

Découverte du premier squelette presque complet de *Rhabdodon priscus* (Dinosauria, Ornithopoda) du Maastrichtien inférieur de Provence

Discovery of an almost complete skeleton of Rhabdodon priscus (Dinosauria, Ornithopoda) in the Early Maastrichtian of Provence (southern France)

Géraldine Garcia^a, Marie Pincemaille^b, Monique Vianey-Liaud^{a*}, Bernard Marandat^b, Edgar Lorenz^c, Gilles Cheylan^c, Henri Cappetta^a, Jacques Michaux^a, Jean Sudre^a

^a Laboratoire de paléontologie, Isem, université Montpellier-II, place Eugène-Bataillon, CC 64, 34095 Montpellier cedex 5, France

^b Laboratoire de géologie sédimentaire et paléontologie, université Paul-Sabatier, 31062 Toulouse cedex, France

^c Museum d'histoire naturelle, 6, rue Espariat, 13100 Aix-en-Provence, France

(Reçu le 27 novembre 1998, accepté après révision le 8 février 1999)

Abstract — The Vitrolles-Couperigne locality has yielded an almost complete skeleton of *Rhabdodon priscus*. Until now, this taxon was only represented by sparse and fragmentary remains. The flora and fauna associated to the *R. priscus* remains are briefly described. The position of the locality in the Late Cretaceous stratigraphy of Provence is discussed on the basis of dinosaur eggshell biostratigraphy. New data concerning some hitherto unknown anatomical features of the *R. priscus* permit discussion of its systematical position within the dinosaurs. (© Académie des sciences / Elsevier, Paris.)

Maastrichtian / Provence, France / *Rhabdodon* / dinosaurs / eggshells / biostratigraphy

Résumé — Le gisement de Vitrolles-Couperigne a livré la presque totalité d'un squelette de *Rhabdodon priscus*. Ce taxon n'était jusqu'ici représenté que par des restes isolés et fragmentaires. Divers éléments de la flore et de la faune associés sont sommairement décrits. La position du site dans la stratigraphie du Crétacé supérieur de Provence est discutée à partir d'une biostratigraphie basée sur les coquilles d'œufs de dinosaures. De nouvelles données anatomiques du squelette de *R. priscus* permettent de préciser sa position systématique au sein des dinosaures. (© Académie des sciences / Elsevier, Paris.)

Maastrichtien / Provence, France / *Rhabdodon* / dinosaures / coquilles d'œufs / biostratigraphie

Abridged version

Dinosaur remains were discovered in the Late Cretaceous of Provence as early as the 19th century (Matheron, 1869). Since then, few faunas have been reported (Fox-Amphoux: A.F. de Lapparent, 1947; De Broin et al., 1980). More recently, only sparse fragmentary remains have been reported (cf. Buffetaut, 1989; Buffetaut and Le Lœuff, 1991; Le Lœuff et al., 1992). Their

precise stratigraphic position in the Late Cretaceous has never been clearly established. A nearly complete *Rhabdodon* skeleton (Vitrolles-Couperigne locality) was discovered by one of us (E.L.) in 1993, and the site was quarried by a team of palaeontologists from the NHM of Aix-en-Provence and the *Institut des sciences de l'évolution de Montpellier*.

Note présentée par Philippe Taquet.

* Correspondance et tirés à part.

Stratigraphic and biotic context

Most of the fossil vertebrates, and the *Rhabdodon* skeleton, come from a grey marls level, underlain by clays of varied colours and overlain by a sequence of marly limestones (figures 1 and 2). A few meters above the *Rhabdodon* level, dinosaur eggshell fragments, gastropods and charophytes have also been recovered by screen washing techniques. Charophyte oogonia can be referred to *Peckichara cancellata* (Early Rognacian). The malacofauna, which includes some bulimiforms and cyclophorids gastropods, and representatives of the genus *Hantkenia*, is typical of the Rognacian.

A crocodile upper jaw, and teeth, have been determined as *Ischyrochampsia meridionalis* (type from Campano-Maastrichtian of St Estève-Jeanson). A few teeth of a small theropod dinosaur (plate, 2) are provisionally referred to the Dromaeosauridae.

Three types of dinosaurian eggshells are found: 1) spherulitic dinosauroid; very close to *Megaloolithus aureliensis* Vianey-Liaud et al., 1994, found in different localities from the Early Maastrichtian of southern France; 2) prismatic dinosauroid: affinities with *Prismatoolithus tenuis*; 3) ornithoid: cf. *Ageroolithus*. Many features found in *Ageroolithus fontllongensis* from the Tremp Basin (northern Spain).

