque d'endommager les fossiles.

Quatre neurocrânes isolés de chondrichthyens ont été découverts au XIXe siècle dans les roches carbonifères du bassin d'Autun (Saône-et-Loire, Massif central) à partir desquels deux espèces ont été érigées : le symmoriiforme *Bibractopiscis niger* et le xénacanthiforme *Orthacanthus commailli*. Cependant, ces fossiles sont très difficiles à préparer mécaniquement et l'essentiel de leur anatomie reste masqué par leur gangue sédimentaire. Leur systématique est donc discutable et l'utilisation du  $\mu$ CT Scan a permis leur révision.

Des analyses morphologique, morphométrique géométrique et phylogénétique à partir des données scannées ont permis de démontrer que *Bibractopiscis niger* représente en fait deux formes distinctes, incluant un xénacanthiforme et un 'cténacanthiforme'. *Orthacanthus commailli* n'est quant à lui pas valide et représente une forme intermédiaire entre 'cténacanthiformes' et xénacanthiformes. Une étude en morphométrie géométrique couplée à une analyse phylogénétique permet de démontrer que la transition entre les neurocrânes de 'Ctenacanthiformes' et de Xenacanthiformes affecte principalement la région ethmo-orbitale, la partie la plus antérieure du neurocrâne.

## Financements

École doctorale ED 341 Évolution Écosystème Microbiologie Modélisation

*Candidat au prix Depéret*

# Adaptation morphologique des os longs à la graviportalité au sein des Rhinoceroidea

Christophe MALLET<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Mécanismes adaptatifs et évolution (MECADEV), UMR 7179, MNHN, CNRS, 55 rue Buffon, CP 55, 75005, Paris, France

## Résumé

Chez les quadrupèdes, la forme des os des membres est influencée par des contraintes fonctionnelles comme la nécessité de résister aux charges dues à la gravité, les modifications architecturales associées étant qualifiées de "graviporteuses". Les Rhinoceroidea sont l'un des groupes présentant la masse corporelle la plus élevée atteinte par les mammifères terrestres et sont considérés comme graviporteurs. Via une approche de morphométrie géométrique 3D, ce travail explore la variation de la forme des os longs des membres en relation avec la masse et les proportions chez les Rhinoceroidea, afin de comprendre comment leur squelette se modifie pour répondre aux exigences fonctionnelles du support d'une forte masse. Il apparaît une augmentation de la robustesse des os commune à tous les taxons lourds. Le développement des insertions des muscles extenseurs et celui de systèmes de blocage des épaules et des genoux chez les taxons lourds permettent de résister à la flexion induite par le poids du corps. Le membre antérieur est plus influencé par la variation du poids que le postérieur, probablement en raison de la proportion différente de la masse qu'ils supportent et de leurs rôles locomoteurs distincts. La forme du stylo-pode est liée à la fois à l'héritage évolutif et à la masse, tandis que celle du zeugopode est surtout associée au degré de brachypodie (longueur relative des membres). La variation de forme chez les Rhinoceroidea porte un double signal, avec des aspects uniformes partagés par toutes les espèces lourdes couplés à des spécificités dans les différents taxons. La plupart des Rhinoceroidea conservent toutefois des caractéristiques de coureur tout en présentant différentes façons de soutenir une forte masse, remettant en question le concept même de graviportalité. Il apparaît donc nécessaire de redéfinir ce terme en mettant en évidence les caractéristiques liées à ce phénomène dans chaque groupe présentant des occurrences indépendantes de masse élevée.

Ce travail a été financé par l'European Research Council via le projet GRAVIBONE (ERC-2016-STG-715300) porté par A. Houssaye.

*Candidat au prix d'Orbigny*

## 35 millions d'années d'événements majeurs vus à travers l'oreille interne des ruminants

Bastien MENNECART<sup>1\*</sup>, Laura DZIOMBER<sup>2,3</sup>, Loïc COSTEUR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Naturhistorisches Museum Basel, Augustinergasse 2, 4001 Bâle, Suisse; mennecartbastien@gmail.com, loic.costeur@bs.ch

<sup>2</sup>Institute of Plant Sciences, University of Bern, 3013 Berne, Suisse; laura.dziomber@ips.unibe.ch

<sup>3</sup>Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern, 3012 Berne, Suisse

### Résumé

Un objectif central des études sur l'évolution est de trouver les facteurs affectant les trajectoires évolutives et la diversité animale. Les interactions biologiques, les opportunités écologiques, la plasticité phénotypique ou les hybridations façonnent la diversité en favorisant les radiations. Les paramètres climatiques et paléogéographiques jouent également un rôle crucial dans le développement de la biodiversité, notamment sur des échelles de temps plus importantes. Pourtant, on sait relativement peu de choses sur la façon dont la diversité morphologique et taxinomique actuelle a été façonnée.

La pertinence de l'utilisation du labyrinthe osseux (capsule osseuse protégeant l'oreille interne) dans l'enregistrement de données phylogénétiques et écologiques a été montrée à maintes reprises. Nous nous appuyons ici sur la morphologie de cette structure chez les ruminants afin de tester si la vitesse à laquelle la forme du labyrinthe osseux évolue au cours du temps profond est significativement corrélée aux changements climatiques globaux et à l'invasion de nouvelles masses terrestres. Sur la base des données issues de la microtomographie 3D, nous constatons que les clades phénotypiquement contraints tels que les chevrotains et les cerfs porte-musc ont des taux d'évolution du labyrinthe osseux très faibles tout au long du Néogène. Le clade aujourd'hui peu diversifié des girafes présente quant à lui des taux d'évolution décroissants tout au long du Cénozoïque tardif, en corrélation avec la diminution à long terme de la température globale, alors que les clades hautement diversifiés - cerfs et bovidés - montrent une corrélation inverse avec les températures globales, avec des pics de taux d'évolution lors de la colonisation de nouveaux continents. Nos résultats confirment qu'une saisonnalité croissante, depuis le middle Miocene Climatic Transition, a favorisé le développement d'environnements hétérogènes promouvant la diversification et les taux d'évolution de ces clades. Les changements des conditions paléogéographiques ont offert de nouvelles zones de colonisation et d'exploration phénotypique, comme pour les cerfs entrant en Amérique du Sud lors du Great American Biotic Interchange.

Ces observations confirment l'influence de l'interaction des facteurs climatiques et géographiques sur l'évolution des mammifères et soulignent l'importance de combiner de grands ensembles de données morphologiques (y compris des organes sensoriels) de taxons fossiles et actuels.

