

Nouvelles données paléontologiques et stratigraphiques au passage Aptien – Albien dans les Pyrénées ariégeoises (France)

Jacques REY^{1, 2}

Josep Anton MORENO-BEDMAR³

Michel BILOTTE^{1, 4}

Ricardo MARTÍNEZ⁵

Résumé : La découverte d'ammonites du passage Aptien - Albien (biozones à *Hypacanthoplites jacobi* et à *Leymeriella tardefurcata*), dans la série urgonienne de la couverture du massif de l'Arize invalide l'attribution antérieure au Clansayésien inférieur proposée sur des arguments paléontologiques non contraints.

Mots-Clefs : Ammonite ; Albien ; Pyrénées ; Ariège ; France.

Citation : REY J., MORENO-BEDMAR J.-A., BILOTTE M. & MARTINEZ R. (2013).- Nouvelles données paléontologiques et stratigraphiques au passage Aptien – Albien dans les Pyrénées ariégeoises (France).- *Carnets de Géologie [Notebooks on Geology]*, Brest, Article 2013/01 (CG2013_A01), p. 67-81.

Abstract: *New paleontological and stratigraphical data at the Aptian - Albian transition in the Ariège Pyrenees (France).*- The discovery of ammonites of the Aptian - Albian transition (*Hypacanthoplites jacobi* and *Leymeriella tardefurcata* biozones) in the Urganian series from the sedimentary section exposed in the Arize massif invalidates their former attribution to the lower Clansayesian which was proposed on the basis of unconstrained paleontological arguments.

Key Words: Ammonite; Albian; Pyrenees; Ariège; France.

Extended English Abstract

New paleontological and stratigraphical data at the Aptian - Albian transition in the Ariège Pyrenees (France)

Introduction

In the Sérrou region, the Northern Mesozoic cover of the Arize massif is characterized by "Urganian" limestones, which precede Albian

black shales and the "complexe flyschoides à floridées". It has been shown (REY, 1963, 1964) that these "Urganian" limestones contain intercalations of "clay-silty" limestone on the south side of the Lescalé syncline (Fig. 1). On the first of these intercalations, COMBES *et al.* (1968) collected fauna such as sea urchins, ammonites and benthic microfauna that allowed them to locate the Aptian - Albian boundary. Subsequently, based on bibliographical data, ESQUEVIN *et al.* (1971) and PEYBERNES (1976) attributed these intercalations to the Clansayesian and identified a transgression of late Aptian age

¹ Service Commun d'Étude et de Conservation des Collections Patrimoniales, Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse cedex (France)

² jacques.rey3@free.fr

³ Departamento de Paleontología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510 México, D.F. (Mexico)

josepamb@geologia.unam.mx

⁴ Géosciences Environnement Toulouse, 14 avenue E. Belin, F-31400 Toulouse (France)

michel.bilotte@get.obs-mip.fr

⁵ Departament de Geologia (Paleontologia), Universitat Autònoma de Barcelona, Edifici Cs, E-08193-Bellaterra, Barcelona (Espanya)

ricard.martinez@uab.cat

Manuscript online since February 28, 2013

[Editor: Michel MOULLADE; copy editor: Christian C. EMIG; language editor: Phil SALVADOR]

(*sensu anglico*, cf. MOULLADE *et al.*, 2011) in some areas above the Albian limestone or on the Jurassic substratum manifested as bauxite pockets (PEYBERNES & SOUQUET, 1972). The collection of *in situ* new ammonite fauna, and the revision of the unpublished specimens of the Chanoine J.J. POUÉCH collection, helped to provide more precise chronostratigraphical data for the model presented herein. The new fauna is dated from the Aptian - Albian transition. This age calibration partly reveals as incorrect the previous age attribution of the level of silty-clay limestone with ammonites to the early Clansayesian. Furthermore, it allows us to attribute the underlying Urgonian limestone to a younger age. This new age calibration confirms the gap in the greater part of the Aptian in the Arize massif. It also raises the problem of the chronostratigraphic value of the micropaleontological markers used to date the latest Aptian.

The ammonite fauna paleontological study (J.A. M.-B. & R. M.)

The Lower Cretaceous of the Arize massif, in the Durban region, contains the following species: *Epanisoceras* sp., Pl. 2, figs. E-G; *Hypacanthoplites* cf. *milletianus* (d'ORBIGNY, 1841), Pl. 1, figs. E-F, I, J, Pl. 2, figs. B-D; *Hypacanthoplites milletioides* CASEY, 1961, Pl. 2, figs. H-I; *Hypacanthoplites* cf. *milletioides*, Pl. 2, fig. A; *Hypacanthoplites* sp. 1, Pl. 1, figs. A-B; *Hypacanthoplites* sp. 2, Pl. 1, figs. C-D, and *Hypacanthoplites* sp. 3, Pl. 1, figs. G-H.

The *Epanisoceras* genus

The genera of the heteromorphic ammonites *Epanisoceras*, *Ephamulina* and *Pseudocrioceratites* show great similarities. The *Epanisoceras* genus was defined by COLLIGNON (1962) based on the type species *Epanisoceras rauliniani-forme* (BREISTROFFER in COLLIGNON, 1937) from the upper Aptian of Madagascar. The *Ephamulina* genus was defined by COLLIGNON (1963) based on the species *Ephamulina trituberculata* (COLLIGNON, 1949), and this taxon is associated with other species such as *Ephamulina arcuata* (COLLIGNON, 1962) and *Ephamulina curvata* COLLIGNON, 1963. In Madagascar, the chronostratigraphical range of these taxa is Early to Middle Albian. The *Pseudocrioceratites* genus was defined by EGOIAN (1969) based on the type species *Pseudocrioceratites pseudoelegans*; it is also associated with other species (e.g., *Pseudocrioceratites rotundus* EGOIAN, 1969) in the upper Aptian from the North of Caucasus. The species attributed to those three genera are generally represented by fragmentary specimens. Thus, the present state of knowledge about these taxa remains incomplete. This can lead to confusion. For example, AVRAM (2002) incorrectly assigned the Late Barremian and the Early Aptian species to the ge-

nus *Pseudocrioceratites* when they seem more likely to belong to the Ancyloceratidae family, similar to the *Audouliceras* genus.

Some authors also suggest that *Pseudocrioceratites* is synonymous with the *Acantholytoceras* genus defined by SPATH in 1923 (WRIGHT *et al.*, 1996; VERMEULEN, 2006). We disagree with that suggestion since *Acantholytoceras* shows well distributed spines, which are not present in the *Pseudocrioceratites* genus, as has been noted by SZIVES & MONKS (2002). Some authors recognize the existing similarities between the *Pseudocrioceratites* and *Ephamulina* genera and consider them to be synonymous, giving priority to the *Ephamulina* genus (SZIVES & MONKS, 2002; JOLY & DELAMETTE, 2008). In other cases, authors (DEMAY & THOMEL, 1986; MORENO-BEDMAR *et al.*, 2008) have used the *Epanisoceras* genus for the late Aptian forms, which is similar to the *Ephamulina*. We consider that the *Epanisoceras*, *Ephamulina* and *Pseudocrioceratites* genera are synonymous and we use the older *Epanisoceras* genus.

The *Hypacanthoplites* genus

All the taxa similar to the forms described by FRITEL (1906) and COLLET (1907) coming from the North of Germany have been named under the original term of *Hypacanthoplites*. According to BULOT (2007, 2010), various genera that belong to the Acanthohoplitinae subfamily are currently included in the *Hypacanthoplites* genus. This author notes that the criteria for recognition of the *Hypacanthoplites* genus is the persistence of lateral tubercles in the middle of the flank. BULOT considers that the traditional criteria used of the flat venter, present during the first stages of growth, is not the most important. It seems thus that the authentic *Hypacanthoplites* must be determined during the juvenile ontogenetic stage, using the presence or absence of tubercles as the determining criteria. Although these differences in the juvenile forms are clearly visible in JOLY and DELAMETTE (2008, Fig. 7, G and H), these authors assigned the two forms to the same genus *Hypacanthoplites*. For this reason, BULOT (2007, 2010) suggests that we should reconsider the different species that are included in the *Hypacanthoplites* genus. LATIL (2011) incorporates BULOT's ideas (2007, 2010) in his study on upper Aptian to Middle Albian ammonites of Tunisia. He defines the new *Mellegueiceras* genus which, classically would be included in the *Hypacanthoplites* genus. The definition of this new genus allows us to establish the existing differences between the upper part of the upper Aptian and the lowermost Albian Acanthohoplitinae and clarify the taxonomy as well as their biostratigraphical range. The problem related to the *Hypacanthoplites* genus has also been recognized by REBOULET *et al.* (2011), who advocated a taxonomic revision of the group.

Despite foregoing remarks in this article, because of the lack of a taxonomic revision of the *Hypacanthoplites* genus and the impossibility of observing the juvenile ontogenetic stage in our specimens, we have opted, in this work, to apply the broadest traditional understanding of the *Hypacanthoplites* genus. The same approach has been used by many authors (CASEY, 1950, 1961, 1965; FÖLLMI, 1989; RUFFELL & OWEN, 1995; BARABOSHKIN, 1999; KENNEDY *et al.*, 2000; MUTTERLOSE *et al.*, 2003; RAISOSSADAT, 2006; JOLY & DELAMETTE, 2008; MATRION, 2010).

