Lower Cretaceous cephalopod biostratigraphy of the western Tethys : recent developments, regional synthesis, and outstanding problems

Luc Georges Bulot, Martine Argot, Hubert Arnaud

▶ **To cite this version:**

Luc Georges Bulot, Martine Argot, Hubert Arnaud. Lower Cretaceous cephalopod biostratigraphy of the western Tethys : recent developments, regional synthesis, and outstanding problems. 1994, 420 p. : ill., cartes ;. insu-00723213v2

HAL Id: insu-00723213

https://insu.hal.science/insu-00723213v2

Submitted on 27 Aug 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

GRENOBLE 1
UNIVERSITE
JOSEPH FOURIER
SCIENCES, TECHNOLOGIE, MEDECINE

ISSN 0993-796X

GEOLOGIE ALPINE

(Laboratoire de Géodynamique des Chaînes Alpines associé au CNRS)
EDITE PAR LE LABORATOIRE DE GEOLOGIE
DE L'UNIVERSITE I DE GRENOBLE

MEMOIRE H.S. N° 20

LOWER CRETACEOUS CEPHALOPOD BIOSTRATIGRAPHY OF THE WESTERN TETHYS :

RECENT DEVELOPMENTS, REGIONAL SYNTHESIS AND OUTSTANDING PROBLEMS

Publié sous la direction de

Luc Bulot, Martine Argot et Hubert Arnaud

1994

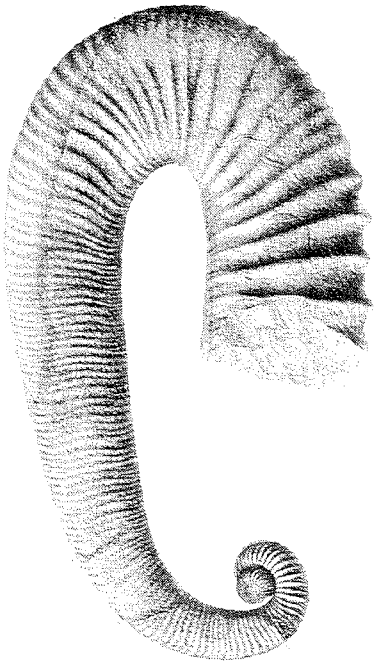
GEOLOGIE ALPINE

EDITE PAR LE LABORATOIRE DE GEOLOGIE
DE L'UNIVERSITE JOSEPH FOURIER DE GRENOBLE

(Laboratoire de Géodynamique des Chaînes Alpines associé au CNRS)

MÉMOIRE HS N° 20

LOWER CRETACEOUS CEPHALOPOD BIOSTRATIGRAPHY OF THE WESTERN TETHYS : RECENT DEVELOPMENTS, REGIONAL SYNTHESIS AND OUTSTANDING PROBLEMS



Publié sous la direction de

Luc Bulot, Martine Argot et Hubert Arnaud

1994

Preface

The 1st and 2nd workshop of the Working Group on Lower Cretaceous Cephalopod (IGCP Project 262) were the occasion to compare the Lower Cretaceous biostatigraphy of SE France and SE Spain with the successions described in other countries. The meetings were successively organized in the Subalpine chains and Betic range, in the small towns of Digne (July, 1990) and Mula (July, 1992), close to the most significant outcrops.

It would be to long to thank the many people that have collaborated in the organization of the meetings. Nevertheless the Digne meeting would not have been possible without a financial help from the late Pr. Dr. Jost Wiedmann (University of Tübingen), the logistic support of Mr. Guy Martini (Réserve géologique de Haute-Provence) and the complete support of Dr. Geza Czaszar (co-leader of IGCP 262). In Mula, the Mayor and the Casa de Ahoros de la Provincia de Murcia have provided a tremendeous help in many ways. Financial support from the various spanish national and regional institution is also gratefully aknowledge.

The main aim of the Digne and Mula workshop has been to reach a consensus on the Lower Cretaceous Ammonite Scale to be used in the Mediterranean Region of the Tethyan Realm. Preliminary reports have already be published elsewhere (*Géologie Alpine*, 1990 and *Revista Española de Paleontologia*, 1993). In many ways, the present volume can be considered has the Proceedings of the Digne and Mula meetings.

- E. AVRAM gives a detailed overview of the Lower Cretaceous ammonite faunas and biostratigraphy of South-West Romania.

- T. N. BOGDANOVA and S. Z. TOVBINA propose a revised version of the Aptian biostratigraphy in the light of the Russian and Caucasian successions.

L. G. BULOT and J.-P. THIEULOY present an updated description of the Valanginian - Hauterivian biostratigraphy of SE France.

- F. CECCA and G. PALLINI are able to date precisely the Latest Hauterivian and Barremian part of the Maiolica formation (Umbria-Marches Appenines, Italy).

- G. CONTE precise the ammonite succession around the Bedoulian - Gargasian boundary in the the type section of La Bédoule (SE France).

- G. DELANOY give the highlights on the Late Barremian biochronostratigraphy of the stratotype area (SE France).

- Three papers by J.-L. LATIL discuss at lenght the limits and reliability of the Albian ammonite scales. A detailed account on the Early Middle Albian and Late Late Albian ammonite faunas of France is published herein for the first time.

- A new biostratigraphic interpretation of the Lower Cretaceous Taraises formation (Mexico) is published herein for the first time by C. GONZALEZ-ARREOLA and her collaborators.

- P. HOEDEMAEKER presents a review of the Berriasian stage and a description of the ammonite fauna from the Uppermost Hauterivian and Lowermost Barremian of the Rio Argos section (SE Spain).

- Z. VAŠÍČEK presents a synthetic overview of the Lower Cretaceous ammonite faunas and biostratigraphy of Western Carpathians (Czech Republic).

In order to support all interpretations published in this volume a special effort has been made to include as many plates as possible. Even if not exhaustive, the iconography of this volume will provide a fantastic data base for future interpretation of the marker species. Similarly, the biostratigraphic papers provide raw data on the bed by bed distribution of the ammonite assemblages.

As one of the co-editors, I wish to give a special thank to Martine ARGOT and Hubert ARNAUD that have spent so many hours in processing the manuscripts and the figures. I am also grateful to the Editorial Board of *Géologie Alpine* that have accepted to publish this important synthesis on the Lower Cretaceous of the Western Tethys as a special volume.

L. G. BULOT
Chairman of the Valanginian Working Group (CCS - IUGS)

Pour la règle paléontologique de propriété, parution le 31 Décembre 1995.

Couverture :
Plaque ornant le fronton d'une maison de Norante, près Barrême (Alpes de Haute-Provence). Cliché J.P. Thieuloy.

Géologie Alpine, 1994, Mém. H.S. n° 20, p. 5-14

The Berriasian stage : a review

by Philip J. HOEDEMAEKER*

ABSTRACT. — A review is given of the changes through time of the conception of the Berriasian Stage from its birth in 1871 up to now. The divergent opinions as to the stratigraphic position of the lower and upper boundaries are elucidated.

KEY WORDS. — Berriasian stage.

Le Berriasien : révision

RÉSUMÉ. — Cet article retrace l'historique des changements survenus dans la conception de l'étage Berriasien entre sa création en 1871 et nos jours. Les différentes opinions ainsi que la position stratigraphique des limites inférieure et supérieure y sont discutées.

MOTS CLÉS. — Berriasien.

1. – INTRODUCTION

The term Berriasien as a stage-name was used for the first time in 1871 by Coquand (p. 232 and 233). The original concept of this stage comprises the «Calcaires (marneux) de Berrias», which yielded the fauna described by Pictet [1867]. The type-locality is along the small valley of Le Graveyrou north of Berrias (Ardèche, France), where the light-grey, well-bedded, marly Berrias limestone lies upon the «Calcaires blancs de l'Ardèche», cream-colored massif micritic limestones. The lithologic change between the two occurs near the boundary between bed 146 and 147 of the type-section [Le Hégarat, 1980].

The Berriasian was regarded by Coquand as a substage of the Valanginian Stage. Renevier [1874, p. 238] was the first to state that the Berriasian should be admitted as an individual stage at the base of the Valanginian. The Berriasian gradually acquired stage appreciation and the Valanginian (or «Valanginian *sensu stricto*») became restricted to the interval between the Berriasian and the Hauterivian. Only in 1963 during the «Colloque sur le Crétacé inférieur» in Lyon the Berriasian was officially recognized as an independant stage, because of the individuality of its fauna in relation to the remaining Valanginian. This decision violated, however, the original scope of the Valanginian Stage, which included the chronostratigraphic equivalents of the Calcaires de Berrias. Hoedemaeker (1982, p. 63 ; 1983, p. 455] tried in vain to restore the original ranks of these stages. As the Berriasian is the lowest stage of the Cretaceous, its base is also the base of the Cretaceous System.

2. – DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF THE BERRIASIAN STAGE

2.1. Kilian's Zone of «Hoplites» boissieri

In his thesis Kilian [1888] established the Zone of «Hoplites» boissieri as follows : (p. 191) «Nous avons vu qu'au-dessus des dernières assises à *Pygope janitor*, *Am. Calisto*, *Am. transitorius*, se présentaient, en transition ménagée, des couches plus marneuses,

* National Museum of Natural History, Postbox 9517, 2300 RA Leiden, The Netherlands.

souvent encore bréchiformes et contenant une faune à caractère nettement crétacé. Il n'est pas difficile, lorsqu'on étudie ces dépôts, de voir (que) les espèces qu'ils renferment sont celles dont Pictet a fait connaître l'association dans une étude classique sur les couches de Berrias (Ardèche). C'est à cette zone, par conséquent, qu'appartiennent les calcaires marneux que nous nous proposons de décrire dans ce chapitre...» (p.196) «A côté de ces espèces» [which these limestones have in common with the lower and higher units], «nous ferons remarquer qu'il en est un certain nombre dont l'extension est moins grande et qui paraissent cantonnées dans l'assise dite de Berrias. C'est ainsi que *Hoplites Euthymi, H. Malbosi, H. curelensis, H. Boissieri, H. occitanicus, H. Dalmasi, Holcostephanus Negreli*, donnent à cette faune un caractère tout particulier. C'est, en effet, dans les calcaires de Berrias seulement, que se rencontrent ces formes intéressantes de *Hoplites* et de *Holcostephanus* qui suffisent à mettre en évidence l'individualité paléontologique de cette zone. C'est parmi ces espèces qu'il convient de choisir les fossiles caractéristiques du niveau de Berrias, aussi nous sommes-nous arrêté aux Am. *Boissieri* et *occitanicus*, qui joignent à leur faible extension verticale une répartition horizontale très étendue dans l'horizon de Berrias.»

The ammonite assemblage characteristic for Kilian's Zone of «*Hoplites*» *Boissieri* is therefore the one described by Pictet [1867]. Kilian [1890, 1892, 1893, 1894, 1896, 1907, 1910] ever since insisted on the palaeontological autonomy and individuality of this zone and on its inclusion in the Cretaceous. As Coquand also regarded Pictet's fauna as diagnostic for the stratigraphic interval that he called «Berriasien», the original concept of the Berriasian is the same as the original concept of the «*H.*» *Boissieri* Zone. Also Kilian considered them equivalent.