Systematics

Class **Reptilia**, Laurenti, 1768

Order **Ornithischia**, Seeley, 1888

Infra-order **Euornithopoda**, Sereno, 1986

Sub-order **Ornithopoda**, Marsh 1871

Species ***Rhabdodon priscus*** Matheron 1869

Lectotype. Part of left dentary (MNPL 30), Matheron 1869, Lapparent 1947 and Brinkmann 1988; Natural History Museum of Marseilles (Bouches-du-Rhône, France).

Type-locality. Tunnel de la Nerthe (Bouches-du-Rhône, France).

Type-distribution. Lacustrine marls, Early Rognacian = Early Maastrichtian.

Paralectotype. Part of right dentary (MNPL 31); a dorsal vertebra (MNPL 34); 3 fused sacral vert. (MNPL 36); a posterior caudal vert. (MNPL A); part of a caudal vert.; part of right femur (a humerus according to Matheron); half of the proximal border of a right femur; distal border of a right tibia (MNPL 60); left ulna (MNPL 51).

Referred material. A relatively complete skeleton lacking the skull and the fore limbs, as well as numerous isolated specimens (cat. NHM, Aix).

Provenance. Vitrolles-Couperigne (13, France).

Distribution. Grey marls, Early Rognacian = Early Maastrichtian (Westphal and Durand, 1990).

Emended diagnosis. Maxillary teeth with parallel ridges without prominent primary ridges. Dentary teeth with a distal prominent primary ridge. Enamel restricted to the lateral side of the maxillary teeth and medial side of the dentary teeth. Sacrum composed of six true sacral vertebrae and one sacrodorsal vertebra. Sacral neural spines fused. Scapula with distal border strongly widened and cranial and caudal margins concave. Coracoid with a prominent sternal process and a coracoid foramen closed to the glenoid cavity. Long, straight and laterally flattened prepubic blade with closed obturator foramen. Long, curved and dorsoventrally flattened postpubic blade. Straight and laterally flattened ischium blade with a widened distal end and an obturator process situated on the proximal half of the ischial shaft. Femur with a prominent but non-pendent fourth trochanter, and a proximo-lateral bulge on the caudal margin. Femur longer than tibia.

Discussion

Rhabdodon priscus was a herbivorous dinosaur, about 6 m long. Although it was certainly an occasional biped, the strong bones of this ornithopod suggest a frequent quadrupedal locomotion. The morphology of the sacrum illustrates this sturdiness with sacral vertebrae fused at the level of the vertebral body and the neural spine.

Some of the following features allow *R. priscus* to be placed near the Iguanodontia (Sereno, 1986): heterogeneous enamel distribution i.e. restricted to the lateral side of the maxillary teeth (plate, 3) and to the medial side of the dentary teeth; ventral and dorsal margins of the dentary parallel; femur very robust with 4th trochanter very prominent and non-pendent like in the iguanodontids and hadrosaurids. The morphology of the prepubic blade, laterally compressed with closed obturator process, (plate, 6) seems to relate *Rhabdodon priscus* to the ornithopod *Tenontosaurus tilleti* (Forster, 1990).

Biostratigraphical indications

Current work in new localities from Provence, based on a dinosaur eggshells biostratigraphy, should lead to a better understanding on the succession of the dinosaur faunas near the end of the Cretaceous in southern France (Vianey-Liaud et al., 1994; Garcia and Vianey-Liaud, submitted). On the basis of this information, the Vitrolles-Couperigne locality is Early Maastrichtian in age.

1. Introduction

Dès le XIX^e siècle, des restes d'ossements de dinosaures ont été découverts dans le Crétacé supérieur de Provence (Matheron, 1869). Depuis, les gisements qui ont livré des restes de dinosauriens et qui ont donné lieu à la publica-

tion de listes fauniques sont exceptionnels. C'est le cas pour Fox-Amphoux (de Lapparent, 1947 ; De Broin et al., 1980). Pour les autres restes osseux du Maastrichtien provençal, il s'agit essentiellement de trouvailles isolées

(cf. Buffetaut, 1989 ; Buffetaut et Le Lœuff, 1991 ; Le Lœuff et al., 1992), dont la position stratigraphique précise dans le Crétacé supérieur provençal est rarement indiquée. L'exploitation en cours de nouveaux gisements provençaux (Pincemaille, 1997 ; Allain, 1998 ; Garcia, 1998), datés sur la base d'une biostratigraphie fondée sur les coquilles d'œufs, devrait permettre de mieux connaître la succession des faunes dinosauriennes de la fin du Crétacé dans le Sud de la France.