Additionally, we examined an adult/sub-adult macroconch (Pl. 1, figs. A-B) and an adult/sub-adult microconch (Pl. 2, figs. C-D) in the specimens studied in this work. The presence of a sexual dimorphism in the *Hypacanthoplites* genus was highlighted by KEMPER (1982), KENNEDY *et al.* (2000) and BULOT (2007, 2010). The adult macroconchs have, depending on the species, dimensions commonly varying from 15 to 30 centimeters for the maximum diameter, but can be even bigger (ULLASTRE & MASRIERA, 2006, Fig. 3; MATRION, 2010, Fig. 129B). The maximum diameter of the adult microconchs can range from 4 to 8 centimeters.

We recognize two species, *Hypacanthoplites* cf. *milletianus* (d'ORBIGNY, 1841) and *Hypacanthoplites milletioides* CASEY, 1961, in the specimens studied which are associated with *Hypacanthoplites* cf. *milletioides*. Our conception of the species *Hypacanthoplites milletianus* is not based on d'ORBIGNY's idealized figurations (1841, Pl. 77, figs. 1-5), but on the lectotype coming from the Novion-Porcien (Ardennes) originally illustrated by CASEY (1965, text-fig. 160 G-F) and later by GUÉRIN-FRANIATTE *in* GAUTHIER *et al.* (2006, Pl. 33, fig. 9a-b). Our specimens (UPS-JR-MB 03, UPS-JR-MB 04 and UPS-JR-MB 05) show great similarities with the *Hypacanthoplites milletianus* lectotype. The *Hypacanthoplites milletioides* species comes from England; it was described and illustrated by CASEY (1961, 1965). The specimens studied in this work and identified as *Hypacanthoplites milletioides* and *Hypacanthoplites* cf. *milletioides* show a great similarity to the English forms.

Biostratigraphic results

The establishment of the Aptian - Albian boundary is discussed in several papers (*e.g.*, KENNEDY *et al.*, 2000; OWEN *et al.*, 2002) and remains open to debate. However, KENNEDY *et al.* (2000) put forth a solid conception of the Aptian - Albian boundary which was followed in successive versions of the Lower Cretaceous Mediterranean standard zonation until the most recent version of REBOULET *et al.* (2011), which is the zonation that we use in the present work.

The species of the *Epanisoceras* genus are present from the upper Aptian to the Middle Albian. The species of the *Hypacanthoplites* genus appear in the late Aptian in the *Hypacanthoplites jacobi* biozone and are present until the lower part of the Lower Albian, in the *Leymeriella tardefurcata* biozone. During the late Aptian, these species present flexuous ribs while the Early Albian forms have straight ribs (AMÉDRO, 1992; ROBERT *et al.*, 2001; GUÉRIN-FRANIATTE *in* GAUTHIER *et al.*, 2006).

The species herein studied can be divided into three groups:

- A. Specimens collected by some of the authors of this work (BILOTTE and/or REY) in the 1B stratigraphic interval, see Fig. 2.
- B. Specimens of the historical collections that can we can assign, with ample confidence, to the 1B stratigraphic interval.
- C. Specimens of the historical collections that we cannot assign with confidence to the 1B stratigraphic interval.

Group A is represented by four specimens: *Hypacanthoplites* sp. 2 (Pl. 1, figs. C-D) *Hypacanthoplites* cf. *milletianus* (Pl. 1, figs. E-F, I-H) and *Hypacanthoplites* sp. 3 (Pl. 1, figs. G-H). The *Hypacanthoplites milletianus* species is an Early Albian taxon which was attributed to the *Leymeriella tardefurcata* biozone (PEYBERNÈS, 1976; LATIL, 1994; MATRION, 2010). *Hypacanthoplites* sp. 2 seems to have flexuous ribs but this is caused by tectonic plastic deformation. Actually their ribs are straight, a characteristic shared with *Hypacanthoplites* cf. *milletianus*. Both taxa can be attributed to the Early Albian. In contrast, *Hypacanthoplites* sp. 3 shows slightly flexuous ribs and for this reason can be attributed to late Aptian age. According to this age assignment, the 1B stratigraphic interval contains the Aptian - Albian transition.

Group B is represented by three specimens: *Hypacanthoplites* cf. *milletioides* (Pl. 2, figs. A), *Hypacanthoplites* cf. *milletianus* (Pl. 2, figs. C-D) and *Hypacanthoplites milletioides* (Pl. 2, figs. H-I). The *Hypacanthoplites milletioides* is a very characteristic species considered by CASEY (1961) as an index form of its homonymous sub-biozone, which is located in the middle part of the *Leymeriella tardefurcata* biozone. These three specimens can be attributed to the Early Albian.

Group C is represented by three specimens: *Hypacanthoplites* sp. 1 (Pl. 1, figs. A-B), *Hypacanthoplites* cf. *milletianus* (Pl. 2, fig. B) and *Epanisoceras* sp. (Pl. 2, figs. E-G). *Hypacanthoplites* sp. 1 has flexuous ribs and this fragment of a big *Hypacanthoplites* belongs to the upper Aptian. *Hypacanthoplites* cf. *milletianus* is an Early Albian taxon and *Epanisoceras* sp. can be present in the upper Aptian and also in the Albian.

In conclusion the ammonoids herein studied characterize the *Hypacanthoplites jacobii* and *Leymeriella tardefurcata* biozones of the standard tethysian zonation of REBOULET *et al.* (2011). Using the age assignment of the ammonoids of groups A and B, we can assign the 1B stratigraphic interval to the Aptian - Albian transition. We note the absence of other Albian ammonoids taxa, for example, some species of the genus *Leymeriella*. We do not know exactly the reason why we do not find other Albian taxa. Perhaps, the small number of specimens reduces the probability of finding any particular typical Albian taxon. Another possible reason could be that in the 1B stratigraphic interval, which recorded just the boundary of the Aptian - Albian age, the typical Albian ammonoids faunas were not yet developed.

The age of the ammonites studied here is very similar to the age of the maximum transgressive zone of the Ap6 sequence of the HARDENBOL *et al.* (1998) and also to the age of the sequence S. D. 2 reported by ROBERT *et al.* (2001) in the Pyrenees. This marine transgression is the most important of the Lower Albian and corresponds to the PAQUIER level, an Oceanic Anoxic Event (OAE) inside the OAE 1b set (FÖLLMI *et al.*, 2006). The Ap6 contains the Aptian - Albian transition, which is consistent with the biostratigraphic results obtained in this work for the 1B stratigraphic interval.

Conclusions

The discovery of a significant ammonite fauna of the Late Aptian, *Hypacanthoplites jacobii* biozone and Early Albian, *Leymeriella tardefurcata* biozone in a level previously attributed to the lower Clansayesian, allows us, for the first time, to locate the position of the Aptian - Albian boundary in the Arize massif as being in the 1B stratigraphic interval. This discovery leads to the rejection of the early Clansayesian age formulated for this level by means of a list of ammonites taken from literature and considered as characteristic of a "Ariège Province", without specific knowledge of its exact provenance. Comparable mistakes, which have already been denounced in the Albian of the Pech de Foix, make the paleogeographical reconstructions proposed for the Albian of the Ariégeois North-Pyrenees obsolete. The result of this new biostratigraphic precision shows that the chronostratigraphic range of micropaleontological markers, particularly those used to date the Clansayesian (early-middle-late ?), should be revised.

Texte Français Intégral

1. Introduction

Dans le Pays de Sérou, la couverture mésozoïque septentrionale du massif de l'Arize se singularise en particulier par l'important développement de calcaires de faciès urgonien qui précèdent les marnes noires et le complexe flyschoidé à floridées de l'Albien. L'étude détaillée (REY, 1963, 1964) de différentes successions lithologiques aux abords de la vallée de l'Arize a montré que ces calcaires "urgoniens" admettaient sur le flanc Sud du synclinal de Lescalé (Fig. 1) des intercalations de calcaires argilo-gréseux. La première intercalation, épaisse de 20 à 25 m et située une cinquantaine de mètres au-dessus de la base des calcaires urgoniens (niveau 1B, Fig. 2), est connue entre les méridiens de Durban et de Rimont. Plus à l'Est et sur le flanc septentrional du synclinal de Lescalé, elle disparaît sous le biseau stratigraphique des calcaires urgoniens plus récents. A l'Ouest du méridien de Rimont, elle passe latéralement à des marnes qui se confondent avec les marnes noires de l'Albien moyen. Dans ce premier niveau de calcaires argilo-gréseux ont été récoltées des faunes (oursins, ammonites) et des microfaunes benthiques qui ont permis de situer ce niveau au passage Aptien - Albien (COMBES *et al.*, 1968). Ultérieurement, dans une synthèse des séries de l'Aptien et de l'Albien nord-pyrénéen, ESQUEVIN *et al.* (1971) ont précisé les particularités sédimentologiques, biologiques et paléogéographiques d'une "Province Ariégeoise" caractérisée par des horizons bauxitiques "dont le plus important se situe à la base des premiers niveaux de l'Aptien supérieur" ; à l'appui de cette synthèse, des faunes - essentiellement des ammonites - ont été citées ; les plus anciennes, attribuées au Clansayésien (Zones à Nolani et Jacobii, Aptien supérieur élevé *sensu anglico*, cf. MOULLADE *et al.*, 2011), proviennent "de la Coupe 24, Unité sédimentologique C", coupe dont la situation géographique n'est nulle part précisée dans cette étude, qui ne comporte aucune référence formelle de terrain. Par la suite, PEYBERNÈS (1976) s'est appuyé sur cet article d'ESQUEVIN *et al.* (1971) pour argumenter la présence du Clansayésien, pour calibrer ses associations micropaléontologiques, et pour affirmer la "transgression directe de l'Aptien élevé ou, dans certains secteurs, de l'Albien calcaire sur le substratum jurassique par l'intermédiaire ou non de poches de bauxite" (PEYBERNÈS & SOUQUET, 1972).

