

Les niveaux à vertébrés fossiles du Crétacé supérieur de Castigno et Combebelles (Villespassans, Hérault) : historique et nouvelles découvertes

**Eric Buffetaut^{1,2}, Delphine Angst³, Julien Claude⁴, Haiyan Tong², André Amoros⁵,
Damien Boschetto⁶, Jean-Pierre Chenet⁶, Didier Clavel⁶, Bruno Maggia⁶
Thomas Roques⁶, Stéphane Sèbe⁶**

Résumé

Les recherches stratigraphiques et paléontologiques sur le Crétacé supérieur continental du vallon de Castigno (Villespassans, Hérault, Occitanie) ont débuté dans les années 1890 avec les travaux du chercheur local Jean Miquel. L'étude des restes de dinosaures provenant de ce site par Charles Depéret en 1900 a contribué de façon importante à améliorer la connaissance des dinosaures du Crétacé supérieur de France. Des confusions stratigraphiques dues à Depéret et Miquel firent ensuite croire à Emile Haug que les dinosaures de Castigno dataient de la base du Tertiaire (Montien). Cette erreur fut corrigée par Albert F. de Lapparent en 1938. Les recherches récentes à Castigno et sur le site voisin de Combebelles ont livré des restes de divers groupes de vertébrés (amphibiens, squamates, tortues, crocodiles, dinosaures, oiseaux) provenant de plusieurs niveaux fossilifères, correspondant à des milieux de dépôt différents (fluviaux puis lacustres), attribuables probablement au Campanien supérieur. La série sédimentaire de Castigno-Combebelles est d'une importance certaine pour la compréhension de la succession des faunes de vertébrés du Crétacé supérieur en Languedoc.

Mots-clés : Crétacé supérieur, stratigraphie, vertébrés, Hérault, Sud de la France

Abstract

Stratigraphical and palaeontological researches on the continental Upper Cretaceous beds of the Castigno valley (Villespassans, Hérault, southern France) began in the 1890s with the work of the local researcher Jean Miquel. The study of the dinosaur remains from that locality by Charles Depéret in 1900 greatly added to the knowledge of the Late Cretaceous dinosaurs of France. Stratigraphical misinterpretations by Depéret and Miquel then led Emile Haug to believe that the Castigno dinosaurs came from the base of the Tertiary (Montian). This mistake was corrected by Albert F. de Lapparent in 1938. Recent researches at Castigno and at the nearby Combebelles site have yielded remains of various vertebrate groups (amphibians, squamates, turtles, crocodiles, dinosaurs, birds) from several fossil-bearing horizons, corresponding to different depositional environments (fluvial followed by lacustrine), probably referable to the upper Campanian. The Castigno-Combebelles sedimentary series is clearly important for our understanding of vertebrate faunal succession in the Late Cretaceous of Languedoc.

Keywords: Late Cretaceous, stratigraphy, vertebrates, Hérault, southern France

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

2. Palaeontological Research and Education Centre, Maha Sarakham University, Kantarawichai, Maha Sarakham 44150, Thailand

3. School of Earth Sciences, University of Bristol, Life Sciences Building, 24 Tyndall Avenue, Bristol, BS8 1TQ, United Kingdom.

4. ISE-M, UMR UM/CNRS/IRD/EPHE, 2, Place Eugène Bataillon, cc64, 34150 Montpellier, France.

5. Pourcieux 83470, France.

6. Musée de Cruzy, 34310 Cruzy, France.

1. Introduction

Les premières découvertes de vertébrés fossiles, en l'occurrence des restes de dinosaures, dans la région de Saint-Chinian (sud-ouest du département de l'Hérault) remontent au dernier tiers du XIX^e siècle (Buffetaut, 2005a, b, 2018, 2021). En 1877, Paul Gervais signala brièvement la découverte d'ossements, attribuables peut-être à *Rhabdodon*, à Saint-Chinian (Gervais 1877a, b). D'après le chercheur local Jean Miquel (1896), il se serait agi d'un « squelette de reptile » trouvé par un certain M. Salles, agent-voyer de l'arrondissement de Saint-Pons, lors du creusement d'un béal allant de Saint-Chinian à Balagou. Le spécimen, après étude par Gervais, aurait été égaré (les restes en question pourraient en fait se trouver dans les collections paléontologiques du Muséum National d'Histoire Naturelle, où Gervais était professeur d'anatomie comparée). Quoi qu'il

en soit, c'est à ce même Jean Miquel que l'on doit les premières découvertes vraiment significatives de restes de dinosaures dans le « chaînon de Saint-Chinian », qui permirent au paléontologue Charles Depéret de faire mieux connaître la diversité des dinosaures du Crétacé supérieur du Sud de la France – et aussi d'initier involontairement une discussion sur l'éventuelle survivance de ces animaux jusque dans les temps tertiaires. A cet égard, les découvertes réalisées dans le vallon de Castigno, sur la commune de Villespassans, ont joué un rôle important. Des recherches récentes sur ce site et sur la colline voisine de Combebelles ont confirmé son importance. Le but du présent article est de fournir un historique des recherches paléontologiques à Castigno et des interprétations auxquelles elles donnèrent lieu, puis de présenter l'état actuel de nos connaissances sur les niveaux à vertébrés du Crétacé supérieur que l'on y rencontre.

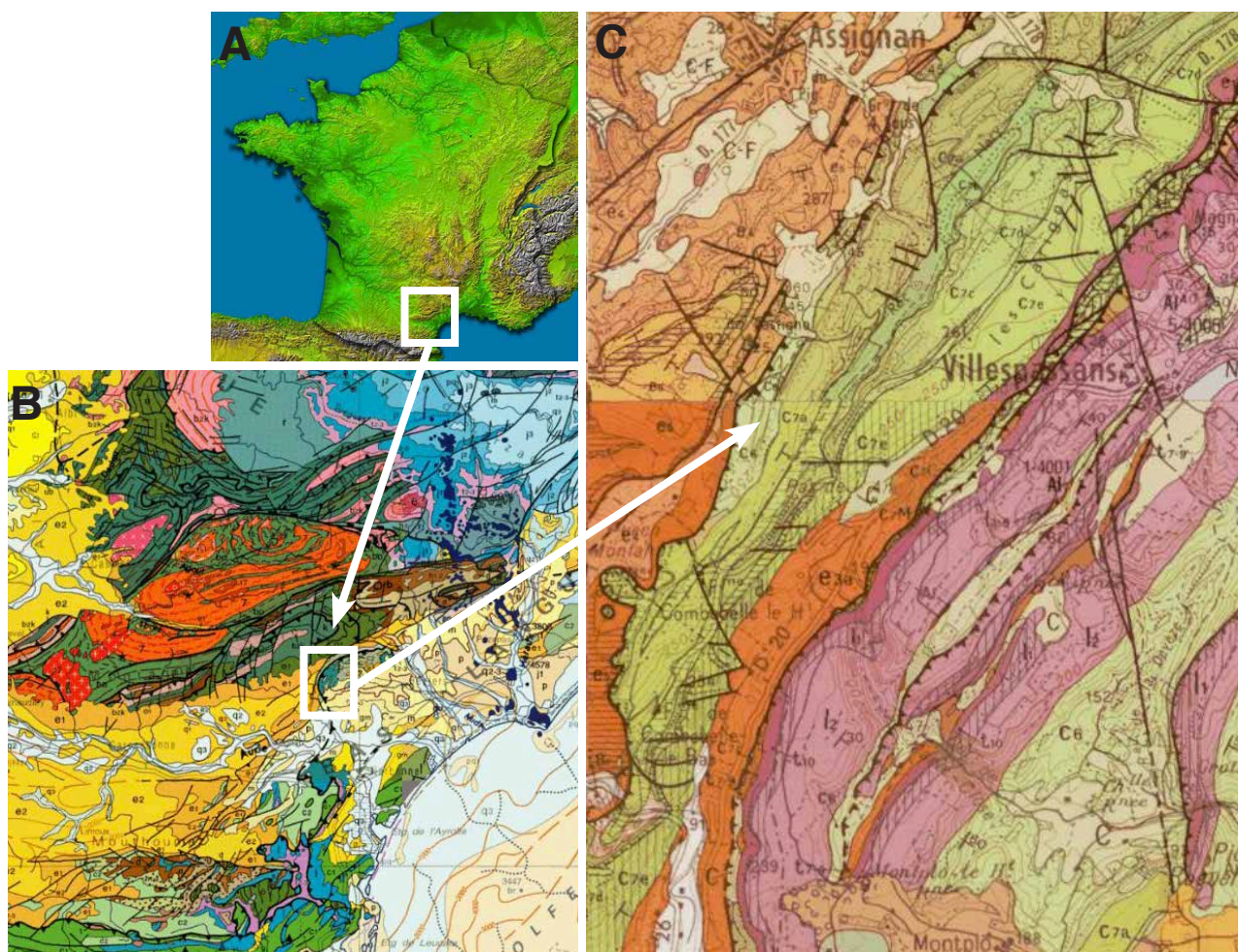


Fig. 1 – A. Localisation géographique ; B. Localisation du Chaînon de Saint-Chinian ; C. Détail de la carte géologique de Saint-Chinian au 1/50 000 (1982). La flèche montre le vallon de Castigno à Villespassans (Hérault). Source : Géoportail. **Légende** d'après Alabouvette *et al.* (1982) : t : Trias ; l : Jurassique inférieur ; c6 : Campanien (« Valdo-Fuvélien », Grès à Reptiles) ; c7 : Maastrichtien (« Bégudo-Rognacien » subdivisé en c7a, b, c, d, e pour distinguer les différentes barres calcaires séparées par des niveaux argilo-gréseux) ; e : Eocène (comprenant aussi le Paléocène). Voir texte pour notre interprétation de l'âge des diverses formations.

