

**UN NOUVEAU TYPE DE COQUILLE D'OEUF PRÉSUMÉ  
DINOSAURIEN DANS LE CAMPANIEN ET LE MAESTRICHTIEN  
CONTINENTAL DE PROVENCE**

par  
**Philippe KEROURIO\***

SOMMAIRE

	page
Résumé, Abstract, Resumen .....	141
Introduction .....	142
Nouvelles observations .....	142
Intérêt biostratigraphique .....	145
Bibliographie .....	146
Légende des planches .....	147

RÉSUMÉ

La découverte de coquilles d'œufs assimilées au type ornithoïde est rapportée pour la première fois du Campanien et du Maestrichtien continental de Provence. L'appartenance taxonomique de ces coquilles et leur intérêt dans l'étude biostratigraphique du Crétacé supérieur provençal sont examinés.

ABSTRACT

The discovery of eggshells of ornithoid type is signaled for the first time in the continental Campanian and Maestrichtian of Provence. The taxonomic relationship of these eggshells and their interest in the biostratigraphical study of Upper Cretaceous of Provence are discussed.

RESUMEN

El descubrimiento de cascarones de huevos assimilados al tipo ornithoïde es senalado por la primera vez en el Campanian y en el Maestrichtian continental de Provence. La pertenencia taxonomica de estos cascarones y sus interes en el estudio biostratigrafico del Cretaceo superior de Provence son discutidos.

\*LA 327 du CNRS, Institut des Sciences de l'Evolution, U.S.T.L., place Eugène Bataillon, 34060 Montpellier Cédex.

## INTRODUCTION

Divers auteurs (Dughi et Sirugue, 1958 et 1976 ; Erben *et alii*, 1979) ont exprimé l'opinion selon laquelle il n'existerait, dans le Maestrichtien continental du Sud de la France, qu'un seul type structural d'œuf de dinosaurien se caractérisant par la juxtaposition étroite de sphéro-cristaux de calcite sub-verticaux, non fusionnés et à terminaison sommitale externe en forme de dôme [type « testudoid » (Sochava, 1971) ou « tubocanaliculé » (Sochava, 1971 : Erben *et alii*, 1979)].

En 1977 le Maestrichtien continental des Corbières occidentales a livré à J.C. Beetschen un petit nombre de coquilles appartenant à un même œuf dans lesquelles les sphéro-cristaux de petites dimensions constituant la couche mamillaire étaient surmontés d'une couche palissadique ou spongiosa bien marquée (Beetschen, Dughi et Sirugue, 1977). En raison de ce caractère morphologique particulier, ces fragments de coquilles furent attribués par les auteurs à un œuf d'oiseau. Cette découverte localisée demeura sans lendemain.

## NOUVELLES OBSERVATIONS

Les recherches entreprises par l'auteur à différents niveaux du Fuvélien (Campanien supérieur) et du Bégudo-Rognacien (Maestrichtien) du bassin d'Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône) et des régions limitrophes ont permis de mettre en évidence la présence, à côté des œufs à structure tubocanaliculée classique, de coquilles d'œufs présentant une structure apparentée au type ornithoïde tel qu'il est défini par Sochava (1971) et par Erben *et alii* (1979).

Dans le bassin d'Aix-en-Provence, les fossiles en question, loin d'être rares, sont, au contraire, répandus sur toute la hauteur du Bégudo-Rognacien. Le pourcentage de ce type de coquille dans les différents gisements étudiés varie, selon les sites, de 40 % (Bégudien et base du Rognacien inférieur) à 5 % (Rognacien supérieur). Les petites dimensions des fragments de coquilles, de 2 à 5 mm<sup>2</sup>, peuvent seules expliquer que ces fossiles aient échappé jusqu'ici aux investigations des chercheurs. Les premières coquilles de ce type furent mises en évidence à l'occasion de prospections de surface effectuées dans le Rognacien inférieur des régions septentrionales et orientales du bassin d'Aix-en-Provence. Par la suite des lavages et tamisages de grande quantité de sédiments permirent d'en découvrir en grand nombre en diverses localités dans des niveaux d'âge maestrichtien mais aussi campanien.