### Financement

Swiss National Science Foundation 200021\_159854 Phylogeny of living and extinct ruminants through 3D computed tomography-based analysis of the ear region

Swiss National Science Foundation 200021\_178853 Mining the origin and deep-time relationships of ruminants with digital data from the ear

*Candidat au prix PeerJ*

# Ovule et arborescence, deux innovations végétales majeures au Dévonien

Brigitte MEYER-BERTHAUD<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> AMAP, Univ Montpellier, CNRS, CIRAD, INRA, IRD, Montpellier, France

## Résumé

L'origine de l'ovule, à partir des sporanges nus et déhiscentes des groupes ancestraux est loin d'être résolue. Elle requiert une différenciation sexuelle des spores, un raccourcissement du cycle biologique ainsi que l'acquisition par les mégasporanges de caractères morphologiques liés à la capture du pollen et à leur protection. Le travail réalisé avec les paléobotanistes de l'Université de Liège sur *Runcaria*, un proto-ovule du Dévonien Moyen de Belgique, permet de proposer une hypothèse sur les modalités évolutive de cette innovation qui a permis aux végétaux terrestres de coloniser les milieux secs.

L'arborescence est apparue au Dévonien Moyen chez les Cladoxylopsida, une classe proche des fougères. Si la morphologie externe des premières Cladoxylopsida arborescentes est bien documentée, leur structure interne qui renseigne sur les modalités de leur croissance et de leur fonctionnement est mal connue. L'analyse anatomique de spécimens récoltés dans le sud marocain a permis d'établir une stratégie de l'arborescence basée sur un développement important des tissus primaires et une contribution faible ou nulle des tissus secondaires. Ces données, couplées à l'analyse quantitative de spécimens des collections de l'Université de Liège, ont été utilisées pour simuler la croissance de *Pseudosporochnus*, une des Cladoxylopsida arborescentes les plus répandues. Ce travail a permis d'estimer la quantité de carbone accumulée dans cette plante au cours de son développement et dans une des premières forêts de l'histoire terrestre.

Divers travaux ont popularisé l'idée que l'apparition des premières forêts aurait conduit à une baisse sensible du CO<sub>2</sub> atmosphérique et à un refroidissement global à la fin du Dévonien. Des simulations réalisées avec le modèle GEOCLIM-Slave Jr. et faisant intervenir la distribution spatiale de types fonctionnels de plantes confirment la contribution des plantes à la réduction du CO<sub>2</sub> atmosphérique. Elles montrent, cependant, que la réduction d'albedo résultant de l'évolution de la couverture végétale aurait entraîné un découplage du CO<sub>2</sub> et des températures, ces dernières restant inchangées durant une grande partie du Dévonien.

*Prix Cuvier*

# Le plus vieux représentant des Tyrannida (Aves, Passeriformes), de l'Oligocène de France.

Sécolène RIAMON<sup>1\*</sup>, Nicolas TOURMENT<sup>2</sup> & Antoine LOUCHART<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univ Lyon, Univ Lyon 1, ENSL, CNRS, LGL-TPE, F-69622, Villeurbanne, France.

<sup>2</sup>13012, Marseille, France.

## Résumé

Les Passeriformes sont l'ordre d'oiseaux le plus diversifié avec plus de 11 000 espèces<sup>1</sup>. Néanmoins, ils ont un registre fossile remarquablement pauvres<sup>2-8</sup>. De plus, l'homoplasie ostéologique élevée à travers les passereaux rend les spécimens fossiles partiels difficiles à assigner systématiquement avec précision. Nous décrivons ici l'un des plus anciens passereaux fossiles, datant du début de l'oligocène (ca 30 Ma) du sud de la France, et l'un des mieux conservés et des plus complets. Ce fossile peut être prudemment affecté à Tyrannida, parvorder des Tyranni (Suboscines) du Nouveau Monde, i.e. des Tyrannides. Le nouveau fossile, probablement le plus représentatif de la base des Tyrannida, ressemble beaucoup à certains manakins (Pipridae), peut-être à cause de la plesiomorphie. En outre, il fournit un nouveau point de calibration pour les phylogénies moléculaires, déjà compatibles avec l'âge du fossile. Les Tyrannida, et plus largement les Tyrannides, sont aujourd'hui confinés au Nouveau Monde. Par conséquent, le nouveau fossile appelle des scénarios de traversée transatlantique pendant ou près de l'oligocène. Plus tard, la partie européenne de la distribution du Tyrannida disparut, conduisant à une distribution moderne de ce clade, un modèle connu dans d'autres clades aviaires. L'histoire de ce Tyrannida fossile reflète en quelque sorte celle de l'énigmatique *Sapayoa aenigma*, seul représentant du Nouveau Monde des Eurylaimides (Tyranni de l'Ancien Monde), avec la traversée transatlantique probablement causée par des événements similaires.

## Financements

Laboratoire de Géologie de Lyon, Terre, Planètes et Environnement.

## Références

1. del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D. A. & de Juana, E. (eds) *Handbook of the Birds of the World Alive* (Lynx Edicions, Barcelona, 2019). (retrieved from <https://www.hbw.com/> on 13 March 2019).
2. Mourer-Chauviré, C., Hugué, M. & Jonet, P. Découverte de Passeriformes dans l'Oligocène supérieur de France. *C. R. Acad. Sci. Paris Série 2* 309, 843–849 (1989).
3. Mourer-Chauviré, C., Berthet, D. & Hugué, M. The late Oligocene birds of the Créchy quarry (Allier, France), with a description of two new genera (Aves: Pelecaniformes: Phalacrocoracidae, and Anseriformes: Anseranatidae). *Senckenbergiana lethaea* 84,303–315 (2004).
4. Mayr, G. & Manegold, A. A small suboscine-like passeriform bird from the early Oligocene of France. *The Condor* 108, 717–720 (2006).
5. Manegold, A. Passerine diversity in the late Oligocene of Germany: earliest evidence for the sympatric coexistence of Suboscines and Oscines. *Ibis* 150, 377–387 (2008).
6. Bochenski, Z. M., Tomek, T. & Swidnicka, E. The first complete leg of a passerine bird from the early Oligocene of Poland. *Acta Palaeont. Polon.* 59, 281–285 (2014).
7. Bochenski, Z. M., Tomek, T. & Swidnicka, E. A complete passerine foot from the late Oligocene of Poland. *Palaeontologia Electronica* 17.1.6A, 1–7 (2014).
8. Bochenski, Z. M. *et al.* Articulated avian remains from the early Oligocene of Poland add to our understanding of passerine evolution. *Palaeontologia Electronica* 21.2.32A (2018).

# Diversité-dépendance et diversification dans les océans au Phanérozoïque

Valentin RINEAU, Jan SMYČKA, David STORCH<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Centrum pro Teoretická Studia, Université Charles et Académie des Sciences de République Tchèque, Prague, République Tchèque

## Résumé

De nombreux débats en paléontologie concernent le ou les moteurs de la diversification du vivant au cours des temps géologiques. Actuellement, il n'y a toujours pas de consensus sur la question de savoir si la diversité marine au cours du Phanérozoïque est principalement déterminée par des facteurs biotiques tels que la compétition ou la dérive génétique ou par des facteurs environnementaux tels que la température ou la quantité de nutriments. Nous montrons par l'analyse de bases de données fossiles via des méthodes d'inférence de causalité en quoi, bien que l'histoire de la vie tout au long du Phanérozoïque soit ponctuellement influencée par des événements catastrophiques, la dynamique de la diversité marine mondiale est essentiellement influencée par des facteurs biotiques. La relation entre facteurs environnementaux et taux de diversification sont au contraire soit spécifiques à chaque taxon, soit contingents à certains événements géologiques, soit les deux.