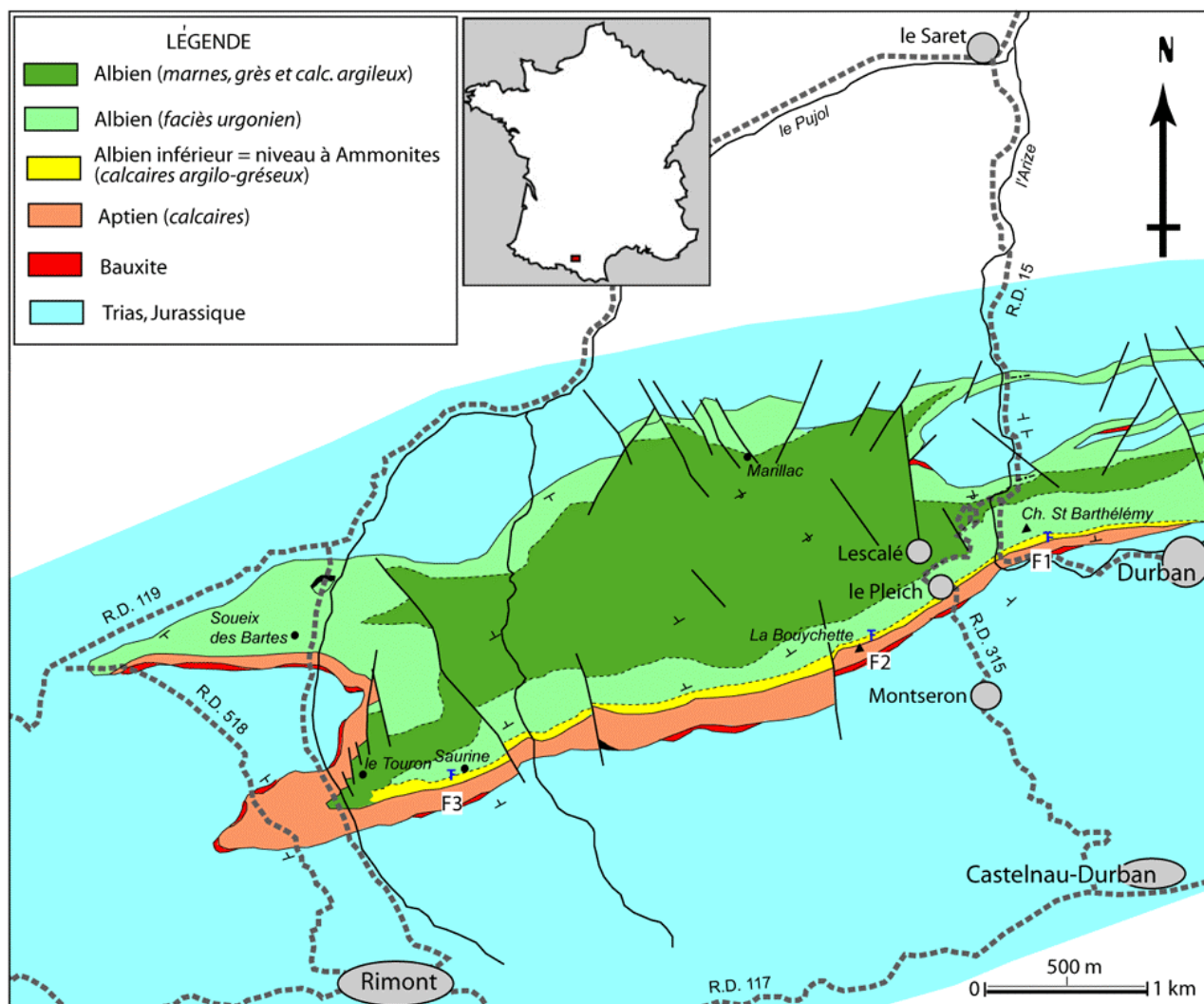


Figure 1 : Carte géologique du chaînon de l'Arize aux abords de la vallée de l'Arize. F1 : Château Saint-Barthélémy ; F2 : La Bouychette ; F3 : Saurine. *Geological map of the Arize massif cover around the Arize valley. F1 : Château Saint-Barthélémy; F2 : La Bouychette; F3 : Saurine.*

La récente découverte *in situ* d'ammonites par HANSOTTE, BILOTTE et REY dans deux coupes voisines de la vallée de l'Arize (Prétus-La Bouychette en rive gauche, et Château Saint-Barthélémy, en rive droite) a entraîné la révision des quelques faunes antérieurement récoltées (REY, 1963, 1964) et d'un matériel inédit provenant de la collection historique du chanoine J.J. POUËCH, recueilli dans la région de Rimont. L'ensemble de cette faune est daté du passage Aptien - Albiens et de l'Albiens inférieur, zone à *Leymeriella tardefurcata*. Cette nouvelle datation, pour l'essentiel, permet d'exclure la précédente attribution au Clansayésien inférieur pour le niveau de calcaires argilo-gréseux à Ammonites et de rajeunir d'autant les calcaires urgoniens sus-jacents. Elle confirme la lacune de la majeure partie de l'Aptien dans le chaînon de l'Arize ; elle pose par ailleurs le problème de la valeur chronostratigraphique des marqueurs micropaléontologiques utilisés pour dater l'Aptien terminal.

2. État des connaissances

Deux coupes situées aux abords de la vallée de l'Arize, l'une à l'Ouest - la coupe de Prétus-La Bouychette, l'autre à l'Est - en rive droite de la vallée de l'Arize, ont fourni le cadre lithologique et (micro)paléontologique des travaux antérieurs. Dans un premier temps, nous rappellerons les éléments apportés par nos prédécesseurs en nous limitant à l'encaissant du niveau marneux le plus inférieur, celui-là même qui nous livre aujourd'hui de nouveaux arguments de datation.

a. La coupe de Prétus – La Bouychette

Cette coupe se situe sur le flanc sud du synclinal de Lescalé ; la série urgonienne à intercalations marno-gréseuses débute au dessus de la bauxite. Deux analyses ont été effectuées de cette succession, dont nous rappelons les données principales. REY (1963, 1964) et COMBES *et al.* (1968) observent successivement de bas en haut :

- Un premier ensemble carbonaté (niveau 1 ; 45 à 54m), parfois gréseux, à faune abondante : polypiers, rudistes, débris de bivalves, d'oursins et de bryozoaires ; la microfaune s'y compose de "*Orbitolina lenticularis*, *O. texana parva*, *O. texana texana*, *Orbitolinopsis* sp. et *Pseudocyclammina* cf. *vasconica*" ; une attribution à une "majeure partie de l'Aptien" est proposée.
- Un deuxième ensemble (niveau 2 ; 20 à 26m) débute par quelques mètres de calcaire argilo-gréseux passant à des marnes noirâtres finement gréseuses et glauconieuses à spicules ; une faune d'oursins (*Pliotoxaster collegnoi*, *Hemiasiter minimus*, *Holaster* cf. *latissimus*) et quelques ammonites (*Hypacanthoplites* sp., *Gaudryceras* sp. et *Phylloceras* indéterminables) indiqueraient le passage de l'Aptien supérieur à l'Albien inférieur.
- Le troisième ensemble (niveau 3, 75 à 120m) est carbonaté et riche en polypiers et algues Floridées associés à *Simplorbitolina manasi*. Un âge Albien inférieur est avancé pour ce niveau dont la richesse en algues évoque le faciès de Vimport.
- Pour PEYBERNÈS (1976), les trois niveaux précités sont interprétés respectivement de la façon suivante :
- Épisode U4b – Gargasien supérieur - "Calcaires à *Pseudochoffatella cuvillieri*" (50m), plus ou moins argilo-gréseux prenant un aspect de calcaires jaunâtres, à annélides, rudistes et polypiers associés à une abondante microfaune (*Pseudochoffatella cuvillieri*, *Mesorbitolina minuta*, *M. parva*, *Coskinolinella daguini*, *Pseudocyclammina hedbergi*, *Sabaudia minuta*) et à de rares floridées (*Paraphyllum primaevum*, *P. album*, *Archaeolithothamnium rude*).
- Unité M3 – Clansayésien "inférieur" (40m) : marnes et marno-calcaires gris ou jaunes à spicules ; outre la faune citée par COMBES *et al.* (1968), sont aussi mentionnés un *Acanthoplites*, un Anisocératidé et un *Dufrenoyia* douteux ; l'auteur y ajoute les ammonites du Clansayésien mentionnées dans l'article de ESQUEVIN *et al.* (1971 ; coupe 24 de la Province Ariégeoise) dont nous rappelons que leur provenance n'était nulle part précisée dans la publication.
- Unité U5 – Calcaires urgo-albiens inférieurs (150 m) débutant par 60m de calcaires bioclastiques massifs à Floridées et Polypiers.

b. La coupe de la vallée de l'Arize

Par rapport à la section de Prétus-La Bouychette, PEYBERNÈS (1976) introduit dans cette coupe relevée en rive droite de la vallée de l'Arize, à partir de la mine de bauxite de Durban, quelques variantes qui portent essentiellement sur un plus grand détail dans l'analyse de l'épisode U4b - Gargasien supérieur – avec en particulier l'énumération d'une riche association sporo-pollinique aptienne dans des marnes ligniteuses qui couronnent la bauxite ; l'abondance des microfaunes benthiques dont *Pseudochoffatella cuvillieri* est confirmée, ainsi que l'apparition des floridées encroûtantes. La partie supérieure de l'unité M3 s'enrichit ici en carbonates (épisode U4c) ; l'ensemble M3/U4b est attribué au Clansayésien "inférieur" par corrélation avec la coupe de Prétus-La Bouychette ; l'unité U5 - Calcaires urgo-albiens inférieurs - (250 m) s'y révèle riche en rudistes, polypiers et foraminifères benthiques dont *Mesorbitolina texana* dans toute la masse carbonatée et de très rares *Simplorbitolina manasi* observées à la partie inférieure (PEYBERNÈS, 1976 : Fig. 90) ; cette unité est attribuée au Clansayésien – Albien basal.