2.2. Polemic between Toucas and Kilian

Coquand's and Kilian's Berriasian is, however, not equivalent to the Berriasian *sensu* Toucas [1890], who disputed the independence of Kilian's «*H.*» *Boissieri* Zone. Mainly as a result of imprecise identification, Toucas [1890] argued that the ammonite fauna he had found near Chomérac was a complete mixture of ammonites that occur in Stramberg (= upper Tithonian) as well as in Berrias (= Berriasian), and therefore should constitute one single zone. He enlarged the scope of the Berriasian by including in it also the beds that contained the ammonite fauna described by him. This fauna eventually turned out to be diagnostic for the current Zone of *Berriasella jacobi* (*sensu* Hoedemaeker *et al.*, 1993) which does not contain one single ammonite that characterizes the «*H.*» *Boissieri* Zone *sensu* Kilian [1888]. As a consequence Toucas considered the Berriasian to be the upper part of the Tithonian and synonymous with upper Tithonian. He placed the Jurassic-Cretaceous boundary at the base of the «marnes et calcaires feuilletés à *Rhynchonella contracta, Belemnites latus* et grand *Hoplites neocomiensis*», which he considered the base of the Valanginian.

Kilian eventually won the scientific dispute, when he was able to demonstrate [Kilian, 1894] that his «*H.*» *Boissieri* Zone is equivalent to the lower Valanginian in the Jura Mountains, because of the presence of *Leviathania leviathan* in both units. This correlation has been confirmed recently by Clavel *et al.* [1986], Détraz and Mojon [1989], and Hoedemaeker [1991]. However, owing to this equivalence and to the polemic with Toucas, the name Berriasian had in Kilian's eyes become an ambiguous name. He proposed to use the term «Infravalanginian», which is not equivalent to his Berriasien *sensu stricto*.

2.3. Infravalanginian

Kilian [1896, p. 708, 711] found at some localities on top of the limestones that he incorporated in the Tithonian (because they contain ammonites that also occur in the «Stramberger Schichten»), but below - and separated by ammonite-poor beds from - the beds that contain the fauna of his «*H.*» *Boissieri* Zone, a thin interval with an ammonite fauna of strong Tithonian affinities. He called this interval «Niveau de Gensiac» (p. 774) (= Jansiac, Montagne de Lure), and regarded its fauna as transitional between those of his Tithonian and Berriasian *sensu stricto*. However, Kilian included this interval as «niveau inférieur» in his Infravalanginien. The base of the Cretaceous was lowered to the base of the Infravalanginian.

The bulk of his Infravalanginian remained occupied by the «niveau principal» which is equivalent to his «Zone à *Hoplites Boissieri*». Kilian [1894, 1896, 1907, 1910] always equated this zone with what he kept calling «Berriasien des anciens auteurs», «véritable Berriasien», «Berriasien proprement dit», «wahren Berriasien», or «Berriasien *sensu stricto*».

Kilian [1896, 1910] included in his Infravalanginian also the thin, much more marly interval on top of his «*H.*» *boissieri* Zone, viz. his «niveau supérieur» with *Belemnites Orbignyanus, B conicus*, and *Rhynchonella contracta*. He regarded this interval as transitional between his «*H.*» *Boissieri* Zone and the overlying *Kilianella roubaudiana* Zone. As no ammonites were reported from this thin «niveau supérieur», these beds do not form part of the *S. boissieri* Zone, but neither to the overlying *K. roubaudiana* Zone.

2.4. Mazenot and the «Colloque sur le Crétacé inférieur»

Mazenot [1939] was the first who made a thorough and still unexcelled study of the Tithonian and

Berriasian ammonites of southeastern France. Unfortunately Mazenot made his concept of the Berriasian equivalent to Kilian's Infravalanginian. He equated Kilian's «niveau inférieur» with what he called the «Horizon inférieur à *Berriasella Paramacilenta* n. sp. et *B. grandis* n. sp.», which according to Busnardo and Le Hégarat (during the «Colloque sur le Crétacé inférieur», Lyon 1963, published in 1965) would correspond to their «zone à *B. grandis*» (= Zone à *B. (P.) Paramacilenta* of Breistroffer, 1964, p. 289, 284). This zone was accepted by the attendants of the «Colloque sur le Crétacé inférieur».

Mazenot still assigned the bulk of the Berriasian to what he called the «Horizon principal à *B. boissieri, D. dalmasi, N. occitanicus*», which became the «zone à *B. boissieri*» of Busnardo and Le Hégarat [1965] ; this zone was accepted by the attendants of the «Colloque» and is still exactly equivalent to the original *«H.» boissieri* Zone of Kilian [1888].

Mazenot [1939] finally equated Kilian's «niveau supérieur» (in which he found a few ammonites) with what he called the «Horizon supérieur à *Kilianella* aff. *Pexiptycha* (UHL.) et *Thurmannites* aff. *Pertransiens* SAYN», and included it in his Berriasian. However, on account of the abrupt appearance of *Kilianella* and *Thurmanniceras* and disappearance of *Berriasella*, Busnardo and Le Hégarat [1965] rightly included these upper beds in the Valanginian Zone of *K. roubaudiana*, which view was excepted by the attendants of the «Colloque sur le Crétacé Inférieur». This implies that the base of the Valanginian was lowered to the same level as where Toucas [1890] drew this boundary.

The conclusions of the «Colloque sur le Crétacé inférieur» as to the Berriasian Stage were hardly different from the views of Kilian [1896], and painfully showed the necessity of modern and revisional studies on Lower Cretaceous ammonites and their distribution. Only Kilian's «niveau supérieur» was transferred to the Valanginian. The attendants of the colloquium agreed to subdivide the Berriasian into two ammonite zones : a lower Zone of *«Berriasella» grandis* and an upper Zone of *«Berriasella» boissieri*. As a consequence the *«B.» grandis* Zone became referred to as lower Berriasian, the *«B.» boissieri* Zone as upper Berriasian [compare Kauffmann, 1979 ; van Hinte, 1976]. This is in fact a gross exaggeration of the importance of the *P. grandis* Zone.

2.5. The Berriasian of Le Hégarat

The thesis of Le Hégarat [1971] on the Berriasian of Southeastern France was the start of the modern way of stratigraphic investigation of bed by bed collecting and

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Zonation of Le Hégarat</th><th colspan="2">Zonation accepted in Mula</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Zone of
F. Boissieri</td><td>Subzone of
T. alpillensis</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Zone of
F. Boissieri</td><td rowspan="2">Subzone of
B. picteti</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Subzone of
B. callisto</td></tr>
<tr><td>Subzone of
B. paramimouna</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Zone of
T. occitanica</td><td>Subzone of
D. dalmasi</td><td rowspan="3">Zone of
T. occitanica</td><td>Subzone of
D. dalmasi</td></tr>
<tr><td>Subzone of
B. privasensis</td><td>Subzone of
B. privasensis</td></tr>
<tr><td>Subzone of
T. subalpina</td><td>Subzone of
T. subalpina</td></tr>
<tr><td>Zone of
P. grandis</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">Zone of
B. jacobi</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Zone of
B. jacobi</td></tr>
</table>

of comparison of contemporary fossil associations from many different sections. Le Hégarat's zonation appeared to be well reproducible in other areas of the Mediterranean Faunal Province. Le Hégarat distinguished three zones : a lower Zone à *P. grandis*, a middle Zone à *«T.» occitanica*, and an upper Zone à *«F.» boissieri*. However, his *«F.» boissieri* Zone only comprised the upper part of Kilian's *«H.» Boissieri* Zone, his *«T.» occitanica* Zone the lower part of Kilian's zone. This inevitably caused confusion, because such a change of temporal and faunal concept of a classic and well-known zone without a change of name is against the recommendations of the International Stratigraphic Guide [Hedberg, 1976, p. 20, G, H, p. 65]. The *«T.» occitanica* Zone was erroneously interpreted by some investigators as being inserted between the two classic zones. In order to avoid confusion and enhance stability in stratigraphic nomenclature Hoedemaeker [1982, p. 21, 28, 1983, p. 454] rebaptized the *«F.» boissieri* Zone *sensu* Le Hégarat into *Subthurmannia rarefurcata* Zone, and elevated the rank of the undivided *Subthurmannia boissieri* Zone into Superzone. He was however too late to undo this historical error, and accepted Le Hégarat's concept of the *S. boissieri* Zone during the Digne Workshop [Hoedemaeker and Bulot, 1990].

The subzones in which Le Hégarat subdivided his zones have the characteristics of «faunizones» ; their lower boundaries do not coincide with first appearances of index species, except the *«T.» subalpina* Subzone and the *D. dalmasi* Subzone. Nevertheless was Le Hégarat's zonation maintained by the attendants of the I.G.C.P. workshops in Digne [Hoedemaeker and Bulot, 1990] and Mula [Hoedemaeker *et al.*, 1993] in order to preserve stability in stratigraphic nomenclature. Only Le Hégarat's *B. callisto* Subzone was rejected and incorporated in the *B. picteti* Subzone, because its ammonite association is not more than an impoverished *B. picteti* association. The changes of the *P. grandis* and *B. jacobi* zones are discussed in the next chapter.

3. – Lower boundary

3.1. Traditional lower boundary

As the Berriasian is here considered the lowest stage of the Cretaceous System, its lower boundary is also the boundary between the Jurassic and Cretaceous systems. Therefore the arguments of Wiedmann [1967, 1968, 1974, 1975], and Drushchits to consider the Berriasian as the uppermost stage of the Jurassic will not be discussed here. Neither are considered the ideas of Hébert [1869] and Paquier [1900], who favour a stratigraphic position of the Jurassic-Cretaceous boundary at the base of the upper Tithonian.

It is relevant to note that Oppel [1865, p. 535] defined his Tithonian as the stage between the Alpine Kimmeridgian Stage (*sensu* Oppel) and the lowest Alpine Neocomian. As to the latter he ment the base of the «oolitische Kalke und Mergel», on top of the Purbeck beds ; he included the latter explicitly in his Tithonian. Oppel has often been wrongly cited as if he included the beds that later would become Berriasian in his Tithonian, because the ammonite fauna he thought to be lying immediately on top of the Tithonian is a current lower Valanginian fauna. He explicitly stated, however, that the faunal characterization he gave was only meant for provisional guidance and that sharper delimitation of the true boundaries should only be the result of more thorough comparisons and better established correlations. Oppel did not know the Berriasian ammonite fauna, because he died in 1865, two years before Pictet published his Berriasian fauna.

Nearly all attendants of the «Colloque sur le Crétacé inférieur» [1965] provisionally kept the base of the *P. grandis* Zone as the lower boundary of the Berriasian and therefore of the Cretaceous System. This boundary has for 7 decades been accepted by most stratigraphers and can be regarded as the traditional one. This boundary is in accordance with the classic conception of Kilian (at the base of his Infravalanginien) and Mazenot (at the base of his Berriasian). There were, however, a few dissidents, in casu Wiedmann and Casey, who [*in* Barbier and Thieuloy, 1965] preferred to draw the boundary between the two systems at the base of the *Boissieri* Zone [*sensu* Kilian, 1888] : Wiedmann because a boundary between two systems should, in the interest of stability in stratigraphy, correspond to a faunal discontinuity, and Casey because this boundary would better correspond to the base of the Ryazanian Stage in the U.S.S.R., considering the reported association of *S. boissieri* with *R. rjasanensis.*

Later Hoedemaeker [1991] commented that «the inclusion of the *P. grandis* Zone in the Berriasian, and the later exaggeration of its importance are the main reasons why the Berriasian has so often been portrayed as a stage, which has many ammonites in common with the Tithonian, as the «étage charnière» of Donze and Le Hégarat [1972]. Nothing is less true, and nothing has so much retarded the reaching of a consensus on the stratigraphic position of the Jurassic-Cretaceous boundary and its correlation as just this misconception that the *P. grandis* Zone should be included in the Berriasian.» Not one ammonite that characterizes the *S. occitanica* Zone occurs in the *P. grandis* Zone, whereas only a very few ammonites of the *P. grandis* Zone occur in the lowest part of the *S. occitanica* Zone, where they rapidly disappear.