Ces coquilles sont très minces. Leur épaisseur varie de 0,2 à 0,5 mm. Leur surface n'excède que très rarement 5 mm<sup>2</sup>. L'observation de coupes radiales en lumière polarisée (Planche 1, fig. 1) montre que la couche mamillaire de la coquille présente un faible développement. Les sphéro-cristaux (ou unités cristallines fondamentales) sont étroitement juxtaposés et présentent une tendance assez nette à la fusion. Ces sphéro-cristaux se développent dans la partie supéro-externe de la coquille sous la forme de piliers-cristaux qui, dans leur trajet vers la surface externe, s'effilochent et disparaissent.

sent progressivement en une masse cristalline uniforme. Cette seconde couche, qui prend place au-dessus de la partie exosphérolithique de la coquille, peut être comparée à la couche palissadique ou spongiosa présente chez les œufs d'oiseaux. Elle en diffère par une moins grande homogénéité. Par ailleurs l'aspect en « arête de poisson » (« fish-bone pattern », Erben *et alii*, 1979, p. 86) qui caractérise la couche palissadique des coquilles d'œufs d'oiseaux, est absent. A sa place se développent des lignes tangentielles bien marquées. Leur couleur sombre indique des inclusions organiques ou gazeuses. Elles sont assimilées, par certains auteurs, à des marques de croissance (« growth-layers », Erben *et alii*, 1979, p. 386). Ce réseau tangentiel se densifie notablement dans la partie supéro-externe de la coquille pour former une sous-couche sub-horizontale de couleur sombre, caractérisée par une forte densité de la matière organique. Quelques canaux aérifères ont pu être observés sur des coupes radiales. Ils se présentent sous la forme de canalicules étroits, dépourvus de ramifications secondaires, et affectant un parcours rectiligne. Ils débouchent à la surface externe de la coquille par des pores sub-circulaires ou ellipsoïdaux en plan. L'ornementation de la surface externe des coquilles est variée. Il peut s'agir de nodes (ou papilles) de dimensions irrégulières, de forme sub-circulaire en plan (diamètre variant de 0,097 mm à 0,195 mm) et affectant en coupe l'aspect d'un cylindre tronqué. Ces nodes peuvent être étroitement agglomérés ou groupés par deux ou trois, et dans ce dernier cas ils laissent alors entre eux de larges espaces plans. La face externe de certaines coquilles porte des mamelons allongés et alignés en rangées parallèles (longueur moyenne des mamelons : 0,320 mm). Un pourcentage d'environ 40 % des coquilles étudiées se caractérise par une surface externe lisse et totalement dépourvue d'ornementation. L'examen de la face interne montre un réseau dense de mamilles affectant une forme grossièrement circulaire en plan (diamètre variant entre 0,065 et 0,095 mm). Ces mamilles sont fréquemment anastomosées entre elles et forment alors un réseau réticulé très dense. Par sa structure ce type de coquille s'apparente au type ornithoïde tel qu'il est décrit par Sochava (1971, p. 355 et pl. IX) et Erben *et alii* (1979, p. 386-387 et fig. 2).

Les dimensions et la forme de l'œuf entier de ce type structural sont difficiles à déterminer avec précision. Aucun œuf entier n'a été découvert dans les niveaux étudiés. Un seul groupement de coquilles indiquant la présence d'un œuf dégagé et détruit par l'érosion a pu être observé dans le Bégudien de la région de Martigues (Bouches-du-Rhône). Dans la plupart des gisements les fragments de coquilles, répartis uniformément dans la masse sédimentaire, semblent provenir de la désagrégation de pontes situées en des points éloignés du gisement. Il est vraisemblable que les reptiles pondreux auxquels correspond ce type d'œuf fréquentaient des lieux de ponte situés davantage vers l'intérieur des terres que les reptiles dinosauriens provençaux connus jusqu'ici. Quelques approximations, établies à partir de l'étude de la courbure de coquilles particulièrement bien conservées, permettent d'évaluer le diamètre de l'œuf à environ 10 centimètres, dans le cas d'un volume sphérique, et à des dimensions moindres si l'on admet un œuf affectant la forme d'un ellipsoïde aplati, cette dernière forme étant la plus fréquente chez les œufs à structure ornithoïde. Les œufs à structure ornithoïde angusticanaliculée et prolatocaniculée du désert de Gobi ont une forme allongée et une longueur variant de 6 à 20 centimètres (Sochava, 1971).

