

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/265467400>

Le Crétacé–Paléogène des Petites Pyrénées. Des fossiles en Haute–Garonne et Ariège

Article · December 2013

CITATIONS

4

READS

6,913

2 authors:



Bernard Goret

8 PUBLICATIONS 21 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Teodori Dominique

11 PUBLICATIONS 54 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Le Crétacé-Paléogène des Petites Pyrénées

Des fossiles en Haute-Garonne et Ariège

Bernard GORET ^(a) & Dominique TÉODORI ^(b)
Avec la participation de Patrice LEBRUN ^(c)

Les Petites Pyrénées, méconnues du grand public, offrent une mosaïque de paysages très variés formés de crêts, combes, vals et de reliefs boisés tandis que la Garonne les recoupe en cluse à Boussens (Haute-Garonne). L'ensemble s'étend sur un peu moins de 40 km de long (selon un axe WNW-ESE) et moins de 10 km de large, entre Ariège et Garonne, au sud de Toulouse.

Dès 1862, Alexandre Leymerie (1801-1878), figure marquante de la géologie pyrénéenne, notait la singularité de cette région lors d'une réunion de la Société géologique de France qu'il présidait à Saint-Gaudens (Haute-Garonne) [« ce sont de petites Pyrénées »]. Mais ce n'est qu'en 1872 qu'il définit « ce chaînon spécial [...] par un nom particulier, celui de Petites Pyrénées, qui exprime la subordination de cette région par rapport à la chaîne principale ».

Pour le paléontologue, ce massif, riche d'une longue histoire géologique, dévoile des reliefs saillants, avec une succession de structures anticlinales et synclinales composées de couches géologiques d'âge Crétacé supérieur à Eocène qui fournissent une très belle faune d'échinides, de mollusques, de crustacés et de vertébrés fossiles.

S'étendant sur les départements de l'Ariège et de la Haute-Garonne, les Petites Pyrénées (fig. 1) séparent, par deux accidents majeurs (chevauchement sous-pyrénéen au nord et chevauchement frontal nord-pyrénéen au sud), le Bassin aquitain des massifs de la Zone nord-pyrénéenne. Encadrés à l'ouest par les Dômes annexes et à l'est par le Plantaurel, les dépôts sédimentaires, d'âge Crétacé supérieur et Tertiaire (c. -80 à -35 Ma), affleurent dans la zone dénommée "Avant-pays plissé" ou "Avant-pays sous-pyrénéen". Ces couches, à fort pendage, sont plissées (selon une direction WNW-ESE), faillées et très fortement érodées, ce qui a conduit à des inversions de relief (fig. 2), comme dans le cas de l'anticlinal de Plagne. Cette intense déformation, issue de l'orogénèse pyrénéenne, s'est plus particulièrement développée à partir de l'Eocène lors de la rencontre de deux plaques tectoniques : la grande plaque indo-européenne (à laquelle appartient la France) et la petite plaque ibérique qui, sous la poussée de la plaque africaine, a pris en étau les sédiments accumulés dans un bassin marin (Sillon pyrénéen). Durant son remplissage, les types de sédimentation ont été très variés, comme le montrent les différents cycles sédimentaires observés : flysch calcarogréseux, sédimentation carbonatée à faciès néritique, sédimentation laguno-lacustre ou continentale, faciès de plate-forme continentale ou milieu marin ouvert.

Les différentes unités lithologiques

La série sédimentaire observée dans les "Petites Pyrénées" s'étend du Campanien supérieur (Crétacé supérieur) au Bartonien (Eocène moyen). La partie attribuée au Crétacé



Fig. 1 - Paysage typique des Petites Pyrénées : la route de Saint-Loup-en-Comminges, Haute-Garonne (photo : D. Téodori).

supérieur peut être divisée, de sa base à son sommet, en trois unités principales : les Marnes de Plagne, le Calcaire Nankin et les Marnes d'Auzas.

Les **Marnes de Plagne**, de type "flysch" et affleurant au sein des anticlinaux des Petites Pyrénées, sont principalement constituées de marnes grises ou verdâtres dans lesquelles apparaissent des bancs calcaréo-gréseux et des lentilles sableuses de faible épaisseur. Correspondant à des faciès de plate-forme peu profonde, puis à des éboulements et des dépôts en milieu sous-marin, cette formation contient divers foraminifères et quelques ostracodes ; elle est toutefois relativement pauvre en macrofaune, à l'exception des niveaux de transition avec l'assise sus-jacente (Calcaire Nankin – cf. *infra*) qui ont livré une faune de mollusques. Sa base peut être rattachée au Campanien supérieur (faciès à *Hippurites* de Bèdeille), alors que le reste de cette formation appartient au Maastrichtien inférieur (fig. 3).

Le **Calcaire Nankin** (fig. 4) est principalement composé d'un calcaire compact de couleur roussâtre, nettement détritique,

^(a) 4, rue Raoul Ponchon, 31500 Toulouse - bernardgoret@hotmail.com

^(b) 8, impasse de San Marino, 31140 Pechbonnieu - domiteo@free.fr - Pour en savoir plus sur les fossiles du Sud-Ouest : <http://lithotheque.francserv.com/>

^(c) 52B, rue Victor Hugo, 93500 Pantin - minetfoss@wanadoo.fr

Cretaceous-Paleogene of the 'Petites Pyrénées': Fossils from the Haute-Garonne and Ariège departments (France). – Abstract: The sedimentary rocks of the 'Petites Pyrénées' contain a rich fossil fauna from the Upper Cretaceous (Upper Campanian) to the Middle Eocene (Bartonian). These fossils have been in the center of several controversies on the stratigraphy of this 'small' geological structure over the last two centuries, mainly focused on the age of the Formations now included in the Upper Maastrichtian or the Lower Paleocene. The palaeontological history was mainly written by de Lapeyrouse (1744-1818), Leymerie (1801-1878), Mengaud (1876-1957), Jacob (1878-1962) and Astre (1896-1975).

Numerous echinoids were originally described by Cotteau and Leymerie around the mid-19th century and for the whole stratigraphical series their diversity is estimated to c. 40 "irregular" and 20 "regular" sea urchins. Some genera are more characteristics as *Hemipneustes* (Maastrichtian) or *Gitolampas* (Paleogene). Some Cretaceous and Tertiary levels have also provided a remarkable fauna of molluscs; a new marine transgression (during the Paleocene) opened on the Atlantic brings a significant faunistic renewal. Regrettably those molluscs are often under the form of external and internal moulds of poor preservation. Though some exceptional specimens are known for Ostreidae, Neritidae, Radiolitida..., the most typical species belonging to the genera *Otostoma*, *Amphidonte*, *Pycnodonte*, *Neithea*... Uncommon cephalopods were also discovered as some cretaceous ammonites (*Hoploscaphites*, *Eubaculites*) and maastrichtian and paleocene nautilids (*Eutrephoceras*, *Cimonia*). The 'Petites Pyrénées' contain at last a fascinating fauna of decapod crustaceans and marine and continental vertebrates. The decapods are mostly *Xanthilites macrodactylus* VAN STRAELEN 1925 (Thanetian) but at least three cretaceous species are known in the 'Blue Marls of Saint-Loup' and five ilderian species in the 'Limestone of Mancieux'. The few vertebrate remains are mostly Cretaceous hadrosaurids dinosaur and selacians (Cretaceous *Squalicorax*, *Serratolamna*..., Thanetian *Myliobatis*...) and fishes (Cretaceous 'Sparus', Thanetian *Phyllodus*...) teeth.

Keywords: Petites Pyrénées, Haute-Garonne, Ariège, Echinoidea, Mollusca, Decapoda, Crustacea, Vertebrata, Maastrichtian, Thanetian, Ilerdian.

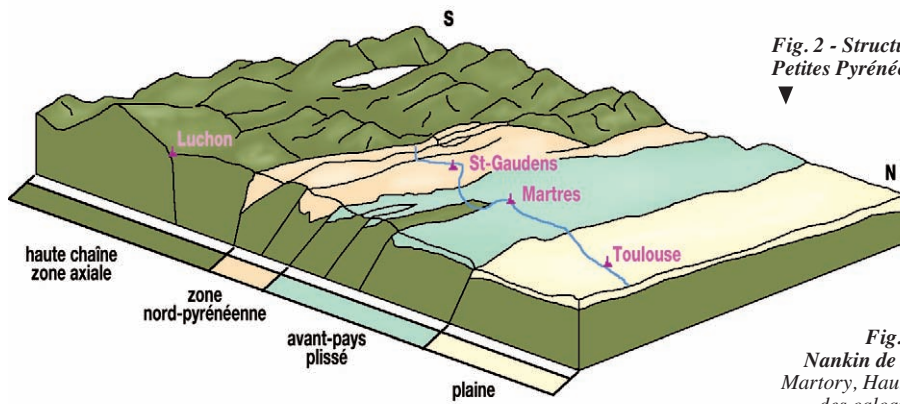


Fig. 2 - Structure géologique simplifiée des Petites Pyrénées (infographie : P. Lebrun).



Fig. 4 - Calcaire Nankin de Jadet, Saint-Martory, Haute-Garonne : des calcarénites d'âge maastrichtien moyen (photo : B. Goret).



Fig. 3 - Affleurement du Maastrichtien supérieur : route de Gensac, Haute-Garonne) ; partie sommitale des Marnes bleues de Saint-Loup [-en-Comminges] (photo : B. Goret).

correspondant à une sédimentation carbonatée de comblement du Sillon pyrénéen. A l'ouest, cette formation correspond à un dépôt de plate-forme en milieu calme, à l'est, il s'agit d'un dépôt littoral en milieu agité. Cette unité a livré une macrofaune riche et variée de gastéropodes, bivalves et céphalopodes, tout particulièrement dans les faciès marneux avec des spécimens de Neritidae, d'Ostreidae... (bien conservés) et une belle faune de céphalopodes. Des restes de bryozoaires ont aussi été mis au jour, comme des foraminifères orbitoïdes et miliolides qui donnent un âge Maastrichtien moyen.