Le site de Vitrolles-Couperigne, découvert par l'un de nous (E.L.), fut exploité lors de trois campagnes de fouilles. La presque totalité d'un squelette de *Rhabdodon priscus* Matheron, 1869 a été découverte pour la première fois dans le Sud de la France. Bien que cette espèce soit répandue en Europe, son anatomie et sa phylogénie demeureraient méconnues, du fait de l'état fragmentaire et de la dispersion des données.

2. Contexte stratigraphique, floristique et faunistique

Situé à une cinquantaine de mètres sous la barre des « Calcaires de Rognac » (entre Rognac et l'étang de Berre), le site de Couperigne est constitué d'une succession de niveaux marneux, parfois à tendance ligniteuse et de calcaires (figure 1).

Les ossements du squelette en quasi-connexion du *Rhabdodon* étaient associés à d'autres restes de vertébrés, notamment de théropodes et de crocodiliens (figure 2). Le même niveau a livré un dentaire et un surangulaire de *Rhabdodon*, ainsi qu'une mâchoire de crocodilien, à

quelques mètres de là. Au-dessus (niveau F3), des coquilles d'œufs, de petits gastéropodes ainsi que des charophytes ont été obtenus par lavage-tamassage. Les charophytes se rapportent à *Peckichara cancellata* Grambast (détermination M. Feist, Isem Montpellier), dont la population-type provient du Rognacien inférieur de la gare de Rognac. La malacofaune, qui comprend *Pupa patula*, *Leptopoma baylai*, des bulimiformes, des cyclophoridés et des représentants du genre *Hantkenia*, est caractéristique du Rognacien.

3. Vertébrés

Des restes d'un crocodilien brévirostre sont attribués à *Ischyrochamps meridionalis* du gisement campano-maastrichtien de St-Estève-Janson (13) (détermination X. Valentin). Les dents, coniques et hautes, ont une ornementation cannelée, avec deux carènes saillantes aux fines crénelures, et l'apex arrondi et robuste. La mâchoire, à profil anguleux, a des alvéoles renflés ; le museau est festonné. Le prémaxillaire porte 4 dents (la quatrième est la plus haute) et le maxillaire est pourvu d'une quatrième dent plus forte.

Trois types de coquilles d'œufs de dinosaures ont été récoltés.

1 – Dinosaurioïde discrétisphérulitique. *Megaloolithidae* Zhao, aff. *Megaloolithus aureliensis* Vianey-Liaud et al. Caractérisé par une ornementation compactituberculée, de petites unités cristallines en éventail et des stries de croissance arquées, il ressemble à *M. aureliensis* du Maastrichtien inférieur du Sud de la France (Clos La Neuve, Velaux, Pioch Herbaut et les Vignes).

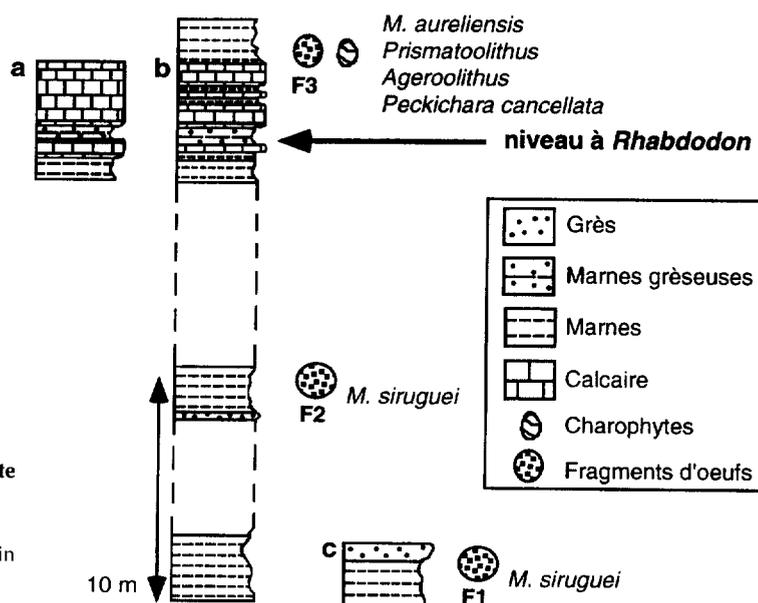


Figure 1. Logs du site de Vitrolles-Couperigne (a : butte témoin ; b et c : gisement principal).