3.2. Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé : Jacobi Zone in Berriasian

In the uppermost part of the Tithonian Kilian [1907, p. 18] recognized a Zone of *«Berriasella callisto»* with

two subzones, a lower with *«Hoplites» chaperi* and an upper with *«Hoplites» delphinensis*. According to Mazenot [1939], however, the former should be on top of the latter, whereas Le Hégarat [1971] finally showed that both are contemporaneous and that the faunal differences are merely due to ecological factors. He united them into the Zone of *Berriasella jacobi*, which he still considered the highest zone of the Tithonian.

After the publication of Le Hégarat's [1971] thesis it became clear that the *B. jacobi* and *P. grandis* zones had better be united into one zone because of the difficulty to differentiate them faunally : all species that occur in the *P. grandis* Zone also occur in the *B. jacobi* Zone. However, there are many species of *Dalmasiceras, Delphinella*, and *Proniceras* in the *B. jacobi* Zone that have not yet been reported from the *P. grandis* Zone.

During the «Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé» in 1973 these two zones were united into what was preliminary called «Zone à *Jacobi/Grandis*». Hoedemaeker [1981, 1982] showed that the «Zone of *Berriasella euxina*» of Wiedmann [*in* Allemann *et al.*, 1975 ; Wiedmann, 1975] - originally thought to be correlatable only to the *P. grandis* Zone - is in fact exactly equivalent to the *Jacobi/Grandis* Zone, and proposed the name *Pseudosubplanites euxinus* Zone for this zone. Jeletzky [1984, p. 177, 178] proposed to use Grandis Zone instead of *Jacobi/Grandis*, because he distrusted the biostratigraphic value of *B. jacobi*. During the I.G.C.P. Workshop in Digne [Hoedemaeker and Bulot, 1990] it was decided to use *B. jacobi.* Zone, because *P. euxinus* and *P. grandis* probably appear at a higher level than the base of the *B. jacobi* Zone, which is defined by the first appearance of *B. jacobi*. In the I.G.C.P. Workshop in Mula [Hoedemaeker *et al.*, 1993] it was decided to reject the *P. grandis* Subzone altogether, because it has only an impoverished *B. jacobi* association and can only be recognized in a negative way.

So the traditional Tithonian-Berriasian boundary turned out to be a level halfway the *B. jacobi* Zone [*sensu* Hoedemaeker and Bulot, 1990], which is difficult to recognize by ammonite biostratigraphy, but also a level halfway the *Calpionella alpina* Zone, which is just as difficult to recognize by calpionellid biostratigraphy. This level therefore proves to be unsuitable for the Tithonian-Berriasian boundary, let alone the Jurassic-Cretaceous boundary. As it is an unwritten law that conventional boundaries should as little as possible be meddled with, and as tradition favours the use of ammonite chronozones to define Mesozoic stages, the most qualified boundaries are obviously the lower or the upper limit of the Jacobi chronozone [*sensu* Hoedemaeker and Bulot, 1990]. As the provisional results of the investigations of Enay and Geyssant [1975] in Spain revealed an important faunal change at the base of the *B. jacobi* Zone [*sensu* Hoedemaeker and Bulot, 1990], which approximately coincides with the base of the *C. alpina* Zone [later confirmed by Tavera *et al.*, 1984], most attendants of the «Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé» [(1973) 1975] were brought round to vote for the lower boundary of this ammonite chronozone as the base of the Berriasian stage and the Cretaceous System. There was only one vote in favour of the upper limit of the Jacobi chronozone [*sensu* Hoedemaeker and Bulot, 1990]. So the Jacobi Zone was proposed to be the basal chronozone of the Berriasian and of the Cretaceous. Also it was preferred to designate the boundary in SE France or in the Mediterranean region.

During the meeting of the I.U.G.S. Working Group on the Jurassic-Cretaceous Boundary in Sümeg (Hungary) in 1984, it was decided that, for sake of stability in stratigraphy, the results of the inquiry after the Lyon colloquium should be respected and not changed untill a better boundary could be agreed upon.

Nevertheless during the colloquium Casey (motion 2, p. 388) still clung to his view that the base of the Berriasian and of the Cretaceous should be at the base of the *«F.» boissieri* Zone, but this time in the sense of Le Hégarat [1971] instead of *sensu* Kilian [1888]. Marek and Dembowska (motion 10, p. 388) supported him. Jeletzky [*in* «Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé» (1975) : observation on p. 381] and Hoedemaeker [1982, p. 57] considered this untenable, because most ammonite species and all Berriasian genera cross this boundary without gaining or loosing in importance.

3.3. Recent developments : Jacobi zone in Tithonian

In 1981 and 1982 Hoedemaeker proposed to draw the boundary between the Tithonian and Berriasian at the base of the *S. occitanica* Zone, because this base (as the base of the *B. jacobi* Zone) coincides with a deep minimum in the number of ammonites species (deep diversity minimum), which is attended by a rapid and profound transformation of the fauna (faunal turn-over). He showed that in the Mediterranean region the late part of the Jacobi chron [*sensu* Hoedemaeker and Bulot, 1990] is a time of severe extinction, which is far more prominent than the normal background extinction ; not a single new appearance has been reported from this time. Only the ranges of 10% of the ammonite species hitherto known from this zone continue into the *S. subalpina* Subzone, where as yet these species become extinct. The *S. occitanica* Zone can pre-eminently be typified as a zone in which origination of new species highly predominates over extinction. At first Hoedemaeker [1983, p. 454] explained these events of extreme extinctions among ammonite species by strong regressions, but later [Hoedemaeker, 1995 in press] by extraordinary, rapid, high-amplitude sea-level falls.

One will not be able to choose a definite boundary level in a Mediterranean section before an unequivocal correlation could be established between marine Boreal

and Tethyan successions. Therefore Hoedemaeker [1987, 1990, 1991] conscientiously collected all data that proved to be reliable as to the correlation of the boreal succession with the Tethyan standard succession comprising the uppermost Jurassic and lowermost Cretaceous. These data are very scarce because of extreme faunal provincialism during these times. Nevertheless he was able to show (for the first time supported by palaeontological and sequence-stratigraphic arguments) that the base of the *S. occitanica* Zone (= base of the original Berriasian) probably correlates with the base of the *Chetaites sibericus* Zone [Hoedemaeker 1987, p. 43 ; 1991, p. 48], which is the base of the Ryazanian stage (= top of the Volgian Stage) in Siberia, but also with the base of the *Runctonia runctoni* Zone, which is the base of the Ryazanian in England (= top of the Portlandian Stage *sensu* Cope *et al.*, 1980). Recent investigations also adduced evidence for the correlation of the base of the *S. occitanica* Zone with the base of the Pierre Châtel Formation (= base of the «Unité inférieure oolitique» = base of the «oolitische Kalke und Mergel» = top of the Tithonian Stage by definition) on top of the Purbeck beds in the Jura Mountains [Clavel *et al.*, 1986 ; Détraz and Mojon, 1989 ; Hoedemaeker, 1991]. These correlations should however be confirmed by magneto-stratigraphy and detailed sequence-stratigraphic analysis.

4. – Jurassic-Cretaceous boundary

In the times of d'Orbigny the marine deposits of the Neocomian in the basin of Paris, for instance in the Aube department [Leymerie, 1842], were found resting immediately upon the top of the marine Jurassic (Portland Stone) ; the Lower Greensand, with *Exogyra sinuata*, was found directly on top of the Neocomian. It is therefore obvious that the leading French geologists in those times equated the marine deposits of the Neocomian (which they considered the lowest part of the Cretaceous System) with the non-marine Wealden Formation, which then comprised the combined Purbeck Beds, Hastings Sands, and Wealden Clay, and which in England occupies the same stratigraphic interval, i.e. between the Portland Stone and the Lower Greensand with *Exogyra sinuata*. When d'Orbigny [1842-51, p. 600] considered the Portlandian the uppermost Jurassic stage, he thus followed the current correlations of Elie de Beaumont, Dufrenoy and Leymerie, and equally correlated the base of the Neocomian with the base of the non-marine Purbeck Beds. D'Orbigny's opinion that the top of the Portland Stone represented the top of the Jurassic System, was merely due to the fact that he thought that this top correlated with the base of the Neocomian, which was since Thurmann [1836] then generally accepted as the base of the Cretaceous System [d'Orbigny, 1840-1842].

The Neocomian was conceived to comprise only the marine deposits that were thought to overlie directly the marine deposits of the Jurassic. When Desor [1854] extended the original scope of the Neocomian downward to include the marine deposits exposed near Valangin between the top of the Jurassic «calcaires compacts et blancs» and the «marnes d'Hauterive», it did not violate the original conception and was readily accepted. So when the thin (and therefore a long time unnoticed) non-marine intercalation between the marine deposits of the Jurassic and the Neocomian was recognized in the Jura Mountains (the «Terrain Dubisien» of Desor and Gressly, 1859), and firmly correlated with the English Purbeck Beds [de Loriol and Jaccard, 1865 ; Oppel, 1865 ; Maillard, 1884, 1886], the faulty correlation became apparent. The base of the Cretaceous and Neocomian, however, remained at the base of the marine deposits on top of the Purbeck beds in the Neuchâtel area (= base of the «oolitische Kalke und Mergel», = base of the stratotype of the Valanginian), which also became the top of the Tithonian by definition [Oppel, 1865, p. 535]. It became customary to correlate the base of the Cretaceous with the base of the Hastings Sands. By this the Purbeck Beds automatically became incorporated in the Jurassic again (first by Lyell, 1855), as it had been in the outset [Conybeare and Phillips, 1822]. This incorporation was, however, then supported by convincing palaeontological arguments [Forbes, 1850 ; Cotteau, 1854 ; Maillard, 1884-1886]. It was considered the base of the Cretaceous for nearly 120 years [even by Wiedmann, 1968] untill at the «Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé» it was shifted downward appreciably to include again the (near?) totality of the Purbeck beds. Only in the last three decennia it became apparent that the base of the stratotype of the Valanginian correlates better with a level somewhere in the middle of the Purbeck Beds in the neighbourhood of the Cinder Beds [Casey, 1963 ; Hoedemaeker, 1987, 1991 ; Ogg *et al.* , 1991] and with the base of the *S. occitanica* Zone [Clavel *et al.*, 1986 ; Détraz and Mojon ; 1989 ; Hoedemaeker, 1991].