Nous montrons également que s'agissant des facteurs biotiques, les taux d'origination et les taux d'extinction sont tous deux fortement dépendants de la diversité. Une augmentation de la diversité entraîne systématiquement une diminution du taux d'origination et une augmentation du taux d'extinction par un phénomène de saturation. Si la diversité-dépendance des taux d'extinction est une relation connue, longtemps débattue et au centre de plusieurs théories sur la capacité de charge (*carrying capacity*) des écosystèmes, la diversité-dépendance des taux d'origination, qui de plus semble être la relation la plus forte dans nos analyses, est plus surprenante. Celle-ci peut être expliquée par plusieurs hypothèses non-exclusives : (i) la résolution taxonomique de l'étude, (ii) une proportion non-négligeable de taxons éphémères (c.-à-d. des taxons apparaissant et s'éteignant sans laisser de trace détectable dans le registre fossile), ou (iii) une influence réellement plus importante de la diversité sur les taux d'originations plutôt que sur les taux d'extinction. Finalement, nous montrons une rémanence des relations biotiques pouvant aller jusqu'à 6 millions d'années. En d'autres termes, une déstabilisation profonde des écosystèmes au sein des océans, même extrêmement ponctuelle, pourrait altérer l'ensemble de la biosphère sur plusieurs millions d'années.

## Financements

Ce travail a été financé par la Fondation Tchèque pour la Science (Grantová agentura České republiky) (Bourse numéro 20-29554X).

*Candidat au prix PeerJ*



# La dissection des modèles « globaux » de biodiversité de la radiation du Paléozoïque inférieur

Thomas SERVAIS<sup>1\*</sup>, Bertrand LEFEBVRE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CNRS, Université de Lille, UMR 8198 Evo-Eco-Paleo, F-59000 Lille, France (e-mail: [thomas.servais@univ-lille.fr](mailto:thomas.servais@univ-lille.fr))

<sup>2</sup>CNRS, Université Lyon1, UMR 5276 LGLTPE, Géode, 2 rue Dubois, F-69622 Villeurbanne, France

## Résumé

La radiation du Paléozoïque inférieur a généralement été documentée par la promotion d'événements « globaux » successifs et distincts. L'explosion cambrienne, placée par la plupart des auteurs dans un intervalle d'environ -540 à -520 millions d'années, est considérée comme une apparition brutale dans les archives fossiles de la plupart des phylums animaux. Dans quelques articles récents, le grand « événement » de biodiversité de l'Ordovicien (GOBE) a également été limité à un seul « événement » de biodiversification dramatique durant le Darriwilien (partie inférieure de l'Ordovicien Moyen), entre -470 et -455 Ma.

Il devient de plus en plus clair que les courbes de paléodiversité « globales » pour les faunes marines du Paléozoïque inférieur, établies à partir de bases de données « globales », ne sont pas vraiment mondiales, car les données provenant de différentes zones géographiques à travers les différents intervalles varient considérablement au cours du Paléozoïque inférieur. La dissection des modèles sous-jacents dans les courbes de diversité « globales » indique clairement des disparités importantes. Ces variations des signaux de biodiversité peuvent être liées aux biais de la couverture paléogéographique des données, mais aussi au poids relatif des différents groupes fossiles dans les courbes « globales ».

L'examen des ensembles de données actuellement disponibles, mais également non publiés, révèle qu'une brusque « explosion » de la diversité dans le Cambrien ou un « événement » significatif dans l'Ordovicien ne sont pas visibles, sauf lorsque l'on restreint les courbes aux données de groupes de fossiles spécifiques de zones particulières.

Il devient évident que les jeux de données restent incomplets, en particulier ceux de nombreuses zones géographiques et de plusieurs groupes de fossiles qui ne sont pas couverts par les bases de données « globales ».

En conclusion, certaines courbes de biodiversité récemment publiées doivent être traitées avec prudence, car les estimations de la diversité véritablement mondiale des organismes marins au début du Paléozoïque établies à partir des seules bases de données mondiales actuelles restent incertaines.

## Le Paris Biota : à l'aube des faunes marines modernes ?

Christopher.P.A.SMITH\*<sup>1</sup>, Emmanuel FARA<sup>1</sup>, A BRAYARD<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Biogéosciences UMR 6282, CNRS, Université Bourgogne Franche-Comté, 21000 Dijon, France.

\*[christopher.smith@u-bourgogne.fr](mailto:christopher.smith@u-bourgogne.fr)

### Résumé

La crise Permien/Trias (~252 Ma) représente la plus sévère des extinctions de masse du Phanérozoïque. Cet événement marque également l'un des plus importants changements fauniques de l'histoire du vivant : la transition entre Faune Evolutive Paléozoïque et Faune Evolutive Moderne (Sepkoski, 1981). Cette transition s'est opérée tout au long du Trias inférieur, et sur une partie du Trias moyen. Durant le Trias inférieur, les conditions environnementales ont été très instables, conduisant à une succession de crises de plus petite ampleur, la plus importante ayant eu lieu à la fin du Smithien. Ces multiples crises servent par ailleurs souvent de base à l'hypothèse d'une récupération biotique post-crise Permien/Trias différée et lente. Le Trias inférieur est relativement bien caractérisé par des proxys géochimiques. Cependant, son registre fossile apparaît particulièrement pauvre, laissant de nombreuses questions ouvertes quant aux rythmes et modalités de la récupération biotique post-crise Permien/Trias. C'est dans ce contexte qu'a été découvert dans le bassin ouest américain, un assemblage fossile marin étonnamment riche daté du tout début du Spathien inférieur *i.e.*, immédiatement après la crise secondaire de la fin du Smithien. Nommé le Paris Biota, cet assemblage et ces composants (aussi bien des taxons Lazare que des nouveaux taxons inattendus) ouvrent une fenêtre exceptionnelle sur les écosystèmes marins du Trias inférieur et sur l'essor des Faunes Evolutives Modernes. Il reflète un écosystème diversifié et au fonctionnement complexe, contrastant avec les autres faunes marines connues pour le Trias inférieur. De plus, de nouveaux sites fossilifères permettent de préciser l'étendue spatiotemporelle de ce Paris Biota, qui semble s'étendre au moins sur la moitié nord du bassin ouest américain, et perdurer au moins jusqu'au début du Spathien supérieur. Le Paris Biota fournit ainsi de nouvelles informations cruciales sur la récupération biotique du Trias inférieur et la transition entre Faune Evolutive Paléozoïque et Faune Evolutive Moderne.

*Candidat au prix Depéret*

## *Primoptynx*, un hibou pas comme les autres

Thierry SMITH<sup>1\*</sup>, Gerald MAYR<sup>2</sup> & Philip D. GINGERICH<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Direction opérationnelle Terre & Histoire de la Vie, Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Rue Vautier 29, B-1000 Bruxelles, Belgique

<sup>2</sup> Ornithological Section, Senckenberg Research Institute and Natural History Museum Frankfurt, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt am Main, Germany

<sup>3</sup> Museum of Paleontology, Research Museum Center, University of Michigan, 3600 Varsity Drive, Ann Arbor, Michigan 48108-2228, U.S.A.

