

Description, biostratigraphie et interprétation des séries condensées du Crétacé inférieur de la Montagne de Ruth, à l'extrémité sud orientale de l'Arc de Castellane (Alpes-Maritimes, sud-est de la France)

Description, biostratigraphy and interpretation of the Lower Cretaceous condensed deposits of the Ruth Mountain, at the southeastern extremity of the Castellane paleofault (Alpes-Maritimes, SE of France)

STÉPHANE BERSAC¹, DIDIER BERT² & GÉRARD DELANOY³

Résumé — Situé à l'extrémité sud orientale de l'Arc de Castellane (Alpes-Maritimes, sud-est de la France), l'affleurement crétacé inférieur de la Montagne de Ruth est décrit. La biostratigraphie des dépôts est basée sur la biozonation par ammonites, récemment revue pour le Barrémien supérieur. Cet affleurement présente un faciès de plate-forme ennoyée avec un assemblage faunique diversifié caractérisé par des faunes benthiques et nectoniques (céphalopodes). Les sédiments du Barrémien supérieur à l'Albien inférieur ont enregistré les événements tectonosédimentaires connus à cette période sous la forme de niveaux de condensation, de remaniements, de lacunes stratigraphiques, et de surfaces durcies, scellés par un encroûtement ferrugineux microbien. Les observations effectuées sur cet affleurement confortent les reconstitutions paléogéographiques antérieures.

Mots clés — Biostratigraphie ; Crétacé inférieur ; lacunes stratigraphiques ; niveaux de condensation ; domaine néritique ; Arc de Castellane ; Alpes-Maritimes, sud-est de la France.

Abstract — Located in the southeastern extremity of the Castellane paleofault (Alpes-Maritimes, SE of France), the Lower Cretaceous of the Mountain of Ruth is described. The biostratigraphy of the deposits is based on the biozonation by ammonites recently revised for the Upper Barremian. This crop section shows a drowned platform facies, with notably a benthic and nektonic (cephalopods) diversified fauna. Sediments from Upper Barremian to Lower Albian have recorded the tectonosedimentary events known during this period represented by condensed and reworked levels, stratigraphical gaps, and hardgrounds, sealed by a ferruginous microbial crust. The observations made on this crop section consolidate the previous local palaeogeographic reconstructions.

Key Words — Biostratigraphy; Lower Cretaceous; stratigraphic gap; condensed level; neritic domain; Castellane paleofault; Alpes-Maritimes, South-East of France.

INTRODUCTION

Au Crétacé inférieur, différentes formations, inféodées à différents types de dépôts, sont reconnues dans l'Arc de Castellane (sud-est de la France). On observe ainsi du nord au sud (Fig. 1) : (1) l'environnement pélagique de type vocontien à subsidence et sédimentation assez continue, (2) la zone hémipélagique intermédiaire, et (3) le domaine néritique caractérisé par ses dépôts de bordure de plate-forme moins profonds, à faible taux de sédimentation et subsidence discontinue (COTILLON, 1971). La plate-forme continentale

¹ Résidence le Villeneuve A, place du Grand Jardin 06140 Vence, France ; geosteber@yahoo.fr.

² Centre des sciences de la Terre et de l'Environnement, Université de Bourgogne, UMR CNRS 5561, "Biogéosciences", 6 bd Gabriel, 21000 Dijon (France) ; paleo-db@orange.fr.

³ Département des Sciences de la Terre, Université de Nice-Sophia-Antipolis, Faculté des Sciences, 28 avenue Valrose, 06108 Nice Cedex 2, France ; delanoy@unice.fr.