Logs of the Vitrolles-Couperigne site (a: outlier; b and c: main locality).

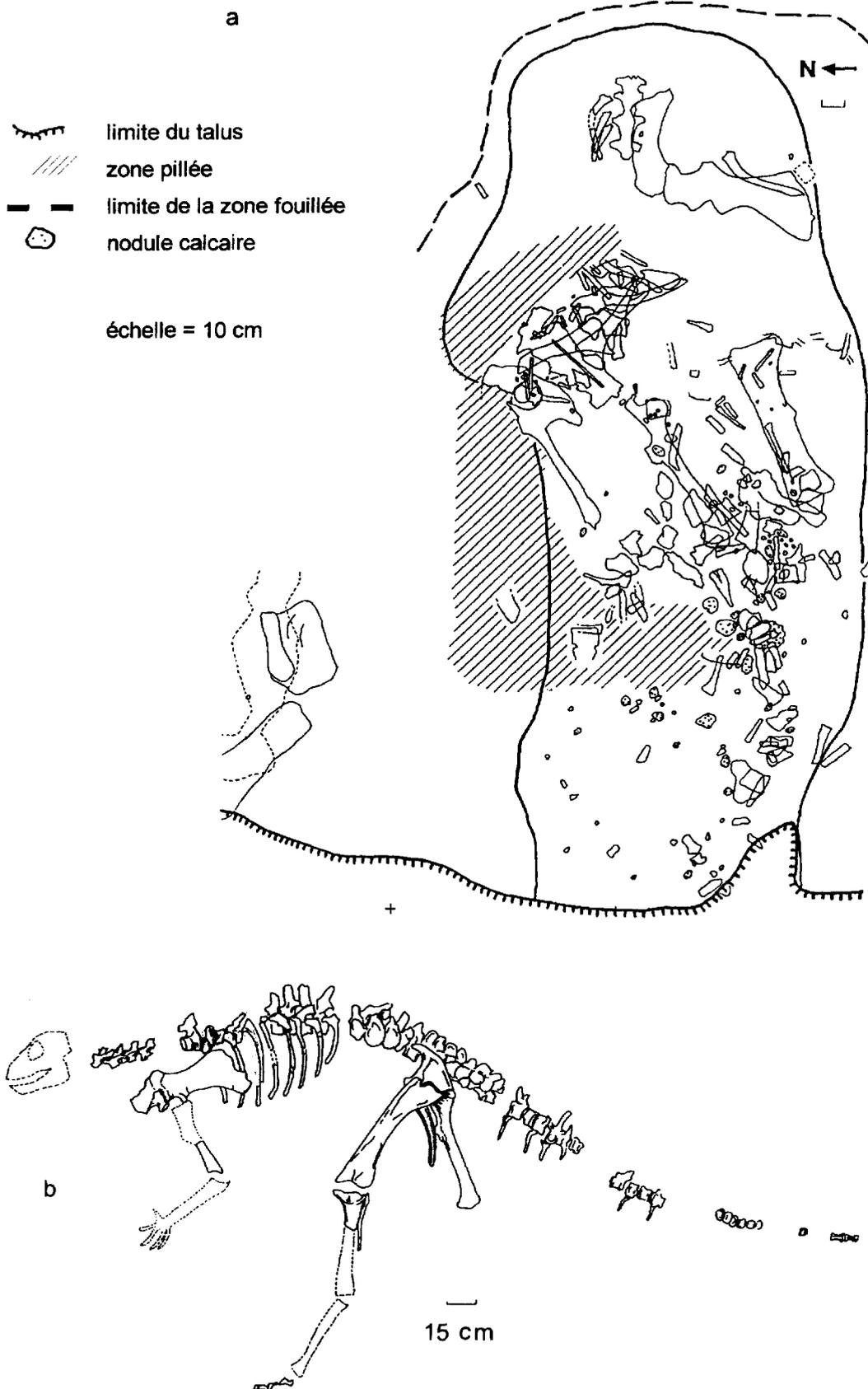


Figure 2. a. Surface de fouille du site. b. Silhouette du squelette remonté (MHN Aix-en-Provence).

a. Excavated area in the main locality. b. Sketch of the prepared skeleton (Aix-en-Provence NHM).

