



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Comptes Rendus Palevol

www.sciencedirect.com



Histoire des sciences (Histoire de la paléontologie)

Du crocodile d'Aoulef au *Sarcosuchus imperator*From the Aoulef crocodile to *Sarcosuchus imperator*

Philippe Taquet

Muséum national d'histoire naturelle, département « Histoire de la Terre », CP 38, UMR 7207, Centre de recherche sur la paléobiodiversité et les paléoenvironnements, 8, rue Buffon, 75005 Paris, France



I N F O A R T I C L E

Historique de l'article :

Reçu le 29 octobre 2014

Accepté après révision le 10 avril 2015

Handled by Nathalie Bardet

Mots clés :

Crocodile
Mésozoïque
Crétacé
Afrique

Keywords:

Crocodile
Mesozoic
Cretaceous
Africa

R É S U M É

Cet article, écrit en hommage à ma collègue et amie France de Lapparent, retrace brièvement toutes les étapes d'une belle découverte paléontologique, qui a pris naissance en Algérie en 1947, lorsque le géologue Albert-Félix de Lapparent récolta à Aoulef (Algérie) les fragments d'un Crocodilien fossile de grandes dimensions, dans des sédiments du Crétacé inférieur. L'étude de ces fragments par France de Lapparent, puis la découverte au Niger d'un crâne et des éléments du squelette d'un Crocodilien de la même espèce par l'auteur de ces lignes, nous conduisirent à décrire et à nommer ensemble ce monstre *Sarcosuchus imperator*, aujourd'hui célèbre sous le pseudonyme de Supercroc.

© 2015 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

A B S T R A C T

This paper is a tribute to my colleague and friend France de Lapparent; it recounts briefly all the stages of a nice paleontological discovery, which began in Algeria in 1947, when the geologist Albert-Felix de Lapparent collected fragments of a crocodile of massive size in Lower Cretaceous sediments. The study of these fragments by France de Lapparent, and the subsequent discovery in Niger of a skull and elements of the skeleton of a crocodile of the same species by the author of these lines, led us together to describe and to name this monster *Sarcosuchus imperator*, which is today famous under the nickname Supercroc.

© 2015 Académie des sciences. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Abridged English version

In 1947, the French geologist Albert-Felix de Lapparent collected in the South of Algeria, in the cuttings of a foggara (an underground canal for water irrigation) near Aoulef, fragments of a huge fossil crocodile from Lower Cretaceous sediments (de Lapparent, 1947 and 1960). He gave

these fragments, which he called the *Crocodile d'Aoulef*, to his niece France de Lapparent for study in 1965 (de Broin, 1965). The same year I went to Niger following an invitation by geologists of the Atomic Energy Agency in order to consult on a new locality of fossil vertebrates discovered in the southern Tenere Desert in Early Cretaceous continental strata. A giant crocodile skull collected from this locality was transported to Paris for study. France de Lapparent and I soon realized that these fossils pertained to the same species, and we decided to publish together this new giant

Adresse e-mail : philippe.taquet@wanadoo.fr

<http://dx.doi.org/10.1016/j.crpv.2015.04.002>

1631-0683/© 2015 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

crocodile under the name *Sarcosuchus imperator* (de Broin and Taquet, 1966). Since then, abundant material has been collected at the Gadoufaoua locality in the Tegama basin of Niger (Taquet, 1970) including several skulls and a nearly complete skeleton in 1973.

A re-examination, by Éric Buffetaut, of crocodyliform remains found at the turn of the century in the Early Cretaceous Bahia series in northeastern Brazil shows that the successive classifications of these fossils were erroneous. A comparison between the specimens from Brazil and those from Niger led us to attribute the remains from Bahia to the genus *Sarcosuchus* (Buffetaut and Taquet, 1977a,b). Resemblances between Early Cretaceous (Aptian) African and South American vertebrate faunas before the opening of the South Atlantic Ocean were emphasized.