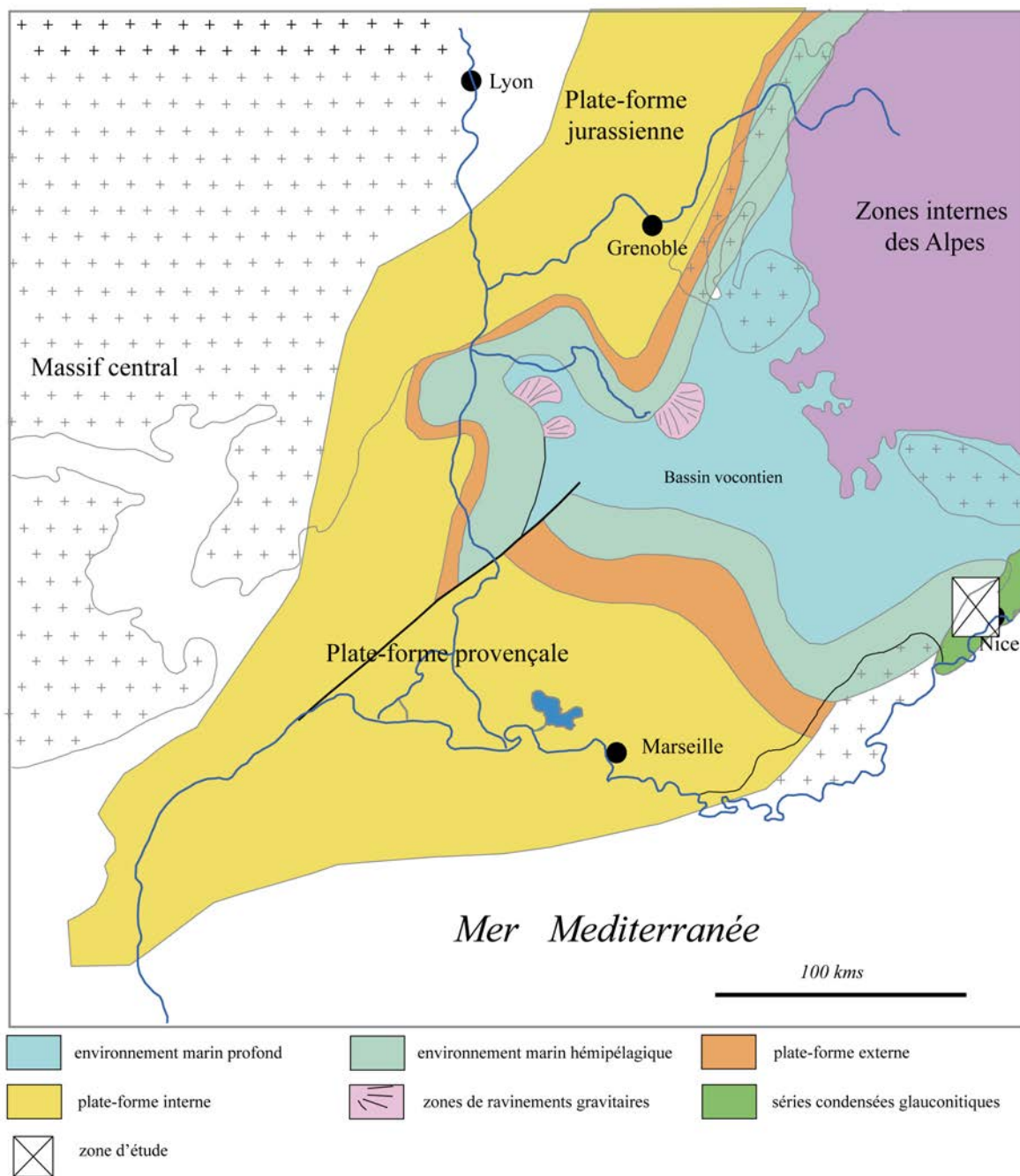


Figure 1 : Cadre paléogéographique du Sud-Est de la France au Barrémien et localisation du secteur d'étude (d'après ARNAUD, 2005, modifié).

Figure 1: Palaeogeographic frame of the SE France (Barremian), and localisation of the studied area (amended from ARNAUD, 2005).

proximale est présente plus au sud où les indices d'émersion, ou de hauts-fonds, sont présents épisodiquement en certains points dès le Jurassique inférieur.

Au niveau de la terminaison sud orientale de l'Arc de Castellane, les affleurements crétacés inférieurs sont caractérisés par leur importante réduction, la présence fréquente de niveaux remaniés, de surfaces durcies et de glauconie. On reconnaît généralement la succession suivante : (1) Berriasien et Valanginien inférieur indifférenciés au toit des « Calcaires Blancs de Provence », (2) marnes et alternances marno-calcaires du Valanginien supérieur séparées

de celles de l'Hauterivien par des niveaux riches en oolithes ferrugineuses et/ou en glauconie, (3) calcaires glauconieux de l'Hauterivien terminal-Barrémien-Aptien souvent en relief dans la topographie, et (4) marnes gréso-glauconieuses de l'Aptien-Albien.

A partir de l'étude d'un nouvel affleurement, ce travail est une contribution à la connaissance des dépôts du Crétacé inférieur de ce secteur au sud-est de l'Arc de Castellane. En particulier notre objectif principal est de dater les dépôts, les niveaux concentrés/condensés, et les lacunes présentes dans le Barrémien supérieur et l'Aptien, sur une base biostratigraphique (par ammonites) la plus fine possible. Enfin le remplacement de ces dépôts dans leur contexte paléogéographique permet de comparer nos résultats avec ceux des travaux de la littérature (cf. infra, paléogéographie).

LE CRETACE INFERIEUR DE LA MONTAGNE DE RUTH

L'affleurement de Crétacé inférieur de la Montagne de Ruth, récemment découvert par l'un d'entre nous (S. B.), semble être passé totalement inaperçu jusqu'à présent. Il n'a pas été non plus signalé lors du levé de la carte géologique au 1/50.000^e de Roquestéron (GINSBURG *et al.*, 1980), bien qu'il affleure sur plus de deux cents mètres à la faveur d'une faille orientée Nord-Sud dans les terrains du Jurassique terminal. Cet affleurement est situé au sein de l'unité tectonique de la Montagne du Chiers. Cette situation, immédiatement à l'Ouest du Var et au Nord du Chaînon des Baous (Fig. 2) en fait l'un des affleurements de terrains crétacés inférieurs les plus orientaux et méridionaux de l'Arc subalpin de Castellane. De par sa position clé, il occupe ainsi une situation d'observation privilégiée pour les reconstitutions paléogéographiques.

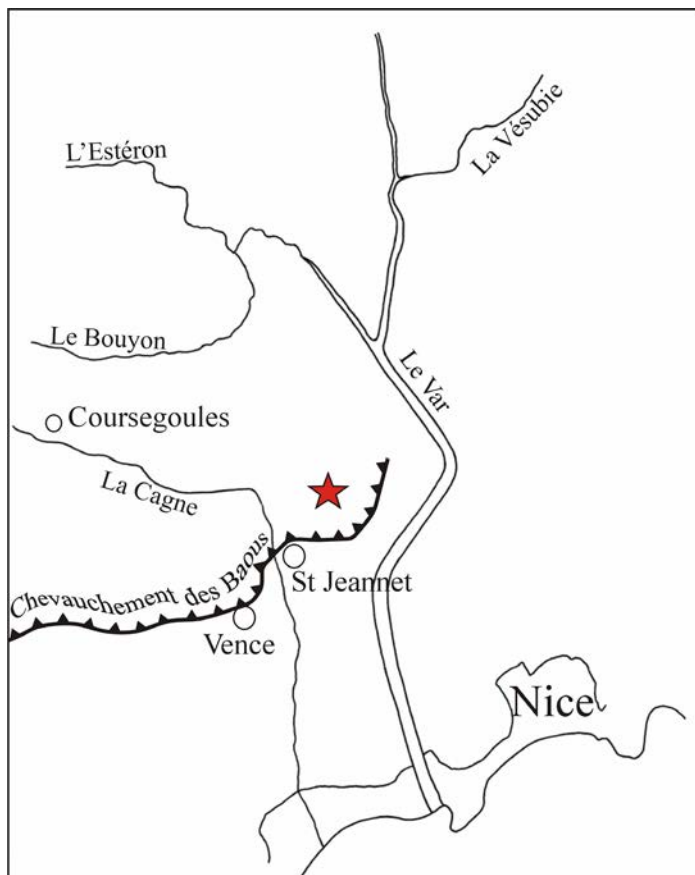


Figure 2 : Localisation géographique de la coupe de la Montagne de Ruth (Alpes-Maritimes, SE de la France).

Figure 2: Geographical area of the Montagne de Ruth' section (Maritim-Alps, SE France).

De plus, les faunes d'ammonites permettent de définir très précisément la biostratigraphie du gisement, et ainsi de mettre en évidence plusieurs niveaux de condensation taphonomique et des lacunes stratigraphiques. Notre intérêt s'est porté essentiellement sur les niveaux du Barrémien supérieur, dont la biozonation vient d'être revue (Fig. 3 – BERT *et al.*, 2008 ; BERT & DELANOY, 2009 ; BERT *et al.*, 2010), et de l'Aptien.