2 – Dinosaurioïde prismatique. Prismooolithidae, cf. *Prismooolithus* Zhao et Li. Nombreuses affinités avec *P. tenuis* Vianey-Liaud et Crochet. Surface externe lisse, niveau mamillaire restreint et coquille mince (0,3–0,55 mm). Cette oofamille, retrouvée dans différents régions du globe, correspond au moins à 2 groupes de théropodes (Horner et Weishampel, 1996 ; Mateus et al., 1997).

3 – Ornithoïde, ratite cf. *Ageroolithus*. Montre des caractères similaires à ceux de l'oespèce *A. fontllongensis* Vianey-Liaud et Lopez-Martinez du bassin de Tresp en Espagne : épaisseur comparable de la coquille, même proportion niveaux mamillaire–continu, grande dimension des mamilles. *Ageroolithus* n'a pour l'instant été retrouvé que dans 2 sites du Maastrichtien inférieur.

Quelques dents de petits théropodes (*planche, 2*) sont attribuées provisoirement à la famille des Dromaeosauridae.

Les restes les plus abondants sont ceux de l'ornithopode *Rhabdodon priscus*.

Systématique. Cf. version anglaise abrégée.

Discussion. Parmi les caractères anatomiques, quelques-uns permettent de rapprocher *R. priscus* du clade des Iguanodontia (Sereni, 1986). Répartition hétérogène de l'émail des dents, celui-ci étant plus épais sur la face latérale des dents maxillaires (*planche, 3*) et médiale des dents dentaires ; dentaire à bords ventral et dorsal parallèles ; ischion droit, avec processus obturé proximal (*planche, 5*) ; fémur très robuste avec quatrième trochanter largement proéminent et non pendant au contraire des Hypsilophodontidae. Les caractères du prépubis, comprimé latéralement avec un foramen obturé fermé (*planche, 6*), rapprochent *R. priscus* de l'ornithopode *Tenontosaurus tilleti* (Forster, 1990).

Biochronologie, et autres sites du Sud de la France.

Trois niveaux à coquilles d'œufs encadrent le niveau à *Rhabdodon*. Les niveaux F1 et F2, une dizaine de mètres sous la couche à vertébrés (*figure 1*), ont livré l'oespèce *Megaloolithus siruguei*. Rencontrée dans plusieurs localités du bassin d'Aix oriental, elle s'y étend depuis une quinzaine de mètres sous le « calcaire de Rognac », jusque à son sommet. Le niveau F3 a livré *Prismooolithus* cf. *tenuis* et *Megaloolithus* cf. *aureliensis*, associées à des fragments de morphotypes geckoïde et ratite cf. *Ageroolithus*. Une telle association indique le début du Maastrichtien (Rognacien inférieur ; Vianey-Liaud et al., 1994 ; Garcia et Vianey-Liaud, soumis). Les gastéropodes, ainsi que *Peckichara cancellata*, sont en accord avec cet âge.

Les listes fauniques préliminaires de trois sites seulement ont été publiées jusqu'ici (*tableau*). Champ-Garimond est daté du Campano-Maastrichtien (Sigé et al., 1997), Villeveyrac du Campanien (Buffetaut et al., 1996) et la position de Fox-Amphoux dans le Crétacé supérieur n'est pas précisée (De Broin et al., 1980). La comparaison directe des seules listes fauniques apporte peu d'éléments de datation, car peu de taxons sont identifiés spécifiquement. *Rhabdodon priscus* est commun aux trois sites de Fox-Amphoux, Villeveyrac et Vitrolles-Couperigne, et des

Tableau. Tétrapodes présents à Champ-Garimond (1), Villeveyrac (2), Fox-Amphoux (3), Vitrolles-Couperigne (4). Indet. = i.

Tetrapods found in Champ-Garimond (1), Villeveyrac (2), Fox-Amphoux (3), Vitrolles-Couperigne (4). Indet. = i.