Dans la plupart des gisements étudiés, ces coquilles d'œufs n'étaient associées à aucun ossement de dinosaurien. Cependant, aux Pennes-Mirabeau (Bouches-du-Rhône), le niveau ayant livré des coquilles d'œufs avait fourni en 1978 à l'auteur une vertèbre caudale moyenne et un fragment très dégradé d'humérus attribuable à un dinosaurien ornithopode. Les ossements de dinosauriens sont surtout nombreux dans les niveaux ayant livré des œufs à structure ornithoïde qui affleurent dans la partie orientale du bassin d'Aix-en-Provence. Les coquilles d'œufs y sont associées à des vertèbres caudales, des fragments d'os longs et des dents attribuables au genre *Rhabdodon*.

L'attribution de ces œufs à un groupe taxonomique défini avec précision demeure extrêmement difficile à établir. Sochava (1971, p. 355-356) appelle les coquilles d'œufs de dinosaures angusticanaliculées et prolatocanaliculées : « ornithoid », et Erben (1970) et Erben *et alii* (1979) soulignent la similarité entre ces types de coquilles (type B de ces auteurs) et celles des oiseaux ratites. En raison de ces caractères et de la similarité de structure entre la ceinture pelvienne des ornithischiens et celle des oiseaux, Sochava suggérait que les œufs de dinosaures à structure ornithoïde soient attribués à des ornithischiens. Ce point de vue a été adopté par Erben *et alii* (1979). En accord avec cette théorie il a été admis que les œufs à structure ornithoïde du Crétacé supérieur de Chine et de Mongolie appartenaient, non pas au cératopsien *Protoceratops*, mais à des dinosaures hadrosaurinés, hypothèse formulée par Young dès 1965. Ces attributions sont demeurées purement spéculatives jusqu'à la découverte récente dans le Campanien de la formation Two Medicine dans le Montana d'œufs à structure ornithoïde associés, dans des nids, à des formes juvéniles d'un dinosaure ornithischien hypsilophodontidé : *Troodon* (Hirsch, *in litteris*). En Provence les œufs à structure ornithoïde, quand ils sont retrouvés associés à des ossements de dinosaures, le sont, dans des proportions apparemment significatives, à des ossements de dinosauriens ornithopodes du genre *Rhabdodon*. Il est donc possible que les œufs à structure ornithoïde aient appartenu à des ornithischiens, les œufs à structure testudoïde ou tubocanaliculée appartenant, comme le pensent de nombreux auteurs (De Lapparent, 1957 ; Erben *et alii*, 1979) à des dinosaures saurischien. Il est cependant indispensable de souligner le caractère purement spéculatif de ces propositions.

Si l'ornementation de la surface externe des coquilles, leurs épaisseur, la configuration et les dimensions des mamilles sont très variables, le matériel actuellement disponible demeure numériquement insuffisant pour qu'il soit possible de déterminer si ces variations sont d'ordre intra-spécifique ou si, au contraire, elles sont la traduction d'appartenances taxonomiques différentes.

Les œufs à structure ornithoïde du bassin d'Aix-en-Provence peuvent être comparés aux œufs à structure dite avienne du Crétacé supérieur des Corbières occidentales (Beetschen, Dughi et Sirugue, 1977). Sur le plan de la micro-structure, la similarité est grande entre ces deux types. Cependant les piliers-cristaux, encore apparents dans la couche palissadique des œufs du bassin d'Aix, manquent dans les œufs des Corbières et à leur place se trouve une spongiosa uniformément stratifiée sur toute sa hauteur (Beetschen *et alii*, 1977, pl. 1, fig. 3 et 4). Les œufs des Corbières sont, par ailleurs, plus épais (0,7 à 0,8 mm contre 0,2 à 0,5 mm) et en outre l'ornementation