5. – Upper boundary

5.1. Otopeta Zone

When it became clear that the lower part of the Valanginian was time equivalent with Coquand's Berriasian [Kilian, 1894 ; Donze , 1965 ; Le Hégarat , 1971 ; Donze and Le Hégarat , 1972 ; Remane 1973 ; Persoz and Remane, 1976 ; Clavel *et al.*, 1986 ; Détraz and Mojon, 1989], the remaining part of the Valanginian (or «Valanginian *sensu stricto*») was, in terms of ammonite zones, inevitably to begin with the *K. roubaudiana* Zone of Kilian [1888]. On account of ammonites Busnardo and Le Hégarat [1965] rightly

transferred Mazenot's [1939] «horizon supérieur» (= Kilian's «niveau supérieur») from the Berriasian into the Valanginian *Kilianella roubaudiana* Zone. The resulting new Berriasian-Valanginian boundary was accepted by the attendants of the «Colloque sur le Crétacé inférieur». According to Le Hégarat and Remane [1968] and Le Hégarat [1971] the Valanginian was to begin with the Subzone of *T. pertransiens*, introduced by them as the lowest subzone of the *K. roubaudiana* Zone. The *T. pertransiens* Zone has priority over the *T. thurmanni* Zone proposed by Wiedmann for approximately the same beds.

Later Busnardo and Thieuloy [1979] separated the basalmost beds from the rest of the *T. pertransiens* Subzone, because they did not found *T. pertransiens* in it. They called these beds Zone of *Thurmanniceras otopeta*, in the basal part of which they found the last few reputedly Berriasian ammonite species : *Subthurmannia boissieri*, *Berriasella* aff. *callisto*, and *Tirnovella* cf. *donzei*. The base of the Otopeta Chronozone became the base of the Valanginian stage. In contrast to the boundaries drawn for the *T. otopeta* and *T. pertransiens* zones by Thieuloy [1979] these zones were during the I.G.C.P. workshop in Digne defined by the first appearance of the index species [Hoedemaeker and Bulot, 1990], through which the original boundaries drawn by Thieuloy [1979] were shifted downward and the Otopeta Zone appreciably thinned. The Berriasian-Valanginian boundary remained at the base of the Otopeta Chronozone.

The abrupt and virtually total renewal of the ammonite fauna at this boundary in SE France is the reason why so many stratigraphers chose this boundary as the limit between the Jurassic and Cretaceous systems [Zeiss, 1965 ; Wiedmann, 1967, 1968, 1974, 1975 ; Drushchits, 1975 ; Badaluta, 1975 ; Patrulius *et al.*, 1976 ; and all those attendants of the «Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé» who voted for this boundary, among which Le Hégarat, Enay, Flandrin, and Thieuloy].

Bed by bed investigations of Remane and Thieuloy [1973], Thieuloy [1973, 1977, 1979] and Allemann and Remane [1979] in SE France only confirm this abruptness of this renewal. An almost complete segregation exists between reputedly Berriasian and Valanginian ammonite species in SE France.

5.2. Alpillensis Subzone

Hoedemaeker [1982, 1983, 1984], however, recognized in the section of Los Miravetes (Caravaca, SE Spain) a distinct ammonite association between the associations of the subzones of *B. callisto* and *T. pertransiens*, which he called the *T. alpillensis* Subzone. It is characterized by a fifty-fifty mixture of Berriasian and Valanginian ammonite species. Its base is defined by the first appearance of reputedly Valanginian species and genera (*Thurmanniceras, Neocomites, Sarasinella, Olcostephanus*). Hoedemaeker [1982, 1983] also showed that the base of this subzone coincides with a deep diversity minimum attended by a pronounced faunal turn-over. The first Valanginian ammonite species appear together with the prominent origination wave that follows this diversity minimum. Therefore he proposed to draw the base of the Valanginian at the base of the Alpillensis Subchronozone. It should be noted that he found *T. otopeta* only above his *T. alpillensis* Subzone in association with *T. pertransiens*.

The rapid high-amplitude sea-level fall that caused this faunal turn-over is according to Hoedemaeker [1995 in press] the reason why in many French and Spanish ammonite-bearing successions the lowstand systems tracts and often also the transgressive systems tracts, which constitute the lower and middle part of the *T. alpillensis* Subzone, are generally missing and represented by a hiatus, for instance in the stratotype section at Berrias [Donze and Le Hégarat, 1965 ; Le Hégarat and Remane, 1968 ; Le Hégarat, 1971, Hoedemaeker, 1983, 1984]. This was the reason why Company [1982] questioned the existence of this zone. The depth of deposition of the sediments at Los Miravetes was too great to be affected by high-amplitude sea-level falls. It was not before all depositional systems tracts comprised within the Spanish *T. alpillensis* Subzone could also be indicated in SE France, though without ammonites, that its existence could not be denied anymore and was accepted [Hoedemaeker and Bulot, 1990]. It appeared as «un-named association» in the zonal scale set up during the I.G.C.P. Workshop in Digne [Hoedemaeker and Bulot, 1990].

Recently Bulot and Thieuloy were able to find some of the missing parts of the *T. alpillensis* Subzone in SE France below the appearance of *T. otopeta*. They now interpreted the *T. otopeta* Zone as a subzone of the *T. alpillensis* Zone, which is topped by the appearance of *T. pertransiens* (Bulot *et al.*, 1993, 1994). At the I.G.C.P. workshop in Mula the *T. alpillensis* Subzone has been reserved for the biostratigraphic unit between the entry of the first reputably Valanginian ammonite species at the diversity minimum near the base of the lowstand systems tract and the appearance of *T. otopeta* [Hoedemaeker *et al.*, 1993]. However, as both *T. otopeta* and *T. pertransiens* appear in the highest part of the calpionellid subzone «D3 inférieur» (Le Hégarat and Remane, 1968 ; Remane and Thieuloy, 1973 ; Thieuloy, 1979 ; Hoedemaeker, 1983), the *T. otopeta* subone must be very thin.

6. – Berriasian sediments outside the Mediterranean

It is difficult to designate sediments of Berriasian age outside the Mediterranean Faunal Province,

because of the extreme provincialism during these times and the quite different ammonite faunas. Nevertheless Berriasian sediments have been indicated all over the world. Classic overviews were given by Kilian [1907] and Mazenot [1939]. Recently Hoedemaeker [1987, 1991] conscientiously reviewed all reliable correlations between the Tethyan and boreal faunal realms, and gave a short overview of Berriasian ammonite paleobiogeography within the Tethyan realm [Hoedemaeker, 1990]. It appears that sediments time-equivalent to the *S. occitanica* Zone are quite rare (commonly missing or thin) outside the Mediterranean region. This was explained by the extreme low sea-level during that time.

7. – Conclusions

The tendency during the last decade is to reduce, supported by arguments, the scope of the Berriasian Stage so as to approach the original conception of Coquand and Kilian. As to the lower boundary, the discussion pivots around two levels, viz. the base or the top of the Jacobi Chronozone. Investigators of Jurassic stratigraphy prefer the lower of these two boundaries, investigators of Cretaceous stratigraphy the upper. The base of the Jacobi Zone will be used until a better boudary could be defined. As to the top of the Berriasian the discussion pivots also around two levels, viz. the base or the top of the *T. alpillensis* Subzone of Hoedemaeker, i.e. between the first appearance of reputedly Valanginian species and the appearance of *T. pertransiens.*

References

Allemann, F., Grün, W. & Wiedmann, J. (1975). – The Berriasian of Caravaca (Prov. of Murcia) in the subbetic zone of Spain and its importance for defining this stage and the Jurassic-Cretaceous boundary. *In* : Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé, Lyon, Neuchâtel, 1973. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min*, **86**, 14-22, Paris.

Allemann, F. & Remane, J. (1979). – G. Les faunes de calpionelles du Berriasien supérieur/Valanginien. *In* : Busnardo, R., Thieuloy, J.-P. & Moullade, M. (eds.), Hypostratotype mésogéen de l'étage Valanginien (Sud-Est de la France). III. La faune. *Edition C.N.R.S., Les stratotypes français*, **6**, 99-109, Paris.

Badaluta, A. (1975). – Biostratigraphie des formations du Tithonique-Valanginien et la limite Jurassique-Crétacé dans le Banat occidental (Roumanie). *In* : Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé, Lyon, Neuchâtel, 1973. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min*, **86**, 23-28, Paris.

Barbier, R. & Thieuloy, J.-P. (1965). – Etage Berriasien. *In* : Colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, 1963). *Mém. Bur. Rech. Géol. Min*, **34**, 69-77, Paris.

Busnardo, R. & Le Hégarat, G. (1965). – IV. Conclusions. *In* : Busnardo, R., Le Hégarat, G. & Magné, J. - Le stratotype du Berriasien. *In* : Colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, 1963). *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, **34**, 25-33, Paris.

Busnardo, R. & Thieuloy, J.-P. (1979). – C. Les zones d'ammonites du Valanginien. *In* : Busnardo, R., Thieuloy, J.-P. & Moullade, M. (eds.) Hypostratotype mésogéen de l'étage Valanginien (Sud-Est de la France). III. La faune. *Edition C.N.R.S., Les stratotypes français*, **6**, 58-68, Paris.

Breistroffer, M. (1964). – Sur la position stratigraphique des ammonites du Berriasien de Berrias. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, **40**, 275-286.

Casey, R. (1963). – The dawn of the Cretaceous Period in Britain. *Bulletin South-Eastern Union of Scientific Societies*, **117**, 1-15, Tunbridge Wells.

Clavel, B.J., Charollais, J., Busnardo, R. & Le Hégarat, G. (1986). – Précisions stratigraphiques sur le Crétacé inférieur basal du Jura méridional. *Eclogae geol. Helv.*, **79**, 2, 319-341, Basel.

Company, M. (1982). – Contribución a la bioestratigrafía del Valanginiense en las Cordilleras Béticas. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **8**, 665-676, Madrid.

Conybeare, W.D. & Phillips, W. (1822). – Outlines of the geology of England and Wales. William Phillips, George Yard, Lombard street, London.

Cope, J.C.W., Duff, K.L., Parsons, C.F., Torrens, H.S., Wimbledon, W.A. & Wright, J.K. (1980). – A correlation of Jurassic rocks in the British Isles. Part Two : Middle and Upper Jurassic. *Geological Society of London*, Special Report, **15**, 1-109, London.

Coquand, H. (1871). – Sur le Klippenkalk des départements du Var et des Alpes-Maritimes. *Bull. Soc. géol. France*, **2**, 28, 208-234, Paris.

Cotteau, G. (1854). – Note sur les échinides de l'étage kimméridgien du département de l'Aube. *Bull. Soc. géol. France*, **2**, 11, 351-359, Paris.

Désor, E. (1854). – Quelques mots sur l'étage inférieur du groupe néocomien (étage valanginien). *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.*, **3**, 172-177, Neuchâtel.

Désor, E. & Gressly, A. (1859). – Études géologiques sur le Jura neuchâtelois. *Mém. Soc. Sci. nat.*, **4**, 1-159, Neuchâtel.

Détraz, H. & Mojon, P.-O. (1989). – Evolution paléogéographique de la marge jurassienne de la Téthys du Tithonique-Portlandien au Valanginien : corrélations biostratigraphique et séquentielle des faciès marins à continentaux. *Eclogae geol. Helv.*, **82**, 1, 37-112, Basel.

Donze, P. (1965). – Les ostracodes du Berriasien inférieur dans les massifs subalpins des Bauges et de la Chartreuse. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, **34**, 547-548, Paris.

Donze, P. & Le Hégarat, G. (1972). – Le Berriasien, étage charnière entre le Jurassique et le Crétacé ; ses équivalents continentaux en Europe du nord. 24th International Geological Congress, Montréal 1972, Section 7 (Paleontology), 513-523, Montréal.

Drushchits, V.V. (1975). – The Berrias of the Crimea and its stratigraphic relations. *In* : Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé, Lyon, Neuchâtel, 1973. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, **86**, 337-341, Paris.