### Résumé

Avec plus d'un an de retard suite à la crise COVID (Anthropocène supérieur), nous présentons ici un squelette partiel d'un hibou fossile de grande taille qui entretemps a déjà été publié (Mayr et al., 2020). Ce retard n'est toutefois pas réellement préjudiciable étant donné que le spécimen a été découvert il y a déjà plus de 30 ans dans les couches du Wasatchien moyen (Wa-3) de la Formation de Willwood à McCullough Peaks, au Wyoming (USA), permettant ainsi de le dater entre 54,5 et 55,0 Ma (début de l'Eocène inférieur). Le spécimen inclut la majorité des os postcraniens d'un des strigiformes fossiles les plus complets du Paléogène. *Primoptynx poliotaurus* mesurait environ 50 centimètres de long, taille comparable à Hedwig, le harfang des neiges de Harry Potter, et appartient à un groupe de hiboux proche de la famille éteinte des Protostrigidae, bien que ne partageant pas avec ces derniers la morphologie dérivée du tibiotarse. Les pattes de *Primoptynx* sont différentes de celles des strigidés actuels (hiboux et chouettes). Les hiboux ont aujourd'hui quatre doigts avec des griffes de même taille pour attraper des proies relativement petites, et les tuer avec le bec. *Primoptynx* a les premier et second doigts plus longs, comme on le voit chez les éperviers, buses, aigles et autres membres de la famille des Accipitridae. Ces deux doigts plus développés sont utilisés pour épingler les proies, qui sont dès lors percées par les serres. *Primoptynx* était donc un hibou qui chassait comme un aigle, des mammifères de taille moyenne. Ce fossile montre, avec d'autres découvertes, que durant l'Eocène inférieur il y avait déjà une certaine diversité de strigiformes, de différentes tailles, qui occupaient diverses niches écologiques. Le succès des hiboux allait de pair avec celui des mammifères, devenus très diversifiés à l'Eocène inférieur. L'extinction ultérieure de *Primoptynx* et d'autres proto-hiboux pourrait être due à l'émergence d'oiseaux de proie diurnes à l'Eocène supérieur.

### Financements

Cette étude a été menée dans le cadre du projet BR/121/A3/PalEurAfrica, financé par la Politique Scientifique Fédérale Belge.

### Références

Mayr G., Gingerich P.D. & Smith T., 2020. Skeleton of a new owl from the early Eocene of North America (Aves, Strigiformes) with an accipitrid-like foot morphology. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 40(2):e1769116. <https://doi.org/10.1080/02724634.2020.1769116>.

# Une nouvelle vertèbre d'ankylosaure dans l'Albien inférieur de Folkestone (Kent, Angleterre)

Jean-Claude STAIGRE<sup>1</sup> & Éric BUFFETAUT<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Société d'Etude des Sciences Naturelles d'Elbeuf. 1 résidence les Jonquilles, 76320 Saint-Pierre-lès-Elbeuf.

<sup>2</sup> CNRS (UMR 8538), Laboratoire de Géologie, Ecole Normale Supérieure, PSL Research University, 24 rue Lhomond, 75231 Paris Cedex 05

## Résumé

Une vertèbre de dinosaure isolée découverte par l'un d'entre nous (J.C.S.) dans l'Albien de Folkestone (Kent, Angleterre) est attribuée à un ankylosaure. Le spécimen provient du platier d'East Wear bay, à environ 600 m au nord-est de la falaise de Copt Point, où les couches albiennes sont bien exposées. Sa position stratigraphique a pu être relevée avec précision : la vertèbre a été trouvée dans le "mamillatum nodules bed", un banc contenant des nodules phosphatés noirâtres localement cimentés par un concrétionnement calcaire, qui fait partie des couches de passage du Lower Greensand à l'Argile du Gault. Suivant la terminologie en usage, ce niveau appartient à la partie supérieure de la Folkestone Formation, et à la Superzone à *Douvilleiceras mamillatum*, au sommet de l'Albien inférieur.

La vertèbre est bien conservée, seules manquent certaines parties de l'arc neural. Le centrum est platycoele et montre une certaine constriction. L'arc neural est assez élevé et étroit, avec un canal neural relativement élevé mais peu étiré dorsoventralement. La position des apophyses indique qu'il s'agit d'une vertèbre dorsale relativement postérieure. Les caractères morphologiques de cette vertèbre permettent de l'attribuer à un ankylosaure, sans qu'il soit possible d'aller beaucoup plus loin à ce stade dans l'identification systématique. Il est à noter que les couches crétacées de Folkestone ont livré dès le XIXe siècle des restes d'ankylosaures. Les plus connus sont eux attribués à l'espèce *Acanthopholis horrida*, décrite par Huxley dès 1867, qui est cependant considérée comme un *nomen dubium* par Pereda-Suberbiola et Barrett (1999). Ces spécimens proviennent d'un niveau stratigraphique nettement plus récent que la Folkestone Formation, à savoir la Lower Chalk Formation, d'âge Cénomani. Il faut noter cependant qu'une vertèbre caudale d'ankylosaure a été signalée dans la Folkestone Formation (zone à *mamillatum*) à Copt Point par Casey (1961), donc à un niveau tout à fait similaire à celui dont provient la vertèbre signalée ici. De plus, trois vertèbres dorsales très semblables à celle-ci sont connues d'un niveau de nodules correspondant aussi à la zone à *mamillatum* à Wrotham, dans l'ouest du Kent. La nouvelle vertèbre de Folkestone vient donc s'ajouter à la courte liste des restes d'ankylosaures connus dans l'Albien inférieur du Kent. Il faut signaler aussi que des empreintes de pas attribuées à des ankylosaures ont été récemment signalées dans la zone à *mamillatum* à Folkestone (Hadland et al., 2021).

On peut noter aussi que des restes d'ankylosaures ont été signalés dans l'Albien de France, notamment dans l'Aube et dans les Ardennes.

## Références

Casey, R. 1961. The stratigraphical palaeontology of the Lower Greensand. *Palaeontology*, 4, 487-621.

Hadland, P.T., Friedrich, S., Lagnaoui, A. & Martill, D.M. 2021. The youngest dinosaur footprints from England and their palaeoenvironmental implications. *Proceedings of the Geologists' Association* (in press).