2. Aperçu historique

Situé sur la commune de Villesspassans (Hérault), le vallon de Castigno, ainsi nommé d'après le domaine qui le domine au NW, s'allonge en direction SSW-NNE sur quelques centaines de mètres, entre les villages de Villesspassans au SE et d'Assignan au NW. Son fond est aujourd'hui partiellement planté de vignes et ses flancs sont envahis par une végétation dense. A l'Est affleurent des argiles et grès rouges et des calcaires gris d'âge Crétacé supérieur, tandis qu'à l'Ouest on rencontre des calcaires éocènes (**Fig. 1**).

La première mention de restes de vertébrés fossiles dans le vallon de Castigno est due à Miquel, dans une étude sur la géologie du chaînon de Saint-Chinian (Miquel, 1896). Il y écrit (p. 48) « Les marnes de Castigno représentent par excellence, dans le Chaînon de Saint-Chinian, les couches à reptiles. Les os se trouvent indifféremment dans toute la formation, dans les grès et dans les argiles ; celles-ci sont parsemées de concrétions blanchâtres ou bleutées, qui sont toujours l'indice de la présence des ossements ». Plus loin, il note qu'il lui est arrivé de rapporter de Castigno 10 à 15 kg d'ossements et qu'il en a laissé plusieurs en place dans des niveaux gréseux « comme témoins ». Un fémur qui semble être un de ces « témoins » a été retrouvé il y a quelques années et laissé en place (Buffetaut, 2005a). Sur la base de ressemblances lithologiques et paléontologiques (mollusques), Miquel conclut que la « série crétacée fluvio-lacustre » du chaînon de Saint-Chinian est l'équivalent du Rognacien de Provence. Il est intéressant de noter

qu'il place les « marnes supérieures », riches en restes de reptiles à Castigno, stratigraphiquement *au-dessus* de ses « Calcaires supérieurs » riches en mollusques fossiles et contenant aussi parfois des restes de reptiles ; elles constituent donc selon lui le terme final de sa série fluvio-lacustre rognacienne.

Dans son « Aperçu sur la géologie du chaînon de Saint-Chinian », Depéret (1899, p. 686) met en évidence la tectonique complexe du chaînon, « constitué par un faisceau de plis d'âge pyrénéen (antéoligocènes), tous déversés au nord et ayant affecté le Keuper, l'Infralias, le Lias, le Bajocien, le Crétacé supérieur et l'ensemble des terrains éocènes ». D'un point de vue stratigraphique, s'il accepte l'attribution du Crétacé fluvio-lacustre à l'« étage de Rognac » (qu'il rapporte au Danien, qui pour lui appartient au Crétacé), il place le « grès de Saint-Chinian », où les restes de dinosaures sont assez fréquents, au-dessous des « marnes et calcaires de Rognac ». Il donne aussi les premières identifications de ces dinosaures : un sauropode du genre *Titanosaurus* (décrit à l'origine en Inde) à Castigno, et, dans la région de Cruzy et de Quarante, le théropode *Dryptosaurus* (décrit à l'origine aux États-Unis) et ce qu'il pense être un cératopsien qu'il rapporte au genre *Crataeomus* (décrit à l'origine en Autriche, considéré aujourd'hui comme un synonyme de *Struthiosaurus*, qui est un ankylosaure). Ces identifications ne sont plus acceptées aujourd'hui (voir plus bas), mais on retiendra que Depéret en 1899 place le gisement de Castigno, comme les autres sites à dinosaures de la région, *au-dessous* des calcaires « rognaciens ».

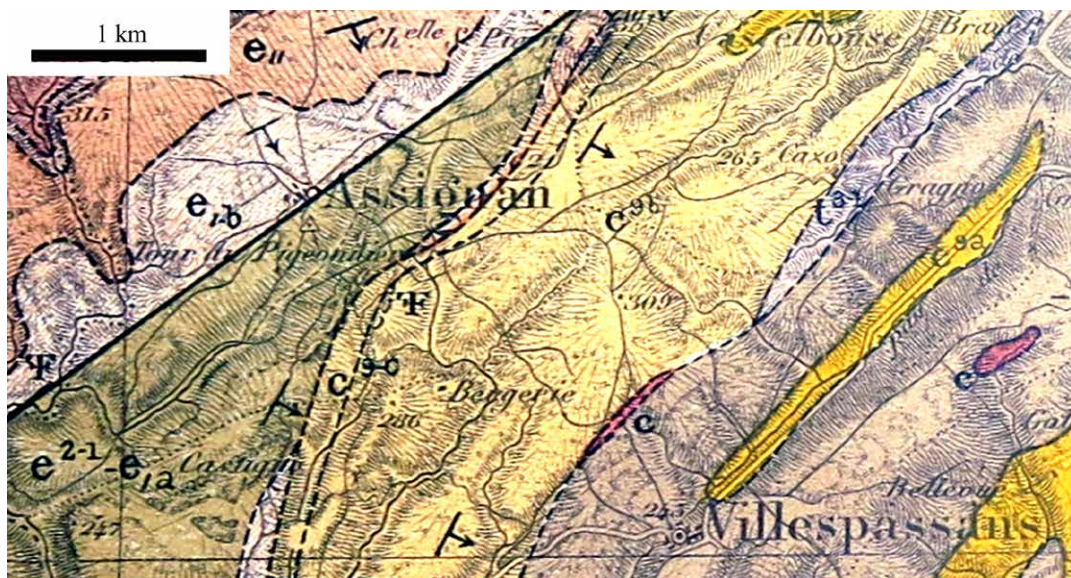
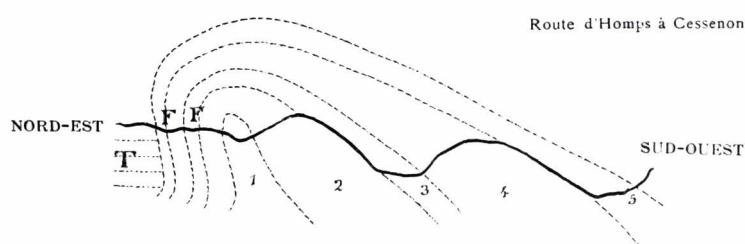


Fig. 2 – Détail de la feuille Bédarieux de la carte géologique de la France au 1/80 000 (1900), zone levée par Depéret montrant son interprétation du vallon de Castigno. Les Argiles rutilantes (c^{9c}) à ossements de grands dinosaurens (*Titanosaurus*) surmontent les Calcaires de Rognac (c^{9b}).

Fig. 3 – Coupe du vallon de Castigno selon Miquel (1905). **Légende** : 1. Grès de Saint-Chinian ; 2. Premières barres rognaciennes ; 3. Marnes intercalées ; 4. Deuxièmes barres rognaciennes ; 5. Vitrollien ; T. Tertiaire. Selon cette interprétation erronée, les vertébrés fossiles de Castigno se trouvent dans le Vitrollien.



Coupe III.

LES GISEMENTS FOSSILIFÈRES DE CASTIGNO.