LITHOLOGIE, ASSEMBLAGES FAUNIQUES ET BIOSTRATIGRAPHIE

1. Description de la coupe

L'assise néocomienne n'est que très partiellement visible (Hauterivien supérieur), tandis que le Barrémien affleure dans de bonnes conditions sur quelques mètres (Fig. 4). La coupe présente de bas en haut la lithologie suivante (épaisseurs maximales entre parenthèses) :

- banc n°94 (20 cm) : calcaire glauconieux ;

	Biozones	Sous-zones	Biohorizons
Barrémien supérieur	Giraudi	Waagenoides	
		Sarasini	
			Puzosianum
		Giraudi	
			Emerici
			Giraudi
	Sartousiana	Feraudianus	Autrani
			Bersaci
			Magnum
			Feraudianus
		Provincialis	Casanovai
			Provincialis
		Limentinus	Sartousiana
			Limentinus
	Vandenheckei	Alpinum	Marchandi
Breistrofferi			
		Alpinum	
Vandenheckei			

Figure 3 : Zonation du Barrémien supérieur, d'après BERT *et al.*, 2008.

Figure 3: Upper Barremian zonation, from BERT et al., 2008.

- banc n°95 (40 cm) : calcaire grenu à rares passées ferrugineuses et très glauconieux. Ce niveau a fourni plusieurs moules internes d'ammonites mal conservés du genre *Pseudothurmania* SPATH, 1923 ;

- banc n°96 (33 cm) : calcaire gris, dur, peu glauconieux, et dont le toit est parcouru de terriers de section centimétrique, comblés par un calcaire plus glauconieux que la roche encaissante. Ce banc, très peu fossilifère, a néanmoins livré dans sa partie supérieure quelques fragments mal conservés de grandes ammonites hétéromorphes attribuables à *Emericiceras* gr. *emeric* (LEVEILLE, 1837) et *Emericiceras* gr. *koehlini* (ASTIER, 1855), ainsi que divers Barremitidae, et de rares *Kotetischvilia nicklesi* (HYATT, 1903) ;

- banc n°97 (25 cm) : calcaire marneux très glauconieux, contenant de nombreux nodules phosphatés à organisation granodécroissante et débris de fossiles roulés et phosphatés. Nous y avons récolté *Nicklesia pulchella* (D'ORBIGNY, 1841), *Kotetischvilia compressissima* (D'ORBIGNY, 1840), *Dissimilites dissimilis* (D'ORBIGNY, 1842), *Moutoniceras* gr. *nodosum* (D'ORBIGNY, 1850), *Parasaynoceras perezianus* (D'ORBIGNY, 1850), ainsi que de nombreux Barremitidae dont *Subtorcapella deecke* (KILIAN, 1915) ;

- banc n°98 (25 cm) : calcaire très induré et glauconieux ;

- banc n°99 (35 cm) : calcaire très induré et glauconieux, à très nombreux *Barremites*. Ces deux derniers bancs ont livré quelques ammonites hétéromorphes mal conservées des genres *Gassendiceras* BERT *et al.*, 2006 et *Toxancyloceras* DELANOY, 2003 ;

- niveau n°100 (9 cm) : calcaire gris hétérogène, assez glauconieux et riche en nodules phosphatés remplissant les interstices du toit du banc n°99. Ce niveau a livré quelques Hemihoplitidae *s.l.* resédimentés et indéterminables ;

- banc n°101 (9 cm) : calcaire homogène, peu glauconieux, contenant de très nombreux petits *Barremites* dont la plupart ont conservé leur test.

- niveau n°102 (7 cm) : calcaire jaunâtre, assez glauconieux, riche en nodules phosphatés et dont les fossiles présentent certains caractères de réélaboration (*sensu* FERNANDEZ-LOPEZ, 1995) : préservation des coquilles aragonitiques, bioérosion, facettes de tronçures, remplissage différentiel des loges successives des ammonites par rapport à la roche encaissante, surfaces de fractures, *etc.* La faune est très abondante et diversifiée ; elle est représentée pour l'essentiel par des formes benthiques (brachiopodes, gastéropodes, polypiers ahermatypiques, coraux encroûteurs, *etc.*). Les céphalopodes aussi sont nombreux, en particulier les bélemnites, les ammonites, et les nautilus qui paraissent néanmoins toujours plus rares. L'ammonitofaune est constituée par : *Hemihoplites feraudianus* (D'ORBIGNY, 1841) [Pl. 1, Fig. 4a-c ; Pl. 2, Fig. 1a-b], *Hemihoplites casanovai* DELANOY, 1992 (Pl. 2, Fig. 2a-b, 3a-c), *Pachyhemihoplites* aff. *thomeli* DELANOY, 1992, *Pseudoshastrioceras quereilhaci* BERT *et al.*, 2006, *Barremites strettostoma* (UHLIG, 1883), *Barremites difficilis* (D'ORBIGNY, 1841), *Barremites charrierianus* (D'ORBIGNY, 1841) [Pl. 2, Fig. 4a-b ; Pl. 3, Fig. 3a-b], *Pseudohaploceras douvillei* (FALLOT, 1920) [Pl. 3, Fig. 1a-b, 2a-b], *Protetragonites crebisulcatus* (UHLIG, 1883) [Pl. 1, Fig. 5a-b], *Silesites seranonis* (D'ORBIGNY, 1841), *Macroscaphites yvani* (PUZOS, 1832) [M] et [m], *Audouliceras* sp., ainsi que *Artareites* sp. ;

- niveau n°103 (3 cm) : calcaire hétérogène, très glauconieux, à nombreux nodules phosphatés et galets issus du remaniement des niveaux 101 et 102. Son tiers supérieur est riche en oncolithes de taille centimétrique dont les *nuclei* peuvent être formés d'un galet phosphaté ou d'un fossile remanié (Pl. 1, Fig. 3). Les rares fossiles récoltés sont des fragments réélaborés de piètre conservation et indéterminables spécifiquement : *Hypacanthoplites* sp. Une surface de discontinuité marque le toit du niveau 103 ; elle constitue la surface basale de chenaux orientés NNE-SSO qui peuvent éroder les bancs sous-jacents partiellement ou totalement, quelque fois même jusqu'au niveau 101 ;

- niveau n°104 (1 cm) : encroûtement ferrugineux et phosphaté à structure stromatolitique réticulée et laminaire de type LLH dans la classification de LOGAN *et al.* (1964) [Pl. 1, Fig. 1, 2] ;
- niveau n°105 : marnes grésoglaucouneuses visibles sur environ un mètre d'épaisseur.