Pereda-Suberbiola, X. & Barrett, P.M. 1999. Systematic review of ankylosaurian dinosaur remains from the Albian-Cenomanian of England. *Special Papers in Palaeontology*, 60, 177-208/

# Des phytolithes, des mayas et des dinosaures : petite histoire d'un bioindicateur paléobotanique coincé en Archéologie

Marc TESTÉ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> UMR8591 - Laboratoire de Géographie Physique ; UMR7130 - Laboratoire d'Anthropologie Sociale

\* marc.teste@lgp.cnrs.fr

## Résumé

La mobilisation des phytolithes dans les reconstitutions paléoenvironnementales ne s'est réellement démocratisée qu'au cours des deux dernières décennies. Cette période coïncide d'ailleurs avec la création de l'*International Phytolith Society* et l'organisation de congrès internationaux spécialement dédiés à la recherche sur ces microfossiles siliceux. Reflets de la communauté scientifique moderne, ces événements ont permis de mettre en avant une recherche française dynamique et multi-latitudinale sur ces problématiques phytolithes-paléoenvironnements. La couverture de l'échelle des temps géologiques est en revanche bien plus hétérogène. En effet, la grande majorité des travaux phytolithiques portés par des institutions françaises ciblent des registres Quaternaire, le plus souvent Holocène, en lien avec des questions d'interactions Homme-milieu. Les travaux paléontologiques sur des étages antérieurs, restent marginaux au sein de la communauté française qui étudie les phytolithes. Cet état de fait se reflète notamment dans la dynamique de publication des sujets de recherche (Master, Doctorat, Post-doc, ...) français où l'étude de ces bioindicateurs est principalement proposée au sein de laboratoires d'archéologie, de géographie physique et/ou de géologie du quaternaire. Cette trajectoire diachrone pose question sur la perception de ces bioindicateurs au sein de la communauté paléontologique française. Pour cette présentation, je m'appuierai dans un premier temps sur mes travaux de recherche, conduits sur l'holocène récent de l'aire maya. Cela me permettra d'illustrer la capacité des phytolithes à reconstruire les environnements végétaux modernes et passés. Dans un second et dernier temps, je convoquerai la littérature récente sur l'étude des phytolithes fossiles afin de mettre en avant la diversité des applications propre à ces bioindicateurs dans la recherche sur les paléoenvironnements. Je me permets ainsi de poursuivre le travail amorcé par Alice Novello et Romain Thomas en 2015 dans la revue *Géochronique*, même si pour cela, et pour convaincre un auditoire de paléontologues, il me faudra au moins invoquer dinosaures et autres grosses bêtes.

## Financements

Labex DynamiTe , Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales

## Référence

Novello A, Thomas R (2015). Les Phytolithes. *Géochronique* 134: 30--32.

# Impact des changements climatiques du début de l'Eocène sur les Lophiodontidae : un nœud à démêler.

Quentin VAUTRIN<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier, Université Montpellier, CNRS, IRD, EPHE CC 064 ; place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 5, France

## Résumé

Le début de l'Eocène est une période clé dans l'histoire évolutive des mammifères, qui voit l'apparition et la radiation rapide de plusieurs ordres modernes (Primates, Artiodactyles et Périssodactyles) dans tout l'hémisphère nord. Cette période est de plus marquée par la succession de réchauffements climatiques de courte durée et de forte intensité, mais dont l'impact reste encore mal connu en Europe.

Mon travail de thèse s'est articulé autour de l'étude des Lophiodontidae, une famille de périssodactyles abondante dans le registre fossile européen et contemporaine de ces événements climatiques intenses, afin d'étudier l'impact des événements hyperthermiques sur leur dynamique évolutive. J'ai pu ainsi étudier le matériel abondant de lophiodontidés, dont plus d'une centaine de spécimens inédits provenant de l'Yprésien du Sud de la France. L'étude de ce matériel inédit m'a permis de décrire la forte variabilité intraspécifique des lophiodontidés basaux, avec le recensement d'une trentaine de caractères dentaires polymorphes, dont certains utilisés précédemment pour différencier les espèces de lophiodontidés. A la lumière de ces nouvelles données, j'ai pu réviser en profondeur la systématique complexe des lophiodontidés basaux, décrire deux nouvelles espèces du genre *Eolophiodon* et proposer l'invalidité du genre *Paralophiodon*.

Mes résultats m'ont ensuite permis de réaliser une analyse phylogénétique exhaustive et inédite des lophiodontidés, dont les relations au sein des périssodactyles restaient fortement débattues. Les résultats de mes analyses phylogénétiques écartent les lophiodontidés des Cératomorpha et les rapprochent des chalicothères au sein du sous-ordre des Ancylopoda et suggèrent une origine asiatique pour ce groupe. Mes analyses m'ont aussi permis de mettre en évidence plusieurs grandes phases évolutives des lophiodontidés fortement corrélées aux grands changements climatiques et à la modification des environnements lors de la première moitié de l'Eocène.

*Candidat au prix d'Orbigny*

## Les péripéties de *Liodon asiaticum* Répelin, 1915, un mosasaure du Crétacé supérieur des environs de Jérusalem

Nathalie BARDET<sup>1\*</sup>, Delphine DESMARES<sup>1</sup>, Raquel SÁNCHEZ-PELLICER<sup>1</sup>, Silvia GARDIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CR2P - Centre de Recherche en Paléontologie de Paris, UMR 7207 CNRS-MNHN- SU, Muséum National d'Histoire Naturelle, CP 38, 57 rue Cuvier, 75231 Paris cedex 05 (France)

### Résumé

Brièvement mentionné en 1915 par le paléontologue J. Répelin, le mosasauridé *Liodon asiaticum* fut trouvé par un Missionnaire d'Afrique – Le Père J. Ruffier des Aïmes – dans le Crétacé supérieur des environs de Jérusalem, sans plus de précision. Ce matériel ne fut jamais décrit en détail, ni figuré, ni révisé, et fut même considéré comme perdu, jusqu'à ce qu'il soit récemment retrouvé dans les collections du Muséum d'Histoire Naturelle de Marseille.

Ce matériel, incluant plusieurs individus, est décrit et figuré pour la première fois et une nouvelle attribution systématique est proposée pour chacun. Le spécimen le plus complet et diagnostique appartient à un Mosasaurini *incertae sedis* proche de *Mosasaurus* et *Plotosaurus* dans la configuration unique de son complexe frontal-pariétal-postorbitofrontal. Les autres spécimens sont attribués à des Mosasaurinae indéterminés.

L'étude de plusieurs groupes de microfossiles (nanofossiles calcaires, foraminifères planctoniques et palynomorphes), présents dans la craie blanche encore préservée avec la plupart des os, a permis de déterminer l'âge précis de ces restes de mosasauridés, à savoir la partie supérieure du Campanien inférieur (Zones *C. plummerae* / *G. rosetta* et CC18b / UC14c). Ceci correspond à la Formation Mishash locale, qui affleure largement à l'Est de Jérusalem (Mont des Oliviers et alentours). Ces niveaux crayeux, fréquents au Proche-Orient, représentent un environnement marin peu profond et ouvert, possiblement proche du rivage.

Le Père Ruffier a probablement récolté ces ossements non loin de l'endroit où il travaillait et vivait – la Communauté Sainte-Anne de Jérusalem – et possiblement sur le trajet qu'il faisait régulièrement pour se rendre à une propriété de la Communauté, où affleure largement la formation Mishash.