3. Les nouveaux arguments et leurs conséquences biochronostratigraphiques

À la sortie ouest de Durban un chemin fortement encaissé (Fig. 2) relie le village aux ruines du château Saint-Barthélemy ; il emprunte sur près de 300 m une direction E-W, entaillant alors des couches sub-verticales de calcaires argilo-gréseux ; ces strates correspondent au niveau 2 de COMBES *et al.* (1968), donc à l'épisode U4c/M3 de PEYBERNÈS (1976). Bien que peu étendues, les conditions d'affleurement se sont montrées favorables à la recherche d'indices paléontologiques ; une dizaine d'ammonites y ont été recueillies, dont *Hypacanthoplites* cf. *milletianus*, *H. millettioides*, *Epanisoceras* sp. C'est sans contexte de ce niveau que proviennent quelques belles pièces de la collection du Chanoine J.J. POUÉCH qui portent l'indication "Durban" ou "St. Barthélémy" (Pl. 2, figs. A, C-D, H-I). La révision de la coupe de Prétus-La Bouychette a permis de récolter dans le même intervalle stratigraphique (niveau de 2 de COMBES *et al.*, 1968), un exemplaire d' *Hypacanthoplites* sp. (Pl. 1, figs. C-D).

Cette intercalation de calcaires argilo-gréseux se prolonge vers l'Ouest (Fig. 1) jusqu'aux fermes de Saurine et de Touron, sur le territoire de la Commune de Rimont. C'est probablement près de Saurine, dans la dépression creusée dans ces couches tendres, autrefois cultivée et maintenant envahie par une dense forêt, que le chanoine J.J. POUÉCH a collecté le spécimen représenté Pl. 1 (figs. A-B), relevant du même intervalle stratigraphique.

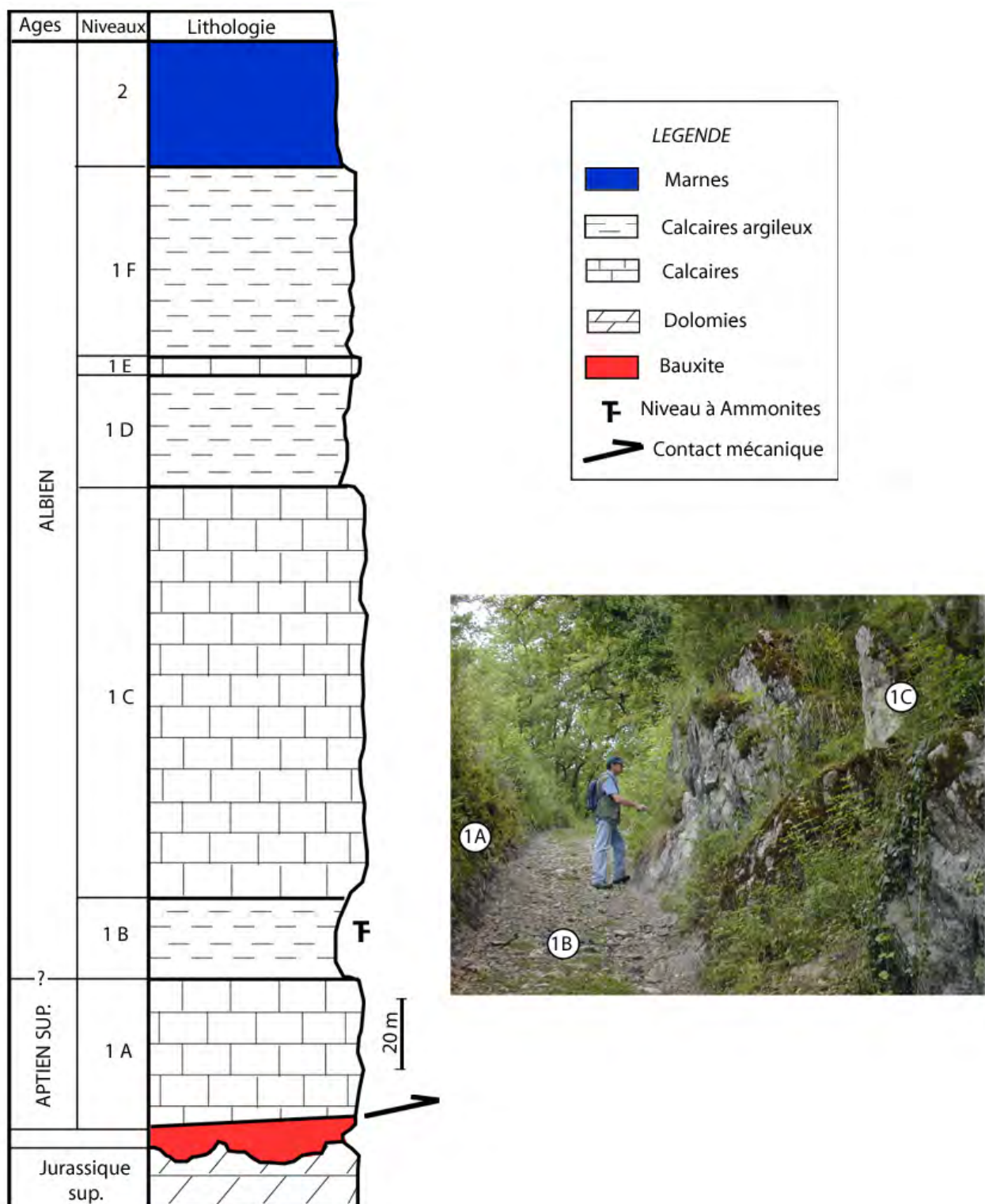


Figure 2 : Coupe stratigraphique des calcaires urgoniens dans les gorges de l'Arize et vue des calcaires argilo-gréseux à ammonites au niveau du chemin reliant Durban-sur- Arize au château Saint-Barthélemy. [Stratigraphic section of the urgonian limestones in the Arize Gorge and view of the marly-sandy limestones with ammonites on the foot-path from Durban-sur-Arize to the St. Barthelemy castle.](#)

Il résulte de ce faisceau de preuves nouvelles que l'unité M3 (Prétus-La Bouychette) ou l'épisode U4c/M3 (Gorges de l'Arize) de PEYBERNÈS (1976) ne peuvent plus être retenus pour matérialiser le Clansayésien "inférieur" (= Aptien supérieur *pro parte*). Cette attribution était par ailleurs surprenante puisque fondée

sur une liste d'ammonites (a) dont on ne connaît pas la provenance (cf. *ante*) et (b) incluant à la fois les index des zones à Nolani et Jacobi qui représentent la totalité du Clansayésien et pas seulement le Clansayésien "inférieur". En revanche la plupart des nouveaux arguments paléontologiques apportés par le présent travail

attestent tous de l'âge Aptien terminal (biozone à *Hypacanthoplites jacobii*) et Albien inférieur (biozone à *Leymeriella tardefurcata*) de cette unité lithologique.

La première conséquence de cette nouvelle attribution est une interrogation sur la valeur chronostratigraphique conférée aux marqueurs micropaléontologiques utilisés par PEYBERNÈS pour dater l'Aptien supérieur. La seconde est d'ordre paléogéographique, puisque les corrélations lithostratigraphiques au passage Aptien - Albien proposées par PEYBERNÈS pour le domaine ariégeois reposent sur des bases qui paraissent erronées. Certaines d'entre-elles avaient d'ailleurs déjà été remises en cause (KENNEDY *et al.*, 1997) après la révision des faunes d'ammonites des gisements de Laborie, de Panefabe, du Tir à la Cible et de Quillarech sur le versant nord du Pech de Foix, montrées comme caractéristiques de l'Albien inférieur (Zone à Mammillatum) et non de l'Albien moyen-supérieur.

4. Paléontologie des ammonites

(J.A. M.-B. & R. M.)

Association étudiée

Le Crétacé inférieur du massif de l'Arize, dans la région de Durban, a livré les espèces suivantes : *Epanisoceras* sp., Pl. 2, figs. E-G ; *Hypacanthoplites* cf. *milletianus* (d'ORBIGNY, 1841), Pl. 1, figs. E-F, I, J, Pl. 2, figs. B-D ; *Hypacanthoplites milletioides* CASEY, 1961, Pl. 2, figs. H-I ; *Hypacanthoplites* cf. *milletioides*, Pl. 2, fig. A ; *Hypacanthoplites* sp. 1, Pl. 1, figs. A-B ; *Hypacanthoplites* sp. 2, Pl. 1, figs. C-D, et ?*Hypacanthoplites* sp. 3, Pl. 1, figs. G-H.