Les **Marnes d'Auzas**, caractérisant le Crétacé terminal, constituent une importante série d'assises marneuses qui ne peuvent être observées de manière satisfaisante car elles sont souvent masquées par les couches plus récentes. La grande diversité des faciès résultant d'une sédimentation tantôt lagunaire ou lacustre s'accompagne d'un large éventail faunique et floristique (Bilotte & Andreu, 2006). Cette unité est constituée des derniers niveaux sédimentaires du Crétacé supérieur (Maastrichtien supérieur). Dans ceux-ci, la malacofaune repose sur un mélange d'espèces marines et saumâtres. On notera aussi la présence particulière de deux genres monospécifiques de bivalves rudistes (*Praeradiolites*, *Monopleura*) qui disparaissent au Crétacé terminal de façon synchrone avec les faunes



Fig. 5 - Thanétien inférieur : "Complexe à Micraster tericensis" dans la carrière de Martres-Tolosane, Haute-Garonne (2011) (photo : B. Goret).

Fig. 6 - Affleurement des niveaux éocènes de l'Ilerdien inférieur : Le Fréchet, Haute-Garonne (photo : B. Goret).



stratotypiques du Limbourg (Pays-Bas).

La série sédimentaire des Petites Pyrénées se poursuit avec les dépôts tertiaires du Paléocène inférieur (**Danien**) [incluant les faciès "Rognacien" et "Vitrollien"]. Dans un contexte de régression générale du niveau marin, cette première époque du Paléocène est représentée par un ensemble de calcaires lithographiques à chailles, de dolomies et de dépôts argileux (marnes rouges) où alternent des faciès lagunaires, lacustres ou continentaux. D'une puissance variable (jusqu'à 150 m), ce Danien est facilement observable car il forme un paysage de crêtes caractéristiques. Il est toutefois pauvre en macrofaune fossile ; ainsi, les mollusques ne sont représentés que par de rares taxons dulcicoles.

Le **Thanétien** (Paléocène supérieur) débute par une nouvelle transgression marine par l'ouest, ouverte sur le domaine Atlantique, qui favorise un renouvellement faunique important (**fig. 5**) ; la paléogéographie ne subit que de très faibles modifications par rapport au cycle crétacé du Maastrichtien. Dans les Petites Pyrénées, cette dernière époque du Paléocène représente un cycle sédimentaire complet qui a livré une macrofaune fossile abondante et parfois singulière. Le Thanétien offre ainsi le plus grand nombre d'espèces fossiles pour les départements de la Haute-Garonne et de l'Ariège. La malacofaune y est nombreuse et certains niveaux calcaréo-gréseux du Thanétien inférieur ont livré une faune abondante étudiée par Villatte (1962) qui a montré qu'il était possible de dissocier les faunes pyrénéennes des faunes daniennes de Belgique. Le Thanétien inférieur débute par un calcaire et des marnes (marquant un retour au milieu marin) et un sable à huîtres (caractéristique d'apports détritiques importants) avant le dépôt de marnes puis du Calcaire de Belbèze (lagunaire). Au Thanétien supérieur, le milieu, encore lagunaire (marnes à huîtres), devient progressivement récifal avec un dépôt de calcaires et des marnes ou grès.

L'**Eocène** débute, dans les Pyrénées, avec l'Ilerdien (**fig. 6**), un étage régional du Paléogène créé en 1960 par Hottinger & Schaub pour les couches du domaine téthysien situées entre le Thanétien et celles correspondant aux sables de Cuise-la-Motte du bassin de Paris (Cuisien) ; il correspond à l'Yprésien inférieur (ou Sparnacien) et fait référence aux dépôts du Sud des Pyrénées centrales (bassin de Tresp) et du Nord des Pyrénées orientales (Corbières). Il se caractérise par une grande transgression marine qui a submergé l'ensemble de la région pour dépasser les Corbières et atteindre la Montagne Noire à l'est. Franchement marin dans le domaine sud-pyrénéen, il est moins riche en malacofaune que sur le versant sud des Pyrénées (Espagne) ; ces mollusques sont uniquement représentés par des moules internes et externes. Cet Ilerdien est néanmoins très fossilifère et a livré, en particulier, une riche faune de crustacés décapodes. Il débute avec des marnes à intercalations de bancs calcaires à alvéolines (littoral marin)

puis se poursuit avec le Calcaire de Mancieux (marin de haut-fond) et le Grès de Furne (front de delta).

La série sédimentaire se termine dans les Petites Pyrénées par le **Poudingue de Palassou**, une formation conglomératique qui s'est déposée au cours de l'Eocène, approximativement de l'Ilerdien supérieur (-45 Ma) au Ludien (-35 Ma). Cette unité désigne un ensemble de matériaux détritiques continentaux (grès, argiles, poudingues) issus de l'érosion de la Chaîne pyrénéenne. Au terme de ces dépôts, la régression marine est ensuite brutale et définitive.

De grandes figures de la paléontologie pyrénéenne

Plusieurs personnalités scientifiques ont marqué l'histoire de la paléontologie pyrénéenne depuis le milieu du 18^e siècle. Parmi les plus connues, citons dans l'ordre chronologique : l'éminent naturaliste **Philippe Picot de Lapeyrouse** (1744-1818)^[1], **Louis Mengaud** (1876-1957)^[2], **Charles Jacob** (1878-1962)^[3], pour ses travaux sur la Chaîne pyrénéenne, et **Gaston Astre** (1896-1975)^[4], pour son important travail sur les rudistes.

Le scientifique ayant le plus marqué l'histoire de la paléontologie pyrénéenne est toutefois, sans conteste, **Alexandre Leymerie** (1801-1878)^[5] (fig. 7). Il est le véritable initiateur des collections paléontologiques pyrénéennes de la Faculté des sciences de Toulouse. Son magnifique ouvrage posthume "*Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne*" est un travail incontournable de la paléontologie pyrénéenne. Publié en 1881, il comprend



Fig. 8 - Vue de Salies et des montagnes au nord, prise de la métairie de Million, extrait de l'ouvrage "*Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne*", Atlas, pl. XVI (Leymerie, 1878).

plus de mille pages, une carte topographique à 1/200 000^e et 51 planches de fossiles et coupes géologiques (fig. 8 et 9) parues dès 1878. Son nom est pérennisé par un grand nombre d'espèces fossiles qu'il décrit ou qu'on lui dédia, comme *Conoclypeus leymeriei* (COTTEAU 1856), *Micropsis leymeriei* (COTTEAU 1856), *Hemipneustes leymeriei* HÉBERT 1875, *Hemiaster leymeriei* AGASSIZ 1847 et *Echinolampas leymeriei* COTTEAU 1863, pour ne citer que quelques espèces parmi les nombreux oursins honorant son nom.

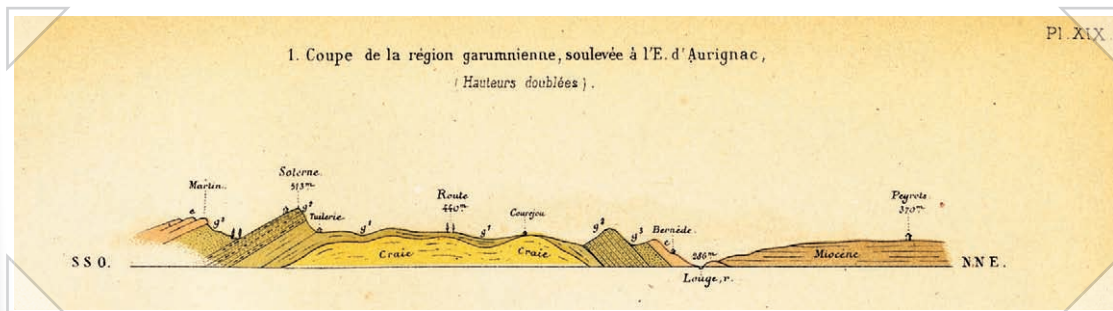
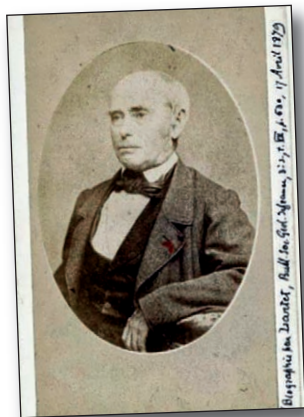


Fig. 7 - Alexandre Leymerie vers 1863 (in Tomasson, 1979-1981).

▲ Fig. 9 - Coupe de la région "garumnie", soulevée à l'est d'Aurignac, extrait de l'ouvrage "*Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne*", Atlas, pl. XIX (Leymerie, 1878).

[1] Après une carrière dans la magistrature, **Philippe Picot de Lapeyrouse** se consacre pleinement à sa passion, l'histoire naturelle (1771), après que l'un de ses oncles lui lègue une importante fortune. En 1781, il publie sa "*Description de plusieurs nouvelles espèces d'orthocératites et d'ostracites*" consacrée à des coquilles bivalves fixées très singulières de la montagne des Cornes (Aude, Corbières) aujourd'hui classées dans les rudistes ; leur découverte permettra la création des genres *Hippurites* et *Radiolites* par Lamarck (1801) puis des familles Hippuritidae et Radiolitidae par Gray (1848). Après la chute de Robespierre (1794) et un séjour en prison de 18 mois, Lapeyrouse reprend ses études naturalistes et devient inspecteur des Mines, puis professeur d'histoire naturelle à l'École centrale de Toulouse, puis à l'École des Mines de Paris avant d'enseigner à la Faculté des sciences de Toulouse (1811-1818). Pendant toutes ces années, il constitue un important cabinet naturaliste comptant, selon Leymerie, 2545 pièces minéralogiques et des « fossiles des bains de Rennes (Corbières), et quelques autres fossiles isolés » ; après leur legs (1823) par son fils Isidore (1776-1835) à la Faculté des Sciences, ces échantillons serviront, vers 1840, de noyau à la création des collections de Géologie aujourd'hui conservée par l'université Paul Sabatier de Toulouse.