### Références

Anonyme (1949). Le Père Jules Ruffier des Aïmes. *Notices nécrologiques des Missionnaires d'Afrique, Exercice 1947-1948*. Editions Grands Lacs, Namur: 35-39.

Bardet N., Desmares D., Sánchez-Pellicer R. & Gardin S. (2021). Rediscovery of "*Liodon*" *asiaticum* Répelin, 1915, a Mosasaurini (Squamata, Mosasauridae, Mosasaurinae) from the Late Cretaceous of near Jerusalem - Biostratigraphical insights thanks to microfossils. In Folie A., Buffetaut E., Bardet N., Houssaye A., Gheerbrant E. & Laurin M. (eds), Palaeobiology and palaeobiogeography of amphibians and reptiles: An homage to Jean-Claude Rage. *Comptes Rendus Palevol* 20 (20), 351-372.

Répelin J. (1915). Découverte d'ossements de grands Pythonomorphes dans le Crétacé supérieur de Jérusalem. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 161, 735-736.

## **Bolt's Farm : du terrain au musée.**

Dominique GOMMERY<sup>1,2,3\*</sup>, Nonhlanhla VILAKAZI<sup>2,3</sup>, Lazarus KGASI<sup>2,3</sup>, Frank SÉNÉGAS<sup>1,2,3</sup>, Brian KUHN<sup>4</sup>, Martin PICFORD<sup>1</sup>, Johan SCHNYDER<sup>5</sup> & Tebogo MAKHUBELA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centre de Recherche en Paléontologie – Paris (CR2P), MNHN-CNRS-SU, Paris, France.

<sup>2</sup>Palaeo-Research Institute (P-R I), University of Johannesburg, Auckland Park, Afrique du Sud.

<sup>3</sup>Plio-Pleistocene Palaeontology Section, Ditsong National Museum of Natural History, Pretoria, Afrique du Sud.

<sup>4</sup>Department of Geology, University of Johannesburg, Auckland Park, Afrique du Sud.

<sup>5</sup>Institut des Sciences de la Terre de Paris (ISTeP), Sorbonne Université, Paris, France

### **Résumé**

Le réseau karstique de Bolt's Farm, en Afrique du Sud, présente une trentaine de remplissages du Plio-Pléistocène et est classé au titre de patrimoine mondial de l'humanité par l'UNESCO depuis 1999, comme d'autres sites du Cradle of Humankind (Sterkfontein, Swartkrans, Kromdraai,...). Lors du colloque de l'APF à Dijon, en 2017, nous avons présenté les premiers résultats concernant Bolt's Farm. Depuis, les recherches menées au sein d'un IRL par des chercheurs français et sud-africains ont progressé en se focalisant sur certains loci conduisant à la découverte de nouveaux restes de primates, de suidés, de grands félins et d'autres taxons. A partir de 1936, avec les premières recherches par R. Broom, différents sites du Cradle of Humankind ont livré une faune assez riche mais pour des séquences chronologiques courtes, ce qui permettait des comparaisons assez restreintes avec l'Afrique de l'Est. Bolt's Farm présente la plus longue séquence chronologique pour cette région, du Pliocène inférieur à la limite entre le Pléistocène inférieur et le Pléistocène moyen, même si elle reste discontinue. Ces découvertes permettent également d'avoir une idée plus précise de la paléobiodiversité et des paléoenvironnements de cette région australe de l'Afrique où ont existé différents types d'hominidés anciens.

Pour faire émerger de nouvelles vocations en paléontologie et en géologie au sein de la jeunesse sud-africaine, les membres de ce projet sud-africain ont mis en place, au Ditsong National Museum of Natural History de Prétoiria, une exposition s'intitulant "The fossil world of Bolt's Farm. From field to exhibition".

### **Financements**

IRL HOMEN du CNRS-INEE et de la NRF (National Research Foundation d'Afrique du Sud) & MPFSA (Mission Paléoanthropologique Franco-Sud-Africaine) de la Commission des fouilles archéologiques françaises à l'étranger du Ministère de l'Europe et des Affaires Etrangères. Permis de fouille délivrés par SAHRA (South African Heritage Ressources Agency), et remerciements pour les autorisations des propriétaires (C. Klinkert, A. et J. Gaylord).



## Signaux taxinomiques et phylogénétiques de la région auditive des odontocètes miocènes de Saint-Hilaire-de-Clisson (Loire-Atlantique)

MARSOUIN Batistin<sup>1,2</sup>, PICHAUD Georges<sup>3</sup>, COSSARD Bruno<sup>4</sup> & MENNECART Bastien<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Naturhistorisches Museum Basel, Augustinergasse 2, 4056 Bâle, Suisse ; marsobatis@gmail.com, mennecartbastien@gmail.com

<sup>2</sup>Université de Bordeaux, 33615 Pessac, France

<sup>3</sup>Fouques, 85610 Cugand, odile.pichaud@orange.fr

<sup>4</sup>11 la Blaire, 85140 Saint Martin des noyers, bruno.cossard@orange.fr

### Résumé

Le Miocène est connu pour être l'âge d'or des cétacés. Cependant, à l'exception du Miocène moyen de la vallée de la Loire (Langhien des faluns de Touraine et du Blésois), très peu de fossiles sont connus dans le registre français. Par exemple, seuls les faluns de la région de Doué-la-Fontaine en Anjou ont livré des odontocètes du Miocène supérieur basal (Tortonien).

Dans la région de Clisson, des lentilles de falun contenant de nombreuses dents du requin géant *Otodus (Megaselachus) megalodon* ont été découvertes. Ce sédiment a récemment été daté du Tortonien (Gagnaison et al., 2017). Une faune de cétacés inédite consistant en seize os pétreux d'odontocètes y a été trouvée associée. A partir de la réalisation de modèles 3D des pétreux et de leur labyrinthe, l'attribution taxinomique de ces fossiles a permis de mettre en évidence une faune particulièrement diversifiée avec pas moins de 10 espèces. Deux espèces appartenant au genre *Eurhinodelphis* ont été mises en évidence. Il s'agit des premières occurrences de la famille des Eurhinodelphinidae en France. Le site de Saint-Hilaire-de-Clisson est le second site datant du Miocène supérieur basal français à livrer des cétacés, ainsi que le plus diversifié connu en France pour cet étage.

Des caractères morphologiques phylogénétiquement significatifs ont pu être mis en évidence. Ainsi, la monophylie des Ziphiidae+Eurhinodelphinidae est congruente avec les caractères morphologiques du labyrinthe osseux. Par exemple, l'extension antérieure de la scala tympani est uniquement observée chez ces deux familles. Cependant, les Ziphiidae et Eurhinodelphinidae se distinguent par la forme et l'insertion de leurs canaux semi-circulaires. Comme observé dans d'autres groupes de mammifères (Mennecart & Costeur, 2016 ; Mennecart et al., 2017), les caractères du labyrinthe osseux permettent de séparer les odontocètes à des échelles familiales et supra-familiales, et ainsi d'identifier des liens phylogénétiques entre groupes tout en s'affranchissant des convergences de morphologies squelettiques (Parks et al., 2019). A long terme, ceci permettra d'aider à stabiliser la phylogénie des odontocètes basée sur les données morphologiques et d'être plus en accord avec les données moléculaires.