Le genre *Epanisoceras*

Les genres d'ammonites hétéromorphes *Epanisoceras*, *Ephamulina* et *Pseudocrioceratites* montrent de grandes similitudes entre eux. Le genre *Epanisoceras* a été défini par COLLIGNON (1962) à partir de l'espèce type *Epanisoceras raulinianiforme* (BREISTROFFER *in* COLLIGNON, 1937) de l'Aptien supérieur de Madagascar. Le genre *Ephamulina* a été défini par COLLIGNON (1963) à partir de l'espèce *Ephamulina trituberculata* (COLLIGNON, 1949) celle-ci étant associée à d'autres espèces telle *Ephamulina arcuata* (COLLIGNON, 1962) et *Ephamulina curvata* COLLIGNON, 1963 ; à Madagascar ces taxons ont pour distribution chronostratigraphique l'Albien inférieur et moyen. Le genre *Pseudocrioceratites* a été défini par EGOIAN (1969) à partir de l'espèce type *Pseudocrioceratites pseudoelegans* ; il est aussi associé à d'autres espèces (par exemple *Pseudocrioceratites rotundus* EGOIAN, 1969) dans l'Aptien supérieur du nord du Caucase. Dans leur ensemble, les espèces attribuées à ces trois genres sont généralement formées à partir de données fragmentaires. De ce fait, l'état des connaissances disponible sur ces taxons est encore très partiel. Cela a donné lieu

à des confusions, comme par exemple avec les espèces du Barrémien supérieur et de l'Aptien inférieur, telles *Pseudocrioceratites subcircularis* et *Pseudocrioceratites gradinarui* définies par AVRAM (2002), alors qu'il semble plus vraisemblable qu'il s'agisse d'ancyloceratidés proches du genre *Audouliceras*.

Quelques auteurs proposent aussi que *Pseudocrioceratites* soit synonyme du genre *Acantholytoceras* défini par SPATH en 1923 (WRIGHT *et al.*, 1996 ; VERMEULEN, 2006). Nous sommes en désaccord avec cette conception puisque *Acantholytoceras* présente des épines bien réparties, alors qu'elles ne sont pas présentes dans le genre *Pseudocrioceratites* ainsi que l'ont fait remarquer SZIVES et MONKS (2002). Plusieurs auteurs ont reconnu les similitudes existantes entre les genres *Pseudocrioceratites* et *Ephamulina* et considèrent qu'ils sont synonymes, la priorité revenant au genre *Ephamulina* (SZIVES & MONKS, 2002 ; JOLY & DELAMETTE, 2008). D'autres auteurs (DEMARY & THOMEL, 1986 ; MORENO-BEDMAR *et al.*, 2008), au contraire, utilisent pour des formes de l'Aptien supérieur semblables au genre *Ephamulina* le genre *Epanisoceras*. Nous considérons que les genres *Epanisoceras*, *Ephamulina* et *Pseudocrioceratites* sont synonymes et nous employons pour des raisons de priorité le genre *Epanisoceras*.

Le genre *Hypacanthoplites*

Sous le terme générique *Hypacanthoplites* ont été nommés tous les taxons similaires aux formes décrites par FRITEL (1906) et COLLET (1907) qui proviennent du nord de l'Allemagne. Selon BULOT (2007, 2010), on inclut actuellement dans le genre *Hypacanthoplites* une série d'Acanthohoplitinae qui en réalité doivent relever de plusieurs genres. Cet auteur signale qu'un critère de reconnaissance du genre *Hypacanthoplites* est la persistance des tubercules latéraux au milieu des flancs. BULOT considère que le critère classiquement utilisé d'un bord ventral aplati, présent dans les premiers stades de croissance n'est pas le critère le plus important. Il semble donc que les *Hypacanthoplites* authentiques doivent être déterminés dans les stades ontogénétiques juvéniles en fonction de cette ornementation ; la présence ou l'absence de tubercules étant le critère déterminant. Ces différences sur les formes juvéniles sont nettement visibles dans l'article de JOLY et DELAMETTE (2008, Fig. 7, G et H) ce qui n'empêche pas ces auteurs de maintenir les deux formes représentées dans le même genre *Hypacanthoplites*. BULOT (2007, 2010) suggère que l'on doit reconsidérer les différentes espèces incluses dans le genre *Hypacanthoplites*. LATIL (2011) reprend les idées de BULOT (2007, 2010) dans son étude sur les ammonites de l'Aptien supérieur-Albien moyen de Tunisie. Il définit le nouveau genre *Mellegueiceras* qui,

dans la conception classique, pourrait être inclus dans le genre *Hypacanthoplites*. La définition de ce nouveau genre permet d'établir les différences existant entre les Acanthohoplitinae de l'Aptien supérieur-Albien inférieur et de préciser leur taxonomie ainsi que leur répartition biostratigraphique. Les problématiques liées au genre *Hypacanthoplites* ont aussi été reconnues par REBOULET *et al.* (2011) qui préconisent la nécessité d'une révision taxonomique du groupe.

Malgré les remarques émises ci-avant, en l'absence de cette révision taxonomique du genre *Hypacanthoplites* et en raison de l'impossibilité d'observer sur nos exemplaires les états ontogénétiques juvéniles, nous avons, dans ce travail, opté pour une acception du genre *Hypacanthoplites* dans son sens le plus large. C'est généralement cette conception qui est adoptée jusqu'à présent par de nombreux auteurs (CASEY, 1950, 1961, 1965 ; FOLLM, 1989 ; RUFFELL & OWEN, 1995 ; BARABOSHIN, 1999 ; KENNEDY *et al.*, 2000 ; MUTTERLOSE *et al.*, 2003 ; RAISOSSADAT, 2006 ; JOLY & DELAMETTE, 2008 ; MATRION, 2010).

Nous signalerons que sur les exemplaires étudiés dans ce travail, il est possible d'observer à la fois une macroconque adulte (Pl. 1, figs. A-B) et une microconque adulte (Pl. 2, figs. C-D). La présence de dimorphisme sexuel pour le genre *Hypacanthoplites*, *sensu lato*, a été suggérée par KEMPER (1982), KENNEDY *et al.* (2000) et BULOT (2007, 2010). Les macroconques adultes ont, selon les espèces, des dimensions allant de 15 à 30 centimètres pour le diamètre maximal, mais peuvent parfois même être supérieures à cette dernière valeur (ULLASTRE & MASRIERA, 2006, Fig. 3 ; MATRION, 2010, Fig. 129B). Le diamètre maximal des microconques adultes peut osciller entre 4 et 8 cm.

Le matériel étudié permet de reconnaître précisément deux espèces, *Hypacanthoplites cf. milletianus* (d'ORBIGNY, 1841) et *Hypacanthoplites millettioides* CASEY, 1961, associées à *Hypacanthoplites cf. millettioides*. Notre conception de l'espèce *Hypacanthoplites milletianus* ne se fonde pas sur les figurations idéalisées d'Alcide d'ORBIGNY (1841, Pl. 77, figs. 1-5), mais sur celles du lectotype provenant de Novion-Porcien (Ardennes) initialement illustré par CASEY (1965, text-fig. 160 G-F) et postérieurement par GUÉRIN-FRANIATTE *in* GAUTHIER *et al.* (2006, Pl. 33, fig. 9a-b). Nos exemplaires (UPS-JR-MB 03, UPS-JR-MB 04 et UPS-JR-MB 05) montrent de grandes similitudes avec le lectotype d'*Hypacanthoplites milletianus*. L'espèce *Hypacanthoplites millettioides* provient de l'Albien d'Angleterre ; elle a été décrite et illustrée par CASEY (1961, 1965). Les exemplaires étudiés dans ce travail et identifiés comme *Hypacanthoplites millettioides* et *Hypacanthoplites cf. millettioides* montrent une grande similitude avec les formes anglaises.

Analyse biostratigraphique

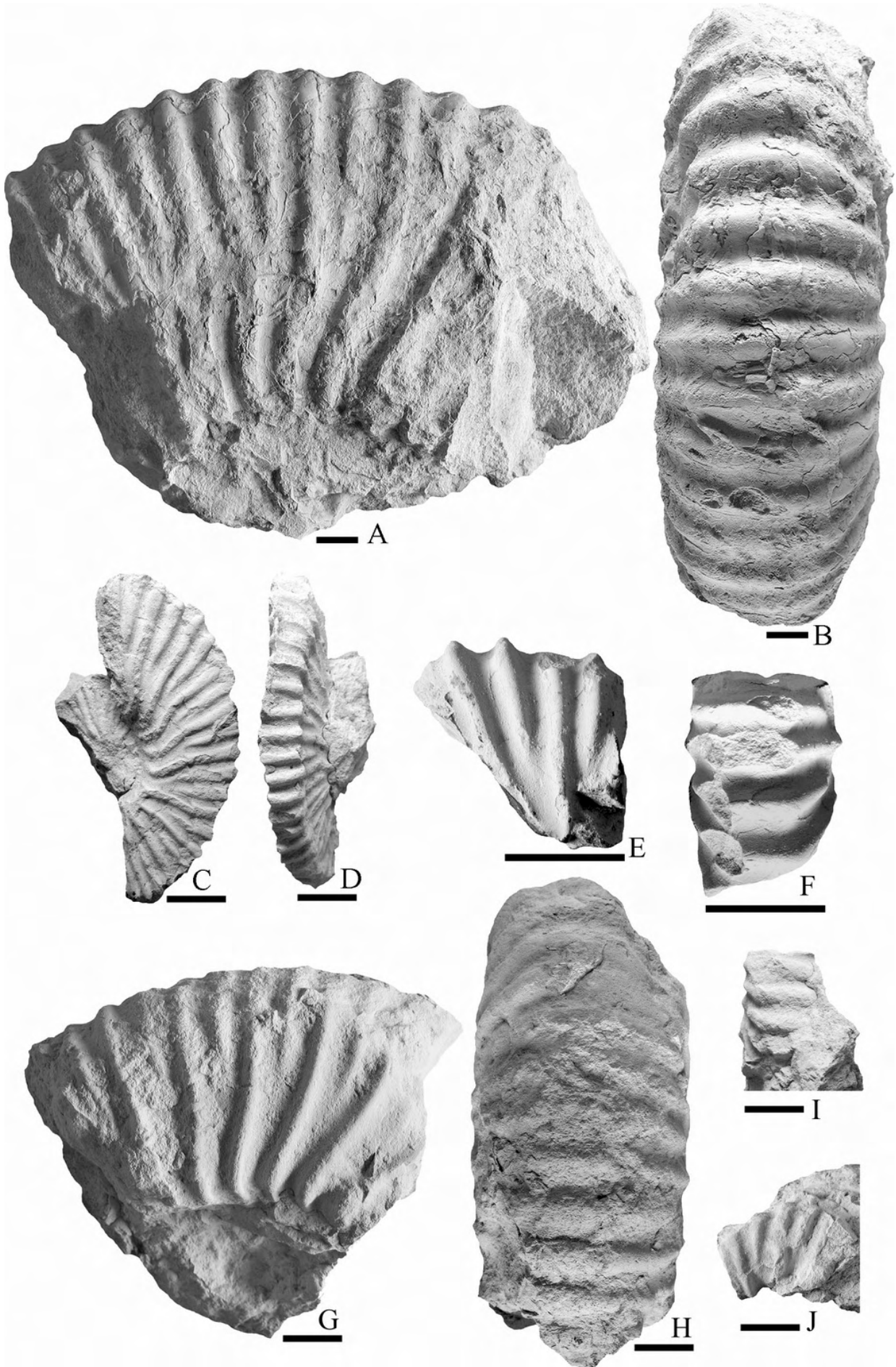
La position de la limite Aptien - Albien a été discutée dans divers articles (*e.g.*, KENNEDY *et al.*, 2000 ; OWEN *et al.*, 2002) et reste encore débattue. Cependant, KENNEDY *et al.* (2000) mettent en avant une solide conception de la limite Aptien-Albien qui a été suivie dans les versions successives de la zonation standard du Crétacé inférieur méditerranéen jusqu'à la version la plus récente de REBOULET *et al.* (2011). C'est cette zonation que nous utilisons dans ce travail.