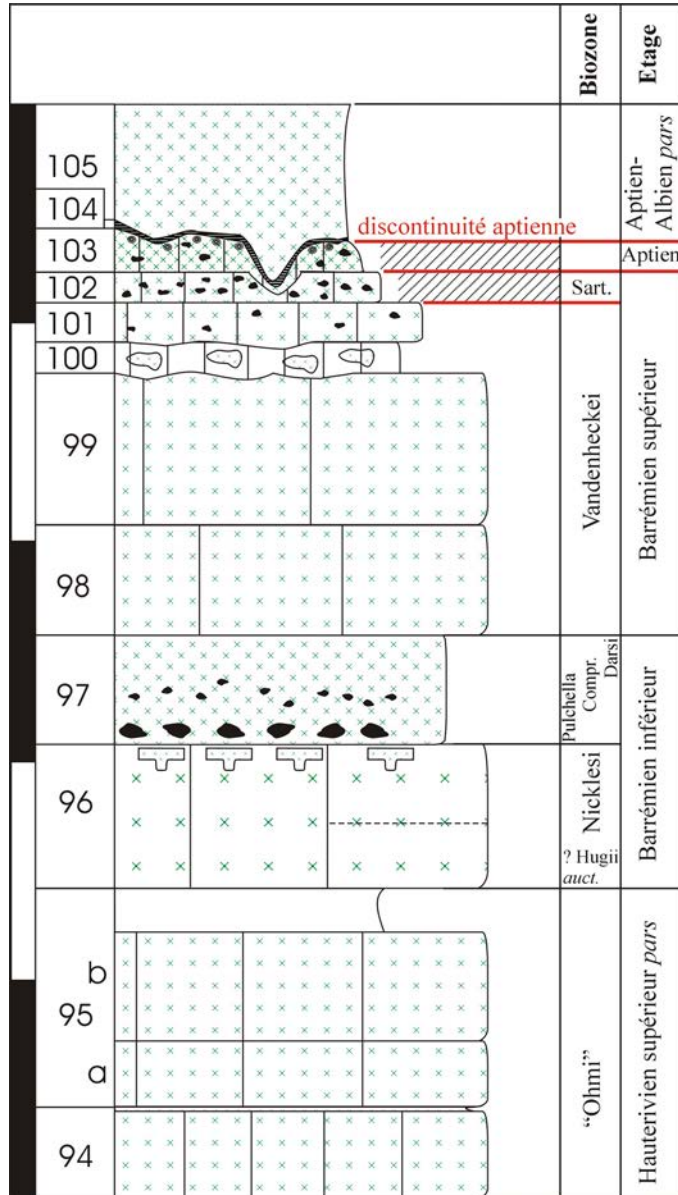


Figure 4 : Coupe du Barrémien de la Montagne de Ruth (Alpes-Maritimes, SE de la France). En rouge : lacunes caractérisées ; en hachuré : niveaux de condensation mis en évidence ; figuré en croix : glauconie.

Figure 4: Barremian section of the Ruth Mountain (Maritime-Alps, SE France). Red line: characterized gap; in hatching: underlined condensed level; crosses: glaucony.

2. Biostratigraphie

L'échelle biostratigraphique utilisée pour ce travail est celle proposée à l'occasion de la réunion des membres français du *Kilian Group* de Digne du 3 Mai 2007 (REBOULET *et al.*, 2007), amendée par REBOULET *et al.*, 2009, et complétée pour le Barrémien supérieur par BERT *et al.*, 2008 puis BERT & DELANOY, 2009, et BERT *et al.* 2010 (Fig. 3).

Au dessus du niveau hauterivien terminal à *Pseudothurmania* (n°95) de la Biozone à « Ohmi », la limite inférieure du Barrémien est fixée au mur du banc n°96 (Fig. 4) dont la partie supérieure est datée de la Biozone à Nicklesi. La présence de la Biozone basale à *Hugii auctorum* n'est toute fois pas à exclure, en particulier pour la partie inférieure du banc qui n'a, jusqu'à présent, fourni aucun fossile.

Au dessus, les biozones à *Pulchella*, *Compressissima* et *Moutonianum*, sont bien caractérisées dans le niveau concentré n°97. Les bancs n°98 à 101 sont datés de la Biozone à

Vandenheckei. A noter que le banc 101 est l'équivalent du « niveau à petits *Barremites* » qui a fait l'objet d'une étude récente (banc 108 de la coupe de Majastre *in* BERT, 2009). Ce niveau est daté précisément de la partie médiane de la sous-zone à Alpinum.

Les ammonites récoltées dans le dernier banc du Barrémien de la Montagne de Ruth (n°102) proviennent exclusivement de la Biozone à Sartousiana, plus précisément de l'extrême sommet de la sous-zone à Provincialis (Biohorizon à Casanovai) et de la base de la sous-zone à Feraudianus (Biohorizon à Feraudianus). Le banc n°103 est le seul à contenir une faune de l'Aptien supérieur.

Par analogie avec les autres coupes du secteur voisin de Coursegoules (données inédites ; COTILLON, 1971 ; TAPOUL, 1977), le niveau 105 est attribué à l'Aptien supérieur-Albien inférieur.

Cette analyse biostratigraphique permet de mettre en évidence au moins deux lacunes qui encadrent le banc 102 (Fig. 4) et qu'il est possible de dater assez précisément en rapport aux faunes d'ammonites. La première, barrémienne, est datée du sommet de la Biozone à Vandenheckei (biohorizons à Breistrofferi et Marchandi), et comprend aussi les sous-zones à Limentinus et Provincialis *pro parte* (partie inférieure Biozone à Sartousiana). La seconde lacune concerne la totalité du Barrémien terminal, dès le sommet de la sous-zone à Feraudianus (Biohorizon à Magnini), ainsi que l'Aptien inférieur/moyen.

Par ailleurs, les caractéristiques du banc n°102 mettent en évidence des phénomènes complexes de remaniements sédimentaires. Ici les faunes sont mélangées et ne respectent pas la succession stratigraphique des espèces observée dans le bassin du secteur d'Angles-Barrême-Castellane (région du stratotype historique du Barrémien). Ce n'est pas le cas pour un simple phénomène de concentration sédimentaire avec baisse du taux de sédimentation (MARCHAND & TARKOWSKI, 1992 ; FERNANDEZ-LOPEZ & GOMEZ, 1991), mais correspond d'avantage à un épisode de condensation taphonomique.