ENAY, R. & GEYSSANT, J.R. (1975). – Faunes tithoniques des chaînes bétiques (Espagne méridionale). *In* : Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé, Lyon, Neuchâtel, 1973. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, **86**, 39-55, Paris.

FORBES, E. (1850). – Hemicidaris purbeckensis. *Memoirs of the Geological Survey of the United Kingdom*, figures and descriptions illustrative of British organic remains, Decade III, Plate V, London.

HÉBERT, E. (1869). – Observations sur les caractères de la faune des calcaires de Stramberg (Moravie), et en général sur l'âge des couches comprises sous la désignation d'étage tithonique. *Bull. Soc. géol. France*, **2**, 26, 588-604, Paris.

HINTE, J.E. VAN (1976). – A Cretaceous time scale. *Am. Ass. Petrol. Geol. Bull.*, **60**, 4, 498-516, Houston.

HOEDEMAEKER, PH. J. (1981). – The Jurassic-Cretaceous boundary near Miravetes (Caravaca, SE Spain) ; arguments for its position at the base of the occitanica zone. *Cuadernos Geologicos*, **10**, 235-247, Granada.

HOEDEMAEKER, PH. J. (1982). – Ammonite biostratigraphy of the uppermost Tithonian, Berriasian, and lower Valanginian along the Río Argos (Caravaca, SE Spain). *Scripta Geologica*, **65**, 1-81, Leiden.

HOEDEMAEKER, PH. J. (1983). – Reconstruction of the stratigraphic position of the boundary between the Berriasian and the Nemausian (= Valanginian *sensu stricto*). *In* : 2. Symposium Kreide, München, 1982. *Zitteliana*, **10**, 447-457, München.

HOEDEMAEKER, PH. J. (1984). – Proposals for the stratigraphic position of the Berriasian-Valanginian and the Valanginian-Hauterivian boundaries. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 33, 1/2, 139-146, København.

HOEDEMAEKER, PH. J. (1987). – Correlation possibilities around the Jurassic/Cretaceous boundary. *Scripta Geologica*, **84**, 1-64, Leiden.

HOEDEMAEKER, PH. J. (1990). – The Neocomian boundaries of the Tethyan Realm based on the distribution of ammonites. *Cretaceous Research*, **11**, 331-342, London.

HOEDEMAEKER, PH. J. (1991). – Tethyan-Boreal correlations and the Jurassic-Cretaceous boundary. *Newsletter on Stratigraphy*, **25**, 1, 37-60, Stuttgart.

HOEDEMAEKER, PH. J. (1993). – Evidence for long-term sea-level fluctuations between the 2nd and 3rd order in the lowest Cretaceous. *Cretaceous Research*, in press, London.

HOEDEMAEKER, PH. J. & BULOT, L. (1990). – Preliminary ammonite zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean region. *Géologie Alpine*, **66**, 123-127.

HOEDEMAEKER, PH. J. & COMPANY, M. (reporters), AGUIRRE-URRETA, M.B., AVRAM, E., BOGDANOVA, T.N., BUITOR, L., BULOT, L., CECCA, F., DELANOY, G., ETTACHFINI, M., MEMMI, L., OWEN, H.G., RAWSON, P.F., SANDOVAL, J., TAVERA, J.M., THIEULOY, J.-P., TOVBINA, S.Z. & VASICEK, Z. (1993). – Ammonite zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean region ; basis for the stratigraphic correlation within I.G.C.P.-project 262. *Revista Española de Paleontología*, **8**, 1, 117-120, Madrid.

JELETZKY, J.A. (1984). – Jurassic-Cretaceous boundary beds of western and arctic Canada and the problem of the Tithonian-Berriasian stages in the boreal realm. *In* : Westermann, G.E.G. (ed.) Jurassic-Cretaceous biochronology paleogeography of North America. *Geological Association of Canada*, Special Paper, **27**, 175-255, Ottawa.

KAUFFMAN, E.G. (1979). – Cretaceous. *In* : Moore, R.C. (founder) Treatise on invertebrate paleontology, A (Introduction), A418- A487, Lawrence, Kansas.

KILIAN, W. (1888). – Description géologique de la Montagne de Lure (Basse-Alpes). Thèse Université Paris, 1-458, Masson ed., Paris.

KILIAN, W. (1890). – *C. r. som. Séances Soc. géol. France*, 4, XXVI, Paris.

KILIAN, W. (1892). – *C. r. som. Séances Soc. géol. France*, 3, XXIX, Paris.

KILIAN, W. (1893) *in* FABRE, G. – Compte-rendu de l'excursion du 24 septembre, de Bagnols aux Vans. *Bull. Soc. géol. France*, **3** , 21, 674-683, Paris.

KILIAN, W. (1894). – Réflexions sur le parallélisme du Valanginien jurassien avec le Crétacé inférieur de la région delphino-provençale. *C. r. som. Séances Soc. géol. France*, **2**, XIV-XV, Paris.

KILIAN, W. (1896). – Notice stratigraphique sur les environs de Sisteron et contributions à la connaissance des terrains secondaires du sud-est de la France. *Bull. Soc. géol. France*, **3**, 23 (1895), 659-803, Paris.

KILIAN, W. (1907). – 1. Allgemeines über Palaeocretacicum ; Unterkreide im südöstlichen Frankreich, Einleitung. *In* Frech, F. (ed.) *Lethaea geognostica*. II. Teil . Das Mesozoicum. 3. Band. Kreide . 1. Abteilung. Unterkreide (Palaeocretacicum), 1-168 , E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

KILIAN, W. (1910). – Das bathyale Palaeocretacicum im südöstlichen Frankreich. Valandis-Stufe; Barrême-Stufe ; Apt-Stufe. *In* : Frech, J. *Lethaea geognostica*. II. Teil. Das Mesozoicum. 3. Band. Kreide. 1. Abteilung. Unterkreide (Palaeocretacicum), 169-287, E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

LE HÉGARAT, G. (1980). – Berriasien. *In* : Cavelier, C. & Roger, J. (coord.) Les étages français et leurs stratotypes. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min*, **109**, 96-105, Orléans.

LE HÉGARAT, G . & REMANE, J. (1968). – Tithonique supérieur et Berriasien de l'Ardèche et de l'Hérault. Corrélation des ammonites et des calpionelles. *Geobios*, **1**, 7-69, Lyon.

LEYMERIE, A. (1842). – Mémoire sur le terrain crétacé du département de l'Aube, contenant des considérations générales sur le terrain néocomien. *Mém. Soc. géol. France*, 4, Mémoire **5**, 291 -364 ; 5, Mémoire **1**, 1 -34, Paris.

LORIOL, P. DE & JACCARD, A. (1865). – Étude géologique et paléontologique de la formation d'eau douce infracrétacée du Jura. *Mém. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, **18**, 3, Genève.

LYELL, CH. (1855). – A manual of elementary geology, 5th edition : 1-London (John Murray, Albemarle street).

MAILLARD, G. (1884, 1886). – Invertébrés du Purbeckien du Jura ; et supplément. *Mém. Soc. paléont. Suisse*, **11**, 2 (1884), 5-156; (supplément) **12**, 2 (1886), 1, Basel.

MAZENOT, G. (1939). – Les Palaeohoplitidae tithoniques et berriasiens du sud-est de la France. *Mém. Soc. géol. France*, N.S. **41**, 5-303, Paris.

OGG, J.G., HASENYAGER, R.W., WIMBLEDON, W.A., CHANNELL, J.E.T. & BRALOWER, T.J. (1991). – Magnetostratigraphy of the Jurassic-Cretaceous boundary interval - Tethyan and English faunal realms. *Cretaceous Research*, **12**, 5, 455-482, London.

OPPEL, A. (1865). – Die tithonische Etage. *Z. dt. geol. Ges.*, 17, 535-558, Berlin.

ORBIGNY, A. D' (1840-42). – Terrains crétacés. Tome premier : Céphalopodes. *Paléontologie française*, 1-62, 148 pls, Masson, Paris.

ORBIGNY, A. D' (1842-51). – Terrains oolitiques ou jurassiques. Tome premier : Céphalopodes. *Paléontologie française*, 1-642, 234 pls., Masson, Paris.

PAQUIER, V. (1900). – Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales. *Ann. Univ. Grenoble*, **12**, 373-516, 551-806, I-VIII, 8 pls., Grenoble.

PATRULIUS, D., NEAGU, T., AVRAM, E. & POP, G.I. (1976). – The Jurassic-Cretaceous boundary beds in Romania. *Anuarul Institutului de Geologie si Geofizica*, 50, 71-125, Bucarest.

PICTET, F.-J. (1867). – Etudes paléontologiques sur la faune à *Terebratula diphyoides* de Berrias (Ardèche). *Mém. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, **7** (Mélanges paléontologiques), 43-130, Genève.

PERSOZ, F. & REMANE, J. (1976). – Minéralogie et géochimie des formations à la limite Jurassique-Crétacé dans le Jura et le bassin vocontien. *Eclogae geol. Helv.*, **69**, 1, 1-38, Basel.

REMANE, J. (1973). – Coupe B. II-2 : Valangin. *In* : Livret-Guide des excursions, Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé. *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, **HS 1**, 147-153, Lyon.

REMANE, J. & THIEULOY, J.-P. (1973). – Coupe A. III-2 : Barret-le-Bas, Les Sausses. Coupe A. IV-1 : La Faurie-Pusteau. *In* : Livret-Guide des excursions, Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé. *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, **HS 1**, 90-95, 101-105, Lyon.

RENEVIER, E. (1874). – Tableau des terrains sédimentaires qui représentent les époques de la phase organique ; texte explicatif; Ere secondaire ou Mésozoique, Période crétacée. *Bull. Soc. vaudoise Sci. nat.*, **13**, 72, 237-239, Lausanne.

TAVERA, J.M., CHECA, A., OLORIZ, F. & COMPANY, M. (1986). – Mediterranean ammonites and the Jurassic-Cretaceous boundary in southern Spain (Subbetic zone). *Acta Geol. Hungarica*, **29**, 1/2, 151-159, Budapest.

THIEULOY, J.-P. (1973). – The occurrence and distribution of boreal ammonites from the Neocomian of southeast France (Tethyan Province). *In* : Casey, R. & Rawson, P.F. (eds.). The Boreal Lower Cretaceous. *Geological Journal*, Special issue, **5**, 289-302, Liverpool.

THIEULOY, J.-P. (1977). – Les ammonites boréales des formations néocomiennes du Sud-Est français (Province sub-méditerranéenne). *Geobios*, **10**, 3, 395-461, Lyon.

THIEULOY, J.-P. (1979). – B. Les ammonites. Description des espèces indices et de quelques autres formes fondamentales. *In* : Busnardo, R., Thieuloy, J.-P. & Moullade, M. (eds.). Hypostratotype mésogéen de l'étage Valanginien (Sud-Est de la France). III. La faune. *Ed. C.N.R.S., Les stratotypes français*, **6**, 37-57, Paris.

THURMANN, J. (1836). – Résumé des travaux de la Société géologique du Mont-Jura pendant la Réunion qu'elle a tenue l'automne dernier à Besançon. *Bull. Soc. géol. France*, **3**, 18, 560-629, Paris.

TOUCAS, A. (1890). – Etude de la faune des couches tithoniques de l'Ardèche, *Bull. Soc. géol. France*, **3**, 18, 560-629, Paris.