Dans trois brèves notes parues en 1900, Depéret revient sur les dinosaures de la région de Saint-Chinian. L'une (Depéret, 1900a) porte sur les restes attribués à *Crataeomus*, trouvés sur le territoire de la carte géologique au 1/80 000 de Narbonne (il s'agit plus précisément du site de Quarante). Les deux autres (Depéret, 1900b, c) mentionnent de nouveau *Titanosaurus* et *Dryptosaurus*, en apportant des précisions sur la stratigraphie des niveaux à dinosaures qui diffèrent de celles données en 1899. En effet, Depéret y affirme que les restes de dinosaures se trouvent à deux niveaux différents : un horizon inférieur situé à la base de l'« étage de Rognac », constitué de grès grossiers qui ont livré, autour de la ville de Saint-Chinian, des ossements peu déterminables mais qui appartiendraient à de grands sauropodes, et un horizon supérieur. Ce dernier, constitué d'argiles rouges, plus riche que le précédent, surmonterait

les calcaires de Rognac et passerait insensiblement vers le haut à des calcaires de l'Eocène inférieur. Ces argiles seraient l'équivalent des argiles de Vitrolles en Provence, et la présence de dinosaures permettrait donc de résoudre le problème de l'âge de ces argiles et de les attribuer de façon certaine au Crétacé (Danien tout à fait supérieur selon Depéret). De ce niveau supérieur proviennent les restes de *Titanosaurus* et de *Dryptosaurus* déjà signalés en 1899. Même si dans ses notes de 1900 Depéret ne mentionne pas expressément Castigno, il est clair à la lecture de son article de 1899 qu'il place le site de Castigno, qui a livré des restes de *Titanosaurus*, dans l'horizon supérieur, au-dessus des calcaires rognaciens. Il se rallie donc à l'opinion exprimée en 1896 par Miquel. Il est tout à fait clair aussi qu'il considère cet horizon comme appartenant au Crétacé, les dinosaures ayant survécu « dans le Midi de la France jusqu'à la limite



Fig. 4 – Flanc est du vallon de Castigno (octobre 2020). On constate que les calcaires gris « rognaciens » (CG) surmontent les couches rouges détritiques à restes de vertébrés (CR). Photo E. Buffetaut.

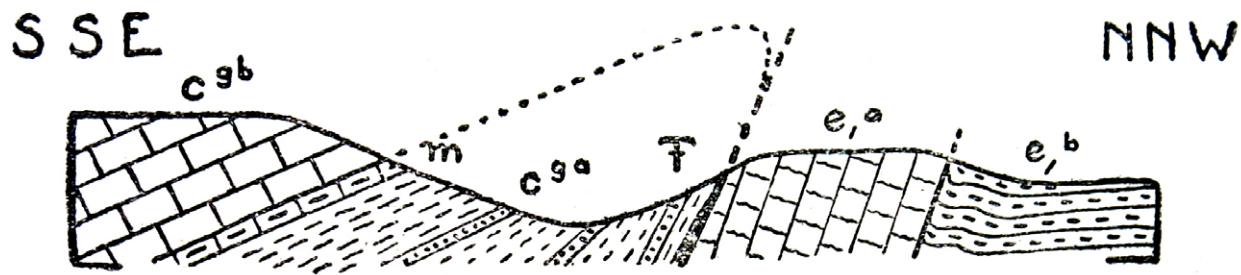


Fig. 5 – Coupe du vallon de Castigno par Lapparent (1947) présentant l'interprétation correcte de sa stratigraphie et de sa structure. **Légende** : c^{9a} , argiles et grès à reptiles ; c^9 , calcaire lacustre à *Bauxia* ; m, marno-calcaires ; e : Eocène. Les restes de vertébrés proviennent principalement des argiles et grès à reptiles, mais Lapparent signale aussi un os provenant des marno-calcaires (ce qui correspond à la position stratigraphique du gisement de vertébrés de Combebelles, voir texte).

même des terrains crétacés et tertiaires » (Depéret, 1900c). Les interprétations de Depéret sont exprimées par la feuille de Bédarieux de la carte géologique de la France au 1/80 000 (**Fig. 2**), dont il est l'un des auteurs, publiée en 1900 (Depéret *et al.*, 1900). Les couches à dinosaures de Castigno y sont notées c^{9-c} , la légende indiquant « Argiles rutilantes à ossements de grands *Dinosauriens* du genre *Titanosaurus* (Castigno), identiques aux Argiles de Vitrolles de Provence », alors que l'horizon inférieur « à ossements de Dinosauriens » c^{9-a} est qualifié de « Grès à Reptiles de Saint-Chinian ». Ces deux formations à dinosaures sont séparées par les « Calcaires de Rognac », c^{9a} , en plusieurs bancs séparés par des marnes et contenant des mollusques fossiles.

Miquel (1904), dans un article sur les calcaires rognaciens des collines de Castigno, considère de même (et comme il l'avait fait en 1896) que les couches à dinosaures de Castigno surmontent les barres calcaires rognaciennes et sont attribuables au Vitrollien. Il l'exprime clairement dans une coupe du site de Castigno (**Fig. 3**).

La question se complique lorsque Emile Haug, dans son *Traité de Géologie* (Haug, 1911), donne une interprétation différente de l'âge des dinosaures de Castigno. Il ne met pas en doute l'interprétation de Depéret et de Miquel, qui fait des couches à dinosaures de Castigno un équivalent des argiles de Vitrolles, mais il considère que ces dernières appartiennent au Tertiaire, car elles contiennent en Provence des mollusques fossiles connus aussi dans le Montien, le plus ancien étage de l'ère tertiaire. Il en conclut donc (Haug, 1911, p. 1418) que « le Montien renferme encore quelquefois des survivants des faunes crétacées » dont des « Mégalosauriens » (il

fait sans doute allusion au prétendu *Dryptosaurus* de Depéret) et des Dinosauriens. Avec quelques autres signalements qui se sont révélés erronés, notamment en Patagonie, les dinosaures de Castigno ont ainsi contribué pendant un certain temps à alimenter l'idée d'une persistance de certains dinosaures jusque dans le Tertiaire (Buffetaut, 2021). Toutefois, Coulouma et Miquel (1930, p. 65) continuent à attribuer au Crétacé les vertébrés fossiles de Castigno, proposant en 1930 une interprétation différente de leur position géologique. Ils écrivent en effet que le calcaire de Rognac, attribué comme les marnes de Vitrolles au Danien, présente devant Castigno « un banc intercalé de marnes et de grès, riches en ossements de grands Dinosauriens, de crocodiles et de tortues ». S'il existe bien à Combebelles des marnes grises à vertébrés intercalées dans les niveaux les plus inférieurs des calcaires (voir plus bas), les couches à dinosaures de Castigno sont en fait clairement sous-jacentes à ces derniers (**Fig. 4**).

Le problème des « dinosaures tertiaires » de Castigno fut résolu en 1938 par Albert Félix de Lapparent, qui montra que Depéret et Miquel avaient mal interprété la structure du vallon et la succession des couches. Le contact entre les couches éocènes et les argiles à dinosaures est en fait dû à une faille, et ces argiles se trouvent en réalité *au-dessous* des calcaires « rognaciens », ce qui est la situation habituelle des niveaux à dinosaures dans la région (on peut l'observer clairement par exemple à Montouliers). Une coupe publiée par Lapparent (1947) illustre la structure réelle du vallon de Castigno (**Fig. 5**). Les couches à dinosaures y sont en fait les « grès de Saint-Chinian » décrits par Depéret en 1899, et non pas les argiles rutilantes similaires aux argiles de Vitrolles, d'âge

paléocène, que l'on rencontre dans le Saint-Chinianais au-dessus des calcaires « rognaciens ». Comme Depéret avant lui, Lapparent attribuait au Danien les couches à dinosaures de la région, considérant cet étage comme le dernier étage du Crétacé, à l'instar de beaucoup de géologues jusqu'aux années 1980 (voir Montenat (2018) pour un historique des débats au sujet de la position stratigraphique du Danien). Suivant l'usage stratigraphique moderne, il faudrait donc les placer dans le Maastrichtien mais elles sont vraisemblablement un peu plus anciennes et pourraient appartenir au moins en partie au Campanien (voir plus bas).

On peut noter que ce n'est pas seulement à Castigno que Depéret attribua au Vitrollien les couches rouges à dinosaures du Saint-Chinianais. C'est ainsi qu'il interpréta aussi les niveaux fossilifères similaires qui affleurent à l'ouest du village de Montouliers, à quelques kilomètres au sud de Villespassans. Dans le compte-rendu d'une des excursions de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France de 1913, publié seulement en 1921 du fait de la Première guerre mondiale, au sujet des terrains visibles entre Bize et Montouliers, il note que la route suit un étroit vallon dans une dépression creusée « presque en entier dans les argiles rouges et les grès de l'étage de Vitrolles qui contiennent d'assez nombreux ossements de Dinosauriens » (Depéret, 1921, p. 81), avec notamment des fragments de grands os de titanosaures. Lapparent (1947, 1954) y recueillit ensuite divers restes de dinosaures, et c'est là que fut découvert le spécimen-type de l'ornithopode *Rhabdodon septimanicus*, décrit par Buffetaut et Le Loeuff (1991). Les fouilles menées dans ces couches par notre équipe ont livré une riche faune de vertébrés comprenant des poissons, des tortues, des crocodiles et des dinosaures (sauropodes, théropodes, ornithopodes, ankylosaures). Comme à Castigno, l'attribution par Depéret de ces argiles et grès rouges au Vitrollien est erronée, ces niveaux se trouvant en fait stratigraphiquement au-dessous des calcaires « rognaciens » visibles un peu plus au nord-ouest, comme le montre correctement la carte géologique au 1/50 000.