[2] Le géologue **Louis Mengaud**, natif de Saint-Sernin-de-Gourgois (Tarn) et diplômé de l'université de Toulouse, passe son agrégation de Sciences naturelle à Paris (1902). Nommé au Lycée de Bayonne, puis de Toulouse, il s'intéresse à la géologie et participe, avec Léon Bertrand (1869-1947), au lever cartographique des terrains paléozoïques et quaternaires de la feuille de Foix ; avec ce dernier, il découvre le mammoth du Boulou. Après une thèse sur la géologie de la province espagnole de Santander (1920), il obtient la chaire de Géologie et Minéralogie des Facultés des Sciences de Dijon (1926), de Bordeaux (1927), puis de Toulouse (1928-1943), où il remplace Charles Jacob, nommé à Paris. Durant cette période, il enrichit les collections de Muséum de Toulouse, avec de nombreux fossiles et roches provenant des régions cantabriques, des Pyrénées et du bassin d'Aquitaine.

[3] Natif de la Haute-Savoie, **Charles Jacob**, normalien et agrégé (1902), s'oriente vers la géologie et passe son doctorat (1907) avec une thèse consacrée au Crétacé dans les Alpes françaises. Après le décès de Victor-Lucien Paquier (1870-1911), il est nommé à la chaire de Géologie de Toulouse (1911). Il s'intéresse alors aux Pyrénées avec une première étude qui paraît en 1914. Après la Grande Guerre, il quitte la France pour l'Indochine (1818-1922) et explore le Tonkin, Annam et le Haut-Laos. Reprenant sa chaire de Toulouse, il forme de nombreux géologues tandis que ses travaux sur la chaîne

pyrénéenne battent en brèche les conceptions ultra-nappistes de Léon Bertrand, sur le versant nord des Pyrénées (1928).

[4] Le Toulousain **Gaston Astre** entreprend conjointement des études aux Facultés de Pharmacie et Médecine et de Sciences avant de choisir la géologie (1822). Il s'intéresse alors à la région montagneuse sud-pyrénéenne du Cadi et de la Pedraforca, entre les vallées du Sègre et du Llobregat (Espagne). Ses travaux ultérieurs sont ensuite consacrés au versant nord des Pyrénées. Avec Charles Jacob, Marcel Casteras (1904-1976) et Emmanuel Ramière de Fortanier (1903-1957), il réfute définitivement la théorie ultra-nappiste de Léon Bertrand (1928). La paléontologie est toutefois le domaine où Astre se distingue, en s'intéressant à de très nombreux groupes comme les foraminifères, les gastéropodes, les bivalves (et notamment les rudistes) et les mammifères. C'est ainsi une figure incontournable des faunes continentales des séries molassiques du Tertiaire aquitain. Parallèlement à ses travaux scientifiques, il occupe diverses fonctions administratives et devient, notamment, directeur du Muséum de la ville de Toulouse et conservateur de la section Paléontologie et Géologie (1944-1962).

[5] Le Parisien et polytechnicien **Alexandre Leymerie** a commencé sa carrière comme professeur de mathématiques, notamment à Troyes (1828), où il se passionne pour la minéralogie, puis à Lyon (1833). De son séjour dans le Bassin parisien, il consacrera plus de 50 publications dont les deux plus importantes sont dévolues à la géologie et la paléontologie du Crétacé de l'Aube (1840, 1846). Arrivé à Toulouse pour prendre la chaire de Minéralogie et de Géologie (1841), il passe l'essentiel de son temps à « aller dans les montagnes » et se consacre pleinement à l'étude du Bassin aquitain et, surtout, des Pyrénées, avec plus de 70 publications. Ses recherches concernent essentiellement la Zone sous-pyrénéenne, mais aussi la Zone nord-pyrénéenne. Il s'intéresse ainsi à la nature des ophites (qu'il considère comme des roches éruptives), au "Garumnie" des Petites Pyrénées (couches situées entre le Sénonien supérieur et l'Eocène marin) et au Poudingue de Palassou, ce qui entraînera de vives polémiques avec Victor Raulin (1815-1905) de Bordeaux. L'un des plus importants travaux de Leymerie est toutefois une œuvre posthume : une "*Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne*" qui est accompagnée d'une carte topographique à 1/200 000^e et d'un atlas de 21 planches de coupes et vues géologiques et de 30 planches de fossiles caractéristiques (1878 ; 1881). Durant son séjour à Toulouse, il enrichit les collections de la Faculté des Sciences de plus de 10 350 échantillons, dont 4 150 de minéralogie et 6 200 de géologie-paléontologie (1872).



Pl. A - Echinides du Maastrichtien supérieur (Crétacé supérieur) de la Haute-Garonne (Petites Pyrénées) (a : vue apicale, b : vue orbitale, p : vue postérieure). 1 : *Nucleopygus carezi* LAMBERT 1907, Marno-calcaires de Gensac, Larcan (31), L = 17 mm ; 2 : *Phymosoma* ? sp., Marno-calcaires de Gensac, Larcan, Ø = 37 mm ; 3 : *Hemipneustes pyrenaicus* HEBERT 1875, Marno-calcaires de Gensac, Larcan, L = 60 mm ; 4 : *Acanthechinus savigni* (LAMBERT 1907), Calcaires de Gensac, Ø = 70 mm ; 5 : *Goniopygus* sp., Marno-calcaires de Gensac, Latoue, Ø = 8 mm ; 6 : *Orthopsis miliaris* (D'ARCHIAC in D'ARCHIAC & HAIME 1853), Marno-calcaires de Gensac, Latoue, L = 16 mm ; 7 : *Salenia (Salenia) aff. belgica* LAMBERT 1898, Marno-calcaires de Gensac, Latoue, Ø = 8 mm ; 8 : *Echinocorys tenuituberculatus* (LEYMERIE 1851), Marnes de Saint-Loup, L = 67 mm ; 9 : radiole de *Tylocidaris ramondi* (LEYMERIE 1851), Marnes de Saint-Loup, L = 30 mm ; 10 : radiole de *Tylocidaris ramondi* (LEYMERIE 1851), Marnes de Saint-Loup, L = 30 mm ; 11 : *Echinogalerus ? vetschauensis* (SCHLÜTER 1902), de Martres-Tolosane, L = 14 mm ; 12 : *Cibaster leymeriei* (COTTEAU 1887), de Martres-Tolosane, L = 20 mm ; 13 : *Bolbaster prunella* (LAMARCK 1816), Marno-calcaires de Gensac, Larcan, L = 10 mm ; 14 : *Galerites* sp., Marnes de Saint-Loup, L = 22 mm ; 15 : *Globator* sp., Marno-calcaires de Gensac, Larcan, L = 23 mm ; 16 : *Echinocorys tenuituberculatus* (LEYMERIE 1851), Marnes de Saint-Loup, L = 75mm (coll : B. Goret, sauf [8] M. Canivet et [14] D. Téodori - photos : B. G. & D. T).

Les oursins

Nous ne traiterons que des Echinoidea au sein des cinq classes de l'embranchement des Echinodermes, les autres classes (Crinoidea, Asteroidea, Ophiuroidea, Holothuroidea) sont parfois présentes dans les Petites Pyrénées mais jamais de manière significative.

Les oursins dits "irréguliers" constituent le groupe le mieux représenté de la faune fossile pyrénéenne, les conditions paléogéographiques et sédimentologiques étant souvent favorables à la fossilisation des organismes fouisseurs. Au sein de ce groupe, et sur l'intégralité de la série sédimentaire crétacé-éocène observable dans les Petites Pyrénées, une quarantaine d'espèces ont été recensées. Les oursins dits "réguliers" sont, eux, représentés par une vingtaine d'espèces.

La présence de ces oursins dans les couches sédimentaires des Petites Pyrénées a généré de nombreuses controverses d'ordre stratigraphique depuis le 19^e siècle. Leymerie considérait comme anachronique le peuplement d'échinides dans certains niveaux stratigraphiques. En effet, au-dessus de la Craie crétacée à *Hemipneustes* (Maastrichtien) se succèdent des niveaux contenant des faunes d'affinités tertiaires (Thanétien inférieur), puis de nouveau un niveau constitué d'une faune d'échinides à caractère "crétacique" (sommet du Thanétien inférieur). En 1862, Leymerie introduit un étage "Garumnien"⁶¹ (pour une série d'environ 300 m de puissance, principalement d'eau douce, qui « semble faire transition entre les formations crétacées [Calcaire Nankin] et tertiaires [Eocène marin] » et désigne sous le nom (étrange) de "Colonie" sa partie terminale marine. Selon Leymerie, la faune échinologique de cette "Colonie" était constituée, à la fois, par des espèces éocènes apparues « par anticipations » et trois espèces qu'il croit typique du Crétacé et rapportées, avec l'aval d'Edouard Desor (1811-1882), à *Micraster brevis* (DESOR 1847), à *Hemiaster punctatus* D'ORBIGNY 1854 et à "*Ananchytes*" *ovatus* LAMARCK 1816 ; cette affirmation sera toutefois contestée par Edmond Hébert (1812-1890) dès la réunion de Saint-Gaudens tandis que Gustave Cotteau (1818-1894) montrera ultérieurement que ces dernières sont en réalité des espèces paléocènes connues dans l'Ouest de la France et l'Aquitaine [elles seront respectivement décrites comme *Micraster terzensis* COTTEAU 1877 [= *Pseudogibbaster*], *Hemiaster garumnicus* LAMBERT 1906 [= *Bolbaster*] et *Echinocorys scutatus cotteau* LAMBERT 1903]).

Dans son mémoire sur la création de l'étage Garumnien, Leymerie (1877) considère que des espèces crétacées avaient survécu "anormalement" et constituaient une colonie "anachronique". Il déclare ne pas savoir d'où provenait cette faune à caractère "crétacique" et parle de « colonie de retardataires » située « à un niveau qui aurait du leur être interdit ». Il s'est inspiré des travaux de son confrère Joachim Barrande (1799-1883) qui a créé le nom de "Colonie" pour une faune "Silurique" [= ordovicienne]. La "Colonie" de Leymerie sera toutefois définitivement rattachée au Thanétien inférieur par Villatte (1962), qui la renomme "Complexe à *Micraster terzensis*". En réalité, certaines espèces de la "Colonie" sont déjà présentes dans le Danien marin de la plate-forme Aquitaine (environs de Tercis-les-Bains, au Mur du Bédat - Landes) ; elles ont migré vers l'est lors de la transgression thanétienne (comblement du Sillon pyrénéen). Après plus d'un siècle d'utilisation par les géologues du Sud de la France, l'étage "Garumnien" tombera en désuétude (Plaziat, 1980), bien que certains géologues de terrain l'utilisent encore pour un ensemble coloré, surtout détritique, de la partie orientale des Pyrénées correspondant essentiellement à l'actuel Paléocène (Danien, Montien, Thanétien *pars.*) et Maastrichtien terminal.