WIEDMANN, J. (1967). – Die Jura/Kreide-Grenze und Fragen stratigraphischer Nomenklatur. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 1967, 736-746, Stuttgart.

WIEDMANN, J. (1968). – Das Problem stratigraphischer Grenzziehung und die Jura/Kreide-Grenze. *Eclogae geol. Helv.*, **61**, 2, 321-386, Basel.

WIEDMANN, J. (1974). – Die Jura/Kreide-Grenze. Prioritäten, Diastrophen oder Faunenwende? *In* : Colloque du Jurassique à Luxembourg, 1967. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min*, **75**, 333-338, Paris.

WIEDMANN, J. (1975). – The Jurassic-Cretaceous boundary as one of the Mesozoic system boundaries. *In* : Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé, Lyon, Neuchâtel, 1973. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, **86**, 3 58-362, Paris .

ZEISS, A. (1965). – Gliederung und Grenzen des oberen Jura in Europa. Carpatho-Balkan Geological Association, VII Congress, 1-16th September 1965, Sofia, Reports, 2, Section of Stratigraphy, Lithology and Palaeontology, **1**, 107-113.

Géologie Alpine, 1994, Mém. H.S. n° 20, p. 15-41

Les biohorizons du Valanginien du Sud-Est de la France : un outil fondamental pour les corrélations au sein de la Téthys occidentale

par Luc Georges BULOT* et Jean-Pierre THIEULOY*

RÉSUMÉ. — L'objectif de cet article est de présenter une synthèse de la biostratigraphie (ammonites) du Valanginien de la Téthys méditerranéenne. Depuis les travaux de Bulot *et al.* [1992], Bulot et Thieuloy [1993] et Bulot [1995], l'analyse de plusieurs dizaines de coupes a conduit à l'individualisation de 11 «associations fauniques élémentaires» dans le Valanginien du Sud-Est de la France. Ces associations fauniques élémentaires ont été converties en zones et en biohorizons en fonction de leur extension verticale.

Les zones ont fait l'objet d'une définition formelle suivant les règles de procédure du Guide Stratigraphique International. Le cadre biostratigraphique du Sud-Est de la France a donc été converti en échelle bio-chronostratigraphique. Le schéma zonal présenté ici doit être considéré comme un cadre chronostratigraphique standard pour le Sud-Est de la France. Parmi les apports les plus récents [Bulot, 1995], l'analyse des faunes du Valanginien inférieur a permis d'introduire une nouvelle zone à Stephanophorus subdivisée en trois bio-horizons. Cette nouvelle unité remplace en partie la biozone à *campylotoxus*. De même, une nouvelle zone à Inostranzewi a été individualisée ; elle permet de caractériser stratigraphiquement le renouvellement faunique qui marque la base du «Karakaschicératien» *sensu* Bulot et Thieuloy [1993]. Cette nouvelle unité correspond au sommet de l'ancienne biozone à *campylotoxus*.

La redéfinition des unités biostratigraphiques a conduit à reconsidérer les limites de l'étage et des sous-étages. Ainsi, nous plaçons la limite Berriasien - Valanginien à la base de la zone à Pertransiens, tandis que la base de la zone à Inostranzewi marque la limite Valanginien inférieur - Valanginien supérieur. Ces choix ont été faits dans l'optique de faire coïncider les limites chronostratigraphiques majeures avec des renouvellements fauniques importants.

Enfin, l'analyse de la littérature permet de montrer que les biohorizons définis dans le Sud-Est de la France peuvent généralement être reconnus à l'échelle de la Téthys méditerranéenne. De ce fait, la succession vocontienne est l'outil stratigraphique à haute résolution le plus performant dont nous disposons pour les corrélations à longue distance au Valanginien.

MOTS CLÉS. — Biostratigraphie, Ammonites, Valanginien, SE France, Téthys méditerranéenne.

The Valanginian biohorizon succession of SE France : a key tool for high resolution correlations in the Western Tethys

ABSTRACT. — The first aim of our present contribution is to present the latest developments in Valanginian ammonite biochronostratigraphy in South-East France as an example of what, up to us, should be the methodological guide line of biochronostratigraphic work in the future. This fully refined ammonite scale has already been partly published and discussed in various papers [Bulot *et al.*, 1992 ; Bulot and Thieuloy, 1993], but this paper is an up dated version derived from Bulot Thesis [1995].

In order to correlate biological events and chronostratigraphic subdivisions, the faunal turnovers evidenced in SE France suggest that the Berriasian-Valanginian boundary should be placed at the base of the Pertransiens Zone, while the base of the Late Valanginian should be drawn at the base of the new Inostranzewi Zone. This conception of the Valanginian has already be discussed at length by Bulot *et al.* [1992, 1993] and Bulot [1995].

All zones presented here are biochronozones *sensu* Callomon [1985]. There are defined by the phyletic appearance of their index-species (FAD) and characterized by their assemblage. Subdivision in biochronohorizons was preferred to subzones. Each biohorizon is defined by the acme of its index-species and characterized by its assemblage. For each zone the following points will be briefly discussed : index species, comments on the evolution of status and range, type-section, assemblages taxonomy of the index species, subdivision and correlation problems (if any). Following the revision of the Late Valanginian zonal scheme by Bulot

* Université de Grenoble I, Institut Dolomieu, 15 rue Maurice Gignoux, 38031 Grenoble cedex, France.

et al. [1992], the reconsideration of the Early Valanginian subdivisions leads to two main changes.

1) The Early Valanginian zonal scheme has been entirely refined. It is now subdivided in two biochronozones, the Pertransiens and Stephanophorus Zones which have been prefered to the *pertransiens* and *campylotoxus* zones *sensu* Busnardo and Thieuloy [1979]. The reasons of this choice are discussed and a subdivision of the Stephanophorus Zone in three biohorizons is presented.

2) The new Inostranzewi Zone is introduced to characterize the base of the «Karakaschiceratien» *sensu* Bulot and Thieuloy [1993]. It corresponds to the uppermost part of the *campylotoxus* zone *sensu* Busnardo and Thieuloy [1979]. As already pointed out, this unit is considered to mark the base of the Upper Valanginian.

We do not intend to consider this new zonal scheme as a standard scale for the Valanginian of the Mediterranean region, even if most of its Late Valanginian part was already retained as workable at a global scale [Hoedemaecker and Company, 1993]. Looking forward to a possible application of the Vocontian standard scale to the rest of the Mediterranean Realm, a preliminary survey of the paleontological and biostratigraphical litterature as been carried out in order to test the reproductibility of our biohorizons. As most of these units can been identified over most of the Mediterranean Region, we conclude that the Valanginian succession of SE France can be regarded as the best high resolution correlation tool available at the moment.

KEY WORDS. — Biostratigraphy, Ammonites, Valanginian, SE France, Mediterranean Tethys.

1. – INTRODUCTION

Historiquement, le Sud-Est de la France a toujours été un lieu privilégié pour l'élaboration de la biostratigraphie du Crétacé inférieur reposant sur les ammonites. En ce qui concerne l'étage Valanginien, depuis le milieu des années 1960, l'un d'entre nous [J.-P. Thieuloy] a progressivement construit le schéma zonal standard qui est actuellement reconnu à l'échelle de la Téthys occidentale [Hoedemaeker *et al.*, 1993]. Depuis 1990, de nouvelles recherches nous ont conduit à affiner cette échelle biochronostratigraphique et à proposer de nouvelles subdivisions auxquelles nous avons accordé le statut de biohorizons [Thieuloy *et al.*, 1990 ; Bulot *et al.*, 1992 et 1992a ; Bulot et Thieuloy, 1993 ; Bulot, 1995]. Le but de cet article est de résumer les résultats présentés dans ces travaux, et de tenter d'apprécier, à partir de la littérature et de nos propres observations, les potentialités d'application du cadre biochronostatigraphique du Sud-Est de la France aux différents bassins sédimentaires de la Téthys occidentale.

2. – PRINCIPES DE CONSTRUCTION DE LA ZONATION UTILISÉE

L'aspect théorique de la construction des échelles biochronologiques a fait l'objet de multiples publications traitant essentiellement de la valeur relative des différents types d'horizons, de sous-zones et de zones [American Commission on Stratigraphic nomenclature, 1961 ; British guide for Stratigraphic Procedure, 1978 ; Callomon, 1965 et 1985 ; Callomon et Donovan, 1966 ; Guex, 1987 ; Hancock, 1990 ; Hedberg ; 1976]. Par contre, lors de la discussion critique d'une zonation une question fondamentale est fréquemment oubliée : **sur quelles données brutes a-t-elle été construite ?** Ainsi, parmi les nombreux utilisateurs du cadre biostratigraphique «officiel» du Crétacé inférieur du SE de la France [Synthèse géologique du Sud-Est, Busnardo, 1984], combien savent :

- que la zonation du Barrémien repose quasi exclusivement sur la coupe stratotypique d'Angles ;
- que la zonation de l'Aptien inférieur est entièrement basée sur les coupes de La Bédoule ;
- que la zonation de l'Albien est une succession théorique, héritée des travaux de Breistroffer [1947] et extrapolée à partir de faunes provenant d'horizons polyzonaux de condensation.

On est en droit de se poser la question de la reproductibilité de telles zonations [Vermeulen, 1980 ; Delanoy, 1990, 1990a et 1995, ce volume ; Bulot, 1995 ; Latil, 1995, ce volume]. Depuis les travaux de Moullade et Thieuloy [1967], la zonation du Valanginien vocontien repose sur l'analyse de plusieurs dizaines de coupes situées dans tous les domaines paléogéographiques du bassin du Sud-Est de la France (fig. 1). Nous n'avons donc eu qu'à intégrer nos nouvelles observations aux données précédemment publiées. L'analyse de cette base de données a permis de mettre en évidence empiriquement une succession discontinue d'**«associations fauniques élémentaires»** proches de la notion d'**«associations unitaires»** développée par Guex [1986] et ce, bien que la quantité de matériel récolté ne soit pas suffisante pour employer un traitement mathématique.