3. Résultats récents

Après une visite dans la région de Saint-Chinian, Lapparent (1954) écrivait que les sites à dinosaures y étaient « pratiquement épuisés » et que celui de Castigno ne livrait plus de pièces importantes (même si on y trouvait des fragments de coquilles d'oeufs de sauropodes, considérés alors comme extrêmement

rare – de tels fragments d'oeufs de dinosaures sont en fait très communs dans le Crétacé supérieur de la région). Ces affirmations de Lapparent, probablement dues au fait qu'il s'est contenté de prospections rapides, sans fouilles proprement dites, sont inexactes : les recherches réalisées depuis plus de vingt ans par le CNRS et le musée de Cruzy ont permis la récolte de milliers de spécimens de vertébrés du Crétacé supérieur provenant de divers sites (Buffetaut 2005a, 2018). Quelques résultats récents concernant Castigno seront présentés ici. Il faut noter d'abord que le site de Castigno ne peut être séparé de celui de Combebelles, situé à quelques centaines de mètres plus au sud, d'autant plus qu'un chemin tracé récemment les réunit et a mis au jour des affleurements qui permettent de suivre la succession des couches de façon assez continue depuis le fond du vallon de Castigno jusqu'au sommet de la colline de Combebelles. Ces nouveaux affleurements compensent le fait que toute la zone est certainement beaucoup plus envahie par la végétation qu'au temps des récoltes de Miquel et de Depéret, à une époque où de nombreux troupeaux de chèvres et de moutons parcouraient la région et limitaient le développement du couvert végétal.

3.1. Succession stratigraphique et changements de faciès

En empruntant le chemin qui monte du fond du vallon de Castigno à la colline de Combebelles-le-Haut, sur une distance de quelques centaines de mètres, on peut suivre la succession des dépôts continentaux du Crétacé supérieur, depuis les couches rouges détritiques correspondant aux « Grès à reptiles » de Depéret (dénomination encore utilisée par la carte géologique au 1/50 000, « c6 ») jusqu'aux bancs calcaires qui forment le sommet de la colline à l'est du vallon (« c7 » de la carte au 1/50 000). Nos observations confirment donc dans l'ensemble la coupe donnée par Lapparent en 1947 (**Fig. 5**).

Les Grès à Reptiles sont des dépôts détritiques au sein desquels alternent les niveaux argileux et les niveaux gréseux souvent lenticulaires et parfois très grossiers. Il s'agit clairement de dépôts fluviaux, déposés lors de crues sur une plaine d'inondation (argiles) ou dans des chenaux (grès), ainsi que cela a été reconstitué par Smektała *et al.* (2014) pour le site à vertébrés de Masecaps, à Cruzy, situé à quelques kilomètres au SW. D'après Freydet (1971a, b), ces couches correspondent à des décharges détritiques venues de hauteurs situées plus au nord, à l'emplacement de l'actuelle Montagne Noire.

Comme l'avait fait remarquer Miquel (1896), les



Fig. 6 – Passage des argiles rouges aux marnes grises entrecoupées de bancs calcaires à Combebelles (octobre 2020). Photo E. Buffetaut.

restes de vertébrés se trouvent dans toute la formation, aussi bien dans les niveaux gréseux que dans les argiles. Leur état de conservation est assez variable, certains os de dinosaures sont incomplets et déformés, alors que de fragiles os d'oiseaux sont en bon état ; cela est probablement dû à des durées et à des distances de transport différentes avant l'enfouissement.

Au-dessus des Grès à Reptiles se trouvent des marnes grises puis des bancs calcaires bien développés formant le sommet de la colline allongée qui borde le vallon à l'est. En montant le chemin vers Combebelles-le-Haut, on peut facilement observer comment les couches rouges détritiques passent graduellement à des marnes grises (**Fig. 6**), contenant d'abondantes plaquettes de gypse, entrecoupées de bancs calcaires, surmontées par les calcaires massifs traditionnellement assimilés au calcaire de Rognac de Provence. Le milieu de sédimentation devient donc beaucoup moins détritique, avec l'établissement d'un environnement apparemment lacustre ou palustre avec des indices d'évaporation (gypse) suggérant une certaine aridité du climat. Ces marnes grises à la base des calcaires, déjà connues de Miquel et de Lapparent, ont été signalées également par Freytet (1971a, b) et sont mentionnées dans la légende de la feuille de Saint-Chinian de la carte géologique au 1/50 000 comme constituant la partie supérieure du Campanien (Alabouvette *et al.*, 1982).

Miquel (1896) avait signalé la présence en certains points de la région de restes de vertébrés (tortues, « grands reptiles ») dans les marnes associées à ce qu'il appelait les « calcaires supérieurs », et Lapparent (1947) avait noté avoir trouvé un fragment d'os long dans les marno-calcaires à Castigno, tout en considérant ce cas comme exceptionnel. A Combebelles, cependant, notre équipe fouille de façon épisodique, depuis une vingtaine d'années, un site à vertébrés situé dans un niveau de marnes grises intercalé entre deux bancs calcaires. Les os, de couleur noire, ont un aspect très différent de ceux, de couleur généralement brunâtre, trouvés dans les couches rouges sous-jacentes. Incidemment, on peut noter qu'ailleurs dans la région, les calcaires « rognaciens » contiennent en certains points des ossements et des œufs de dinosaures, notamment près du village de Cazedarnes (Buffetaut, 2005a).

3.2. Aperçu sur les vertébrés fossiles de Castigno et Combebelles

Bien que Miquel y ait récolté des quantités importantes de fossiles (voir plus haut), Depéret semble n'avoir pu identifier à Castigno que des restes du sauropode qu'il croyait être *Titanosaurus*. Si Coulouma et Miquel (1930) rapportent la présence

de dinosaures, crocodiles et tortues, Lapparent (1947) n'y signale plus, d'après les récoltes de M. Bourdelle, d'Assignan, que des ossements indéterminables et des fragments de coquilles d'oeufs de dinosaures analogues à ceux du bassin d'Aix-en-Provence. En 1954, il ajoute à cette liste des plaques de tortues. A la suite de nos recherches, il est possible d'augmenter sensiblement la liste faunique des sites de Castigno et de Combebelles, même si l'étude des fossiles recueillis est encore en cours. La plupart des fossiles récoltés depuis 2019 étant encore en cours d'étude, cette liste est provisoire et les illustrations ne visent pas à donner un aperçu complet de la faune, mais à présenter quelques spécimens récemment découverts.

Castigno :

Les fossiles proviennent de plusieurs niveaux au sein de la Formation des Grès à Reptiles, étagés sur une épaisseur d'une dizaine de mètres, à partir du fond du vallon, et qui sont donc d'âges un peu différents, même si les durées les séparant ne peuvent pas être estimées. La liste faunique provisoire est la suivante :

- Tortues (Fig. 7) :

? Helochelydridae : petits fragments de carapace ornements de pustules plus ou moins allongées. L'ornementation ressemble à celle de *Solemys* mais est plus prononcée.

Pleurodires : fragment de dossière constitué des plaques costales 7-8, avec la trace d'attachement

de l'ilion sur la face interne, attribuable à un représentant des Foxemydina (Bothremydidae).

- **Crocodiles** : dent d'un crocodile indéterminé de petite taille. Des restes de crocodiles ont été signalés à Castigno par Coulouma et Miquel (1930), sans description.

- Dinosaures (non-aviens) :

Sauropodes : os longs de sauropodes de grande taille, attribuables à des titanosaures. L'attribution par Depéret d'ossements de sauropodes de Castigno à *Titanosaurus*, genre décrit à l'origine en Inde, bien qu'acceptée par Lapparent (1947), ne peut être retenue. L'étude des titanosaures découverts lors des fouilles récentes sur plusieurs sites de la région de Saint-Chinian est en cours et laisse penser que plusieurs taxons sont présents. La détermination des spécimens trouvés à Castigno, dont un grand fémur (Fig. 8), reste à préciser.

Thérópodes : une dent de petite taille découverte en 2020 paraît appartenir à un représentant des Dromaeosauridae.

Ornithopodes : *Rhabdodon* est représenté notamment par un tibia de grande taille.

- Oiseaux (Fig. 9) :

Enantiornithes : représentés par un coracoïde de grande taille trouvé en 2019, indiquant un nouveau taxon.