### Références

Gagnaison, C. et al. Contexte géologique du site paléontologique de « l'Angibert » (Saint-Hilaire-de-Clisson, France). *Symbioses* 35-36, 61–63 (2017).

Mennecart, B. & Costeur, L. Shape variation and ontogeny of the ruminant bony labyrinth, an example in Tragulidae. *J Anat* 229, 422–435 (2016).

Mennecart, B. et al. Bony labyrinth morphology clarifies the origin and evolution of deer. *Sci Rep* 7, 11 (2017).

Park, T. et al. Convergent evolution in toothed whale cochleae. *BMC Evol Biol* 19, 195 (2019).

*Candidat au prix Diversity*

## Un nouveau géant chez les Amphicyonidae (Carnivora, Caniformia) : description d'une mandibule découverte dans des dépôts marins à Sallespisse (Pyrénées-Atlantiques, France ; Serravalien, MN7/8)

Bastien MENNECART<sup>1</sup>, Floréal SOLÉ<sup>2</sup> & Jean-François LESPORT<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Naturhistorisches Museum Basel, Augustinergasse 2, 4001 Bâle, Suisse; [mennecartbastien@gmail.com](mailto:mennecartbastien@gmail.com);

<sup>2</sup>D.O. Earth and History of Life, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Rue Vautier 29, B-1000 Bruxelles, Belgique ; [floreal.sole@naturalsciences.be](mailto:floreal.sole@naturalsciences.be);

<sup>3</sup>220 allée des cailles, F-33480 Sainte-Hélène, France ; [jf.lesport@free.fr](mailto:jf.lesport@free.fr).

### Résumé

Nous avons récemment étudié une mandibule découverte en 1993, par Lesport Jean-François et Renard Philippe, au sein de dépôts marins de type falun situés dans la localité de Sallespisse (Pyrénées-Atlantiques, France). Des études récentes basées sur la faune marine très diversifiée (foraminifères benthiques, ostracodes, ptéropodes) et des analyses isotopiques du strontium ont conduit à une réévaluation de l'âge des dépôts de Faluns de Sallespisse, concluant à un âge Serravalien (Miocène moyen terminal). Ces sédiments sont, en effet, maintenant attribués aux biozones marines NN6/7, N11/13 et NSB19, avec un âge isotopique compris entre 12,8 et 12 Ma. Cela correspond à l'âge des mammifères terrestres européens MN7/8.

La mandibule appartient à un amphicyonidé, un « chien-ours », un groupe de Caniformia (Carnivora) ayant connu une forte radiation de l'Éocène supérieur au Pliocène, en Laurasie et en Afrique. La mandibule représente un taxon de grande taille : son poids est estimé à environ 200 kg, ce qui le rapproche des taxons pénécontemporains tels que *Agnotherium* et *Amphicyon*.

Cependant, le nouveau taxon se démarque de ces taxons par la morphologie unique de sa p4, une morphologie, inconnue de l'ensemble des amphicyonidés du Miocène. Notre étude nous amène donc à ériger un nouveau genre et une nouvelle espèce pour cet Amphicyonidae géant du Béarn.

Des analyses phylogénétiques (cladistiques et bayésiennes) indiquent que cet Amphicyonidae géant du Béarn n'est pas directement apparenté aux *Thaumastocyoninae* (*Thaumastocyon*, *Crassidia*, *Ysengrinia*, *Tomocyon*, *Peignecyon* et *Magericyon*) qui pourtant vivaient à la même époque sur la majeure partie de l'Europe et dont les masses corporelles étaient proches de celle de l'individu étudié. Il se peut donc que l'Amphicyonidae géant du Béarn appartienne à une autre lignée évolutive limitée géographiquement.

*Candidat au prix Diversity*

## Étude morphométrique 3D d'un des plus vieux becs fossiles de Coléoïdés (Carbonifère inférieur, Oklohoma)

Marjorie ROSCIAN<sup>1</sup>, Isabelle KRUTA<sup>1</sup>, Royal MAPES<sup>2</sup>, Anthony HERREL<sup>3</sup>, Isabelle ROUGET<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> UMR 7207 Centre de Recherche en Paléontologie – Paris, CNRS-MNHN-Sorbonne Université, Muséum national d'Histoire naturelle, Département Origines & Evolution (CP 38), 8, rue Buffon, F-75005 PARIS - France

<sup>2</sup> Division of Paleontology (Invertebrate), American Museum of Natural History, Central Park West at 79th St., New York 10024-5192, NY, USA

<sup>3</sup> Mécanismes Adaptatifs et Evolution (Mecadev), Muséum National d'Histoire Naturelle, CNRS, Bâtiment d'Anatomie Comparée, Paris, France

### Résumé

L'histoire évolutive des coléoïdés, clade de céphalopodes à coquille interne dont les représentants actuels sont les poulpes, les seiches et les calmars, a débuté au Paléozoïque. Leur origine, estimée par les datations moléculaires, placerait la divergence entre les nautiloïdés et les coléoïdés au Siluro-Devonien (Strugnell et al. 2006, Kröger et al. 2011, Tanner et al. 2017, Klug et al 2019). Les fossiles non équivoques de coléoïdés sont rares car ils doivent préserver le rostre et la loge d'habitation pour une bien différencier une coquille externe ou interne. Les premiers fossiles présentant ces caractères sont datés du Carbonifère inférieur (Mapes et al. 2010a).

La découverte d'un fragment de mâchoire préservée en 3 dimensions dans un coprolithe de la formation Sand Branch (Oklahoma) daté du Mississipien (Chesterien) est importante pour la compréhension l'évolution du groupe. Seules 4 mâchoires de céphalopodes datant du Carbonifère ont été décrites et deux, ont été considérées comme appartenant à des coléoïdés, (Mapes et al. 2010b, Doguzhaeva & Mapes 2017). L'étude de tels restes est délicate compte tenu de la nature chitineuse du matériel constituant les mâchoires. La morphologie de ce fragment révèle que seule une partie du rostre a été préservée. Elle a été comparée aux restes connus de cette époque ainsi qu'aux coléoïdés actuels. Une analyse tomographique a permis de caractériser au mieux la forme en 3D du rostre. Elle a été complétée pour la première fois par une analyse de morphométrie géométrique en 2D sur un jeu de donnée comprenant des taxons actuels, permettant de l'identifier comme une mâchoire supérieure et sur une analyse 3D. La mâchoire décrite par Doguzhaeva & Mapes (2017) montre des ressemblances avec les Octopodes actuels, de même que celle étudiée dans ce travail. Ce résultat ouvre des perspectives pour l'étude de l'évolution des mâchoires chez les céphalopodes.

Financements : La mission de terrain a été financée par l'AMNH.