Details of the expeditions and of the excavations of this giant crocodile were published in the book *Dinosaur Impressions. Postcards from a Paleontologist* (Taquet, 1998). In 1999, a team of volunteers of the “Société amicale des géologues amateurs” under the expertise of France de Lapparent prepared and reconstructed the skeleton that was discovered in 1973. The specimen was eventually presented as a permanent exhibit in the Gallery of Paleontology of the “Muséum national d’histoire naturelle” in Paris.

Nearly 25 years after the first excavations, Paul Sereno (University of Chicago) and his team went to Niger in 1997 and 2000 to the locality of Gadoufaoua. They collected new material of *S. imperator* and published a paper on the characteristics of this crocodylian. They estimated a maximum body length of a least 11 to 12 meters and body mass of about 8000 kg, over a life-span of 50 to 60 years. The form of the jaw suggested a generalized diet of large vertebrates including fishes and dinosaurs.

The fame of *S. imperator* increased in 2002 after the presentation of a movie by the National Geographic Society and the publication of a booklet under the title *Supercroc and the Origin of Crocodiles*.

In 2006, I was able to visit, with Algerian colleagues, the place where the first fragments of the giant crocodile were discovered in 1947. In 2007, reconstructions of life size models were made in the United States of America and France (The Farm of Crocodiles, Pierrelatte), and plastic toys of *Sarcosuchus* are now produced for children in China.

This paper is a tribute to my colleague and friend France de Lapparent, who joined me in 1966 to participate in the saga of *Sarcosuchus*, the emperor (*imperator*) of crocodiles.

1. Introduction

Le Crocodylien géant *Sarcosuchus imperator*, surnommé également « Supercroc » par nos collègues américains, a été le vertébré fossile emblématique qui, de manière inattendue, a lié nos deux carrières de paléontologues, celle de France de Lapparent et la mienne. C’est pourquoï, à l’occasion de la publication de ce numéro de *Palevol* en hommage à ma collègue et amie de longue date, il m’a semblé intéressant de revenir sur la succession des événements qui ont marqué la découverte, puis la description des premiers restes de cet extraordinaire Crocodylien fossile du Mésozoïque.

2. Histoire de la découverte de *Sarcosuchus imperator*

C’est à la faveur de ses explorations sahariennes à dos de dromadaire que l’abbé Albert-Félix de Lapparent, professeur à l’Institut catholique de Paris, membre d’une prestigieuse dynastie de géologues (Montenat, 2008) et oncle de France de Lapparent, découvert, au cours de sa mission de novembre 1946–janvier 1947, quelques restes d’un Crocodylien de grande taille dans le Tidikelt à Aoulef Cheurfa, dans le Sud de l’Algérie (de Lapparent, 1947).

Cette localité, située entre Adrar et Timimoun, a la particularité de présenter plusieurs foggaras ou canaux souterrains qui permettent d’amener l’eau de la nappe phréatique, depuis le pied d’une petite falaise jusqu’au village d’Aoulef. L’évacuation des sédiments lors du creusement de ces canaux, situés à plusieurs mètres de profondeur, se fait grâce à des cheminées verticales qui percent le sol de proche en proche (Fig. 1). C’est dans les déblais entourant ces cheminées de la foggara Ben Draou qu’Albert-Félix de Lapparent récolta quelques fragments d’un énorme crocodile, qu’il désigna sous le nom de crocodile d’Aoulef (de Lapparent, 1960).

Ces fragments, ainsi que d’autres restes de crocodiles du Continental intercalaire du Sahara, furent confiés par Albert-Félix de Lapparent à sa nièce France comme sujet d’étude dans le cadre de la thèse de troisième cycle de celle-ci (de Broin, 1965). Dans son travail, France de Lapparent donnait des précisions sur la nature de ce Crocodylien géant.