	1	2	3	4
Amphibiens :		i		
Palaeobatrachidae	i			
Batrachosaurididae	i			
Salamandridae				
Chéloniens :		+	+	i
Pleurodire	cf.	?	i	
Pelomedusidae	aff.			
<i>Polysternon</i>				
<i>Polysternon provinciale</i>				
Cryptodire				
Dermatemydidae				
Nanhsiungchelyidae				
<i>Apholidemys gaudryi</i>				
Lacertiliens :				i
Iguanidae	i			
Booidea	i			
Madtsiidae	i			
Crocodyliens :		i	i	+
Crocodylia	i		aff.	
<i>Allodaposuchus precedens</i>	i			
Trematochampsidae				
<i>Ischyrochampsia meridionalis</i>				
Trematochampsidae sp.				
Alligatoridae				
Dinosaures :		cf	+	+
Ornithopoda	i	i	+	i
<i>Rhabdodon priscus</i>	i	i	+	
<i>Rhabdodon robustus</i>	i		i	
Hadrosauridae	i		+	
Ankylosauria				
Nodosauridae				
<i>Struthiosaurus lugdunensis</i>				
Theropoda				
Dromeosauridae				
Sauropoda				
Titanosauridae				
Coquilles d'œufs :	i		i	
Megaloolithidae				cf.
<i>Megaloolithus aureliensis</i>				+
Prismooolithidae				+
cf. <i>Prismooolithus</i>				
Oofamille indet.				
<i>Ageroolithus</i> sp.				
Mammifères :				
<i>Labes garimondi</i>	+			

dents de Dromaeosauridae sont identifiées dans les 4 localités. Fox-Amphoux pose un problème particulier, du fait de la présence concomitante de Nodosauridae, Titanosauridae et Hadrosauridae. Les deux premiers ne sont enregistrés que dans le Campanien supérieur–Maastrichtien inférieur (Astibia et al., 1990 ; Sigé et al., 1991 ; Buffetaut et al., 1996). La famille des Hadrosauridae serait caractéristique du Maastrichtien supérieur (Le Lœuff, 1992 ; Laurent et al., 1998). En l'état actuel des connais-