Gargantuaviidae : deux scapulas de très grande

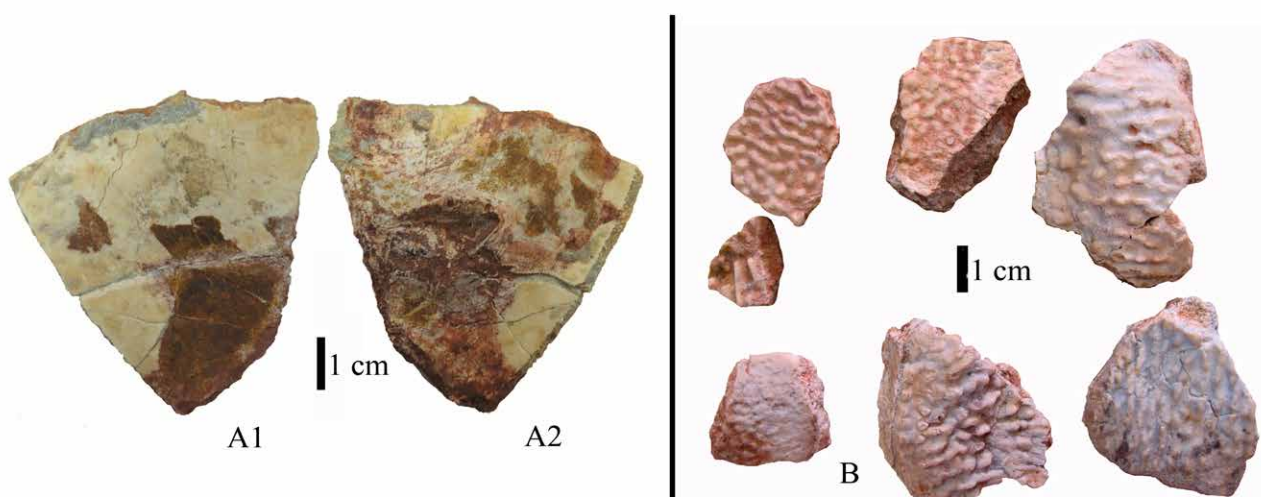


Fig. 7 – Restes de tortues provenant des couches argilo-gréseuses rouges à Castigno. A : fragment de dossière de Foxemydina (A1 : face externe ; A2 : face interne), constitué des plaques costales 7-8, avec la trace d'attachement de l'ilion sur la face interne. B : fragments de carapaces d'Helochelydridae (?), vue externe. Musée de Cruzy. Photos H. Tong/J. Claude.

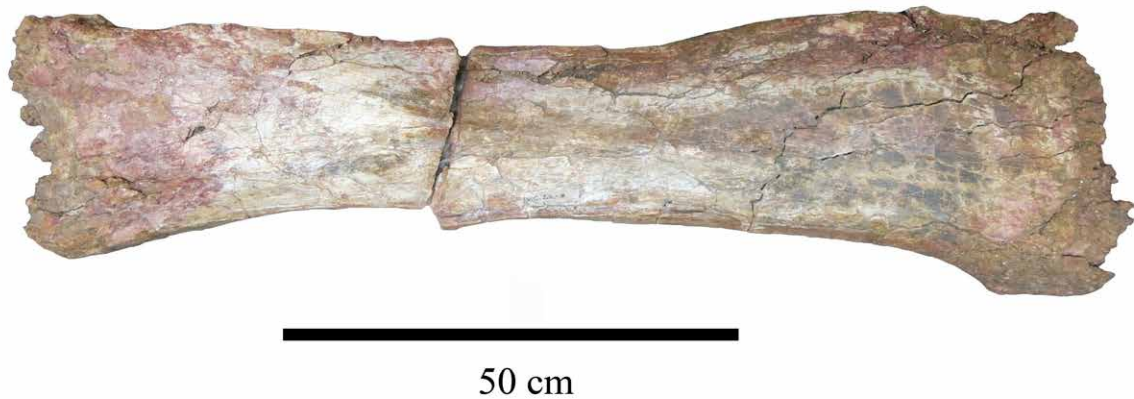


Fig. 8 – Fémur de titanosaure provenant des couches argilo-gréseuses rouges à Castigno. Musée de Cruzy. Photo E. Buffetaut.

taille, appartenant très probablement au même individu, trouvées en 2020, appartiennent à un oiseau géant, attribuable vraisemblablement à la famille des Gargantuaviidae. Cette famille est représentée à Montplo-Nord (Cruzy) par divers ossements attribués à *Gargantuavis philoinos* et à Combebelles par un fémur incomplet de grande taille (voir plus bas).

- Oeufs fossiles

Les fragments de coquilles d'oeufs sont très abondants dans ces niveaux et montrent des épaisseurs et ornements divers. L'appareil les a signalés dès 1954 en les attribuant à des sauropodes, et Garcia et Valentin (2001-2002)

ont fourni des identifications plus précises en utilisant une terminologie parataxonomique. Une nouvelle étude est souhaitable à partir du matériel récemment recueilli.

Combebelles :

Les restes de vertébrés proviennent d'un niveau de marnes grises intercalé entre des bancs calcaires, au-dessous de la première épaisse barre calcaire. Des tamisages réalisés en 2021 ont permis de recueillir des ostracodes et des microrestes de vertébrés (anoures, squamates), qui témoignent du grand potentiel du site dans ce domaine.

- **Amphibiens (?)** : petites vertèbres amphicoèles appartenant possiblement à des anoures.

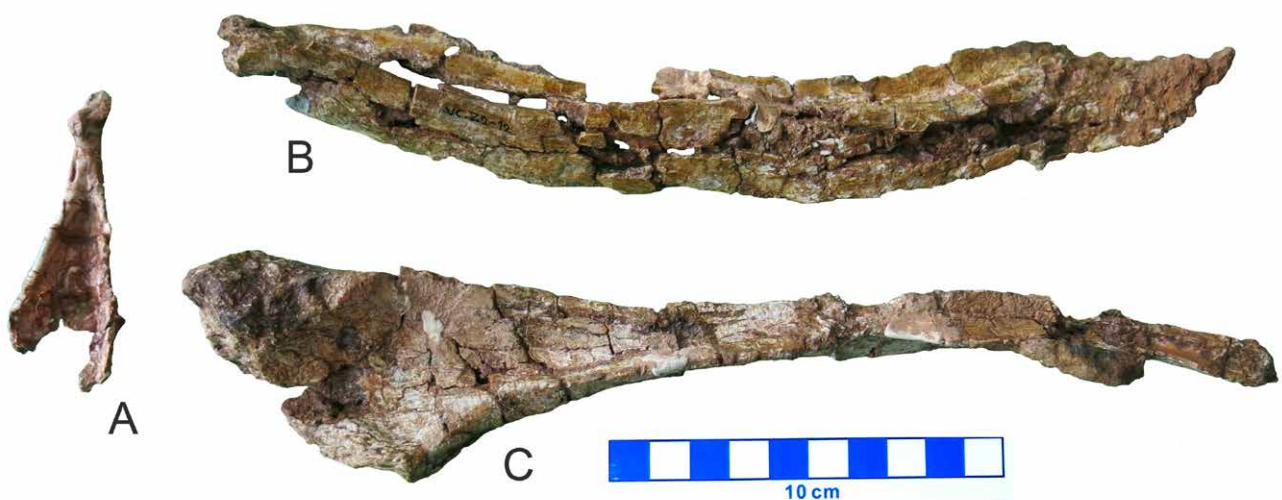


Fig. 9 – Restes d'oiseaux provenant des couches argilo-gréseuses rouges à Castigno. A : coracoïde droit d'enantiornithe, vue dorsale – Musée de Cruzy, VC-Z2-6 ; B, C : scapulas de Gargantuaviidae (B : scapula droite en vue dorsale – Musée de Cruzy, VC-Z2-12 ; C : scapula gauche en vue latérale – Musée de Cruzy, VC-Z2-11). Photos E. Buffetaut.

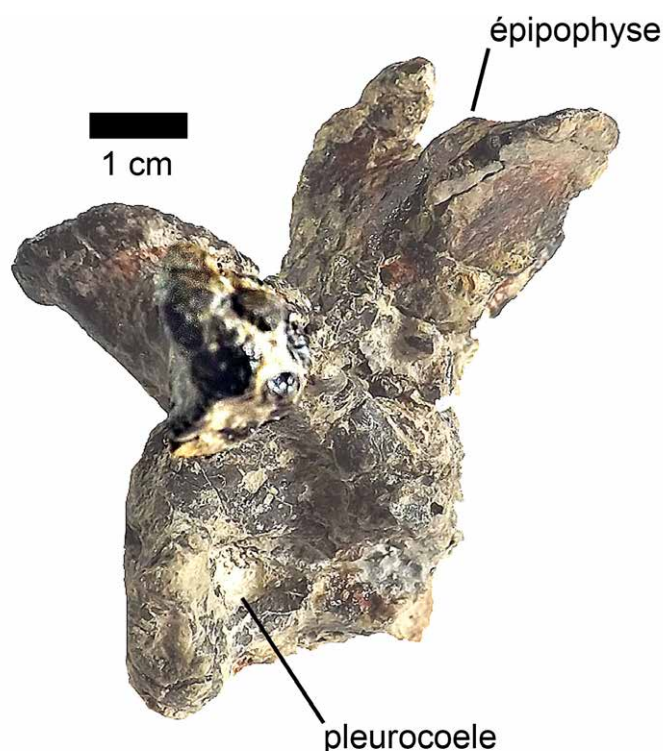


Fig. 10 – Vertèbre de petit dinosaure théropode (*Dromaeosauridae* ?) provenant des marnes grises de Combebelles, en vue latérale gauche. Musée de Cruzy. Photo D. Boschetto.