Dans le même temps, l’auteur de ces lignes se rendait en janvier 1965 au Niger, à l’invitation des géologues du Commissariat à l’énergie atomique, pour examiner, dans le Sud du désert du Ténéré, à l’est de la ville d’Agadès, un gisement de vertébrés fossiles découvert lors de prospections minières. Ce gisement, exceptionnel par ses dimensions et par la richesse de ses faunes conservées in situ, connu aujourd’hui sous le nom de Gadoufaoua (Taquet, 1970), livra des spécimens bien conservés de Téléostéens, de Chéloniens, de Dinosauriens et de Crocodyliens. En janvier 1965, les géologues du CEA avaient déjà transporté à Niamey au musée national du Niger le crâne d’un énorme Crocodylien. En accord avec Pablo Toucet, créateur et concepteur du musée de Niamey, il fut décidé d’apporter ce crâne en France pour étude. Avec le soutien de la compagnie Air Afrique, le spécimen arriva au Muséum à Paris en avril 1965. France de Lapparent put démontrer que les restes du Crocodylien d’Aoulef, ainsi que des dents isolées récoltées par le géologue Hugues Faure en 1957 dans la région de Gadoufaoua, et enfin que le crâne nouvellement découvert, appartenaient à un genre nouveau de Crocodile longirostre. De plus, la nature plus complète du crâne récolté au Niger permettait de placer ce genre dans le sous-ordre des Mésosuchiens, en raison de la position des marines internes s’ouvrant à l’arrière des palatins et à l’avant des ptérygoïdes, alors que, chez les Eusuchiens, elles se situent entièrement dans les ptérygoïdes.

France de Lapparent-de Broin et l’auteur de ces lignes décidèrent alors d’unir leurs efforts pour publier ensemble les caractéristiques de ce nouveau Crocodylien du Crétacé inférieur (d’âge Aptien inférieur) dans une note aux *Comptes rendus de l’Académie des Sciences*, présentée par



Fig. 1. (Couleur en ligne.) La foggara Ben Draou à Aoulef et les déblais du canal d'adduction d'eau dans lesquels furent trouvés les premiers restes du crocodile.

Fig. 1. (Color online.) Foggara Ben Draou at Aoulef and sections from the water adduction drain where the first remains of the giant crocodilian were found.

celui qui fut l'un de nos enseignants en Sorbonne, le professeur Jean Piveteau (de Broin et Taquet, 1966) sous le titre « Découverte d'un Crocodilien nouveau dans le Crétacé inférieur du Sahara ».

Dans cette note, nous avons donné, avec la photo du crâne, la diagnose de ce genre nouveau que nous avons nommé *S. imperator* (du grec *sarcos*, chair, et *suchus*, crocodile) et rapproché de la famille des Pholidosauridés, en soulignant les dimensions spectaculaires de ce reptile; le crâne avait une longueur conservée de 110 cm, mais sa longueur probable fut estimée à 170 cm; l'arrière-crâne était large de 79 cm et la largeur du museau à l'avant était de 25 cm.

L'arrivée de ce crâne à Paris ne passa pas inaperçue, et les journaux de l'époque signalèrent cette découverte exceptionnelle. Le célèbre dessinateur Alain Saint-Ogan publia, en première page d'un grand quotidien, un croquis humoristique représentant un homme dans son fauteuil qui, en découvrant dans le journal la nouvelle de la découverte d'un crocodile de 100 millions d'années, déclarait à sa femme: « Et tu voudrais me faire croire que le sac de crocodile que je t'ai offert l'année dernière est déjà usé ! ».

Ma mission au Niger de 1965 fut suivie de sept autres, dans le cadre d'une thèse de doctorat. Albert-Félix de Lapparent participa lui-même à l'expédition de 1966. Un abondant matériel a ainsi pu être récolté: les restes de plusieurs dinosaures (*Ouranosaurus nigeriensis*, *Lurdusaurus arenatus*, *Valdosaurus nigeriensis*, *Cristatusaurus lapparenti*), ainsi que plusieurs spécimens, jeunes et adultes, de *S. imperator*, dont, en 1973, un squelette assez complet comprenant un bon nombre de plaques dermiques dorsales et ventrales, une partie de la colonne vertébrale (aujourd'hui exposé dans la galerie de paléontologie du Muséum national d'histoire naturelle); plusieurs

spécimens très bien conservés de tortues furent étudiés par France de Lapparent dans le cadre de sa thèse de doctorat (de Broin, 1980); un premier bilan des découvertes effectuées sur le gisement de Gadoufaoua fut également publié (Taquet, 1970).