La paléogéographie ne subissant pas de grandes modifications, de nombreux genres perdurent au-delà de la limite K/T (Crétacé-Tertiaire). Les faits les plus marquants sont l'apparition des Echinolampadidae au Paléocène et la régression des grands holastéroïdes à la fin du Crétacé.

⁶¹ Leymerie divise alors "son" Garumnien [= "épicrotécé"] en trois parties : Argiles bigarées (g1), Calcaire compact d'eau douce (g2) [futur "Rognacien" de Provence] et "Colonie", au-dessus d'un horizon d'Argiles versicolores (g3) [futur "Vitrollien" de Provence].

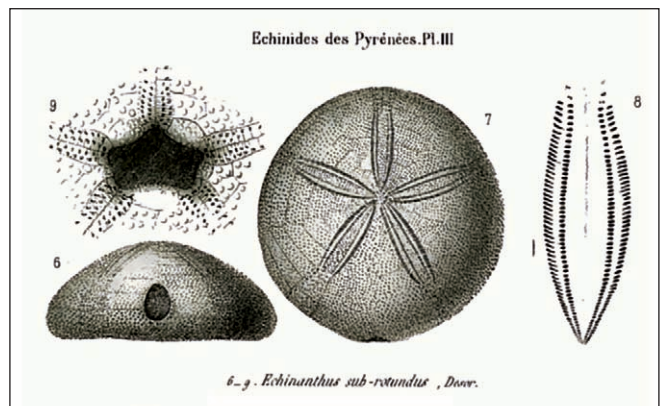


Fig. 10 - Extrait de l'ouvrage "Echinidés fossiles des Pyrénées" (pl. III) : "*Echinanthus sub-rotundus* DESOR" (Cotteau, 1863a).

Un grand nombre d'espèces d'échinides des Petites Pyrénées ont été originellement déterminées par Cotteau & Leymerie (1856) et par Cotteau (1863a, 1863b). Certains genres présents dans cette région sont caractéristiques voire emblématiques et nécessitent quelques développements. Parmi ceux-ci, il convient de citer le genre *Hemipneustes* AGASSIZ 1836, représenté par son espèce-type *Hemipneustes striatoradiatus* (LESKE 1778). Ce genre est connu du Campanien au Maastrichtien, où il semble atteindre son acmé. Avec un test pouvant atteindre 10 cm de grand diamètre, c'est l'un des plus grands oursins crétacés qui est commun dans les couches du Crétacé supérieur d'Europe, d'Afrique du Nord, de Madagascar et de l'Inde. Il s'agit d'un oursin atélostome (dépourvu d'appareil masticateur) appartenant à la famille des Hemipneustidae. *Hemipneustes* vivait partiellement enfoui dans le sédiment marin. La présence importante du genre dans le Maastrichtien des Petites Pyrénées est rapportée par Leymerie (1845) qui attribue ses représentants à l'espèce *striatoradiatus* définie à partir d'un matériel récolté à Maastricht (Limbourg, Pays-Bas). Divers spécimens des Petites Pyrénées, ultérieurement examinés par Hébert (1875), permettront à cet auteur d'identifier et décrire deux espèces nouvelles : *Hemipneustes pyrenaicus* HÉBERT 1875 et *Hemipneustes leymeriei* HÉBERT 1875, la différenciation de ces deux taxons s'appuyant principalement sur des considérations strictement dimensionnelles (rapport I/L et H/L).

Un autre genre apparaît dans les dépôts paléogènes des Petites Pyrénées : *Gitolampas* GAUTHIER 1889 (fig. 10). La classification des espèces rapportées à ce Cassiduloïda n'a toutefois pas fait l'objet d'une révision complète récente. Dans la littérature antérieure au début du 20^e siècle, un grand nombre d'espèces de *Gitolampas* a été créé à partir de critères principalement typologiques. L'introduction de "nouvelles" espèces par les anciens auteurs s'appuyait sur divers critères morphologiques considérés alors comme discriminants ; comme la forme générale du test, les zones porifères, la position du périprocte ... Les variations morphologiques, très marquées chez ce genre, font que les observations en vue d'un classement spécifique sont en partie dues à des critères subjectifs. Certaines caractéristiques du paléo-environnement (substrat, granulométrie, dynamisme marin, salinité...) semblent avoir influencé la forme générale des individus et favorisé l'apparition de nombreux morphotypes en raison d'une forte plasticité phénotypique intraspécifique (Smith & Jeffery, 2000). Une révision complète et nécessaire du genre, principalement d'âge paléocène, devrait utiliser une méthodologie actualisée (biométrie, biostatistique, cladistique...) afin de mieux comprendre et interpréter les niveaux de différenciation entre individus au sein d'une même population ou d'un groupe de populations.

La famille des Micrasteridae est représentée par *Pseudogibbaster terzensis* (COTTEAU 1877) (fig. 11) dans le Paléocène des Petites Pyrénées où il est très abondant au sommet du Thanétien inférieur. Il est l'ultime représentant du genre *Pseudogibbaster* MOSKVIN 1983 caractérisé par un test gibbeux, des aires ambulacraires enfoncées et un péristome non labié.

Pour la famille des Schizasteridae, il convient de signaler la présence de *Linthia canaliculata* (COTTEAU 1877) dans le



Pl. B - Echinides du Paléogène de la Haute-Garonne (Petites Pyrénées) (a : vue apicale, b : vue ambitrale).

1-15 : *Thanétien inférieur*, sauf [10] et [13] *Thanétien supérieur* – 1 : *Micropsis microstoma* COTTEAU 1863, Martres-Tolosane, $\varnothing = 45$ mm ; 2 : *Bolbaster garumnicus* (LAMBERT 1907), Marsoulas, L = 22 mm ; 3 : *Pseudogibbaster tercensis* (COTTEAU 1877), Martres-Tolosane, L = 46 mm ; 4 : *Echinocorys scutatus cotteaudi* LAMBERT 1903, Martres-Tolosane, L = 43 mm ; 5 : *Micropsis desori* (COTTEAU 1856), Marsoulas, $\varnothing = 38$ mm ; 6 : *Diplodetus coloniae* (COTTEAU 1877), Le Tuco, L = 36 mm ; 7 : *Linthia canaliculata* (COTTEAU 1877), Martres-Tolosane, L = 37 mm ; 8 : *Phymosoma pseudomagnifica* (COTTEAU 1877), Martres-Tolosane, $\varnothing = 36$ mm ; 9 : *Micropsis pouechi* (COTTEAU 1892), Marsoulas, $\varnothing = 12$ mm ; 10 : *Gitolampas ataxensis* (COTTEAU 1863), Le Fréchet, L = 52 mm ; 11 : *Gitolampas cf. subrotundus* (DESOR 1857), Le Fourc, L = 41 mm ; 12 : *Gitolampas gracilis* (COTTEAU 1889), Martres-Tolosane, L = 63 mm ; 13 : *Conoclypus leymeriei* (LAMBERT 1907), Martres-Tolosane, L = 80 mm ; 14 : *Dorocidaris bazerquei* (LAMBERT 1908), Martres-Tolosane, $\varnothing = 25$ mm ; 15 : *Dorocidaris bazerquei* (LAMBERT 1908), Martres-Tolosane, $\varnothing = 50$ mm. 16-18 : *Ilerdien du Fréchet* (Haute-Garonne) – 16 : *Gitolampas testudinarius* (HÉBERT 1882), L = 33 mm ; 17 : *Eupatagus cf. aragonensis* (COTTEAU 1887), L = 25 mm ; 8 : *Rhabdocidaris sp.*, $\varnothing = 23$ mm (coll. : B. Goret, sauf [13] M. Canivet et [14-15, 17-18] D. Téodori - photos : B. G. & D. T).



Pl. C - Bivalves et gastéropodes du Maastrichtien supérieur (Crétacé supérieur) [1-12] et du Thanétien inférieur (Paléogène) [13-19] de la Haute-Garonne (Petites Pyrénées). 1 : *Amphidonte* (s.str.) *pyrenaica* (LEYMERIE 1851), Calcaires de Gensac, L = 75 mm ; 2, 7 : *Otostoma retzii* (NILSSON 1827), Marno-calcaires de Gensac, Latoue, D = 50 et 33 mm ; 3 : *Rhynchostreon* sp., Marno-calcaires de Gensac, Larcac, L = 70 mm ; 4 : *Rastellum* sp., Marnes de Saint-Loup, L = 65 mm ; 5 : *Agerostrea unguolata* (VON SCHLOTHEIM 1813), calcaires, Gensac, L = 25 mm ; 6 : *Pycnodonte* (*Phygraea*) *vesiculare* (LAMARCK 1806), Marnes de Saint-Loup, L = 48 mm ; 8 : *Cyrena garumnica* LEYMERIE 1877, Marnes d'Auzas, L = 40 mm ; 9 : *Neithea* (s.str.) *striatocostata* (GOLDFUSS 1833), valves droite et gauche, Marno-calcaires de Gensac, Larcac, L = 46 mm ; 10 : *Amphidonte* (s.str.) *pyrenaica* (LEYMERIE 1851), valves droite et gauche, Calcaires de Gensac, L = 47 mm ; 11 : *Acutostrea uncinella* (COQUAND 1869), Marno-calcaires de Gensac, Latoue, L = 25 mm ; 12 : *Praeradiolites* cf. *leymeriei* (BAYLE in LEYMERIE 1878), Marnes d'Auzas, h = 52 mm ; 13-14 : *Spondylus boussensis* VILLATTE 1962, Martres-Tolosane, L = 40 et 80 mm ; 15 : *Tudicla gradata* (LEYMERIE 1878), Le Tuco, h = 34 mm ; 16 : *Pycnodonte* (*Phygraea*) *leymeriei* VILLATTE 1962, Martres-Tolosane, L = 42 mm ; 17 : *Ostrea* (*Bellostrea*) *bellovacina* (LAMARCK 1806), Le Plan, H = 80 mm ; 18-19 : *Otostoma pouechi* d'ARCHIAC 1859, Le Mas-d'Azil, D = 40 et 25 mm (coll. : B. Goret - photos : B. G. & D. T.).