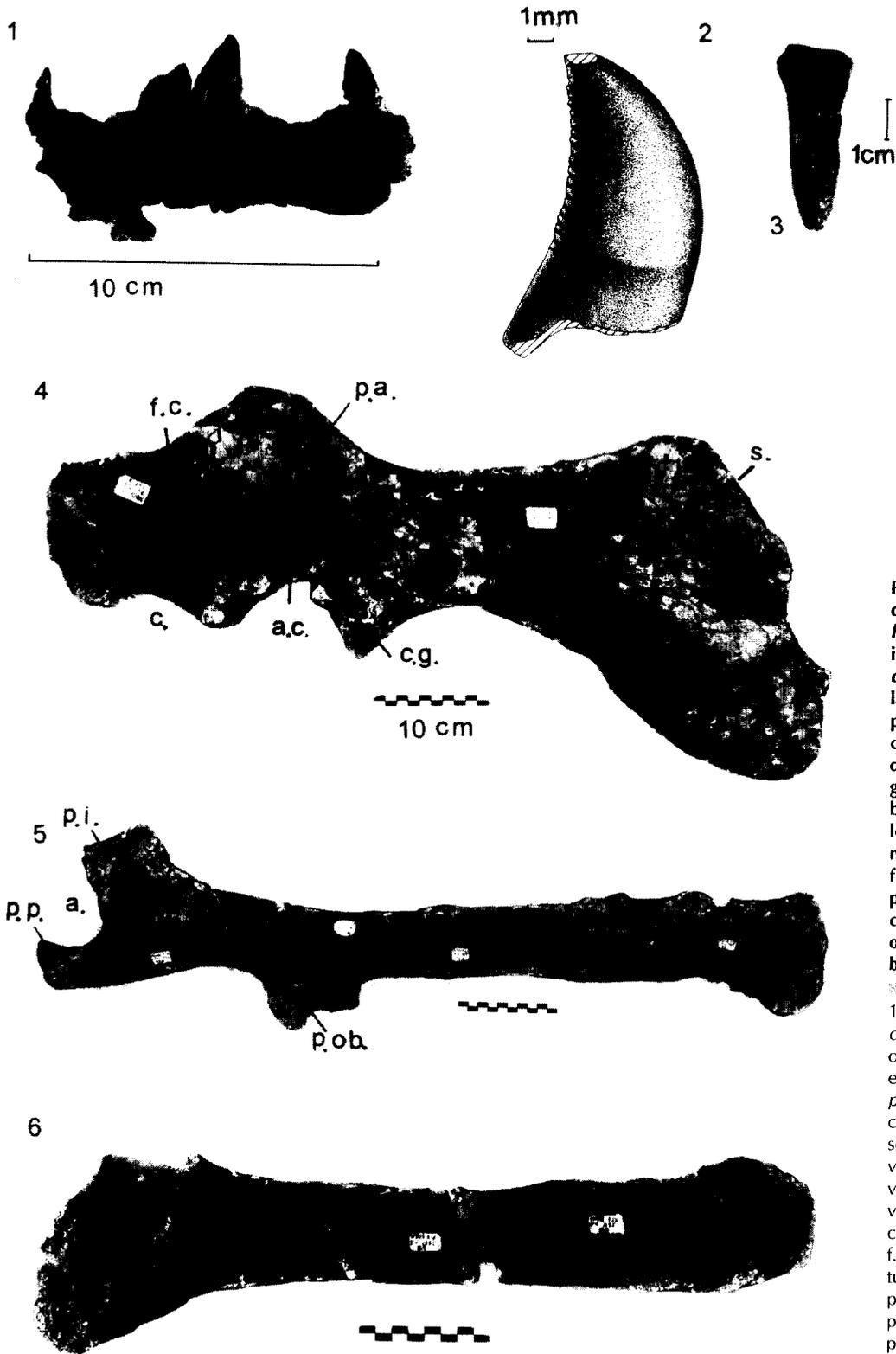


Planche. 1. Mâchoire sup. sin. d'*Ischyrochampsia meridionalis*. 2. Dent de Dromeosauridae indet, vue latérale. 3-6. *Rhabdodon priscus*. 3. Dent maxillaire, vue buccale. 4. Ceinture pectorale sin. : scapula et coracoïde, vue latérale. 5. Ischion dex., vue médiale. 6. Prépubis gauche, vue latérale ; a : acétabulum, a.c. : articulation avec le coracoïde, c.g. : cavité glénoïde, f.c. : foramen coracoïde, f.o. : foramen obturé, p. a. : processus acromial, p. i. : processus iliaque, p. o. : processus obturé, p. p. : processus pubien, s. : scapula.

1. Left upper jaw of *Ischyrochampsia meridionalis*. 2. Tooth of Dromaeosauridae indet, lateral view. 3-6. *Rhabdodon priscus*. 3. Maxillary tooth, buccal view. 4. Left pectoral belt: scapula and coracoid, lateral view. 5. Right ischion, medial view. 6. Left prepubis, lateral view; a: acetabulum, a.c.: coracoid joint, c.g.: glenoid cavity, f.c.: coracoid foramen, f.o.: obturated foramen, p. a.: acromial process, p. i.: iliac process, p. o.: obturated process, p. p.: pubial process, s.: scapula.

sances, il est difficile d'attribuer les différences fauniques à des écarts chronologiques ou à des différences paléoécologiques ou taphonomiques.

4. Conclusion

La récente et exceptionnelle découverte d'un squelette quasi complet de *Rhabdodon priscus* dans le Crétacé supérieur de Vitrolles a permis de compléter la diagnose, qui repose sur les nombreuses pièces du squelette, pour certaines inconnues jusqu'ici. Plusieurs des caractères reconnus permettent d'inclure ce genre dans le clade des Iguanodontia.

Remerciements. Nous remercions M. Feist et X. Valentin pour l'identification du matériel confié. Les dessins sont de L. Meslin ; les prises de vue sont de I. Mommens (MHN Aix-en-Provence) et les tirages photos de M. Pons (Isem). Isem n° 98139.