En 1976, ma thèse de doctorat fut publiée dans les *Cahiers de paléontologie* aux Éditions du CNRS sous le titre *Géologie et Paléontologie du gisement de Gadoufaoua (Aptien du Niger)*. L'âge du gisement y était discuté et précisé; une description complète d'un nouvel Iguanodontidé, *O. nigeriensis*, était donnée et trois planches étaient consacrées au *Sarcosuchus imperator*: une planche montrait deux photographies de terrain avec les restes du crâne d'un jeune individu complètement dégagé par le vent de sable et le crâne bien conservé d'un adulte de 160 cm de longueur; deux planches montraient en vue dorsale et en vue ventrale le crâne du type désigné en 1965 (Taquet, 1976).

Ces recherches sur *S. imperator* furent complétées la même année à la suite de travaux effectués dans le cadre de sa thèse par Éric Buffetaut. Celui-ci remarqua la très grande similitude entre les extrémités de la mandibule et les plaques dermiques dorsales de *Sarcosuchus* avec des éléments homologues conservés au British Museum et décrits par Mawson et Woodward (1907) sous le nom de *Goniorpholis hartti*. Ces restes avaient été récoltés dans les séries de Bahia du bassin du Recôncavo (ou bassin de Bahia) d'âge Crétacé inférieur, sur la côte nord-est du Brésil. Une comparaison entre les restes du Brésil et ceux du Niger permit d'affirmer que le Crocodilien brésilien appartenait au genre *Sarcosuchus*. Il fut possible également de souligner les similitudes entre les faunes continentales du Crétacé inférieur d'Afrique et d'Amérique du Sud (Buffetaut et Taquet, 1976, 1977a,b; Taquet, 1978), similitudes témoignant de



Fig. 2. (Couleur en ligne.) *Sarcosuchus imperator*. Le spécimen exposé dans la galerie de paléontologie du Muséum à Paris.

Fig. 2. (Color online.) *Sarcosuchus imperator*, as exhibited in the Gallery of Paleontology of the "Museum national d'histoire naturelle", Paris, France.

l'union entre les deux continents africain et sud-américain avant l'ouverture de l'Atlantique Sud. La même année, j'avais eu l'occasion de me rendre en mission à Salvador de Bahia pour examiner les affleurements du Crétacé inférieur situés sous les restes du petit fort Montserrat construit par les Portugais, lorsque le Brésil était sous leur dépendance, affleurements qui avaient livré en 1860 au géologue anglais Allport des restes de vertébrés, dont ceux de crocodiles, décrits ultérieurement par les spécialistes du British Museum.

Le récit de la découverte du crocodile d'Aoulef, puis du *S. imperator*, ainsi que la description des restes récoltés en Algérie, puis au Niger firent l'objet d'un chapitre de mon ouvrage *L'empreinte des Dinosaures* (Taquet, 1994), intitulé « Des crocodiles, un continent ».

En 1999, la Société amicale des géologues amateurs, domiciliée au Muséum, nous proposa, à France de Lapparent et à moi-même, de participer aux travaux de dégagement des pièces du spécimen de *Sarcosuchus* assez complet récolté en 1973. Sous l'impulsion de son président, Philippe Berger Sabatel, une équipe de bénévoles passionnés est venue, semaine après semaine, préparer les 190 os répertoriés du squelette de ce Crocodilien (Taquet, 1998). Puis les ossements, vertèbres, plaques dermiques dorsales et ventrales furent assemblées sous la conduite de France de Lapparent et associées au crâne sous forme d'un montage provisoire, destiné à montrer l'architecture de ce géant, l'ensemble étant présenté dans la galerie de paléontologie. Par la suite, un socle en bois conforme au style des socles déjà existants et un montage adapté furent réalisés pour une présentation définitive du spécimen de ce *S. imperator*, ce qui fait de ce squelette, depuis 2010, l'une des attractions spectaculaires de cette magnifique galerie de paléontologie du Muséum (Fig. 2). Cette

présentation avait été précédée par l'installation, en 1978, grâce au mécène italien Giancarlo Ligabue, des éléments d'un autre spécimen, moins complet (un crâne et des plaques dermiques), au musée d'histoire naturelle de Venise, qui est abrité dans un magnifique édifice, Il Fondaco dei Turchi, et dont la façade donne sur le Grand Canal.