- **Squamates** : fragment de mâchoire portant plusieurs dents.

- **Dinosaures (non-aviens)** :

Sauropodes : vertèbre caudale de titanosaure (Musée des Dinosaures d'Espéraza).

Théropodes : petites dents de théropodes rapportées à la famille des *Dromaeosauridae* par Chanthasit & Buffetaut (2009). Une vertèbre cervicale de petite taille attribuable à ce groupe a été trouvée lors des fouilles de 2020 (**Fig. 10**).

Ornithopodes : restes d'un *Rhabdodon* robuste de grande taille, comprenant notamment deux fémurs et un tibia (Musée de Cruzy, voir Chanthasit, 2010).

- **Oiseaux** : un fémur incomplet de grande taille (Musée des Dinosaures d'Espéraza, MDE - A8), d'abord rapporté à *Gargantuavis philoinos* (Buffetaut & Le Loeuff, 1998 ; Buffetaut, 2012), pourrait en fait appartenir à un taxon distinct, de la famille des *Gargantuaviidae* (Buffetaut & Angst, 2019). Ce spécimen a fait l'objet d'une étude histologique confirmant son appartenance à un oiseau (Chinsamy *et al.*, 2014).

4. Âge des niveaux à vertébrés de Castigno/Combebelles

Une fois l'hypothèse de dinosaures tertiaires éliminée à la suite des observations de

Lapparent (1938), les Grès à Reptiles de Castigno furent longtemps rapportés au Danien, considéré alors comme le dernier étage du Crétacé. Ainsi Castéras (1945) les attribuait-il au Danien inférieur. Bien que, selon Montenat (2018), l'attribution au Danien des niveaux à dinosaures du Sud de la France ait été un contresens, ce fut l'option retenue par Lapparent (1947, 1954). Ce n'est que dans son dernier article mentionnant les dinosaures de la région de Saint-Chinian (Lapparent, 1967) qu'il les attribua au Maastrichtien, en ajoutant toutefois « et Danien ». Les controverses au sujet de la position stratigraphique du Danien ayant été réglées avec son placement définitif à la base du Cénozoïque, en 1979 (voir Montenat, 2018 pour une histoire des débats au sujet du Danien), l'attribution des couches à dinosaures de Castigno à cet étage ne pouvait qu'être abandonnée.

La question de l'âge précis de ces vertébrés restait posée. Dans ses études détaillées sur le Crétacé supérieur du Languedoc, Freytet (1971a, b) s'est intéressé à la position stratigraphique des niveaux à dinosaures du chaînon de Saint-Chinian, y compris ceux de Castigno, mais il l'a fait en combinant la nomenclature stratigraphique internationale et les étages locaux définis en Provence (Valdonnien, Fuvélien, Bégudien, Rognacien), ce qui ne pouvait que compliquer les choses. Il faut remarquer d'ailleurs qu'en privilégiant les comparaisons avec la Provence, Freytet ne faisait que poursuivre une tendance initiée dès les travaux de Miquel et Depéret, et que l'on

retrouve encore par exemple dans un article de Laurent *et al.* (2001) sur les corrélations interrégionales du Campanien/Maastrichtien du Sud de la France, où la Provence et le Bas-Languedoc sont traités comme un ensemble, auquel les subdivisions locales définies en Provence sont appliquées. Au contraire, fort peu de comparaisons ont été tentées avec les dépôts du Crétacé supérieur des régions sous-pyrénéennes, pourtant géographiquement proches, même si Leymerie (1866a, b) attribuait les couches de la région de Saint-Chinian à son « Garumnien » (un étage défini dans les Pyrénées regroupant des formations situées de part et d'autre de la limite Crétacé-Paléogène), suivi en cela en partie par Rouville (1876), qui utilisait d'autre part le terme de « Formation lacustre sous-nummulitique » pour désigner l'ensemble des couches lacustres sous-jacentes aux dépôts marins à nummulites dans l'Hérault. Il plaçait d'ailleurs dans cette formation ce qu'il appelait les Grès de Saint-Chinian, dans lesquels il ne signalait pas de fossile. En dépit de ces tentatives de corrélation avec les régions sous-pyrénéennes, ou pour proposer des noms de formations locaux, c'est bien avec la Provence que la plupart des auteurs ont cherché des similitudes. La raison pour laquelle les noms d'étages provençaux ont été utilisés si souvent pour désigner les formations de la région de Saint-Chinian tient sans doute aux ressemblances plus marquées avec la Provence qu'avec les régions sous-pyrénéennes en ce qui concerne les faciès sédimentaires et leur succession.

Le niveau-repère principal dans le Crétacé du chaînon de Saint-Chinian est constitué par les bancs calcaires, bien visibles dans la topographie, qui

couronnent la série crétacée à Castigno et Combebelles. Dès 1896, Miquel, on l'a vu, les assimilait au Calcaire de Rognac de Provence, point de vue partagé par Depéret (1899). Cette corrélation n'est pas seulement fondée sur des similarités lithologiques, puisqu'elle a aussi des bases paléontologiques, à savoir les ressemblances entre la faune de gastéropodes de ces calcaires et celle du Calcaire de Rognac. Miquel ayant découvert de riches gisements de ces fossiles, Depéret (1899) les utilisa pour identifier totalement les calcaires du Saint-Chinianais au Calcaire de Rognac provençal. Il fut suivi en cela par Miquel (1904), qui s'appuya en outre sur une étude détaillée par Caziot (1904) des mollusques fossiles qu'il avait récoltés. Nous avons d'ailleurs récolté à Castigno quelques gastéropodes provenant des niveaux calcaires, dont l'un (**Fig. 11**) a été identifié par M. Guy Turin (com. pers.) comme appartenant à *Palaeocyclophorus heliciformis* (Matheron, 1832), taxon présent dans le Bégudien et le Rognacien de Provence. La corrélation entre les calcaires qui couronnent le Crétacé dans le Saint-Chinianais et le Calcaire de Rognac a été acceptée avec une certaine unanimité par les auteurs plus récents, et notamment par Freytet (1971a, b) qui, on l'a vu, place les calcaires en question dans le Bégudo-Rognacien, attribution reprise dans la notice de la feuille Saint-Chinian au 1/50 000 (Alabouvette *et al.*, 1982). Si on accepte cette corrélation pour la coupe de Castigno/Combebelles, la question de l'âge des couches sous-jacentes aux calcaires mérite d'être débattue.

Selon Freytet (1971a, b), les dinosaures de la région étaient campaniens. Dans la légende de la

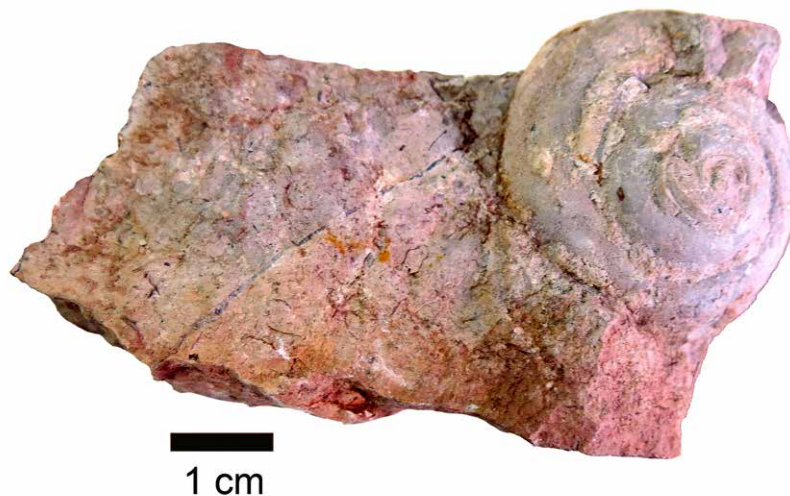


Fig. 11 – *Palaeocyclophorus heliciformis*, gastéropode provenant des calcaires « rognaciens » à Castigno. Identification : Guy Turin. Musée de Cruzy. Photo E. Buffetaut.

feuille de Saint-Chinian au 1/50 000 (Alabouvette *et al.*, 1982), la partie consacrée au Crétacé (rédigée par Freytet) place les Grès à Reptiles et les marnes grises qui les surmontent dans le « Campanien (Valdo-Fuvélien) » et les calcaires et marnes sus-jacents dans le « Maastrichtien (Bégudo-Rognacien) » (**Fig. 1**). Ces attributions impliquent, on l'a vu, des corrélations avec les formations continentales du Crétacé supérieur de Provence et les étages locaux qui y ont été définis. Les ressemblances lithologiques doivent cependant être utilisées avec prudence, car même à l'échelle locale les changements latéraux de faciès peuvent être notables, comme on peut le constater dans le bassin d'Aix-en-Provence par exemple (Tortosa, 2014). D'autre part, les équivalences entre les étages provençaux et l'échelle stratigraphique internationale ont fait l'objet de nombreuses discussions et celles admises par Freytet ne sont plus complètement acceptées aujourd'hui, le Bégudo-Rognacien étant considéré comme en partie campanien.