5. Références

- Astibia H., Buffetaut É., Buscalioni A.D., Cappetta H., Corral C., Estes R., Garcia-Garmilla F., Jaeger J.-J., Jimenez-Fuentes E., Le Lœuff J., Mazin J.-M., Orue-Etxebarria X., Pereda-Suberbiola J., Powell J.E., Rage J.-C., Rodriguez-Lazaro J., Sanz J.L. et Tong H. 1990. The fossil vertebrates from Laño (Basque Country, Spain); new evidence on the composition and affinities of the Late Cretaceous continental faunas of Europe, *Terra Nova*, 2, 460–466
- Brinkmann W. 1988. Saurier (Ornithopoda) aus der Oberkreide Europas, *Documenta naturae*, 45, 30–52
- Broin F. de, Buffetaut É., Cappetta H., Kerourio P., Koeniger J.-C., Russell D.E., Secretan S., Sigogneau-Russell D., Taquet P. et Wenz S. 1980. Nouvelles découvertes de vertébrés maastrichtiens dans le gisement de Fox-Amphoux (Var), in : 8^e réunion annuelle des sciences de la Terre, Marseille, *Bull. Soc. géol. France*, 68
- Buffetaut É. 1989. Les dinosaures du Crétacé terminal du Sud de la France : données tirées des restes osseux. La limite Crétacé–Tertiaire dans le Bassin de l'Arc (Sud-Est, France). *Cahiers de la Réserve géologique de Haute Provence*, 1, 17–22
- Buffetaut É. et Le Lœuff J. 1991. Late Cretaceous dinosaur faunas of Europe: some correlations problems, *Cretaceous Res.*, 12, 159–176
- Buffetaut É., Costa G., Le Lœuff J., Martin M., Rage J.-C., Valentin X. et Tong H. 1996. An Early Campanian vertebrate fauna from the Villeveyrac basin (Hérault, Southern France), *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 1–16
- Forster C.A. 1990. The postcranial skeleton of the ornithopod dinosaur *Tenontosaurus tilleti*, *J. Vertebrate Paleontol.*, 10 (3), 273–294
- Garcia G. 1998. Les coquilles d'œufs de dinosaures au Crétacé supérieur en Europe : diversité, paléobiologie, paléobiogéographie, biochronologie, *Thèse*, Université Montpellier II, 2 vol.
- Garcia G. et Vianey-Liaud M. Dinosaurs eggshells as biochronological markers in Late Cretaceous continental deposits, *Geology* (soumis)
- Horner J.R. et Weishampel D.B. 1996. A comparative embryological study of two ornithischian dinosaurs, *Nature*, 383, 103
- Lapparent A.A.F. de 1947. Les dinosauriens du Crétacé supérieur du Midi de la France, *Mém. Soc. géol. France*, 26 (56), 1–54
- Laurent Y., Le Lœuff J. et Buffetaut É. 1997. Les hadrosauridae (Dinosauria, Ornithopoda) du Maastrichtien supérieur des Corbières orientales (Aude, France), *Revue de Paléobiologie*, Genève, 16 (2), 411–423
- Le Lœuff J. 1992. Les vertébrés continentaux du Crétacé supérieur d'Europe : paléoécologie, biostratigraphie et paléobiogéographie, *Thèse*, Université Paris-6, non publié, 237 p.
- Le Lœuff J., Buffetaut É., Mechin P. et Mechin-Salessy A. 1992. The first record of dromosaurid dinosaurs (Saurischia, Theropoda) in the Maastrichtian of Southern Europe: paleogeographical implications, *Bull. Soc. géol. France*, 103 (3), 337–343
- Mateus I., Mateus M., Mateus O., Taquet P., Ribeiro V. et Manuppella G. 1997. Couvée, œufs et embryons d'un dinosaure théropode du Jurassique supérieur de Lourinha (Portugal), *C. R. Acad. Sci. Paris*, 325, série IIa, 71–78
- Matheron P.P.E. 1869. Notice sur les reptiles fossiles des dépôts fluvio-lacustres crétacés du bassin à lignite de Fuveau, *Mémoires de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Marseille*, 345–379
- Sereno P.C. 1986. Phylogeny of the bird-hipped Dinosaurs (Order Ornithischia), *National Geographic Research*, 2 (2), 234–256
- Sige B., Buscalioni A.D., Duffaud S., Gayet M., Orth B., Rage J.-C. et Sanz J.-L. 1997. État des données sur le gisement Crétacé supérieur continental de Champ Garimond (Gard, Sud de la France), *Münchner Geowiss. Abh.*, 34, 111–130
- Vianey-Liaud M., Mallan P., Buscalioni O. et Mongelard C. 1994. Review of French dinosaur eggshells: morphology, structure, mineral, and organic composition, in: Carpenter K., Hirsch K. et Horner J.R. (éds), *Dinosaur Eggs and Babies*, Cambridge University Press, 151–183
- Westphal D.B. et Durand J.-P. 1990. Magnétostratigraphie des séries continentales fluvio-lacustres du Crétacé supérieur dans le synclinal de l'Arc (région d'Aix-en-Provence, France), *Bull. Soc. géol. France*, 6 (4), 609–620