Près de 25 années après les recherches sur le terrain au Niger, le paléontologue américain Paul Sereno et ses équipes de l'université de Chicago se sont rendus sur le gisement de Gadouafaoua. Leurs expéditions de 1997 et de 2000 ont permis la découverte de nouveaux dinosaures, de donner la diagnose d'un nouveau Sauropode ayant la particularité de posséder plusieurs rangées dentaires fonctionnelles, *Nigersaurus taqueti*, mais aussi de récolter d'autres spécimens de *S. imperator*. Ces nouvelles recherches aboutirent à la publication, dans la revue *Science*, d'une note intitulée « The giant crocodyli-form *Sarcosuchus* from the Cretaceous of Africa » (Sereno et al., 2001), dans laquelle était donnée une diagnose plus détaillée que celle de 1966. Dans cette note, les auteurs estimaient la longueur totale du corps de ce Crocodilien de 11 à 12 m, avec un poids supposé de huit tonnes et une durée de vie de 50 à 60 ans. La forme de ses mâchoires suggère un régime alimentaire constitué de grands vertébrés incluant des poissons et des dinosaures. Son habitat était celui d'environnements fluviaux.

La notoriété du *S. imperator* devait énormément croître avec la présentation, en 2002, d'un documentaire de la National Geographic Society américaine et la publication d'une brochure pour un large public, intitulée *Supercroc and the origin of crocodiles* (Sloan, 2002). Une reconstitution très réaliste, en résine, de l'animal en grandeur nature fut alors réalisée ultérieurement par le sculpteur Gary Thomas Staab et présentée au public en janvier 2007. Depuis, des copies



Fig. 3. (Couleur en ligne.) Inauguration de la reconstitution de *Sarcosuchus imperator* (La Ferme aux crocodiles, Pierrelatte).
Fig. 3. (Color online.) Inauguration of the reconstitution of *Sarcosuchus imperator* ("La Ferme aux crocodiles", Pierrelatte, France).

grandeur nature ont été envoyées en Australie (Sidney) et au Mexique (Mexico).

En février 2006, grâce aux liens amicaux établis avec mes confrères géologues de l'université Houari-Boumediene d'Alger, Rachid Aït Ouali et Ahmed Nedjari, une mission fut organisée pour aller sur le terrain examiner les affleurements du Crétacé inférieur de la région de Reggane, Chebbi et Aoulef. J'ai pu me rendre avec mes collègues sur le site des Foggaras, qui alimente en eau Aoulef, photographier les tas de déblais de la foggara Ben Draou entourant chaque cheminée d'aération et... récolter sur place quelques fragments osseux à l'endroit même où Albert-Félix de Lapparent avait ramassé en 1947 les restes du crocodile d'Aoulef, devenu célèbre sous le nom de *S. imperator* (Fig. 1).

En 2007, *La Ferme aux crocodiles*, organisation qui présente en France, près de Pierrelatte, dans des serres chauffées, un grand nombre de représentants vivants d'espèces de ce reptile, nous a demandé l'autorisation de placer en ses murs une reconstitution grandeur nature du *Sarcosuchus* sous la forme d'un modèle en résine de polyester. Cette reconstitution fut réalisée avec un réalisme remarquable par le sculpteur Emmanuel Janssens Casteels, avec les indications et les conseils de France de Lapparent. Sept cent cinquante kilogrammes de résine furent utilisés pour aboutir à un modèle impressionnant et spectaculaire ayant l'apparence d'un crocodile vivant. Ce modèle unique fut inauguré en octobre 2007 en présence de France de Lapparent et de l'auteur de ces lignes (Fig. 3). Une médaille commémorant l'évènement fut également frappée en 2007 et des figurines en plastique de la reconstitution de *S. imperator* sont aujourd'hui fabriquées en Chine.