Les espèces du genre *Epanisoceras* ont une extension allant de l'Aptien supérieur à l'Albien moyen. Les espèces du genre *Hypacanthoplites* apparaissent à l'Aptien supérieur dans la biozone à *Hypacanthoplites jacobi* et sont présentes jusqu'à l'Albien inférieur basal, biozone à *Leymeriella tardefurcata*. Durant l'Aptien supérieur ces espèces présentent des côtes flexueuses alors que dans les formes de l'Albien inférieur elles sont droites (AMÉDRO, 1992 ; ROBERT *et al.*, 2001 ; GUÉRIN-FRANIATTE *in* GAUTHIER *et al.*, 2006).

Les espèces étudiées dans ce travail peuvent être réparties en trois groupes :

- groupe A : les spécimens collectés par certains des auteurs de cette étude (BILOTTE et/ou REY) dans la première intercalation de calcaires argilo-gréseux (niveau 1B, Fig. 2) ;
- groupe B : les spécimens des collections historiques que nous pouvons rapporter avec une grande confiance au niveau stratigraphique 1B ;
- groupe C : les spécimens des collections historiques que nous ne pouvons pas situer avec une absolue certitude dans le niveau stratigraphique 1B.

Le groupe A est représenté par quatre spécimens: *Hypacanthoplites* sp. 2 (Pl. 1, figs. C-D), *Hypacanthoplites cf. milletianus* (Pl. 1, figs. E-F, I-H) et *Hypacanthoplites* sp. 3 (Pl. 1, figs. G-H). L'espèce *Hypacanthoplites milletianus* est un taxon de l'Albien inférieur qui a été attribué à la biozone à *Leymeriella tardefurcata* (PEYBERNÈS, 1976 ; LATIL, 1994 ; MATRION, 2010). *Hypacanthoplites* sp. 2 semble avoir des côtes flexueuses mais il pourrait s'agir d'un artefact résultant de déformations postérieures à la fossilisation, d'ordre lithostatique ou tectonique. Sinon, les côtes sont droites, caractéristique partagée avec *Hypacanthoplites milletianus*. Ces deux taxons peuvent être attribués à l'Albien inférieur. Par contre, *Hypacanthoplites* sp. 3 présente des côtes légèrement flexueuses et peut être rapporté à l'Aptien supérieur. Ainsi, le niveau stratigraphique 1B couvre le passage Aptien-Albien.



Le groupe B est représenté par trois spécimens : *Hypacanthoplites* cf. *milletioides* (Pl. 2, fig. A), *Hypacanthoplites* cf. *milletianus* (Pl. 2, fig. B) et *Hypacanthoplites milletioides* (Pl. 2, figs. H-I). *Hypacanthoplites milletioides* est une forme très caractéristique considérée par CASEY (1961) comme index de sa biozone homonyme, laquelle se situe dans la partie moyenne de la biozone à *Leymeriella tardefurcata*. Ces trois spécimens peuvent être attribués à l'Albien inférieur.

Le groupe C est représenté par trois spécimens : *Hypacanthoplites* sp. 1 (Pl. 1, figs. A-B), *Hypacanthoplites* cf. *milletianus* (Pl. 2, fig. B) et *Epanisoceras* sp. (Pl. 2, figs. E-G). *Hypacanthoplites* sp. 1 possède des cotes flexueuses et ce fragment de grand *Hypacanthoplites* date de l'Aptien supérieur. *Hypacanthoplites* cf. *milletianus* est un taxon de l'Albien inférieur ; *Epanisoceras* sp. peut être présent dans l'Aptien supérieur et dans l'Albien.

Ainsi, les ammonoidés ci-dessus étudiés caractérisent les biozones à *Hypacanthoplites jacobi* et à *Leymeriella tardefurcata* de la zonation téthysienne standard de REBOULET *et al.* (2011). En considérant les attributions stratigraphiques assignées aux groupes d'ammonoidés A et B, nous pouvons considérer que la première intercalation de calcaires argilo-gréseux (niveau 1B) correspond au passage Aptien – Albien. On notera l'absence d'autres taxons de l'Albien, par exemple de quelques espèces du genre *Leymeriella*. Nous en ignorons la raison. Peut-être est-ce dû au petit nombre de spécimens collectés. Une autre cause possible pourrait être que dans ce niveau stratigraphique qui intègre tout juste la limite Aptien - Albien, les faunes d'ammonoidés typiques de l'Albien "franc" ne sont pas encore développées.

◀ Planche / Plate 1 :

A-B: *Hypacanthoplites* sp. 1 – Rimont - Collection POUECH [Rimont - 1868 -] Macroconque adulte.

C-D: *Hypacanthoplites* sp. 2 - Pétrus-La Bouchette - Collection REY-BILOTTÉ [UPS-JR-MB 01].

E-F: *Hypacanthoplites* cf. *milletianus* (d'ORBIGNY, 1841) - Château Saint-Barthélemy - Coll. REY-BILOTTÉ [UPS-JR-MB 04]. Albien inférieur, zone à *Leymeriella tardefurcata*.

G-H: ? *Hypacanthoplites* sp. 3 - Château Saint-Barthélemy - Coll. HANSOTTE-BILOTTÉ [UPS- MH-MB 02].

I-J: *Hypacanthoplites* cf. *milletianus* (d'ORBIGNY, 1841) - Château Saint-Barthélemy - Coll. REY-BILOTTÉ [UPS-JR-MB 05]. Albien inférieur, zone à *Leymeriella tardefurcata*.

Échelle graphique 10mm.

L'âge des ammonites étudiées ici est très proche de l'âge du maximum transgressif de la séquence Ap6 de HARDENBOL *et al.* (1998) et aussi de l'âge de la séquence SD2 décrite par ROBERT *et al.* (2001) dans les Pyrénées. Cette transgression marine est la plus importante de l'Albien inférieur ; elle correspond au niveau Paquier, un événement anoxique océanique (EAO) dans la séquence EAO 1b (FÖLLMI *et al.*, 2006). La séquence Ap6 intègre le passage Aptien - Albien, ce qui semble très cohérent avec les résultats biostratigraphiques obtenus ici et avec la présence d'un intervalle plus terrigène (niveau 1B, Fig. 2) dans la masse des calcaires urgoniens.