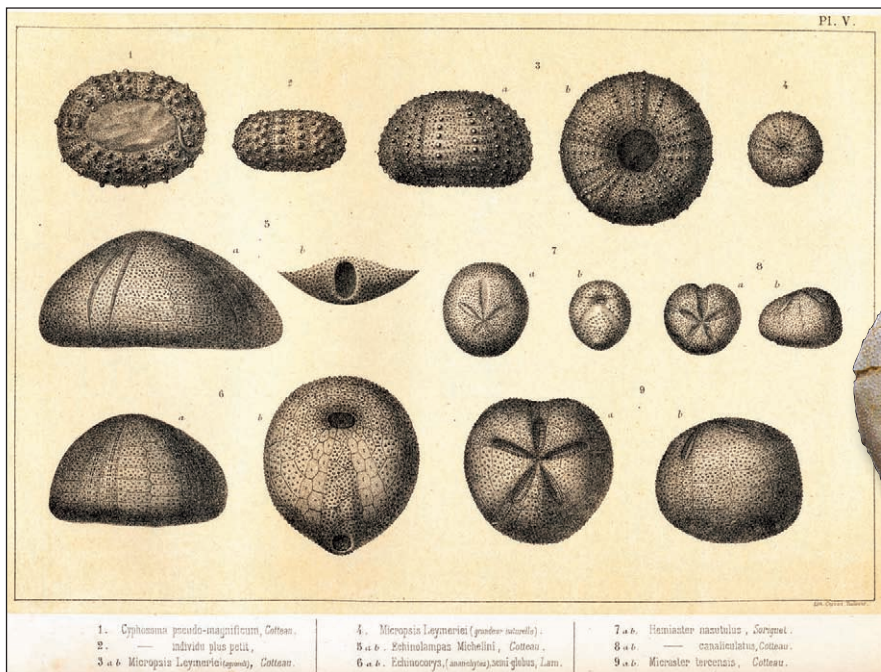


Fig. 11 - Extrait de l'ouvrage "Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne" (Atlas, pl. V) (Leymerie, 1878).



Fig. 12 - *Linthia canaliculata* (COTTEAU 1877) présentant un enfoncement du péristome, carrière de Martres-Tolosane, Haute-Garonne, Ø = 48 mm (coll. et photo : B. Goret).

Thanétien inférieur (fig. 12). Cette espèce présente la particularité intéressante de montrer sur de rares individus un "pseudomarsupium" (renfoncement du péristome). Il convient, par une étude spécifique, de s'assurer qu'il est corrélé à la taille des gonopores et donc au sexe. Cette singularité se retrouve sur d'autres espèces de spatangue du Coniacien d'Espagne et du Maastrichtien de Madagascar (Néraudeau, com. pers.). Elle pourrait, indépendamment de toute adaptation reproductive, être liée à une réponse aux changements environnementaux (pollution, dessalure...). La plupart des espèces d'oursins marsupiaux appartiennent essentiellement aux Schizasteridae, formes exclusivement incubatrices, ou aux Cidaridae (David *et al.*, 2009). Cette singularité morphologique rare chez *Linthia canaliculata* n'avait jamais été mentionnée auparavant sur cette espèce des Petites Pyrénées. Seule une étude complémentaire prenant en compte également les populations et le sédiment associé pourra préciser la nature exacte (rôle fonctionnel, adaptation, mutation...) de cette particularité.

Echinocorys tenuituberculatus (LEYMERIE 1851), oursin typique et bien connu des Pyrénées, a parfois reçu le titre de "plus bel oursin de France". Certains spécimens présentent effectivement une qualité de préservation exceptionnelle permettant d'observer l'ensemble des détails anatomiques caractérisant cet Holasteroïde. Les variations morphologiques de cette espèce sont très importantes au sein d'une "population" collectée dans un même niveau.

Enfin, il ne faut pas oublier le Maretidae *Eupatagus aragonensis* (COTTEAU 1887) qui peut être récolté dans les dépôts de l'Ilerdien. Sa rareté dans les Petites Pyrénées contraste avec son abondance dans le versant sud (espagnol) des Pyrénées.

Les mollusques gastéropodes et bivalves

Contrairement au test des échinides qui montre souvent un très bon état de conservation dans les dépôts sédimentaires des Petites Pyrénées, la coquille des mollusques, bien représentés, a subi différents phénomènes de dissolution aboutissant à une préservation de qualité médiocre rendant bien souvent une identification générique et spécifique peu aisée. Malgré tout, certaines familles (Ostreidae, Neritidae, Radiolitiidae...) présentent des états de conservation parfois exceptionnels.

La malacofaune maastrichtienne est composée d'espèces classiques du Crétacé supérieur européen qui se retrouvent en grande partie dans les bassins de l'Europe du Nord (Limbourg stratotypique notamment). Les gastéropodes et les bivalves sont bien représentés dans les travaux de Leymerie (fig. 13).

Parmi les plus classiques dans la famille des Ostomidae, citons *Ostostoma retzii* (NILSSON 1827), une espèce ubiquiste à large répartition géographique. Elle est présente dans de nombreux niveaux du Maastrichtien des Petites Pyrénées, avec une fréquence plus élevée dans les niveaux marneux à

bryozoaires et *Orbitolites*. Il s'agit de l'espèce-type du genre *Ostostoma* D'ARCHIAC 1859 qui possède une histoire nomenclaturale très complexe qui s'accompagne d'une synonymie très importante (Pacaud, 2009). Ainsi, Jagt *et al.* (2006) et Jagt & Kiel (2007) ont mis en évidence que l'espèce *Natica retzii* NILSSON 1827 est un synonyme subjectif plus ancien de *Natica rugosa* HOENINGHAUS 1830 (Binkhorst, 1861: 43 ; Kaunhowen, 1898: 41). D'Archiac (1859), dans sa description originale du genre, rapporte un échantillon de la collection Triger provenant de la Craie supérieure de Maastricht et ayant conservé les traces de son ancienne coloration (flammèches brunes en zigzags). Ce motif a été retrouvé de façon très nette sur de rares exemplaires découverts dans les Petites Pyrénées (fig. 14). La taille des échantillons récoltés varie de 7 à 50 mm, ce qui permet d'avoir une bonne représentation de la communauté biologique et des variations intra-populationnelles au sein de cette espèce. Certains spécimens présentent des variations de l'ornementation, principalement dans l'ornementation spirale.

Au sein de la super-famille des Ostreoidea (huîtres *sensu lato*), on trouve communément deux représentants de la famille des Gryphaeidae (griffées). Le premier, *Amphidonte (s.str.) pyrenaica* (LEYMERIE 1851), est une espèce récoltée dans les Marnes et Calcaires marneux jaunâtres à *Orbitolites* ; elle est toutefois très localisée et absente dans un grand nombre de gisements maastrichtiens des Petites Pyrénées. Certains individus se récoltent avec les deux valves en connexion. Très souvent confondu avec le genre *Exogyra* SAY 1820, *Amphidonte* WALDHEIM 1829 possède des bords dentelés de chaque côté de la charnière. Le deuxième représentant classique des "griffées", *Pycnodonte (Phygraea) vesiculare* (LAMARCK 1806), est abondant mais très localisé stratigraphiquement (Marnes de Saint-Loup). Chez les Ostreidae (huîtres), *Acuostrea uncinella* (COQUAND 1869) correspond à une coquille ostréiforme, suborbiculaire, rétrécie du côté de la charnière et toujours de petite taille. De fait, elle a souvent été confondue avec les juvéniles de *Pycnodonte (Phygraea) vesiculare* (LAMARCK 1806), mais elle s'en différencie par des caractères bien marqués (petite taille, crochet aigu, structure concentrique des stries de la valve supérieure). Cette famille est également représentée par *Agerostrea unguolata* (VON SCHLOTHEIM 1813) et *Rastellum* sp.

Au Maastrichtien supérieur, dans les dépôts saumâtres caractérisant des milieux peu profonds (marais littoral), confinés, riches en matériaux organiques et de salinité variable, se trouve un représentant de la famille des Corbiculidae : *Cyrena garumnica* LEYMERIE 1877, que l'on récolte dans un état exceptionnel de conservation avec, notamment, la présence fossilisée du ligament.

Au sein des Pectinidae, notons la présence de *Neithea (s.str.) striatocostata* (GOLDFUSS 1833) tandis que *Neithea (s.str. ?) regularis* (VON SCHLOTHEIM 1813) semble très rare.



Fig. 18 - Ampullinidae de l'Ilerdien basal marneux, H = 15 mm (coll. et photo : B. Goret).



Fig. 19 - Volutilithinae indéterminé de l'Ilerdien basal marneux, H = 25 mm (coll. et photo : B. Goret).

dont l'identification est délicate compte tenu d'une préservation sous forme de moule interne (fig. 18 et 19). On a toutefois pu identifier le Rostellariidae *Wateletia geoffroyi* (WATELET 1855).

Les mollusques céphalopodes

La région des Petites Pyrénées n'est pas vraiment une terre d'ammonites, les rares gisements productifs se limitant à quelques affleurements du Crétacé supérieur d'âge campanien supérieur à maastrichtien dont les niveaux ont livré de petites quantités d'individus sans jamais constituer véritablement de "niveau de concentrations" (Bilotte, 1994). Il s'agit toutefois d'une très intéressante ammonitofaune où se mêlent affinités téthysiennes (*Hoploscaphites constrictus* (SOWERBY 1817)) et boréales (*Eubaculites lyelli* (d'Orbigny 1847)) (Kennedy *et al.*, 1986). C'est dans la partie occidentale des Petites Pyrénées que les faunes d'ammonites sont les plus significatives et seule cette zone est abordée dans cet article. Dans la partie orientale de cette région, la rareté des récoltes et la dispersion géographique des sites ne permet pas un développement exhaustif des faunes fossiles.