3. Conclusion

Ainsi, au terme d'une carrière bien remplie et consacrée à la paléontologie des Vertébrés, après avoir fait partie de la même promotion du troisième cycle de paléontologie des vertébrés que France de Lapparent, ayant travaillé dans le bureau voisin du sien pendant plus de 15 années et ayant eu l'opportunité et la chance de décrire avec elle le plus grand crocodile du monde, et de vivre la saga du *Sarcosuchus*, l'empereur des crocodiles, je suis heureux de rendre hommage à travers ces quelques pages à une remarquable paléontologue, à une excellente collègue, à une amie.

Remerciements

Je remercie très vivement les rapporteurs de cet article dont les remarques utiles et constructives ont permis d'améliorer la version définitive de cet article.

Références

- Buffetaut, E., Taquet, P., 1976. Le Crocodylien géant *Sarcosuchus* dans le Crétacé inférieur du Brésil (bassin de Bahia) et du Niger (bassin de Tegama). In: 4^e Réunion annuelle des sciences de la Terre, Paris, 13–16 avril 1976, p. 82.
- Buffetaut, E., Taquet, P., 1977a. The giant crocodylian *Sarcosuchus* in the Early Cretaceous of Brazil and Niger. *Palaeontology* 20 (1), 203–208.
- Buffetaut, E., Taquet, P., 1977b. Un crocodile géant à cheval sur deux continents. *Recherche* 76, 289–291.
- de Broin, F., 1965. Étude paléontologique de quelques Crocodyliens du Sahara. (Thèse) Faculté des sciences de l'université de Paris, Paris, pp. 1–140.
- de Broin, F., Taquet, P., 1966. Découverte d'un Crocodylien nouveau dans le Crétacé inférieur du Sahara. *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. D* 262, 2326–2329.

- de Broin, F., 1980. Les Tortues de Gadoufaoua (Aptien du Niger) ; aperçu sur la paléogéographie des Pelomedusidae (Pleurodira). Mem. Soc. geol. France, NS 139, 39–46.
- de Lapparent, A.F., 1947. Stratigraphie et âge du « Continental intercalaire » dans le Gourara, le Touat et le Tidikelt. C. R. Acad. Sci. Paris 225, 754.
- de Lapparent, A.F., 1960. Les Dinosauriens du « Continental intercalaire du Sahara central ». Mem. Soc. geol. France 88A, 1–56.
- Mawson, J., Woodward, A.S., 1907. On the Cretaceous formation of Bahia (Brazil) and on vertebrate fossils collected therein. Q. Jl. Geol. Soc. Lond. 63, 128–139.
- Montenat, C., 2008. Une famille de géologues. Les Lapparent. Un siècle d'histoire et d'aventures de la géologie. Vuibert, Paris (214 p.).
- Sereno, P.C., Larsson, H.C., Sidor, C.A., Gado, B., 2001. The giant crocodyliform *Sarcosuchus* from the Cretaceous of Africa. Science 294 (5546), 1516–1519.
- Sloan, C., 2002. Supercroc and the origin of crocodiles. Natl. Geogr., 1–56.
- Taquet, P., 1970. Sur le gisement de Dinosauriens et de Crocodiliens de Gadoufaoua (Rep. du Niger). C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. D 271, 38–40.
- Taquet, P., 1976. Géologie et paléontologie du gisement de Gadoufaoua (Aptien du Niger). Cahiers de Paléontologie. CNRS, Paris, pp. 1–191.
- Taquet, P., 1978. Niger et Gondwana. Ann. Soc. Geol. Nord XCVII, 337–341.
- Taquet, P., 1994. L'empreinte des Dinosaures. Éditions Odile Jacob, Paris, pp. 1–363.
- Taquet, P., 1998. Dinosaur impressions. Postcards from a Paleontologist. Cambridge University Press, Cambridge, UK (244 p.).