PALEOGEOGRAPHIE

Le secteur de la Montagne de Ruth est situé à l'extrémité Est du bloc basculé provençal, immédiatement au nord de l'accident des Baous (DARDEAU, 1987). L'affleurement étudié est caractérisé au Crétacé inférieur par l'abondance de la glauconie, des lacunes de sédimentation et des phénomènes de concentration/condensation d'une part, et d'autre part par la présence d'une forte diversité faunique, avec une grande proportion de formes benthiques, mais aussi de nombreux céphalopodes. Ces caractères sont ceux d'un milieu de plate-forme ennoyée, plus ou moins ouvert sur l'océan au cours du temps.

Ces observations viennent confirmer les reconstitutions paléogéographiques de COTILLON (1971, p. 274 à 277) : au niveau régional, le Crétacé inférieur de la montagne de Ruth est situé entre des séries néritiques plus dilatées au Nord et au Nord-Ouest, et celles, plus réduites, du domaine provençal au Sud. Cette réduction croissante du Crétacé inférieur du Nord au Sud et d'Ouest en Est, en particulier à l'approche de l'Arc de Nice est liée à l'affaissement de la partie Nord du bloc provençal (DARDEAU, 1987).

La présence de dépôts condensés plus ou moins phosphatés et d'encroûtements microbiens au toit des calcaires barrémo-aptiens tels que décrits dans ce travail pour la Montagne de Ruth, a été observée sur plus de 2500 km sur la marge Nord de la Téthys (DELAMETTE, 1988, 1990 ; BREHERET, 1997). Dans le Sud-Est de la France, ces dépôts sont souvent formés d'un « béton phosphaté » à nodules et fossiles remaniés, et accompagnés de structures microbiennes situées à l'interface des calcaires néritiques barrémiens et des marnes glauconieuses apto-albiennes (MONTENAT *et al.*, 1997 ; GUEBHARD, 1982 ; COTILLON, 1985), voire cénomaniennes (CARON *et al.*, 1971 ; ROYANT *et al.*, 1970 ; RIOULT & ROYANT, 1975 ; MASSE *et al.*, 1990).

La mise en place de ces niveaux est généralement attribuée aux perturbations climatiques et eustatiques mésocrétacées survenues au sein du domaine téthysien, et en particulier à l'événement anoxique global OAE1 de SCHANGER & JENKYN (1976), modulées dans le cas de l'Est de l'Arc de Castellane par la tectonique synsédimentaire locale, en particulier les jeux de blocs basculés (COTILLON, 1985 ; COTILLON *et al.*, 2000 ; MASSE, 2002 ; DELAMETTE, 1988 ; BREHERET, 1997 ; PASQUINI *et al.*, 2004).

CONCLUSION

Le nouveau gisement de la Montagne de Ruth est l'affleurement de Crétacé inférieur le plus oriental et méridional connu à ce jour dans l'Arc de Castellane. A ce titre, son étude présente une contribution à la connaissance de ces dépôts dans le Sud des Alpes-Maritimes (Sud-Est de la France), et il représente un jalon important dans les reconstitutions de paléogéographies locales. La présence de dépôts d'un milieu de plate-forme influencé par le large est à mettre en parallèle avec l'affaissement de la partie Nord du bloc provençal et l'enneigement progressif de la région du Nord au Sud, enneigement plus généralisé dès l'Aptien supérieur et surtout à l'Albien.

L'étude biostratigraphique fine du gisement a permis la datation précise de ses dépôts, ainsi que la mise en évidence, au Barrémien supérieur et à l'Aptien, de niveaux particuliers de condensation et de plusieurs lacunes stratigraphiques. Ces niveaux, ainsi que la présence d'encroûtements microbiens au sommet des calcaires barrémo-aptiens, sont mis en relation avec les perturbations liées à l'évènement anoxique global OAE1, modulé par la tectonique locale.

Remerciements — Nous tenons à adresser nos plus sincères remerciements à Bruno GRANIER de l'Université de Bretagne Occidentale (Brest) pour ses corrections et commentaires constructifs.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BERT D., DELANOY G. & BERSAC S., 2008, New biohorizons and proposal for a revision of the ammonite biozonation of the Upper Barremian of southeastern France. *Carnets de Géologie - Notebooks on Geology*, Brest, Article 2008/03 (CG2008_A03), 18 p.

BERT D. & DELANOY G., 2009, *Pseudoshasticioceras bersaci* nov. sp. (Ammonoidea, Gassendiceratinae), and new ammonite biohorizon for the Upper Barremian of southeastern France. *Carnets de Géologie - Notebooks on Geology*, Brest, Article 2009/02 (CG2009_A02), 22 p.

BERT D., 2009, Description de *Artareites landii* nov. (Ammonoidea) du Barrémien supérieur de Majastre (Sud-Est de la France) et discussion sur les Helicancyliidae Hyatt, 1894. *Annales de Paléontologie*, Paris, 95 : 139-163.

BERT D., BUSNARDO R., DELANOY G. & BERSAC S., 2010, Problems in the identity of "*Crioceras*" *barremense* KILIAN, 1895 (Ancyloceratida, Upper Barremian) and their proposed resolution. *Carnets de Géologie - Notebooks on Geology*, Brest.

BREHERET J.G., 1997, L'Aptien et l'Albien de la Fosse vocontienne (des bordures au bassin): évolution de la sédimentation et enseignement sur les événements anoxiques. *Publications de la Société Géologique du Nord*, Lille, 25, 634 p.

CARON M., RIOULT M. & ROYANT G., 1971, Position stratigraphique de la « croûte phosphatée » et des « calcschistes planctoniques » dans le versant méridional de l'Armetta (Alpes ligures). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 272D, p. 704-706.

COTILLON P., 1971, Le Crétacé inférieur de l'arc subalpin de Castellane entre l'Asse et le Var ; stratigraphie et sédimentologie. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, Orléans, n°68, 330 p.

COTILLON P., 1985, Hauts-fonds de la marge Nord Est provençale au Crétacé inférieur. Un exemple de contrôle tectonique et bathymétrique. *Bulletin de la Section des Sciences*, IX, p. 25-38.