Les unités lithostratigraphiques du Crétacé supérieur des Petites Pyrénées qui renferment un assemblage faunique significatif de céphalopodes nécessitent quelques précisions. Ces unités, situées en bordure occidentale de la zone étudiée, à l'Ouest de la vallée de la Louge et dans les Dômes annexes, présentent des faciès sensiblement différents de la partie orientale des Petites Pyrénées qu'il convient de positionner précisément au sein de la trilogie lithologique Marnes de Plagne, Calcaire Nankin et Marnes d'Auzas (*cf. supra*).

La première unité, appelée Marnes bleues de Saint-Loup [-en-Comminges] (fig. 20), affleure dans l'anticlinal de Blajan-Bazordan. Elle s'étend du Campanien inférieur [= Marnes de Plagne] au Maastrichtien supérieur [= Marnes d'Auzas] et contient une remarquable association faunique caractéristique du Maastrichtien (fig. 21).

Les deux espèces principales sont le Scaphitidae *Hoploscaphites constrictus* (SOWERBY 1817) et le Baculitidae *Eubaculites lyelli* (D'ORBIGNY 1847). *Hoploscaphites*



Fig. 20 - Formation des Marnes bleues de Saint-Loup : Saint-Loup-en-Comminges, Haute-Garonne (photo : D. Téodori).



Fig. 21 - *Hoploscaphites constrictus* (SOWERBY 1817) in situ dans la Formation des Marnes bleues de Saint-Loup (Maastrichtien), Saint-Loup-en-Comminges, Haute-Garonne, D = 20 mm (photo : D. Téodori).

constrictus est une ammonite scaphicône typiquement maastrichtienne qui apparaît à la base de cet étage et disparaît à son sommet. On la retrouve fréquemment sur le versant français des Pyrénées, mais très occasionnellement sur le versant espagnol. Elle est également signalée dans les Calcaires à *Baculites* du Cotentin et présente une large répartition géographique européenne. *Eubaculites lyelli* (lectotype MNHN.F. R01020, coll. d'Orbigny) est une espèce orthocône récoltée sous la forme de tronçons portant une costulation vigoureuse sur l'ensemble du phragmocône, les côtes étant plus fortes sur l'aire dorso-latérale.

Il convient de signaler également la présence peu fréquente du Pachydiscidae *Menuites fresvillensis* (SEUNES 1890), caractérisé par un enroulement très involute (fig. 22). Le Tetragonitidae *Saghalinites* sp., avec son enroulement évolué et un nombre de tours important grandissant lentement, est également rare. Certaines espèces ont enfin été trouvées en un seul exemplaire comme le Pachydiscidae *Pachydiscus* (*P.*) *jacquoti* (SEUNES 1890) (fig. 23), à costulation très espacée associée à des bullae, le Kossmaticeratidae *Brahmaites* sp. ou encore le Neophylloceratidae *Neophylloceras ramosum* (MEEK 1857) et le Tetragonitidae *Tetragonites* sp.

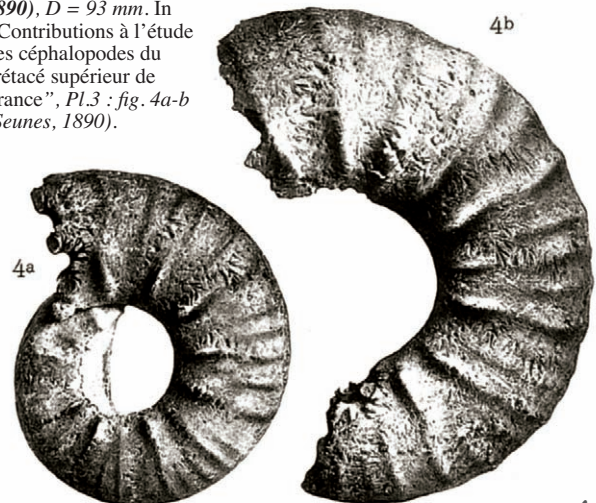
Au sein des nautiloïdes, le Nautilidae *Eutrephoceras* HYATT 1894 se rencontre fréquemment dans les Marnes bleues de Saint-Loup, sa répartition stratigraphique s'étendant à l'assise sus-jacente jusqu'à la limite K/T.

L'unité lithostratigraphique sus-jacente qui représente le Crétacé terminal est appelée Marno-calcaires de Gensac. Elle a livré *Hoploscaphites constrictus crassus* (LOPUSKI 1911), sous-espèce classique du Crétacé terminal qui représente l'ultime forme du genre dans le Maastrichtien supérieur. *Baculites*

Fig. 22 - *Menuites fresvillensis* (SEUNES 1890), D = 140 mm. In "Contributions à l'étude des céphalopodes du crétacé supérieur de France", Pl.3 : fig. 1a-b (Seunes, 1890).



Fig. 23 - *Pachydiscus* (*P.*) *jacquoti* (SEUNES 1890), D = 93 mm. In "Contributions à l'étude des céphalopodes du crétacé supérieur de France", Pl.3 : fig. 4a-b (Seunes, 1890).





Pl. D - Céphalopodes du Maastrichtien supérieur (Crétacé supérieur) des Marnes de Saint-Loup [1-12] et du Thanétien inférieur (Paléogène) [13] de Martres-Tolosane, Haute-Garonne (Petites Pyrénées). 1 : *Eutrephoceras charpentieri* (LEYMERIE 1851), D = 270 mm ; 2 : *Brahmaïtes* (*Brahmaïtes*) *brahma* (FORBE, 1846), D = 32 mm ; 3 : *Pachydiscus* (*Pachydiscus*) *jacquoti* (SEUNES 1890), D = 88 mm ; 4 : *Neophylloceras ramosum* (MEEK 1857), D = 83 mm ; 5 : *Hoploscaphites constrictus* (SOWERBY 1817), Nizan, D = 37 mm ; 6 : *Hoploscaphites constrictus* (SOWERBY 1817), vue du ventre, D = 40 mm ; 7 : *Hoploscaphites constrictus crassus* (LOPUSKI 1911), D = 30 mm ; 8 : *Tetragonites* sp., D = 55 mm ; 9 : *Phyllopachyceras forbesianum* (D'ORBIGNY 1850), D = 65 mm ; 10 : *Saghalinites* aff. *wrighti* BIRKELUND 1965, D = 60 mm ; 11 : *Hoploscaphites constrictus* (SOWERBY 1817), D = 25 mm ; 12 : *Eubaculites lyelli* (D'ORBIGNY 1847), L = 70mm ; 13 : *Cimonia* sp., D = 180 mm (coll. : D. Téodori, sauf [5] E. Hourqueig et [13] B. Goret - photos : B. G. & D. T).

vertebralis (LAMARCK 1801) est également représentée dans ce niveau stratigraphique.

Dans le Paléocène des Petites Pyrénées, les céphalopodes sont représentés par des nautiloïdes du genre *Cimonia* CONRAD 1866, un *Hercoglossidae* caractérisé par une coquille lisse et involute, à section du tour arrondie.

Les crustacés

Les premières études consacrées aux crustacés des Petites Pyrénées sont l'œuvre de Victor Van Straelen (1889-1964) (fig. 24), un paléontologue belge qui décrit, en 1925, l'espèce thanétienne *Xanthilites macrodactylus*, la plus représentative de la région.

Le nombre d'espèces de crustacés décapodes des Petites Pyrénées est bien plus élevé que ne pourrait le laisser supposer la littérature existante, un important travail d'études restant à faire pour mieux connaître ces taxons encore mal connus. La faune carcinologique est présente ponctuellement dans toute la série sédimentaire, mais seuls certains niveaux de l'Ilerdien montrent des indices de concentration avec une grande richesse en exuvies.

Dans les Marnes bleues de Saint-Loup (Crétacé supérieur), quatre espèces sont répertoriées. L'une d'entre elles, découverte par l'un d'entre nous (D.T.), a permis la création d'un nouveau genre et d'une nouvelle espèce au sein de la famille des Lyreididae : il s'agit de *Bournelyreidus teodorii* VAN BAKEL, GUINOT, ARTAL, FRAAIJE & JAGT 2012 (fig. 25) dont le matériel-type est déposé au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris (holotype MNHN.F.A47051) (Van Bakel *et al.*, 2012). Dans l'unité sus-jacente des Marno-calcaires de Gensac, cinq espèces sont recensées, mais, pour le moment, aucune n'est identifiée avec certitude.

Le Paléocène livre, quant à lui, sept espèces, dont une seule est identifiée. Toutes ces espèces proviennent de la base du dernier niveau du Thanétien inférieur (usuellement dénommé "Complexe à *Micraster tercensis*"). L'espèce caractéristique est *Xanthilites macrodactylus* VAN STRAELEN 1925 (fig. 26). Le matériel récolté a permis de mettre en évidence l'existence d'individus droitiers et gauchers, quel que soit le sexe. Ainsi, sur une centaine de spécimens prélevés, trois étaient gauchers. Nous avons également constaté qu'adultes et juvéniles vivaient ensemble.

Cinq espèces ont été découvertes dans l'Ilerdien (Calcaires de Mancieux), mais aucune n'est identifiée avec certitude. Toutefois les spécimens récoltés semblent pouvoir être rattachés aux genres *Palaeocarpilius* MILNE-EDWARDS 1862 (Xanthidae), *Hepaticus* BITTNER 1875 (Hepatidae), *Jakobsenius* SCHWEITZER 2005 (Palaeoxanthopsidae) et



Fig. 26 - *Xanthilites macrodactylus* VAN STRAELEN 1925, du "Complexe à *Micraster tercensis*", Thanétien inférieur, calcaire de Martres-Tolosane, Haute-Garonne, L = 41 mm (coll. et photo : D. Téodori).



Fig. 27 - Ilerdien : Calcaires de Mancieux à exuvies de crustacés du Fréchet, Haute-Garonne (photo : D. Téodori).

Titanocarcinus MILNE-EDWARDS 1864 (Tumidocarcinidae). Ces niveaux fournissent exclusivement des exuvies en assez grands nombres (fig. 27), mais aucun spécimen n'a encore été trouvé en connexion anatomique. Lors de nos prospections, nous avons pu constater que la faune des Petites Pyrénées ne se retrouve pas sur le versant sud en Espagne.