En ce qui concerne les marnes grises qui précèdent immédiatement les calcaires à Combebelles et ailleurs, et qui en fait s'interstratifient avec les premiers bancs calcaires, on peut noter que la notice de la carte au 1/50 000 (Alabouvette *et al.*, 1982) les place dans le Campanien (Valdo-Fuvélien). Toutefois, Feist et Freytet (1983), dans une étude sur les implications stratigraphiques des charophytes trouvées dans le Crétacé supérieur du Languedoc, indiquent que des taxons indiquant le Rognacien inférieur ont été trouvés dans les marnes grises sous-jacentes aux calcaires au Caylar et à Fargoussières, localités situées à quelques kilomètres de Combebelles. A Combebelles même, des charophytes ont été trouvées mais n'ont pas fait l'objet d'identifications (Jeremy Martin com. pers.). Des ostracodes provenant également de Combebelles sembleraient indiquer un âge « rognacien » (Jeremy Martin com. pers.), ce que les découvertes récentes permettraient peut-être de confirmer. Les marnes grises de Combebelles – et le gisement de vertébrés qu'elles renferment – pourraient donc être corrélées avec le Rognacien inférieur (où on observe également des niveaux marneux gris à la base des calcaires).

Dans un tableau synthétique, Feist et Freytet (1983) indiquent, au-dessous de ces marnes grises (attribuées au Rognacien inférieur), la partie supérieure des grès et limons de Pierrerue, censée être azoïque et attribuée au Bégudien, les restes de reptiles se trouvant dans la partie inférieure de ces grès et limons, attribuée au Fuvélien. Ce n'est clairement pas ce que l'on observe à Castigno, où on trouve des restes de vertébrés abondants dans les argiles et grès rouges directement sous-jacents aux argiles grises.

Il convient de mentionner aussi l'étude de Garcia et Valentin (2001-2002) sur les coquilles d'oeufs de dinosaures du chaînon de Saint-Chinian. Ces auteurs signalent à Castigno les ootaxons *Cairanoolithus roussetensis* et *Megaloolithus siruguei*, association qui indiquerait un âge un peu plus récent que celles trouvées à Cruzy (Massecaps) et Montouliers. Il s'agirait de Rognacien inférieur, qui correspondrait selon Garcia et Valentin au Maastrichtien inférieur, corrélation qui n'est plus acceptée aujourd'hui car on le place plutôt dans le Campanien supérieur (Tortosa, 2014), notamment d'après des données magnétostratigraphiques (Cojan & Moreau, 2006).

Si l'on choisit d'utiliser les étages locaux provençaux et de tenter des corrélations, on peut donc considérer que les niveaux rouges à vertébrés de Castigno correspondraient aux « Argiles et grès inférieurs à reptiles », ou « Argiles rutilantes inférieures » du bassin d'Aix. Les calcaires sus-jacents débutant par des marnes grises contenant, à Combebelles, des restes de vertébrés correspondraient au « Calcaire de Rognac ». L'ensemble de ces formations pourrait être corrélé avec le Rognacien inférieur (au sens de Tortosa, 2014), lui-même considéré comme appartenant au Campanien supérieur. Cette interprétation serait valable pour Castigno/Combebelles et d'autres sites de la région (notamment Montouliers) où la succession des marnes et grès suivis des calcaires est bien observable.

Il faut néanmoins souligner que ces corrélations avec les étages locaux provençaux doivent être prises avec précaution. Il s'agit largement de corrélations lithostratigraphiques dont la fiabilité n'est pas assurée, et les compléments biostratigraphiques (fondés sur les gastéropodes, les charophytes, les œufs de dinosaures) qui peuvent être apportés ne sont pas nécessairement d'une très grande précision.

Les restes de vertébrés récoltés fournissent quelques indications : l'assemblage de dinosaures, avec l'association de *Rhabdodon* et de titanosaures, mais sans hadrosaures, indique que l'on se trouve avant le changement faunique qui voit l'arrivée d'hadrosaures en Europe occidentale pendant le Maastrichtien (Le Loeuff *et al.*, 1994 ; Csiki-Sava *et al.*, 2015). Mais il semble difficile à l'heure actuelle de distinguer clairement les faunes de vertébrés du Campanien supérieur de celles du début du Maastrichtien.

Si on accepte les corrélations suggérées plus haut, la série visible à Castigno/Combebelles comprenant les grès et argiles rouges à vertébrés puis les marnes grises,

contenant également des vertébrés, et les calcaires à mollusques « rognaciens » pourrait donc appartenir à la partie supérieure du Campanien, et pourrait être âgée d'un peu plus de 72 millions d'années. Toutefois, pour éviter les écueils des corrélations à distance en milieu continental et préciser les choses, il est très souhaitable qu'une étude magnétostratigraphique soit réalisée sur la coupe de Castigno/Combebelles, comme cela a été fait par exemple sur des formations d'âge comparable dans la haute vallée de l'Aude (Fondevilla *et al.*, 2015).

5. Conclusion

Les couches à dinosaures de Castigno, connues depuis les années 1890, ont été le sujet de nombreuses interprétations et discussions. Contrairement à ce qui a pu être écrit, le site de Castigno n'est nullement épuisé. Les recherches que nous y menons depuis plusieurs années ont révélé la présence de plusieurs riches niveaux à vertébrés (pas seulement des dinosaures !) dans les grès et argiles rouges qui affleurent dans le vallon de Castigno ainsi que d'un gisement important dans les marnes grises situées à la base des calcaires « rognaciens » à Combebelles. L'ensemble constitue un site particulièrement remarquable, jusqu'ici unique dans la région.

Les corrélations stratigraphiques tentées notamment avec les étages locaux utilisés en Provence laissent penser que les niveaux à vertébrés de Castigno-Combebelles sont l'équivalent du Rognacien inférieur provençal, ce qui correspondrait, dans l'échelle chronostratigraphique internationale, à la partie supérieure du Campanien. Il est cependant souhaitable que ces corrélations soient confirmées par des études magnétostratigraphiques.

Les niveaux à vertébrés de Castigno/Combebelles fournissent la possibilité de suivre l'évolution des assemblages fauniques de vertébrés du Crétacé supérieur sur une durée qui reste à déterminer. Il existe peu de sites comparables non seulement dans la région de Saint-Chinian, mais aussi dans le Sud de la France en général, et des études plus poussées sont donc prévues pour tenter de déterminer si des changements sont observables dans la composition des faunes entre les niveaux fossilifères les plus anciens et les plus récents. Les changements lithologiques observés (passage de dépôts fluviatiles à des couches déposées en milieu lacustre ou palustre, avec indices évaporitiques) conduisent d'ailleurs à envisager des changements environnementaux qui ont pu aussi avoir une influence sur la composition des faunes.

Remerciements Nous remercions tout particulièrement Jean-Christophe Petit, maire de Villesspassans, pour son soutien et pour l'autorisation de mener des recherches sur les terrains communaux. Merci également aux responsables du domaine de Castigno pour l'intérêt porté à nos recherches. Nos remerciements vont aussi aux étudiants qui ont participé aux recherches en 2020, ainsi qu'à Guy Turin, qui a identifié le gastéropode figuré dans cet article, à Annelise Folie pour ses indications au sujet des microvertébrés et au relecteur pour ses suggestions. Les recherches ont été financées par le CNRS et le Laboratoire de Géologie de l'École Normale Supérieure de Paris (UMR 8538) et le musée de Cruzy.