externe est différente. Les coquilles des Corbières n'ayant pas fait l'objet d'examen visant à déterminer l'aspect et le tracé des canaux aérifères, il n'est pas encore possible de savoir si ces fragments se rattachent à un œuf à structure angusticanaliculée ou prolatocaniculée. L'appartenance de ces fragments au type ornithoïde et leur nature dinosaurienne semble cependant très probable. Quant aux sections radiales d'œufs provençaux elles évoquent d'une part les spécimens figurés par Sochava (1971, pl. 9) du Maestrichtien de Shiregin-Cashun en Mongolie et, d'autre part, des coquilles d'œufs attribuées à l'hypsilophodontidé *Troodon* du Campanien de la formation Two Medicine et dont l'auteur a pu étudier des photographies de coupes radiales aimablement communiquées par K. Hirsch (Spécimen HEC 239, Université de Boulder, Colorado, Etats-Unis).

#### INTÉRÊT BIOSTRATIGRAPHIQUE

Il est intéressant de noter que, pour la première fois, des coquilles d'œufs de dinosauriens sont découverts dans le Fuvélien (Campanien supérieur) de Provence, en deux localités différentes et éloignées d'une cinquantaine de kilomètres. Des coquilles furent découvertes à l'occasion de lavages et tamisages de grandes quantités de sédiments effectués par B. Sigé (Institut des Sciences de l'Evolution, Montpellier) dans le but de rechercher des restes de micro-mammifères. Le gisement se situe en bordure de la route départementale n° 10, à trois kilomètres à l'est du village de Coudoux (Bouches-du-Rhône), au lieu-dit le quartier de Saint-Hilaire. Les sédiments affleurent sur quelques centaines de mètres de part et d'autre de la route. Ils se composent d'une alternance régulière de calcaires en bancs massifs, de marnes grises parfois ligniteuses à restes de vertébrés (chéloniens, crocodiliens, poissons lépisostéens essentiellement) et oogones de charophytes (dét. M. Feist). La malacofaune est caractéristique du Fuvélien provençal (*Unio cuvieri*, *Melania praelonga*, *M. scalaris*, *M. rennensis* (?), *M. sanctarum* (?), *Palaeocyclophorus* sp., (apex indéterminables), *Viviparus bosqui novemcostatus* (dét. J. Villate). Elle indique un milieu saumâtre à faible hydrodynamisme (Babinot et Durand, 1980). Les coquilles se rencontrent dans les niveaux marneux ligniteux de la partie moyenne de la série. Par ailleurs des coquilles d'œufs furent retrouvées dans les affleurements calcaréo-marneux fuvéliens qui affleurent au lieu-dit La Bastide-Blanche, non loin de Pourrières (Var) sur la bordure orientale du bassin d'Aix-en-Provence, dans des niveaux riches en débris de végétaux carbonisés et recelant des fragments d'ossements de crocodiles et de tortues ainsi que des gastéropodes [*Melania* sp., *Palaeocyclophorus heberti*, apex de cochlostomidé (?) (dét. J. Villate)]. La présence de coquilles d'œufs attribuables à des reptiles dinosauriens dès le Campanien supérieur, confirme le développement précoce du peuplement reptilien de l'Isthme Durancien.

Par la suite des coquilles d'œufs ont été rencontrées dans le Rognacien supérieur des environs de Châteauneuf-Le-Rouge et de Puyloubier (Bouches-du-Rhône) dans des niveaux marneux rouges et violacés s'intercalant entre la barre de calcaire lacustre blanc défini par Dughi et Sirugue (1976) comme marquant la limite supérieure des niveaux à dinosauriens et la formation dite « Poudingue de la Galante ». Ces niveaux,

dont la puissance n'excède pas 10 mètres, étaient considérés jusqu'à présent comme azoïques. Cette découverte permet d'établir une corrélation entre les niveaux d'extinctions des dinosaures et le Poudingue de la Galante qui inaugure un épisode nouveau et remarquable de la sédimentation dans le bassin d'Aix-en-Provence.

#### REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont à B. Sigé (Institut des Sciences de l'Evolution, Montpellier) et à P. Taquet (Institut de Paléontologie, Paris) pour leur lecture critique du manuscrit de cet article ainsi qu'à J.C. Beetschen (Laboratoire de Biologie Générale, Toulouse), K. Hirsch (Université of Boulder, Colorado, U.S.A.) et J. Jensen (Brigham Young University, Provo, Utah, U.S.A.) qui ont bien voulu me communiquer les spécimens de comparaison indispensables à la réalisation de cette étude. L. Chouvin, B. Grasset et sa famille, B. et M. Negretti, J. Simerey et sa famille et M. Velluti et sa famille m'ont apporté une aide précieuse lors des recherches sur le terrain.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BABINOT J.F. et DURAND J.P., 1980. — Le Fuvélien in C. Cavelier et J. Roger édit., Les étages français et leurs stratotypes. *Mém. B.R.G.M.*, Orléans, p. 175-178.
- BEETSCHEN J.C., DUGHY R. et SIRUGUE F., 1977. — Sur la présence de coquilles d'œufs d'oiseaux dans le Crétacé supérieur des Corbières occidentales. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, série D, t. 284, p. 2491-2493, 1 pl.
- DUGHY R. et SIRUGUE F., 1958. — Sur les œufs de dinosaures du bassin fluviolacustre de Basse-Provence. *C.R. 83<sup>e</sup> Congrès Soc. Sav.* (Aix), Paris et Dpts., p. 183-208.
- DUGHY R. et SIRUGUE F., 1976. — L'extinction des dinosaures à la lumière des gisements d'œufs du Crétacé terminal du Sud de la France, principalement dans le bassin d'Aix-en-Provence. *Paléobiol. Continentale*, Montpellier, vol. 7, n° 1, p. 1-39.
- ERBEN H.K., HOEFS J. et WEDEPOHL K.H., 1979. — Paleobiological and isotopic studies of eggshells from a declining dinosaur species. *Paleobiology*, Columbus, vol. 5, n° 4, p. 380-414.
- LAPPARENT A.-F. de, 1957. — Les œufs de dinosaures fossiles de Rousset (Bouches-du-Rhône). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, série D, t. 245, p. 546-547.
- SOCHAVA A.V., 1969. — Two types of eggshells in senonian dinosaurs. *Paleontol. Journal*, Washington, vol. 4, n° 1, p. 76-88.

## LÉGENDE DES PLANCHES

## PLANCHE 1

- Fig. 1 : Puyloubier (Bouches-du-Rhône), base du Rognacien inférieur (Maestrichtien supérieur). Coupe radiale observée en lumière polarisée d'une coquille à structure ornithoïde ( $\times 100$ ).
- Fig. 2 : Détail de la figure 1 montrant la zone mamillaire de la coquille et la partie inférieure de la spongiosa ou couche-voute ( $\times 200$ ).

## PLANCHE 2

- Fig. 1 : Les Pennes-Mirabeau (Bouches-du-Rhône), Rognacien inférieur (Maestrichtien supérieur). Coupe radiale observée en lumière polarisée d'une coquille à structure ornithoïde ( $\times 100$ ).
- Fig. 2 : La Bastide-Blanche (Pourrières, Var), Fuvélien (Campanien supérieur). Coupe radiale observée en lumière polarisée d'une coquille à structure ornithoïde ( $\times 100$ ).

## PLANCHE 3

- Fig. 1 : Trets (Bouches-du-Rhône), base du Rognacien inférieur (Maestrichtien supérieur). Coquille à structure ornithoïde observée au microscope électronique à balayage. Face externe de la coquille. On notera l'ouverture probable des canaux aérifères au sommet de certains nodes ( $\times 210$ ).
- Fig. 2 : Coudoux, quartier de Saint-Hilaire (Bouches-du-Rhône), Fuvélien (Campanien supérieur). Coquille à structure ornithoïde, face externe, observée au microscope électronique à balayage ( $\times 210$ ).

Les coupes radiales des coquilles ont été obligeamment réalisées par monsieur Guiraud (Laboratoire de Paléobotanique, Montpellier) et les photographies au M.E.B. par monsieur Rivière (Service de Microscopie Electronique, Laboratoire de Physique, Montpellier).