Les vertébrés

La mise au jour de macrorestes de vertébrés demeure un événement peu fréquent dans les Petites Pyrénées. Nous devons les premières découvertes à l'abbé Pouech (1814-1892), chanoine titulaire de la cathédrale de Pamiers dans la région du Mas-d'Azil (Ariège) au milieu du 19^e siècle. Elles concernent essentiellement des restes de dinosaures et autres reptiles du Maastrichtien. En 1859, ce grand observateur et prospecteur infatigable fût ainsi le premier à récolter des fragments de coquilles d'œufs de dinosaures en France^[7], dans le Plantaurel, région géographique limitrophe des Petites Pyrénées.

Bien que découvertes depuis un siècle et demi, les faunes de vertébrés des Petites Pyrénées sont restées longtemps dans l'oubli. Mais il est vrai que le matériel paléontologique de la région est très souvent fragmentaire, aucun squelette en connexion n'ayant été à ce jour découvert. Il faudra attendre les années 1980 pour que des fouilles systématiques soient effectuées.

Les faunes de vertébrés du Crétacé supérieur se composent essentiellement de restes de dinosaures parmi les derniers représentés connus de ces archosaures, la famille des Hadrosauridae est la mieux représentée (Le Loeuff *et al.*, 1994). La particularité des gisements pyrénéens est de fournir principalement des restes de juvéniles, ce qui complique la détermination au niveau générique et spécifique. De récentes recherches ont permis de supposer que les faunes de dinosaures ont connu des changements sensibles pendant les 6 millions d'années que dura le Maastrichtien. Les espèces du Maastrichtien inférieur sont bien connues, notamment par les gisements du Sud-Est de la France. En revanche, les dernières qui vécurent juste avant l'extinction de ce groupe le sont beaucoup moins. La rareté des gisements répertoriés dans les

Fig. 24 - Victor Van Straelen (1889-1964), un paléontologue belge surtout connu pour ses travaux sur les crustacés qui fut successivement directeur du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique (1925-1954) et premier président de la Fondation Charles Darwin (1959-1964).

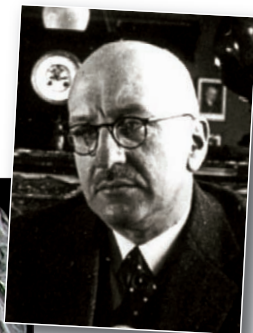


Fig. 25 - *Bournelyreidus teodorii* VAN BAKEL, GUINOT, ARTAL, FRAAIJE & JAGT 2012. holotype (MNHN.F.A47051 - leg : Téodori), Formation des Marnes bleues de Saint-Loup, Haute-Garonne, L = 80 mm (photo : D. Téodori).





Pl. E - Crustacés du Crétacé supérieur et du Paléogène de la Haute-Garonne (Petites Pyrénées). 1-3 : Maastrichtien supérieur –
1 : *Linuparus* sp., Marnes de Saint-Loup, L = 165mm ; 2 : céphalothorax de *Linuparus* sp., Marnes de Saint-Loup, H = 65 mm ; 3 : pincers de *Protocallianassa faujasi* (DESMARET 1822), Marno-calcaires de Gensac, Larcac, L = 40 mm. 4-9 : Thanétien inférieur de Martres-Tolosane – 4 : *Xanthilites macrodactylus* (VAN STRAELEN 1925), individu mâle, l = 110 mm ; 5 : exuvies de *Xanthoidea indéterminé*, l = 12 mm ; 6 : *Xanthoidea indéterminé*, l = 12 mm ; 7 : *Xanthilites macrodactylus* (VAN STRAELEN 1925), individu femelle, l = 45 mm ; 8 : *Xanthilites macrodactylus* (VAN STRAELEN 1925), individu mâle, l = 75mm ; 9 : *Xanthilites macrodactylus* (VAN STRAELEN 1925), individu gaucher, l = 55 mm. 10-14 : Ilerdien du Fréchet – 10 : exuvies d'*Hepaticus* sp., l = 11 mm et 14 mm ; 11 : carapace de *Jakobsenius* sp., l = 30 mm ; 12 : carapace de *Titanocarcinus* sp., l = 25 mm ; 13 : carapace de *Palaeocarpilius* sp., l = 38 mm ; 14 : carapace d'*Hepaticus* sp., l = 15 mm (coll. : D. Téodori, sauf [13-14] B. Goret - photos : B. G. & D. T).



Pl. F - Vertébrés du Crétacé supérieur et du Paléogène des Petites Pyrénées. 1-6 : Maastrichtien supérieur de la Haute-Garonne – 1 : *Squalicorax pristodontus* (Agassiz 1843), Marnes de Saint-Loup, H = 22 mm ; 2 : *Cretolamna cf. appendiculata* (Agassiz 1843), Marnes de Saint-Loup, H = 19 mm ; 3 : fragment de mâchoire inférieure d'*Anomoedus* sp., Marno-calcaires, Gensac de Latoue, H = 24 mm ; 4 : scapulo-procoracoïde de tortue pleurodire indéterminée, Marnes d'Auzas, Roquefort, L = 180 mm ; 5-5b : vertèbre caudale d'*Hadrosauridae* indéterminé, Marnes d'Auzas, Roquefort, H = 140 mm ; 6 : maxillaire d'*Hadrosauridae* juvénile indéterminé, Marno-calcaires de Gensac, Larcan, L = 110 mm, H = 48 mm, notez la présence de l'os carré posé dessus, L = 80 mm. 7-9 : Maastrichtien (Grés de Labarre) de l'Ariège – 7 : fémur d'*Hadrosauridae* indéterminé, L = 320 mm ; 8 : tibia d'*Hadrosauridae* indéterminé, L = 210 mm ; 9 : vertèbre caudale d'*Hadrosauridae* indéterminé, H = 48 mm. 10-17 : Thanétien inférieur de Martres-Tolosane, Haute-Garonne – 10 : *Myliobatis dixonii* (AGASSIZ 1843), H = 50 mm ; 11 : *Phyllodus* sp., L = 24 mm ; 12 : *Phyllodus* sp., L = 24 mm ; 13 : demi-plastron de tortue aquatique indéterminée, l = 510 mm, H = 300 mm ; 14 : vertèbre dorsale de crocodile eusuchien indéterminé, H = 42 mm ; 15 : vertèbre dorsale de crocodile eusuchien indéterminé, H = 30 mm ; 16 : *Heterodontus* sp., L = 5 mm ; 17 : *Mustelus biddlei* BAUT & GENAULT 1995, L = 3 mm (coll : D. Téodori, sauf [1-2] B. Goret - photos : B. G. & D. T.).

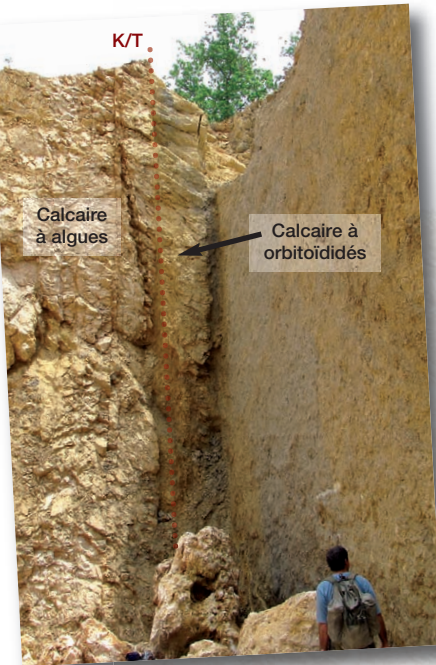


Fig. 28 - Limite K/T (Crétacé – Tertiaire) dans la carrière de Larcac, Haute-Garonne (2010) (photo : B. Goret).

Petites Pyrénées en est peut-être la cause. Le remplacement des nombreuses espèces durant le Maastrichtien peut s'expliquer par une modification de l'environnement. Une régression marquée, une baisse du niveau des mers pourraient avoir eu une influence sur le climat, le rendant plus continental. De tropical à sub-tropical, il serait devenu plus frais, plus tempéré. Le changement de végétation pourrait enfin expliquer la prédominance des hadrosaures (dinosauriens à bec de canard), avec leur

appareil masticateur sophistiqué, au détriment des titanosaures (derniers sauropodes) (Buffetaut, 1995). Dans le Calcaire Nankin, ce sont quelques restes d'hadrosaures qui ont été récoltés au Jadet.

D'autres ossements de ces dinosauriens proviennent du Grès de Labarre, l'unité lithologique qui surmonte les Marnes de Plagne dans la partie orientale des Petites Pyrénées.

Dans la partie occidentale de cette région, les Marnes bleues de Saint-Loup ont fourni une rare faune de séliaciens et de poisson osseux parmi lesquels il convient de citer le requin

lamniforme *Squalicorax pristodontus* (AGASSIZ 1843).

Les Marno-calcaires de Gensac ont livré, immédiatement sous la limite K/T (fig. 28), un exceptionnel maxillaire d'Hadrosauridae (Bilotte *et al.*, 2010) associé à une faune de séliaciens (Anacoracidae *Squalicorax pristodontus*, Mitsukurinidae *Anomotodon* sp., Serratolamnidae *Serratolamna serrata* (AG. 1843)) et de poissons osseux à dents broyeuses.

Les Marnes d'Auzas ont fourni une faune importante de vertébrés, avec notamment des restes de néosélaciens (élastobranches modernes), d'osteichthyens (Lepisosteiidae, Phyllostominae...), de chéloniens (pleurodires), de crocodiliens ainsi que de dinosauriens (théropodes, Hadrosauridae, Nodosauridae) (Laurent *et al.*, 1999).

Au Tertiaire, il faut attendre le Thanétien inférieur pour rencontrer des restes de chéloniens et de crocodiliens malheureusement indéterminés à ce jour. Sont également présents des restes de séliaciens épars. Un très beau pavé dentaire de la raie *Myliobatis dixonii* AGASSIZ 1843, associé à des vertèbres, a été découvert par l'un d'entre nous (D.T). Citons également des éléments de mâchoires inférieures du Labridae *Phyllodus* sp, ainsi que la présence de restes du requin benthique Triakidae *Mustelus biddlei* BAULT & GENAULT 1995.