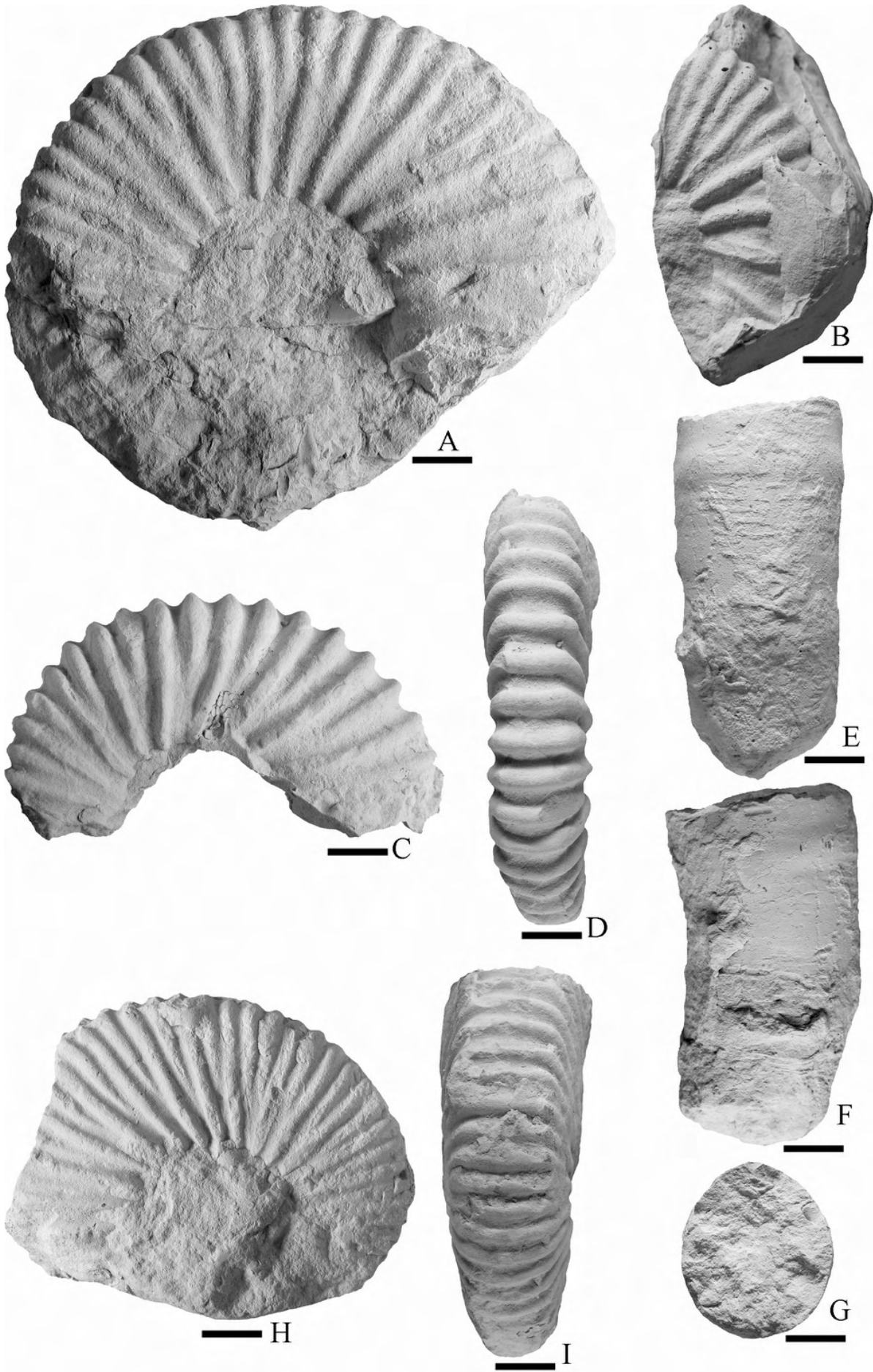
5. Conclusions

La découverte d'une faune d'ammonites significative de l'Aptien terminal – zone à *Hypacanthoplites jacobi* et de l'Albien inférieur - zone à *Leymeriella tardefurcata*, dans un niveau auparavant attribué au Clansayésien inférieur, apporte des précisions sur le passage Aptien – Albien dans le chaînon de l'Arize. Cette découverte entraîne le rejet de l'âge Clansayésien inférieur formulé pour ce niveau à partir d'une liste d'ammonites tirée de la littérature et considérée comme caractéristique d'une "Province ariégeoise" sans qu'en soit connue la provenance exacte. Des erreurs comparables, déjà dénoncées dans l'Albien du Pech de Foix, incitent à émettre des réserves sur les reconstitutions paléogéographiques proposées pour l'Albien nord-pyrénéen ariégeois. Il résulte de ces nouvelles précisions biostratigraphiques, fondées sur les ammonites, que la valeur chronostratigraphique des marqueurs micropaléontologiques utilisés en particulier pour dater le Clansayésien (inférieur-moyen-supérieur ?) nécessiterait une révision.

Remerciements

Nous dédions ce travail à Michel HANSOTTE (1942-2000), prématurément disparu qui, près d'un siècle après le chanoine J.J. POUECH de Pamiers (1814-1892), nous a conduits sur le gisement de Durban et pris une part active dans la recherche des faunes qui sont étudiées dans cet article. Nous remercions M. R. FABRE qui nous a permis d'accéder à la collection POUECH. Les ammonites décrites ici sont déposées au Collège Jean XXIII de Pamiers (Collection POUECH) et à l'université Paul Sabatier de Toulouse (UPS, collection Jacques REY -JR-, Michel BILOTTE -MB- et Michel HANSOTTE -MH-). Nous remercions les rapporteurs M. DELAMETTE, J.-L. LATIL et B. MATRION, ainsi que M. MOULLADE, éditeur, qui ont par leurs remarques contribué à l'amélioration du texte originel.

Ce travail est une contribution aux programmes du Ministerio de Ciencia e Innovación (Espagne) CGL2009-08371 et CGL2011-25581.



Références bibliographiques

- AMÉDRO F. (1992).- L'Albien du bassin anglo-parisien : Ammonites, zonation phylétique, séquences.- *Bulletin des Centres de Recherche Exploration-Production Elf-Aquitaine*, Pau, vol. 16, n° 1, p. 187-233.
- AVRAM E. (2002).- The taxonomic position and biostratigraphic value of the genus *Pseudocrioceratites* EGOIAN, 1969 (Lytocerotina, Lower Cretaceous). In: SUMMESBERGER H., HISTON K. & DAURER A. (eds.), Cephalopods - Present and Past.- *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, Wien, Band 57, p. 257-264.
- BARABOSHKIN E.J. (1999).- Albian ammonite biostratigraphy of the Northern Caucasus.- *Neues Jahrbuch für Mineralogie und Geologie, Abhandlungen*, Stuttgart, vol. 212, fasc. 1-3, p. 175-210.
- BULOT L.G. (2007).- The adaptative radiation of the Acanthoplitinae across the Aptian/Albian boundary: Tethyan vs Boreal evolution. In: GROSHENY D. & BULOT L.G. (eds.), Corrélations entre domaines téthysien et boréal au Crétacé.- Réunions thématiques du Groupe Français du Crétacé, Paris, 3-4 Décembre 2007, Volume des résumés, 6 p. (résumé).
- BULOT L.G. (2010).- Appendix. Systematic paleontology of Aptian and Albian ammonites from Southwest Iran. In: VINCENT B., BUCHEM F.S.P. van, BULOT L.G., IMMENHAUSER A., CARON M., BAGHBANI D. & HUC A.Y. (eds.), Carbon-isotope stratigraphy, biostratigraphy and organic matter distribution in the Aptian-Lower Albian successions of southwest Iran (Dariyan and Kazhdumi formations).- *GeoArabia*, Manama, Special Publication, vol. 4, p. 167-195.
- ◀ **Planche / Plate 2 :**
- A: *Hypacanthoplites* cf. *milletioides* CASEY, 1961 – Durban - Collection POUÉCH ["Durban - A. rothomagensis" - 04 -].
- B: *Hypacanthoplites* cf. *milletianus* (d'ORBIGNY, 1841) - Château Saint-Barthélemy - Coll. REY-BILOTTÉ [UPS-JR-MB 03]. Albien inférieur, zone à *Leymeriella tardefurcata*.
- C-D: *Hypacanthoplites* cf. *milletianus* (d'ORBIGNY, 1841) – Durban - Collection POUÉCH ["Durban - 1851 Ammonite ... mantelli?" -01-]. Albien inférieur, zone à *Leymeriella tardefurcata*. Microconque adulte.
- E, F, G: *Epanisoceras* sp.- Château Saint-Barthélemy - Coll. REY-BILOTTÉ [UPS- JR-MB-02]. Aptien supérieur-Albien.
- H-I: *Hypacanthoplites milletioides* CASEY, 1961 – Durban-Barthélemy - Collection POUÉCH ["Durban - 1871 ... Barthélemy" - 05-]. Albien inférieur, partie inférieure et moyenne de la zone à *Leymeriella tardefurcata*.
- Échelle graphique 10mm.
- CASEY R. (1950).- The junction of the Gault and Lower Greensand in East Sussex and at Folkestone, Kent.- *Proceedings of the Geologists' Association (London)*, vol. 61, p. 268-298.
- CASEY R. (1961).- The stratigraphical palaeontology of the Lower Greensand.- *Palaeontology*, London, vol. 3, pt. 4, p. 487-621.
- CASEY R. (1965).- The Ammonoidea of the Lower Greensand, Part VI.- *Palaeontographical Society Monographs*, London, vol. 118 (1964), p. 399-546.
- COLLET L.W. (1907).- Sur quelques espèces de l'Albien inférieur de Vöhrum (Hanovre).- *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève*, vol. 35, n° 3, p. 519-529.
- COLLIGNON M. (1937).- Paléontologie de Madagascar, XXII - Les ammonites pyriteuses de l'Aptien d'Antananarivafy.- *Annales de Paléontologie*, Paris, t. 26, p. 107-132.
- COLLIGNON M. (1949).- Recherches sur les faunes albiennes de Madagascar. 1. L'Albien d'Ambarimanga (Madagascar).- *Annales géologiques du Service des Mines, Madagascar*, fasc. 16, 128 p.
- COLLIGNON M. (1962).- Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar (Ammonites).- *Service Géologique*, Tananarive, fascicule 9 (Aptien), 64 p.
- COLLIGNON M. (1963).- Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar (Ammonites).- *Service Géologique*, Tananarive, fascicule 10 (Albien), 185 p.
- COMBES P.J., BUSNARDO R., GLAÇON G. & REY J. (1968).- Observations stratigraphiques et paléontologiques sur le faciès urgonien des Gorges de l'Arize (Ariège).- *Comptes-Rendus sommaires de la Société géologique de France*, Paris, vol. 7, p. 221-222.
- DEMAY L. & THOMEL G. (1986).- Tentative d'élaboration d'une chronologie hémérale de l'Aptien moyen (Système Crétacé) fondée sur les Ammonites.- *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, tome 302, série II, n° 1, p. 29-34.
- EGOIAN V.L. (1969).- Ammonites from the Clansayesian beds of the Western Caucasus.- *Trudy Krasnodarskogo Filiala Vsesojuznogo Neftegazovogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta*, n° 19, p. 126-188 (en russe).
- ESQUEVIN J., FOURNIÉ D. & LESTANG J. de (1971).- Les séries de l'Aptien et de l'Albien des régions nord-pyrénéennes et du sud aquitaine (France-Sud).- *Bulletin du Centre de Recherche de Pau – SNPA*, vol. 5, n° 1, p. 87-151.
- FÖLLMI K.B. (1989).- Beschreibung neugefundener Ammonoidea aus Vorarlberger Garschella-Formation (Aptian-Albian).- *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, Wien, vol. 132, p. 105-189.
- FÖLLMI K.B., GODET A., BODIN S. & LINDER P. (2006).- Interactions between environmental change and shallow water carbonate buildup