COTILLON P., BANVILLET M., GAILLARD CH., GROSHENY D. & OLIVERO D., 2000, Les surfaces à Rhizocorallium de l'Aptien inférieur sur la bordure méridionale du Bassin vocontien (France, SE), marqueurs de dynamiques locales ; leurs relations avec un événement anoxique global. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, 171(2), p. 229-238.

DARDEAU G., 1987, Inversion du style tectonique et permanence des unités structurales dans l'histoire mésozoïque et alpine du bassin des Alpes-Maritimes, partie de l'ancienne marge passive de la Téthys. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, t.305 II, p. 483-486.

DELAMETTE M., 1988, Relation between the condensed Albian deposits of the Helvetic domain and the oceanic current-influenced continental margin of the N Tethys. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, 8 IV 5, p. 739-745.

DELAMETTE M., 1990, Aptian, Albian and Cenomanian microbialites from the condensed phosphatic deposits of the Helvetic shelf, Western Alps. *Eclogae Geologicae Helveticae*, Basel, 83(1), p. 99-121.

FERNANDEZ-LOPEZ S. R., 1995, Taphonomie et interprétation des paléoenvironnements. *Géobios*, Lyon, MS 18, p. 137-154.

FERNANDEZ-LOPEZ S. R. & GOMEZ J. J., 1991, Condensacion : significados y aplicaciones al analisis de cuencas. *Estudios Geologicos*, Madrid, 47, p. 169-181.

GEBHARD G., 1982, Glauconite condensation through high-energy events in the Albian near Clars (Escagnolles, Var, S-E France) – in EISELE G. & SEILACHER A. eds., Cyclic and event stratification, *Springer Verlag*, Berlin, p. 286-298.

GINSBURG L., MONTENAT C., BAUBRON J.-C. & ALZIAR G., 1980, Carte géologique de la France à 1/50 000. Feuille de Roquestéron. *Bureau des Recherches Géologiques et Minières*, Orléans : XXXVI-42.

LOGAN B.W., REZAK R. & GINSBURG R.N., 1964, Classification and environmental significance of algal stromatolites. *Journal of Geology*, Chicago, 72, p. 68-83.

MARCHAND D. & TARKOWSKI R. A., 1992, Les Ammonites du niveau vert de Zalas (Oxfordien inférieur, Pologne du Sud). Condensation ou concentration de faunes. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences*, Warszawa, 40, 1, p. 55-65.

MASSE J.P., 2002, Les discontinuités stratigraphiques des séries carbonatées de la plate-forme à l'Aptien inférieur. Chronologie et paléoenvironnement. *STRATI 2002, 3ieme Congrès Français de Stratigraphie*, Lyon 8-10/07/2002 in *Documents du Laboratoire Géologique de Lyon*, 156, p. 160.

MASSE J.P., MASSE P.J.L. & TRONCHETTI G., 1990, Variations sédimentaires sous contrôle tectonique durant l'Aptien supérieur-Cénomancien moyen à l'articulation des blocs provençal et languedocien (Sud Est de la France) : cadre paléocéanographique et implications paléogéographiques. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, (8) VI 6, p. 963-971.

MONTENAT C., HIBSCH C., PERRIER J.C., PASCAUD F. & DE BRETIZEL P., 1997, Tectonique cassante d'âge crétacé inférieur dans l'Arc de Nice (Alpes-Maritimes, France). *Géologie Alpine*, Grenoble, 73, p. 59-66.

PASQUINI C., LUALDI A. & VERCESI P., 2004, Depositional dynamics of glaucony-rich deposits in the Lower Cretaceous of the Nice arc, southeast France. *Cretaceous Research*, London, 25, p. 179-189.

REBOULET S., 2007, (reporter) and ATROPS F., BERT D., BULOT L., BUSNARDO R., DELANOY G., & VERMEULEN J., Compte rendu de la réunion des biostratigraphes français du *Kilian Group* IUGS Lower Cretaceous Ammonites Working Group, Digne-les-Bains (France), Mercredi 2 Mai 2007 (9H-17H). Parc St Benoît Réserve Géologique de Haute-Provence, France. Thème : zonation Hauterivien – Barrémien. *Excursion book in Carnets de Géologie*, Brest, 14 p.

REBOULET S., & KLEIN J. (reporters) and BARRAGAN R., COMPANY M., GONZALEZ-ARREOLA C., LUKENEDER A., RAISOSSADAT S. N., SANDOVAL J., SZIVES O., TAVERA J. M., VASICEK Z., VERMEULEN J., 2009, Report on the 3rd International Meeting of the IUGS Lower Cretaceous Ammonite Working Group, the "Kilian Group" (Vienna, Austria, 15th April 2008). *Cretaceous Research* (2009), doi:10.1016/j.cretres.2008.12.009.

RIOULT M. & ROYANT G., 1975, La « croûte stromatholitique de Manara » : horizon-repère de l'Aptien-Albien dans la série Briançonnaise du Monte Armette (Alpes ligures). *IXieme Congrès International de Sédimentologie*, Nice, 1975, thème 10, p. 123-129.

ROYANT G., RIOULT M. & LANTEAUME M., 1970, Horizon stromatolithique à la base du Crétacé supérieur dans le Briançonnais ligure. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, (7) XII 2, p. 372-374.

SCHLANGER S.O. & JENKYNS H.C., 1976, Cretaceous oceanic anoxic events : causes and consequences. *Netherlands Journal of Geosciences*, Utrecht, 55, 3-4, p. 179-184.

TAPOUL J.F., 1977, Etude géologique de la bordure sud-orientale de l'arc de Castellane entre le Loup et la Cagne. *Thèse Universitaire (inédit)*, Nice, 189 p.

PLANCHES

Planche 1

- Figure 1 : Surface de la couche à stromatolites (niveau 104), x 0,5 ;
- Figure 2 : stromatolites en coupe (niveau 104), x 1 ;
- Figure 3 : oncolithe du niveau 103, X 1 ;
- Figure 4a-c : *Hemihoplites feraudianus* (D'ORBIGNY, 1841), spécimen n°CST5, coll. Bersac, x 1 ;
- Figure 5a-b : *Protetragonites crebisulcatus* (UHLIG, 1883), spécimen n°AY06, coll. Bert, x 1.