Enfin, les calcaires de l'Ilerdien ne livrent que très épisodiquement quelques restes de séliaciens. ■

Remerciements : les auteurs remercient Emile Hourqueig et Michel Canivet pour la mise à disposition de spécimens de leurs collections, ainsi que pour leur aide précieuse sur le terrain. C'est grâce à l'appui indéfectible de Jean-Michel Pacaud (MNHN) et ses encouragements, à Jacques Pons pour ses nombreux et précieux conseils photographiques, ainsi qu'à tout ceux qui dans notre passion commune de la paléontologie privilégient encore le partage des connaissances, que cet article a pu voir le jour, qu'ils en soient tous remerciés.

[7] Alors qu'il dirige le Grand séminaire de Pamiers, Jean-Jacques Pouech s'intéresse à maints aspects de son Ariège natal et, notamment, à sa géologie des environs du Mas-d'Azil. Dans la série sédimentaire, qu'il considère comme entièrement Tertiaire (alors que la partie inférieure, largement continentale, est d'âge Crétacé supérieur), il récolte des « fragments de coquilles d'œufs de très grandes dimensions » qu'il considère comme ayant un volume de « quatre fois au moins celui des œufs d'Autruche » (1859). Les paléontologues parisiens restent toutefois dubitatifs sur une telle nature et Pouech en vient même à douter de son identification première dans une note infrapaginale (il évoque alors des carapaces de crustacés, voire « des tortues ou des tatous qui aient des carapaces de la nature de ces fragments »). D'autres œufs de dinosauriens, décrits une décennie plus tard par Philippe Matheron (1807-1899) à partir d'un matériel mis au jour dans les années 1840

en Provence, seront étudiés en détail par Paul Gervais (1816-1879) en 1877. Quelques os et des dents trouvés par Pouech s'avèrèrent appartenir à des dinosauriens alors que l'un d'entre eux (un gros os long) avait été originellement regardé comme appartenant à un « grand herbivore ongulé, de la division des Pachydermes » par Edouard Lartet (1801-1871), une conclusion suivie par Louis-Pierre Gratiolet (1815-1865). Après ces premières découvertes, Pouech sera à l'origine de la mise au jour de nombreux autres restes de dinosauriens piégés dans les couches d'âges Crétacé supérieur du Plantaurel, mais ses déterminations demeureront hasardeuses ou très approximatives (« crocodile, ossements indéterminés, ossement énorme [sic] de Tortue », « bassin de boa », « radius quelconque de la taille de celui d'une baleine ») probablement en raison de l'insuffisance de sa documentation et du désintérêt d'Albert Gaudry (1827-1908) pour ses trouvailles (Le Loeuff, 1993).

Références bibliographiques

- Archiac, A. d., 1859 - Note sur le genre *Ostostoma*. *Bull. Soc. Géol. France*, 2 (16) : 871-879.
- Bilotte, M., 1994 - Faunes d'ammonites et interprétations des successions sédimentaires du Campanien-Maastrichtien sous-pyrénéen (Ariège, Haute-Garonne). Réfutation d'un modèle fondé sur des âges numériques hypothétiques. *Géol. France*, 1994 (3) : 71-80.
- Bilotte, M. & Andreu, B., 2006 - Les Marnes d'Auzas (Maastrichtien supérieur sous-pyrénéen). Stratigraphie et paléoenvironnements, associations d'ostéocores. *Rev. Española Micropal.*, 3 : 309-320.
- Bilotte, M., Laurent, Y. & Téodori, D., 2010 - Restes d'hadrosaure dans le Crétacé terminal marin de Larcac (Petites Pyrénées, Haute-Garonne, France). *Carnets Géol./Notebooks Geol., Note brève/Letter* 2010/02 : 1-10.
- Binkhorst, J. T. van den, 1861 - *Monographie des Gastéropodes et des Céphalopodes de la Craie supérieure du Limbourg, suivie d'une description de quelques espèces de crustacés du même dépôt crétacé*. Muquard, Bruxelles & Müller Frères, Maastricht, 1-83, 17 pl.
- Buffetaut, E., 1995 - *Les Dinosauriens de France*. BRGM Ed., 1-144.
- Cotteau, G., 1863a - *Echinides fossiles des Pyrénées*. Congr. Scient. Fr., Bordeaux, 165-320, 9 pl.
- Cotteau, G., 1863b - *Echinides fossiles des Pyrénées*. Ed. F. Savy, 1-160, 9 pl.
- Cotteau, G. & Leymerie, A., 1856 - Catalogue des échinides fossiles des Pyrénées. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, sér. 2, 3 : 319-354.
- David, B., Mooi, R., Néraudeau, D., Saucède, T. & Villier, L., 2009 - Evolution et radiations adaptatives chez les échinides. *C.-R. Palévol*, 8 (2-3) : 189-207.
- Deshayes, G. P., 1864 - *Description des animaux sans vertèbres découverts dans le Bassin de Paris. III, livraisons 41-44*. Baillière, Paris : 1-200 ; Atlas II, pl. 63-85.
- Hébert, E., 1875 - Description de deux espèces d'"*Hemipneustes*" de la craie supérieure des Pyrénées. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, sér. 3, 3 : 592-595.
- Hottinger, L. & Schaub, H., 1960 - Zur Stufenenteilung des Paleocaens und des Eocaens. Einführung der Stufen Ilerdien et Biarritzien. *Eclogae Geol. Helv.*, 53 : 453-479.
- Jagt, J. W. M. & Kiel, S., 2007 - The operculum of *Ostostoma retzii* (NILSSON, 1827) (Gastropoda, Neritidae, Late Cretaceous) and its phylogenetic significance. *J. Palaeont.*, 82 (1) : 201-205.
- Jagt, J. W. M., Van Bakel, B. W. M., Fraaije, R. H. B. & Neumann, C., 2006 - In situ fossil hermit crabs (Paguroidea) from northwest Europe and Russia. Preliminary data on new records. *Rev. Mexicana Cienc. Geol.*, 23 : 364-369.
- Kaunhowen, F., 1898 - Die Gastropoden der Maestrichter Kreide. *Palaeont. Abh., Neue folge*, 8 (1897) : 3-132, pl. 1-13.
- Kennedy, W. J., Bilotte, M., Lepicard, B. & Segura, F., 1986 - Upper Campanian and Maastrichtian ammonites from the Petites Pyrénées, southern France. *Eclog. Geol. Helv.*, 79 : 1001-1037.
- Laurent, Y., Cavin, L. & Bilotte, M., 1999 - Découverte d'un gisement à vertébrés dans le Maastrichtien supérieur des Petites Pyrénées. *C.-R. Acad. Sci.*, sér. 2, 328 : 781-787.
- Le Loeuff, J., 1993 - L'abbé Pouech et les Dinosauriens du Plantaurel. *Soc. Hist. Archéo. Pamiers*, 23-30.
- Le Loeuff, J., Buffetaut, E., Cavin, L., Laurent, Y., Martin, M. & Tong, H., 1994 - Les hadrosaures des Corbières et des Petites Pyrénées. *Bull. Soc. Etudes Scient. Aude*, 94 : 19-21.
- Leymerie, A., 1845 - Considérations géognostiques sur les échinodermes des Pyrénées et des contrées annexes de cette chaîne de montagnes. *Bull. Soc. Géol. France*, sér. 2, 13 : 355-366.
- Leymerie, A., 1851 - Mémoire sur un nouveau type pyrénéen parallèle à la craie proprement dite. *Mém. Soc. Géol. France*, 2 (4) : 177-202.
- Leymerie, A., 1862 - Compte-rendu de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Saint-Gaudens. *Bull. Soc. Géol. France*, sér. 2, 20 : 9-20.
- Leymerie, A., 1872 - Notes sur les petites Pyrénées, chaînon extérieur de la demi-chaîne orientale des Pyrénées. *Bull. Soc. Ramond*, 111-117.
- Leymerie, A., 1877 - Mémoire sur le type Garumnien (suivi d'une description de la Colonie par M. Cotteau). *Ann. Sci. Géol.*, 9 : 1-54.
- Leymerie, A., 1878 - Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne. Privat, Toulouse, 41 pls.
- Leymerie, A., 1881 - Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne. Privat, Toulouse, 1-1010.
- Pacaud, J.-M., 2009 - Révision des mollusques du Danien (Paléocène inférieur) du Bassin de Paris. 2. Gastropoda : Neritimorpha. *Rev. Paléobiologie*, 28 (2) : 349-369.
- Pacaud, J.-M. & Goret, B., 2013 - Première occurrence du genre *Hippochrenes* (Mollusca, Gastropoda, Rostellariidae) dans le Thanétien (Paléocène supérieur) de Haute-Garonne (France) et description d'une espèce nouvelle : *H. teodorii* nov. sp. *Bull. Soc. Sci. Nat. Toulouse*, 148 : 73-81.
- Plaziat, J.-C., 1980 - Garumnien. In Les étages français et leurs stratotypes. *Cavelier, C. & Roger, J.*, (coord.), *B. R. G. M.*, : 193-197.
- Pouech, J.-J., 1859 - Mémoire sur les terrains tertiaires de l'Ariège rapportés à une coupe transversale menée de Fossat à Aillères, passant par le Mas-d'Azil, et projetée sur le méridien de ce lieu. *Bull. Soc. Géol. France*, 16 : 381-411.
- Smith, A. B. & Jeffery, C. H., 2000 - Maastrichtian and Palaeocene Echinoids: A Key to World Faunas. *Sp. Pap. Palaeont.*, 63 : 1-406.
- Tomasson, R., 1979-1981 - Hommage à la mémoire d'Alexandre Leymerie, géologue, minéralogiste et paléontologiste (1801-1878). *Mém. Soc. Acad. Aube*, 110 : 5-26.
- Van Bakel, B. W. M., Guinot, D., Artal, P., Fraaije, R. H. B. & Jagt, J. W. M., 2012 - A revision of the Palaeocorystoida and the phylogeny of raninoidian crabs (Crustacea, Decapoda, Brachyura, Podotremata). *Zootaxa*, 3215 : 1-216.
- Van Straelen, V., 1925 - Description de brachyours montiens du Comings. *Bull. Soc. Belge Géol.*, 34 : 58-62.
- Villatte, J., 1962 - *Etude stratigraphique et paléontologique du Montien des Petites Pyrénées et du Plantaurel*. Privat, Toulouse, 1-331.