- along the northern Tethyan margin and their impact on the Early Cretaceous carbon isotope record.- *Paleoceanography*, Malden, vol. 21, n° 4, PA4211, 16 p.
- FRITEL P.H. (1906).- Sur les variations morphologiques d'*Acanthoceras Milletianum* d'ORB. sp.- *Le Naturaliste*, Paris, vol. 28, n° 472, p. 245-247.
- GAUTHIER H. (éd.), BUSNARDO R., COMBÉMOREL R., DELANOY G., FISCHER J.-C., GUÉRIN-FRANIATTE F., JOLY B., KENNEDY W.J., SORNAY J. & TINTANT H. (2006).- Révision critique de la Paléontologie française d'Alcide d'ORBIGNY. Vol. IV. Céphalopodes crétacés.- Backhuys Publisher, Leiden, 292 + 662 p.
- HARDENBOL J., THIERRY J., FARLEY M.B., JACQUIN T., GRACIANSKY P.C. de & VAIL P.R. (1998).- Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European basins. In: GRACIANSKY P.C. de, HARDENBOL J., JACQUIN T. & VAIL P.R. (éds.), *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins.- SEPM Special Publications*, vol. 60, p. 3-14.
- JOLY B. & DELAMETTE M. (2008).- Les Phylloceratoidea (Ammonoidea) aptiens et albiens du bassin vocontien (Sud-Est de la France).- *Carnets de Géologie [Notebooks on Geology]*, Brest, Mémoire 2008/04 (CG2008_MO4), 60 p.
- KEMPER E. (1982).- Die Ammoniten des späten Apt und frühen Alb Nordwestdeutschlands.- *Geologisches Jahrbuch*, Reihe A, Hannover, Heft 65, p. 553-577.
- KENNEDY W.J., BILOTTE M. & HANSOTTE M. (1997).- Albian ammonite faunas from the Pech de Foix (Ariège, France).- *Bulletin des Centres de Recherche Exploration-Production Elf-Aquitaine*, Pau, vol. 21, n° 2, p. 457-499.
- KENNEDY W.J., GALE A.S., BOWN P.R., CARON M., DAVEY R.J., GRÖCKE D. & WRAY D.S. (2000).- Integrated stratigraphy across the Aptian-Albian boundary in the Marnes Bleues, at the Col Pré-Guittard, Arnayon (Drôme), and at Tartonne (Alpes-de-Haute-Provence), France: a candidate Global Boundary Stratotype Section and Boundary Point for the base of the Albian Stage.- *Cretaceous Research*, London, vol. 21, p. 591-720.
- LATIL J.-L. (1994).- Les Lyelliceratinae SPATH, 1921 (Ammonitina, Ammonoidea) de l'Albien inférieur et moyen dans le bassin de Paris et sur les bordures du bassin vocontien : Stratigraphie, Paléobiogéographie et Taxonomie.- *Géologie Alpine*, Grenoble, n° 20, p. 327-381.
- LATIL J.-L. (2011).- Early Albian ammonites from Central Tunisia and adjacent areas of Algeria.- *Revue de Paléobiologie*, Genève, vol. 30, p. 321-429.
- MATRION B. (2010).- Les ammonites. In: COLLETÉ C. (éd.), *Stratotype de l'Albien.- Publications Scientifiques du Muséum*, Paris, Collection "Patrimoine géologique" ; Biotope Editions, Mèze ; BRGM Editions, Orléans, p. 99-193.
- MORENO-BEDMAR J.A., BULOT L.G., COMPANY M., SANDOVAL J. & TAVERA J.M. (2008).- Estudio bioestratigráfico de los ammonites del Aptiense medio de la sección de Aigües (Prebético alicantino, SE de España). Datos preliminares. In: RUIZ-OMENACA J.I., PIÑUELA L. & GARCÍA-RAMOS J.C. (eds.), *Libro de resúmenes.- XXIV Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Museo del Jurásico de Asturias (MUJA), Colunga, 2008, p. 156-157.
- MOULLADE M., GRANIER B. & TRONCHETTI G. (2011).- The Aptian Stage: Back to fundamentals.- *Episodes, Journal of International Geosciences*, Bangalore, vol. 34, n° 3, p. 148-156.
- MUTTERLOSE J., BORNEMANN A., LUPPOLD F.W., OWEN H.G., RUFFELL A., WEISS W. & WRAY D. (2003).- The Vöhrum section (northwest Germany) and the Aptian/Albian boundary.- *Cretaceous Research*, London, vol. 24, p. 203-252.
- ORBIGNY A. d' (1841).- Paléontologie française. Description zoologique et géologique de tous les animaux mollusques et rayonnés fossiles de France. Terrains Crétacés. 1, Céphalopodes. Part II (1841).- Masson, Paris, p. 121-430.
- OWEN H.G. (2002).- The base of the Albian Stage; comments on recent proposals.- *Cretaceous Research*, London, vol. 23, p. 1-13.
- PEYBERNÈS B. (1976).- Le Jurassique et le Crétacé inférieur des Pyrénées franco-espagnoles, entre la Garonne et la Méditerranée.- Thèse de Doctorat ès-Sciences Naturelles, Université Paul-Sabatier, Toulouse III, Imp. C.R.D.P., 459 p.
- PEYBERNÈS B. & SOUQUET P. (1972).- Étude géologique de la région de Saint-Girons à l'articulation des massifs de l'Arize, du Plantach, des Trois-Seigneurs et de Castillon.- *Bulletin du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, Orléans, (série I), vol. 2, p. 1-14.
- RAISOSSADAT S.N. (2006).- The ammonite family Parahoplitidae in the Sanganeh Formation of the Kopet Dagh Basin, north-eastern Iran.- *Cretaceous Research*, London, vol. 27, p. 907-922.
- REBOULET S., RAWSON P.F. & MORENO-BEDMAR J.A. (reporters), AGUIRRE-URRETA M.B., BARRAGÁN R., BOGOMOLOV Y., COMPANY M., GONZALEZ-ARREOLA C., STOYANOVA V.I., LUKENEDER A., MATRION B., MITTA V., RANDRIANALY H., VAŠÍČEK Z., BARABOSHKIN E.J., BERT D., BERSAC S., BOGDANOVA T.N., BULOT L.G., LATIL J.L., MIKHAILOVA I.A., ROPOLLO P. & SZIVES O. (2011).- Report on the 4th International Meeting of the IUGS Lower Cretaceous Ammonite Working Group, the "KILIAN Group" (Dijon, France, 30th August 2010).- *Cretaceous Research*, London, vol. 32, n° 6, p. 786-793.
- REY J. (1963).- Étude géologique du revêtement septentrional du Massif de l'Arize entre les méridiens de Rimont et de la Bastide-de-Sérou.- Diplôme d'Études Supérieures de la Faculté des Sciences, Université de Toulouse,

- 145 p. (13 Pls., 1 carte à 1/20000^e).
- REY J. (1964).- Observations sur le revêtement nord du Massif de l'Arize entre Rimont et La Bastide-de-Sérou (Ariège).- *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, vol. 99, p. 205-228.
- ROBERT E., PEYBERNÈS B. & BULOT L.G. (2001).- Caractérisation d'une nouvelle sous-zone d'ammonites au passage Aptien-Albien dans les "Marnes noires à *Hypacanthoplites*" des Pyrénées espagnoles.- *Géobios*, Villeurbanne, vol. 34, fasc. 1, p. 53-62.
- RUFFELL A.H. & OWEN H.G. (1995).- The Sandgate Formation of the M20 Motorway near Ashford, Kent and its correlation.- *Proceedings of the Geologists' Association (London)*, vol. 106, p. 1-9.
- SPATH L.F. (1923).- A monograph of the ammonoidea of the Gault. Part 1.- *Monograph of the Palaeontographical Society*, London, vol. LXXV, n° 353, 72 p. (Pls. I-IV).
- SZIVES O. & MONKS N. (2002).- Heteromorph ammonites from the Tata limestone formation (Aptian – Lower Albian), Hungary.- *Palaeontology*, Edinburgh, vol. 45, n° 6, p. 1137-1149.
- ULLASTRE J. & MASRIERA A. (2006).- El anticlinal de Bóixols - Muntanya de Nargó: consideraciones estratigráficas y estructurales basadas en una nueva cartografía geológica (Pirineo catalán, España).- *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, vol. 14, p. 5-35.
- VERMEULEN J. (2006).- Nouvelle classification à fondement phylogénétique des ammonites hétéromorphes du Crétacé inférieur.- *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle de Nice*, vol. 21, p. 137-178.
- WRIGHT C.W., CALLOMON J.H. & HOWARTH M.K. (eds., 1996).- Cretaceous Ammonoidea. In : KAESLER R.L. (ed.), *Mollusca 4 (revised)*.- *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Geological Society of America, New York ; University of Kansas, Lawrence, Part L, xx + 362 p.