Plate 1

- Figure 1: Top of the stromatolite layer (niveau 104), x 0.5;
- Figure 2: section of a stromatolite (level 104), x 1;
- Figure 3: oncolite of the bed 103, x 1;
- Figure 4a-c: *Hemihoplites feraudianus* (D'ORBIGNY, 1841), specimen n°CST5, coll. Bersac, x 1;
- Figure 5a-b: *Protetragonites crebisulcatus* (UHLIG, 1883), specimen n°AY06, coll. Bert, x 1.

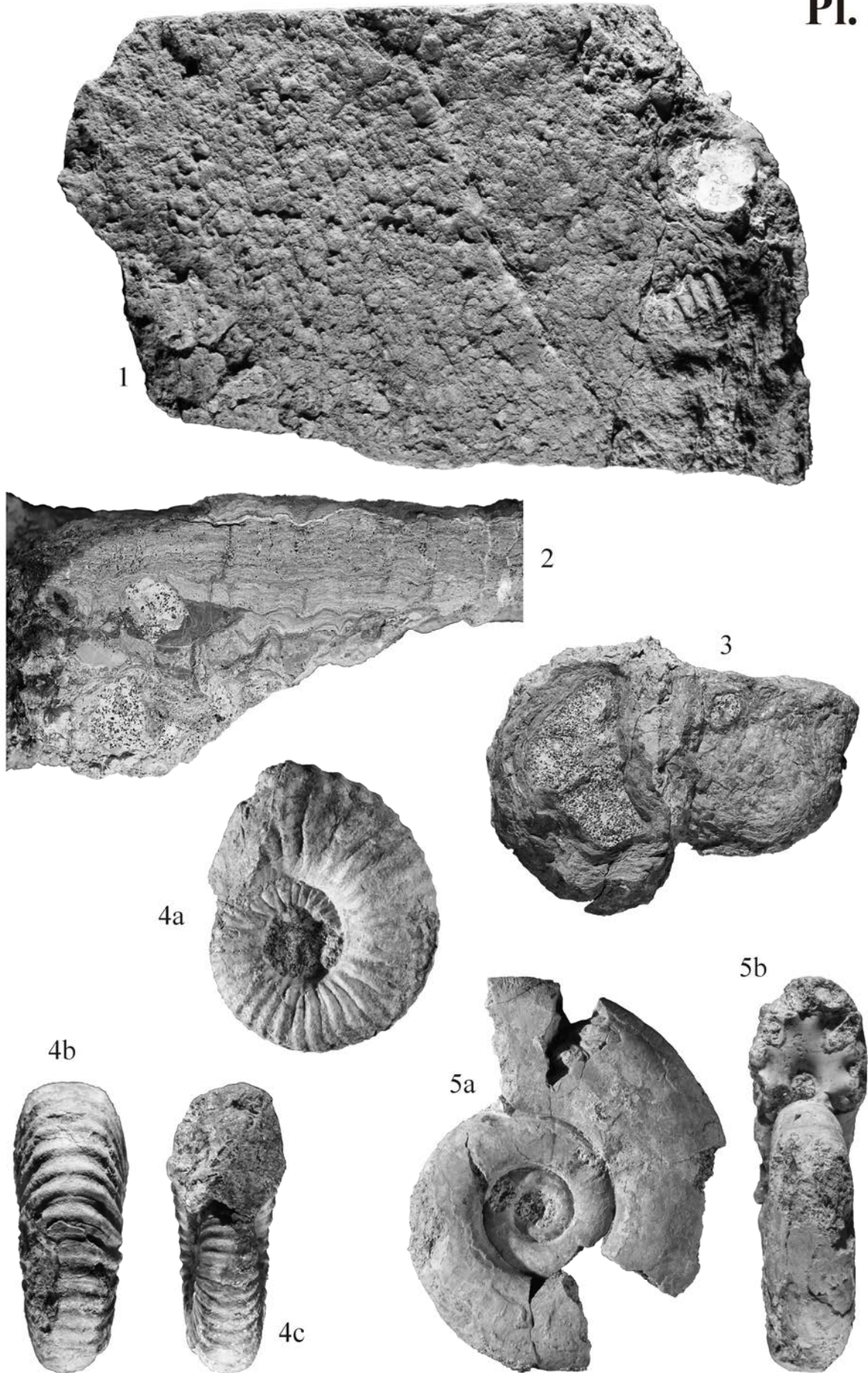


Planche 2

Figure 1a-b : *Hemihoplites feraudianus* (D'ORBIGNY, 1841), spécimen n° AV14, coll. Bert, x 1 ;

Figure 2a-b : *Hemihoplites casanovai* DELANOY, 1992, spécimen n°AV17, coll. Bert, x 1 ;

Figure 3a-c : *Hemihoplites casanovai* DELANOY, 1992, spécimen n°CST3, coll. Bersac, x 1 ;

Figure 4a-b : *Barremites charrierianus* (D'ORBIGNY, 1841), spécimen n°AY07, coll. Bert, x 1.

Plate 2

Figure 1a-b: Hemihoplites feraudianus (D'ORBIGNY, 1841), specimen n° AV14, coll. Bert, x 1;

Figure 2a-b: Hemihoplites casanovai DELANOY, 1992, specimen n°AV17, coll. Bert, x 1;

Figure 3a-c: Hemihoplites casanovai DELANOY, 1992, specimen n°CST3, coll. Bersac, x 1;

Figure 4a-b: Barremites charrierianus (D'ORBIGNY, 1841), specimen n°AY07, coll. Bert, x 1.