La succession de ces unités au cours du temps est immuable et il est possible d'en identifier tout ou partie indépendamment des variations de faciès ou des

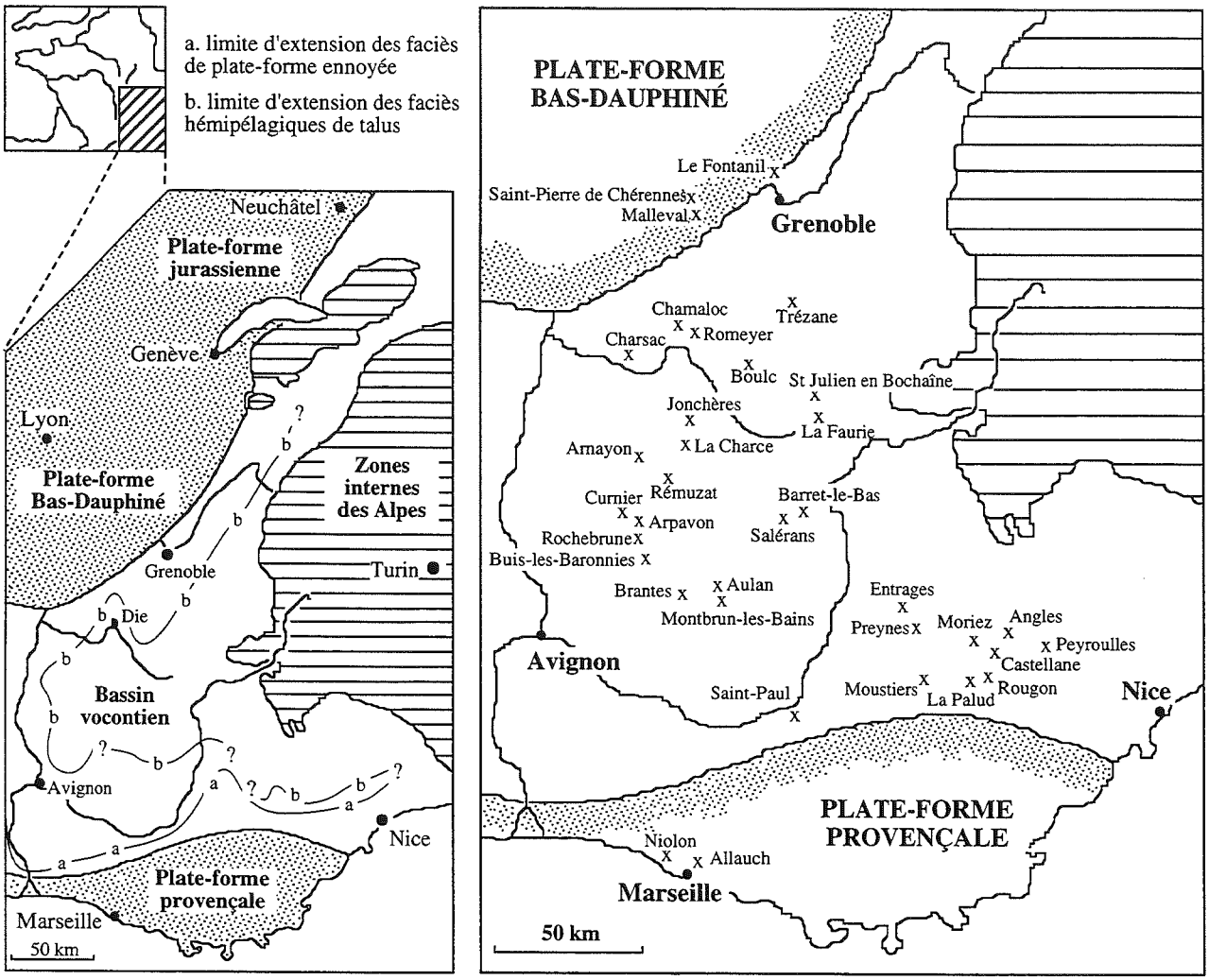


FIG. 1. – Carte paléogéographique du bassin du Sud-Est (Berriasien à Hauterivien) et localisation géographique des principales coupes étudiées regroupées par commune.

perturbations sédimentaires. Quels que soient les concepts bio- et chronostratigraphiques appliqués à cette base de données, les **«associations fauniques élémentaires»** sont et restent les plus petites unités biochronologiques identifiables dans le bassin du Sud-Est de la France. La zonation utilisée ici repose donc sur une succession de bio-événements (apparitions et disparitions) que l'on peut corréler, car ils sont reproductibles à l'échelle du bassin du Sud-Est. La fiabilité des corrélations proposées ne dépend donc que de la continuité de l'enregistrement paléontologique, de la richesse des assemblages et de la qualité de préservation des fossiles.

2.1. Les bio-horizons

La notion de sous-zone n'a pas été utilisée pour l'intervalle considéré car la validité de cette unité biostratigraphique est liée à sa reconnaissance à l'échelle de plusieurs bassins sédimentaires. En ce qui concerne la Téthys méditerranéenne, seul le Sud-Est de la France, le bassin atlantique du Maroc et le SE de l'Espagne ont fait l'objet d'études de détail pour le Valanginien. Dans l'attente de la reconnaissance des successions biochronologiques vocontiennes dans d'autres bassins péri-téthysiens, nous avons préféré la notion de bio-horizon à celle de sous-zone. Du point de vue temporel, la durée des bio-horizons utilisés ici est de l'ordre de celle d'une sous-zone (300 à 400.000 ans).

Tels qu'ils sont conçus dans ce travail, les bio-horizons ne sont pas des unités biostratigraphiques aussi formelles que les sous-zones. Ils sont définis à partir d'une association issue d'un renouvellement de faune et par l'acmé d'un taxon qui est retenu comme «espèce-index» [«faunal horizons» *in* Callomon, 1965 ; bio-horizons *in* Callomon, 1985]. Cette approche des bio-horizons est celle utilisée pour le Jurassique par de nombreux biostratigraphes. Les bio-horizons sont des unités apparentées aux biozones. Leur extension verticale dans les coupes de référence peut être sujette à des modifications. Néanmoins, les bio-horizons ainsi définis sont susceptibles de devenir des sous-zones chronostratigraphiques après évaluation de leur potentiel de corrélation.

2.2. Statut des zones utilisées

Nous tenons à rappeler à nouveau que les biozones et les chronozones sont des entités très différentes. En effet, bien que la chronozone soit personnalisée par une espèce-index, le plus souvent choisie pour son abondance, il n'est pas nécessaire que l'index soit confiné à la chronozone, ni que sa distribution couvre l'intégralité de la chronozone. De même, il n'est pas indispensable que le marqueur soit présent pour identifier la chronozone, sa seule fonction étant de nommer la chronozone correspondante.

Tout au long du texte, la nomenclature proposée par Callomon [1985] a été adoptée pour distinguer biozones et chronozones :

- lettres minuscules et italiques pour les biozones - zone à *campylotoxus*,
- lettres majuscules et romaines pour les chronozones - zone à Callidiscus.

Les chronozones doivent être objectivement définies en fixant leur limite inférieure par des «clous d'or» sur des coupes de référence. La désignation d'une «succession-type» («type section») n'a pour but que de servir de support à l'individualisation des clous d'or («Golden-Spikes») qui marquent les limites chronostratigraphiques («time planes») des biochronozones. Les successions-type sont donc des coupes où l'information paléontologique est la plus complète possible, c'est-à-dire où l'apparition des différentes formes index n'est pas fortuite. Néanmoins, et par convention, les coupes de référence ainsi désignées n'ont pas valeur de stratotype.

C'est ainsi que le cadre biostratigraphique du Valanginien du Sud-Est de la France a été progressivement converti en échelle biochronostratigraphique [Thieuloy, 1977 ; Bulot *et al.*, 1992 ; Bulot, 1995]. A ce propos, signalons **que cette transformation des biozones en chronozones passe par l'identification du caractère phylétique et non pas fortuit de l'apparition des index au sein d'une coupe.**

2.3. Statut de la zonation utilisée

Le schéma zonal présenté ici doit être considéré comme valable uniquement pour le Sud-Est de la France, et cela, même si la zonation standard de la Téthys méditerranéenne s'en inspire fortement [Hoedemaeker *et al.*, 1993]. Cette échelle biochronologique est le prolongement logique des zonations «classiques» du Sud-Est de la France [Le Hégarat, 1971 ; Thieuloy, 1977a ; Busnardo et Thieuloy, 1979 ; Busnardo, 1984]. Son originalité réside dans la définition formelle des unités biochronostratigraphiques qui la constituent. Elle peut donc être considérée comme un cadre chronostratigraphique standard pour le Sud-Est de la France [«parallel standard chronostratigraphic scale» *sensu* Callomon, 1985].

Les coupes étudiées se répartissent entre les séries pélagiques du centre du bassin vocontien, les séries hémipélagiques de ses marges et les séries condensées des plates-formes péri-vocontiennes. Compte tenu des impératifs chronostratigraphiques fixés, nous avons été amené à sélectionner un ensemble de coupes de référence prises dans les faciès alternants de bassin qui offrent potentiellement les successions les plus continues (fig. 1). Le lecteur trouvera l'analyse biostratigraphique détaillée des coupes étudiées dans la publication de Bulot *et al.* [1992] et dans la thèse de Bulot [1995].

2.4. Limites chronostratigraphiques retenues

2.4.1. Berriasien - Valanginien

Lors de l'élaboration de la zonation standard du Crétacé inférieur méditerranéen, le groupe de travail «Céphalopodes» du PICG 262, dans un souci de stabilité des subdivisions stratigraphiques, a suivi les recommandations de l'IUGS [Birkelund *et al.*, 1984] et retenu la base de la zone à *otopeta* comme limite Berriasien - Valanginien [Hoedemaeker et Bulot, 1990 ; Hoedemaeker *et al.*, 1993]. Dans la réalité, cette décision ne reflète qu'un consensus et les opinions divergent toujours quant à la position de la base du Valanginien.

Les différentes interprétations de la limite Berriasien -Valanginien ont été analysées en détail par Bulot *et al.* [1993], Blanc *et al.* [1994] et Bulot [1995]. Il ressort de ces travaux qu'indépendamment des divergences de vue sur la définition des espèces-index ou la méthodologie biochronologique, tous les auteurs placent leur limite d'étage en fonction de ce qu'ils estiment être la première individualisation d'une faune «valanginienne» *sensu* Kilian [voir discussion *in* Bulot, 1995]. L'étude des ammonitofaunes du Berriasien terminal - Valanginien basal du SE de la France [Blanc *et al.*, 1992 ; Bulot *et al.*, 1993 ; Blanc *et al.*, 1994 ; Bulot, 1995] a montré :

- qu'il existe un intervalle de temps où les genres berriasiens et valanginiens *sensu* Kilian cohabitent ;
- que cette période est beaucoup plus longue qu'il n'avait été envisagé jusqu'à présent, et qu'elle couvre la partie supérieure de la zone à *callisto sensu* Le Hégarat [1971] et la zone à *otopeta sensu* Busnardo et Thieuloy [1979] ;
- que les espèces berriasiennes s'éteignent progressivement entre le milieu de la zone à *otopeta* et la partie inférieure de la zone à *pertransiens sensu* Busnardo et Thieuloy [1979] ;
- que la transition entre les faunes berriasiennes et valanginiennes n'est pas aussi brutale que le pensait Le Hégarat [1971].

Cet intervalle stratigraphique correspond au «niveau supérieur à *Belemnites Orbignyi*, *Bel. conicus* et *Rhynchonella contracta*» de Kilian [1907-1910] et à

l'horizon de Beaucels de Mazenot [1939]. Historiquement, il appartient au Berriasien, bien qu'à la suite du Colloque sur le Crétacé inférieur de Lyon [1963], il ait été transposé dans le Valanginien.

Parallèlement, l'étude de la relation ontogenèse-phylogenèse chez les faunes d'ammonites du passage Berriasien - Valanginien montre que la plupart des genres sont des regroupements artificiels et que la composition des associations de bordure de plate-forme et de bassin sont radicalement différentes [Bulot, 1995]. Bien que le thème de notre article soit essentiellement biostratigraphique, il nous semble nécessaire de donner une illustration de l'impact de cette étude sur la chronostratigraphie de l'Eocrétacé.

1) L'existence de formes de transition entre *Berriasella* s. l. et *Kilianella* s. l., *Fauriella* et *Thurmanniceras* s. l., *Erdenella* et *Sarasinella*, *Tirnovella* s. l. et *Neocomites*, contraint à disposer d'un matériel abondant et parfaitement conservé pour distinguer avec certitude les taxons caractéristiques de la sous-zone à *alpillensis* de ceux de la partie supérieure de la sous-zone à *otopeta*.

2) L'absence de l'espèce-index *otopeta* dans les séries de bordure de plate-forme (Jura et Arc de Castellane) réduit la valeur chronostratigraphique de ce taxon et de l'unité qu'il caractérise.