### Références

- Doguzhaeva, L. A., & Mapes, R. H. (2017). Beak from the body chamber of an Early Carboniferous shelled longiconic coleoid cephalopod from Arkansas, USA. *Lethaia*, 50(4), 540-547.
- Klug, C., Landman, NH., Fuchs, D., Mapes, RH., Pohle, A., Gueriau, P., Reguer, S. & Hoffmann, R. (2019). Anatomy of the first Coleoidea and character evolution in the Carboniferous. *Communications Biology*, 2(280), 1–12.
- Kröger, B., Vinther, J., & Fuchs, D. (2011). Cephalopod origin and evolution: a congruent picture emerging from fossils, development and molecules. *BioEssays*, 1–12.
- Mapes, R. H., Doguzhaeva, L. A., Mutvei, H., Landman, N. H. & Tanabe, K. (2010a). The oldest known (Lower Carboniferous-Namurian) protoconch of a rostrum-bearing coleoid (Cephalopoda) from Arkansas, USA: phylogenetic and paleobiologic implications. *Ferrantia*, 59, 114–125.
- Mapes, R.H., Weller, E.A., & Doguzhaeva, L.A. (2010b). Early Carboniferous (Late Namurian) coleoid cephalopods showing a tentacle with arm hooks and an ink sac from Montana, USA. In Tanabe, K., Shigeta, Y. & Hirano, H. (eds): *Cephalopods – Present and Past*, 155–170, 314 pp. Tokai University Press, Tokyo.
- Strugnell, J., Jackson, J., Drummond, A.J. & Cooper, A. (2006). Divergence time estimates for major cephalopod groups: evidence from multiple genes. *Cladistics*, 22, 89–96.
- Tanner, AR., Fuchs, D., Winkelmann, IE. et al. (2017). Molecular clocks indicate turnover and diversification of modern coleoid cephalopods during the Mesozoic Marine Revolution. *Proc. R. Soc., B*. 284, 20162818.

## Les isotopes de l'oxygène, traceurs d'hétérothermies régionales chez les vertébrés marins

Nicolas SÉON<sup>1\*</sup>, Romain AMIOT<sup>2</sup>, Sylvain CHARBONNIER<sup>1</sup> et Peggy VINCENT<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de Recherche en Paléontologie - Paris (CR2P), CNRS, Muséum national d'Histoire naturelle, UPMC, Sorbonne Université, 57 rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05

<sup>2</sup> Univ Lyon, UCBL, ENSL, UJM, CNRS, LGL-TPE, F-69622, Villeurbanne, France

### Résumé

Les animaux possèdent diverses stratégies thermorégulatrices pour maintenir une température corporelle optimisant les réactions biochimiques et les processus vitaux. Les méthodes de thermométrie directes et d'imagerie permettent de documenter la température corporelle et les hétérogénéités de température au sein des organismes actuels, mais sont inapplicables aux organismes disparus. Dans cette étude, nous montrons l'apport des isotopes de l'oxygène en tant que traceur d'hétérothermies régionales chez les vertébrés aquatiques et semi-aquatiques marins.

Les cartographies représentant la variabilité de la composition isotopique de l'oxygène du phosphate ( $\delta^{18}\text{O}_p$ ) des éléments squelettiques à travers le squelette d'endothermes hétérothermes (thon rouge de l'Atlantique et espadon) et homéothermes (dauphins et phoque commun) montrent une relation forte entre les variations de  $\delta^{18}\text{O}_p$  et les hétérogénéités de température mesurées par les méthodes classiques. Les estimations de température calculées à partir des valeurs de  $\delta^{18}\text{O}_p$  indiquent que : 1) le squelette axial des Delphinidae et Phocidae minéralise à une température plus élevée que celle du squelette appendiculaire, 2) le crâne est la région du corps la plus chaude chez l'espadon, 3) le thon rouge de l'Atlantique possède une température corporelle plus élevée dans les régions du crâne et de la masse viscérale vis-à-vis du reste du corps, et 4) l'écart de  $\delta^{18}\text{O}_p$  entre les régions du corps les plus chaudes et les plus froides est plus important chez les endothermes hétérothermes que chez les endothermes homéothermes.

Ces nouvelles données supportent l'utilisation de  $\delta^{18}\text{O}_p$  des restes squelettiques en tant que traceur d'hétérothermies régionales chez les vertébrés potentiellement applicables aux organismes marins fossilisés.

### Financements

Cette étude est financée par le programme ANR-18-CE31-0020 « Oxymore ».

*Candidat au prix Diversity*

## Des ammonites armées ? L'étude de mystérieuses structures crochues lève le voile sur la couronne brachiale d'ammonites de la fin du Crétacé

Christopher P.A.SMITH\*<sup>1</sup>, N. LANDMAN<sup>2</sup>, Jérémie BARDIN<sup>3</sup>, Isabelle KRUTA<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Biogéosciences UMR 6282, CNRS, Université Bourgogne Franche-Comté, 21000 Dijon, France.

<sup>2</sup>Division of Paleontology (Invertebrates), American Museum of Natural History, Central Park West at 79th Street, New York, NY 10024, USA

<sup>3</sup>CR2P – Centre de Recherche en Paléontologie, Paris, UMR 7207, Sorbonne Université-MNHN-CNRS, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France.

\*[christopher.smith@u-bourgogne.fr](mailto:christopher.smith@u-bourgogne.fr)

### Résumé

Les coquilles des ammonites comptent parmi les fossiles les plus abondants, et sont emblématiques en paléontologie. En revanche les parties molles de l'animal vivant à l'intérieur de la coquille reste très mal connue à cause de leur faible potentiel de préservation. L'un des plus importants mystères concerne la morphologie de leurs couronnes brachiales, notamment car jamais aucune trace de celles-ci n'a été découverte jusqu'à présent. Basé donc essentiellement sur la structure de leurs coquilles, les ammonites sont généralement considérées comme des organismes lents, plutôt passifs et opportunistes. Récemment, l'application d'imagerie à rayon X (CT scan et PPC SR $\mu$ CT-ESRF) sur des ammonites exceptionnellement préservées de la fin du Crétacé provenant de la mer intérieure Nord-Américaine a permis de mettre en évidence des structures mystérieuses en forme de crochet au sein de leurs loges d'habitation. Après avoir exclue l'origine radulaire de ces crochets, leur organisation dans l'espace a été étudiée grâce à des outils statistiques et d'analyse topologique utilisés pour la 1<sup>ère</sup> fois sur du matériel fossile. Après avoir comparé la morphologie et l'articulation dans l'espace de ces mystérieuses structures à celles des crochets connus d'autres céphalopodes, aussi bien actuels que fossiles, il semblerait qu'ils appartiennent aux bras des ammonites. Plus précisément, il s'agirait de crochets portés par les massues tentaculaires *i.e.*, des bras modifiés communs chez les céphalopodes. Ces crochets sont donc les premières traces de couronnes brachiales d'ammonite, permettant ainsi de proposer pour la première fois une reconstitution de la couronne brachiale d'une ammonite basée sur des restes d'éléments fossilisés. Certaines ammonites étaient peut-être bien plus actives que ce que l'on imagine...

*Candidat au prix Diversity*