Pl. 2

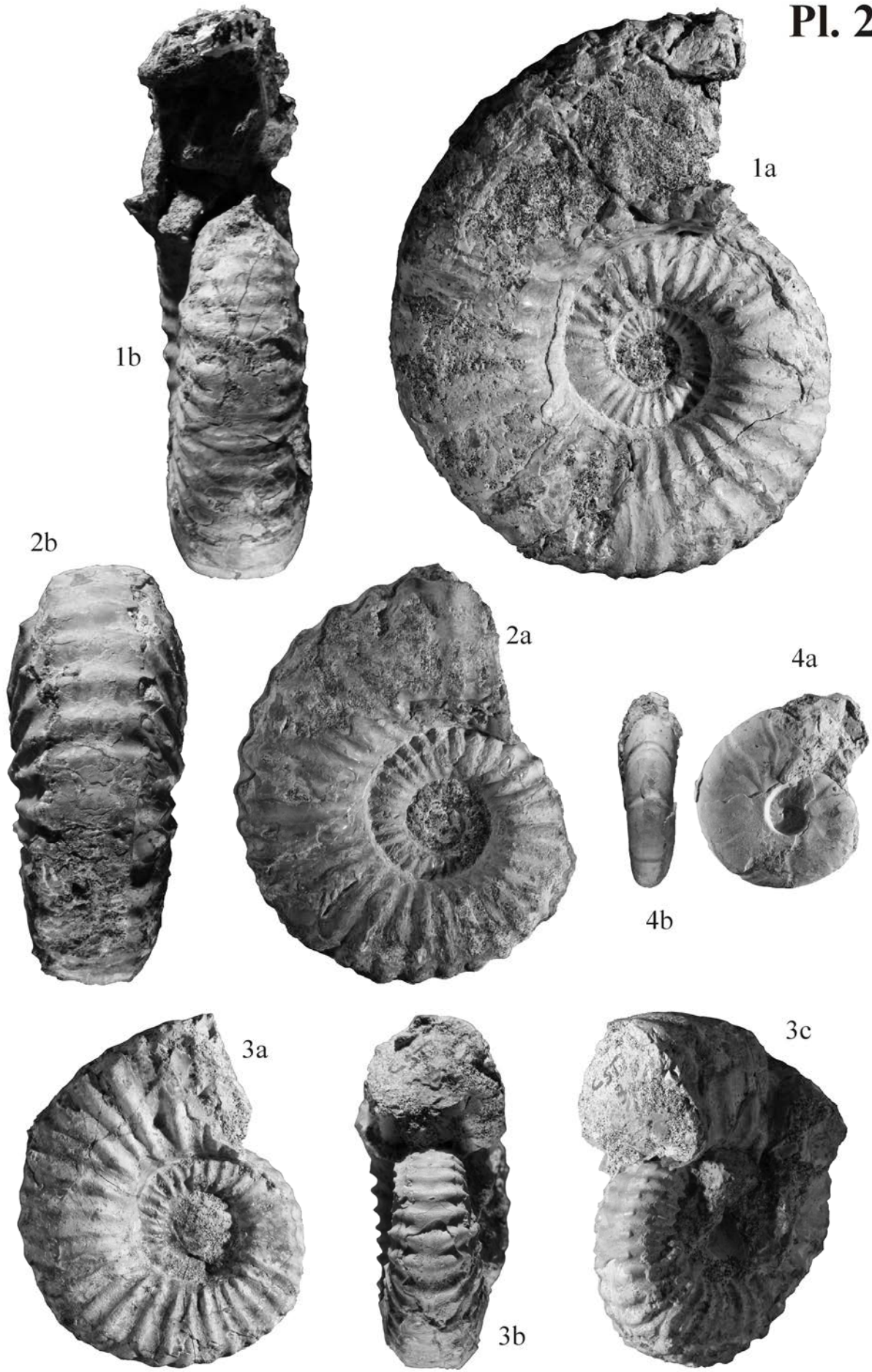


Planche 3

Figure 1a-b : *Pseudohaploceras douvillei* (FALLOT, 1920), spécimen n° CST14, coll. Bersac, x 1 ;
Figure 2a-b : *Pseudohaploceras douvillei* (FALLOT, 1920), spécimen n° AY08, coll. Bert, x 1 ;
Figure 3a-b : *Barremites charrierianus* (D'ORBIGNY, 1841), spécimen n° AY09, coll. Bert, x 1.

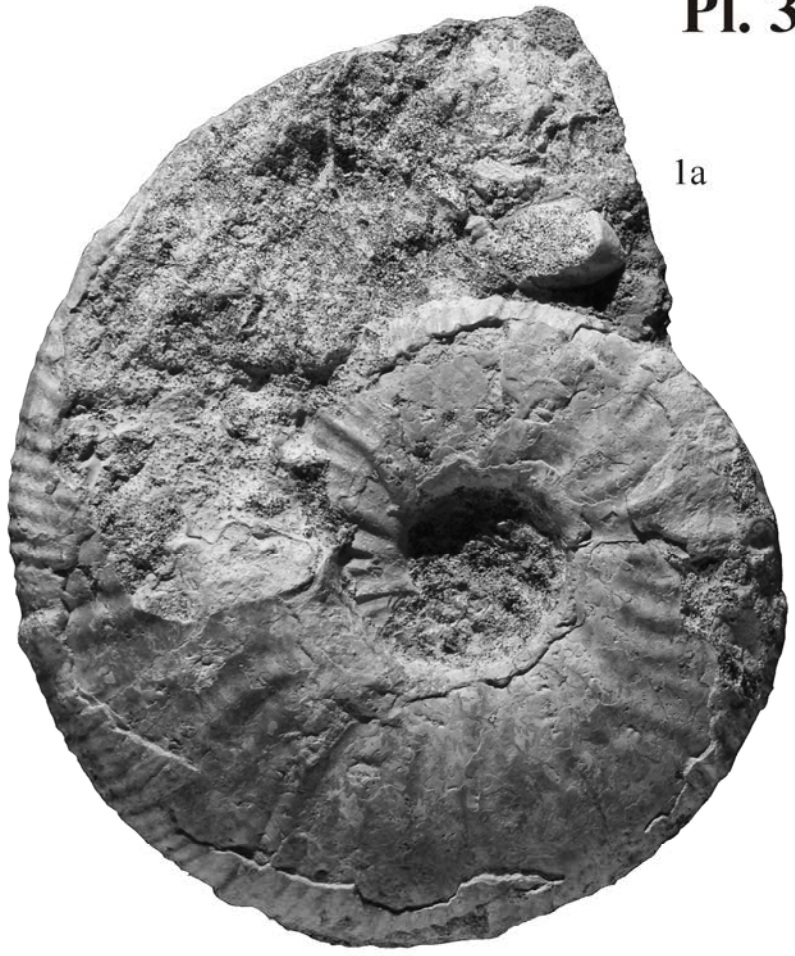
Plate 3

Figure 1a-b: *Pseudohaploceras douvillei* (FALLOT, 1920), specimen n° CST14, coll. Bersac, x 1;
Figure 2a-b: *Pseudohaploceras douvillei* (FALLOT, 1920), specimen n° AY08, coll. Bert, x 1;
Figure 3a-b: *Barremites charrierianus* (D'ORBIGNY, 1841), specimen n° AY09, coll. Bert, x 1.

Pl. 3



1b



1a



2a



3a



3b



2b