Références

- Alabouvette B., Arthaud F., Bambier A., Freytet P. & Paloc H. (1982) – Notice explicative de la feuille Saint-Chinian à 1/50 000. BRGM, Orléans. 44 p.
- Buffetaut E. (2005a) – Sur les chemins des dinosaures. Aurian, Béziers. 88 p.
- Buffetaut E. (2005b) – Late Cretaceous vertebrates from the Saint-Chinian area (southern France): a review of previous research and an update on recent finds. *Acta Palaeontologica Romaniae*, 5 : 39-48.
- Buffetaut E. (2012) – Les oiseaux fossiles du Crétacé supérieur de l'Hérault. *Bulletin de la Société d'étude des sciences naturelles de Béziers*, 66 : 34-39.
- Buffetaut E. (2018) – Une île du Crétacé sous les vignes. *Espèces*, 28 : 32-40.
- Buffetaut E. (2021) – Castigno, le vallon des dinosaures anachroniques. *Espèces*, 39 : 84-89.
- Buffetaut E. & Angst D. (2019) – A femur of the Late Cretaceous giant bird *Gargantuavis* from Cruzy (southern France) and its systematic implications. *Palaeovertebrata*, 42(1) : 1-6.
- Buffetaut E. & Le Loeuff J. (1991) – Une nouvelle espèce de *Rhabdodon* (Dinosauria, Ornithischia) du Crétacé supérieur de l'Hérault (Sud de la France). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, Série II, 312 : 943-948.
- Buffetaut E. & Le Loeuff J. (1998) – A new giant ground bird from the Upper Cretaceous of southern France. *Journal of the Geological Society*, London, 155 : 1-4.
- Castéras M. (1945) – Observations relatives à la structure du chaînon de Saint-Chinian (Hérault).

- Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, 80 : 119-144.
- Caziot E. (1904) – Description des mollusques rognaciens des collines de Castigno. *Bulletin de la Société d'Étude des Sciences naturelles de Béziers*, 27 : 16-33.
- Chinsamy A., Buffetaut E., Canoville A. & Angst D. (2014) – Insight into the growth dynamics and systematic affinities of the Late Cretaceous *Gargantuavis* from bone microstructure. *Naturwissenschaften*, 101 : 447-452.
- Chanthasit P. (2010) – The ornithomimid dinosaur *Rhabdodon* from the Late Cretaceous of France : anatomy, systematics and paleobiology. Thèse de paléontologie, Université Claude Bernard – Lyon 1. 195 p.
- Chanthasit P. & Buffetaut E. (2009) – New data on the Dromaeosauridae (Dinosauria : Theropoda) from the Late Cretaceous of southern France. *Bulletin de la Société géologique de France*, 180 : 145-154.
- Cojan I. & Moreau M.G. (2006) – Correlation of terrestrial climatic fluctuations with global signals during the Upper Cretaceous-Danian in a compressive setting (Provence, France). *Journal of Sedimentary Research*, 76 : 589-604.
- Coulouma J. & Miquel J. (1930) – Essai sur le bassin de la Cesse (suite). Aperçu géologique. *Bulletin de la Société languedocienne de géographie* : 57-70.
- Csiki-Sava Z., Buffetaut E., Ösi A., Pereda-Suberbiola X. & Brusatte S.L. (2015) – Island life in the Cretaceous - faunal composition, biogeography, evolution, and extinction of landliving vertebrates on the Late Cretaceous European archipelago. *Zootaxa*, 469 : 1-161.
- Depéret Ch. (1899) – Aperçu sur la géologie du chaînon de Saint-Chinian. *Bulletin de la Société géologique de France*, 27 : 686-709.
- Depéret Ch. (1900a) – Sur les dinosauriens des étages de Rognac et de Vitrolles au pied de la Montagne Noire. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 138 : 637-639.
- Depéret Ch. (1900b) – Sur des restes de dinosauriens du Crétacé supérieur de la région de Saint-Chinian. *Bulletin de la Société géologique de France*, 28 : 107-108.
- Depéret Ch. (1900c) – Note sur de nouveaux dinosauriens du Crétacé supérieur de la Montagne Noire. *Bulletin de la Société géologique de France*, 28 : 530.
- Depéret Ch. (1921) – Le Mont Cayla, Bize et Montredon. In Réunion extraordinaire de la Société géologique de France du 28 septembre au 3 octobre 1913, Environs de Narbonne, Corbières septentrionales (Aude) et Minervois (Hérault), Paris, Société géologique de France : 79-82.
- Depéret Ch., Bergeron J. & Nicklès R. (1900) – Feuille de Bédarieux. Carte géologique de la France au 1/80 000. Service de la carte géologique de la France, Paris.
- Feist M. & Freytet P. (1983) – Conséquences stratigraphiques de la répartition des charophytes dans le Campanien et le Maastrichtien du Languedoc. *Géologie Méditerranéenne*, 10 : 291-301.
- Fondevilla V., Dinarès-Turell J., Vila B., Le Loeuff J., Estrada R., Oms O. & Galobart A. (2015) – Magnetostratigraphy of the Maastrichtian continental record in the Upper Aude Valley northern Pyrenees, France): Placing age constraints on the succession of dinosaur-bearing sites. *Cretaceous Research* 57 : 457-472.
- Freytet P. (1971a) – Les dépôts continentaux et marins du Crétacé supérieur et des couches de passage à l'Eocène en Languedoc. Thèse de doctorat d'état, Université d'Orsay. 490 p.
- Freytet J. (1971b) – Les dépôts continentaux et marins du Crétacé supérieur et des couches de passage à l'Eocène en Languedoc. *Bulletin du BRGM, section 1 (Géologie de la France)*, 4 : 1-54.
- Garcia G. & Valentin X. (2001-2002) – Les restes d'oeufs de dinosaures dans les séries continentales du chaînon de Saint-Chinian (Crétacé supérieur, 80-70 Ma). *Bulletin de la Société d'Étude des Sciences naturelles de Béziers*, 19 (60) : 11-16.
- Gervais P. (1877a) – De la structure des coquilles calcaires des œufs et des caractères que l'on peut en tirer. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 84 : 159-165.
- Gervais P. (1877b) – Structure des coquilles calcaires des œufs et caractères que l'on peut en tirer. *Journal de Zoologie*, 6 : 88-96.
- Haug E. (1911) – Traité de Géologie. II Les Périodes géologiques. Fascicule 3. Armand Colin, Paris : 1398-2024.
- Lapparent A.F. de (1938) – Sur l'âge crétacé de tous les gisements de dinosauriens au pied de la Montagne Noire. *Comptes Rendus sommaires des séances de la Société géologique de France* : 288-290.
- Lapparent A.F. de (1947) – Les dinosauriens du Crétacé supérieur du Midi de la France. *Mémoires de la Société géologique de France*, 56 : 1-34.

- Lapparent A.F. de (1954) – Nouvelle révision des gisements à dinosaures de la région de Saint-Chinian. *Bulletin de la Société géologique de France*, 4 : 409-413.
- Lapparent A.F. de (1967) - Les dinosaures de France. *Sciences*, 51: 4-19.
- Laurent Y., Le Loeuff, J., Bilotte, M., Buffetaut, E. & Odin, G.S. (2001) – Campanian-Maastrichtian continental-marine connection at the Aquitaine-Pyrenees-Provence area (S France). *In The Campanian-Maastrichtian boundary: G.S. Odin (ed.)*, Elsevier, Amsterdam, 659-674.
- Le Loeuff J., Buffetaut E., & Martin M. (1994) – The last stages of dinosaur faunal history in Europe: a succession of Maastrichtian dinosaur assemblages from the Corbières (southern France). *Geological Magazine*, 131 : 625-630.
- Leymerie A. (1866a) – Note sur un nouveau type très-répandu dans le midi de la France, et qui serait parallèle à la craie daniennne. *Comptes Rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences* 63 : 44-47.
- Leymerie A. (1866b) – Sur l'âge du système d'argiles rouges et de calcaire compacte, compris entre Bize et Saint-Chinian. *Comptes Rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences*, 63 :1069-1071.
- Miquel J. (1896) – Note sur la géologie des terrains secondaires et des terrains tertiaires du département de l'Hérault. *Bulletin de la Société d'Étude des Sciences naturelles de Béziers*, 19 : 31-74.
- Miquel J. (1904) – Essai sur les calcaires rognaciens des collines de Castigno. *Bulletin de la Société d'Étude des Sciences naturelles de Béziers*, 27 : 7-15.
- Montenat C. (2018) – Un peu d'histoire. *In Stratotype Danien : C. Montenat & D. Merle (éds)*, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris : 35-75.
- Rouville P. de (1876) – Introduction à la description géologique du département de l'Hérault. Boehm & Fils, Montpellier. 221 p.
- Smektala F., Buffetaut E. & Deconinck J.F. (2014) – Rivers as repositories for fossil vertebrates: a case study from the Upper Cretaceous of southern France. *Proceedings of the Geologists' Association*, 125 : 567-577.
- Tortosa T. (2014) – Vertébrés continentaux du Crétacé supérieur de Provence (Sud-Est de la France). Thèse de doctorat en paléontologie, Université Pierre et Marie Curie, Paris 6. 409 p.

Soumis le 31 mars 2021

Accepté le 2 avril 2021

Publié en ligne (pdf) le 20 avril 2021