Le bio-événement le plus marquant nous semble être l'apparition concomitante de *Thurmanniceras pertransiens*, de *Calpionellites darderi* et de *Calcicalathina oblongata*. En effet, ces trois espèces sont à nos yeux d'excellents marqueurs du passage Berriasien - Valanginien car l'isochronisme de leur apparition phylétique a pu être testé à l'échelle du bassin du SE [Blanc *et al.*, 1994 ; Bulot, 1995 ; Bulot et Gardin, 1995, sous-presse]. Cette étude nous a aussi convaincu, qu'en France, cet événement s'accompagne de l'apparition (ou de l'arrivée) du genre *Platylenticeras*, taxon caractéristique du Valanginien basal de Grande-Bretagne et d'Allemagne du Nord. Il semble donc que la base de la zone à Pertransiens *sensu* Bulot [1995] pourrait permettre d'établir une limite Berriasien - Valanginien commune aux domaines sub-boréaux et méditerranéens. C'est donc à ce niveau que nous plaçons la limite inférieure du Valanginien [Bulot *et al.*, 1993 ; Blanc *et al.*, 1994 ; Bulot, 1995].

2.4.2. Valanginien inférieur - Valanginien supérieur

Nous avons déjà montré à plusieurs reprises que l'analyse globale des faunes d'ammonites du Valanginien permettait de reconnaître un renouvellement majeur dans la partie supérieure de la biozone à *campylotoxus sensu* Busnardo et Thieuloy [1979] [Bulot *et al,* 1992 ; Bulot et Thieuloy, 1993 ; Bulot, 1995]. Ce renouvellemenent se traduit par l'apparition d'une association entièrement nouvelle de *Karakaschiceras*, *Neohoploceras*, *Valanginites*, *Saynoceras*, *Paquiericeras* qui correspond à la base du «Karakaschicératien», une des trois «super-zones» introduites par Bulot et Thieuloy [1993].

Jusqu'à très récemment, la base du «Karakaschicératien» correspondait à la base du biohorizon à *K. biassalense*, introduit sans définition formelle par Bulot et Thieuloy [1993] au sommet de la zone à *campylotoxus*. Depuis, Bulot [1995] a révisé le statut et la définition de cette unité biochronologique. La définition formelle par Bulot [1995] d'une nouvelle zone à Inostranzewi [= horizon à *K. biassalense sensu* Bulot et Thieuloy, 1993] permet d'envisager sous un nouveau jour le problème de la position de la limite Valanginien inférieur - Valanginien supérieur. Placer la base du Valanginien supérieur à la base de la zone à Inostranzewi découle de trois raisons principales.

1) Le renouvellement générique des faunes d'ammonites accompagne à ce niveau le renouvellement des petits foraminifères benthiques [Magniez-Janin, 1991 et communication personnelle, 1994] et des nannoflores calcaires [Gardin, communication personnelle, 1994]. De plus, les calpionelles subissent une crise qui annonce leur déclin et se traduit par une réduction tant de leur diversité que de leur abondance [Blanc, Thèse en cours].

2) L'arrivée discrète des premiers représentants du genre boréal *Prodichotomites* dans le SE de la France s'observe dans la zone à Inostranzewi [Bulot et Thieuloy, 1993]. Cette «migration» s'accompagne de l'implantation dans le bassin de Basse-Saxe d'une population d'*Olcostephanus guebhardi* [Kemper *et al.*, 1981 ; Kemper, 1993], espèce qui montre son acmé dans la zone à Inostranzewi. En Allemagne du Nord, la limite Valanginien inférieur - Valanginien supérieur, placée à la base de la zone à *hollwedense*, est donc corrélable avec la base de la zone à Inostranzewi.

3) En l'absence de *Saynoceras verrucosum*, les *Karakaschiceras* du groupe *biassalense-inostranzewi* et les *Neohoploceras* ont souvent été retenus comme marqueur du Valanginien supérieur [Riccardi *et al.*, 1971 ; Kemper *et al.*, 1981 ; Company, 1987]. Bien que *K. biassalense* et *K. inostranzewi* persistent à la base de la zone à Verrucosum, l'acmé de ces deux espèces se situe dans la zone à Inostranzewi. Inclure cette zone dans le Valanginien supérieur permet donc de minimiser les problèmes de reconnaissance de la base de ce sous-étage dans les régions où les faunes de la zone à Inostranzewi et les faunes de l'horizon à *S. verrucosum* se distinguent difficilement (voir discussion dans les prochains paragraphes).

2.4.3. Valanginien - Hauterivien

En 1977, l'un d'entre nous [J.-P. Thieuloy] a proposé de fixer la limite Valanginien - Hauterivien à la base de la zone à Radiatus, définie par la première apparition

locale de son espèce index dans la coupe de La Charce (Drôme, France). Cette proposition, conforme aux recommandations du Guide Stratigraphique International, a été retenue par la Sous-Commission de Stratigraphie du Crétacé à Copenhague [Birkelund *et al.*, 1984]. Parallèlement, ces auteurs, faisant valoir que depuis près d'un siècle la limite Valanginien - Hauterivien est traditionellement placée à la base de la zone à Radiatus et qu'une modification notable de cette limite nuirait à la stabilité nécessaire à la chronostratigraphie, ont rejeté la proposition de Hoedemaeker [1984] de faire débuter l'Hauterivien avec la base de la zone à Trinodosum.

Depuis, la position de la limite Valanginien - Hauterivien a fait l'objet de nouvelles controverses qui ont été analysées en détail par Bulot [1995]. Dans le cadre de ce travail, nous adopterons donc pour des raisons historiques et méthodologiques, une conception classique de l'Hauterivien dont la limite inférieure est placée à la base de la zone à Radiatus. Nous ne sommes pas pour autant de farouches défenseurs de cette position dans la mesure où, par certains aspects, cette solution semble peu pratique (y compris dans le cadre du SE de la France).

En effet, au-delà de la nécessité d'une stabilité chronostratigraphique, et sur le plan strictement paléontologique, la faune d'ammonite de la zone à Radiatus présente beaucoup plus d'affinités avec les associations du Valanginien sommital (zones à Trinodosum et à Callidiscus), qu'avec celles de l'Hauterivien inférieur non basal (zones à Loryi et à Nodosoplicatum). On est donc en droit de s'interroger sur la valeur du choix d'*Acanthodiscus radiatus* comme marqueur de la base de l'Hauterivien. L'individualisation des *Acanthodiscus* à partir des *Teschenites* [Thieuloy, 1977 ; Bulot *et al.*, 1992] nous semble être un phénomène dont l'importance a été exagérée par le «succès écologique» de ces formes sur les plates-formes nord-provençale et jurassienne (région stratotypique). Partout ailleurs, les *Acanthodiscus* ne sont qu'un élément accessoire des associations de l'Hauterivien basal.

De plus, les niveaux condensés qui caractérisent les séries de plate-forme ennoyée accentuent l'abondance des *Acanthodiscus*, tandis que les hiatus sédimentaires ne permettent pas de contrôler le synchronisme de leur première apparition. En effet, rien ne permet d'affirmer que la première apparition des *Acanthodiscus* soit synchrone à l'échelle des différents bassins sédimentaires européens et il semble même que les individus d'Allemagne du Nord correspondent à un stade évolutif qui n'est pas réalisé avant le milieu de la zone à Radiatus dans le Sud-Est de la France [Bulot *et al.*, 1992 ; Bulot, 1995].

Dans un tel contexte, il est indispensable d'étendre l'étude biostratigraphique des couches de passage du Valanginien à l'Hauterivien à l'ensemble du biota marin. Les discussions au sein des groupes de travail de l'IUGS ont montré qu'actuellement nous manquons de travaux de détail sur la plupart des groupes de microfossiles et de nannofossiles, mais qu'en dépit de ces imprécisions, ni les foraminifères, ni les dinoflagellés, ni les nannofossiles calcaires, ni les ostracodes ne montrent de renouvellement significatif à la base de la zone à Radiatus.

Par contre, la plupart de ces groupes montrent des phénomènes de spéciation dans la partie supérieure de la zone à Trinodosum et dans la partie moyenne de la zone à Radiatus sans qu'il soit pour l'instant possible de préciser exactement l'ampleur et la chronologie de ces événements. A nos yeux, rien ne s'oppose donc à ce qu'une limite biostratigraphique plus argumentée soit adoptée lors de la réunion de la Sous-Commission de Stratigraphie de l'IUGS sur les limites d'étage du Crétacé à Bruxelles en 1995.

3. – Définition et caractérisation des biochronozones

Le schéma zonal du Valanginien supérieur utilisé ici a déjà fait l'objet d'une publication [Bulot *et al.*, 1992] dont les conclusions restent globalement valables, bien qu'une nouvelle subdivision ait été introduite depuis [zone à Inostranzewi, Bulot, 1995]. Le cadre stratigraphique du Valanginien inférieur a quant à lui été entièrement réactualisé [Blanc *et al.*, 1994 ; Bulot, 1995].

Les corrélations entre le cadre biochronostratigraphique présenté ici, les différentes biozonations du Sud-Est de la France et la zonation standard méditerranéenne sont données dans le tableau I. L'extension et le contenu des différentes associations sont synthétisés dans les tableaux 2 et 3. Du point de vue de la nomenclature paléontologique, la terminologie suivante, inspirée de Bengston [1991], sera employée tout au long de cet article :

s. str. : individu parfaitement identifiable à la définition du genre ou au type de l'espèce (ou du morphotype).
s. l. : individu s'intégrant dans la variabilité de l'espèce admise dans ce travail.
aff. : individu montrant une relation phylétique avec l'espèce de référence. Potentiellement une forme de transition ou une nouvelle espèce.
cf. : individu dont la préservation ne permet pas d'assurer l'identité avec l'espèce de référence.
gr. : ensemble de taxons présentant de fortes affinités phylétiques. Potentiellement une seule espèce.

L'utilisation des guillemets avec un nom du groupe genre (*«Tirnovella»* et *«Thurmanniceras»* par exemple) souligne un doute quant à l'attribution générique, sans toutefois exclure un lien phylétique avec les taxons du genre de référence. Cette nomenclature est particulièrement fréquente au passage Berriasien-Valanginien.

3.1. Valanginien inférieur

3.1.1. Zone à Pertransiens sensu *Bulot [1995]*

Espèce-index : *«Tirnovella» pertransiens* (Sayn).

Taxonomie : nous renvoyons le lecteur aux études paléontologiques de Company [1987] et de Bulot [1995] pour les détails sur la variabilité de *«T.» pertransiens*. Il nous semble néanmoins souhaitable de rappeler qu'il existe au sein de la sous-zone à *otopeta*, des formes inédites de *Tirnovella*, qui montrent une étonnante convergence morphologique avec le taxon *pertransiens* [première description par Gayte, 1984].

Ces formes sont vraisemblablement à l'origine des controverses sur l'extension verticale de *«T». pertransiens*. En effet, depuis 1981, Hoedemaeker affirme que dans la coupe de Los Miravetes (Caravaca, Espagne) le LOD de *«T». pertransiens* et le LOD de *«T». otopeta* sont synchrones à un banc près. Cette observation n'a été confirmée dans aucune autre coupe des Cordillères bétiques [Company et Tavera, 1982 ; Tavera, 1985 ; Company, 1987]. S'appuyant sur les publications de Le Hégarat et Remane [1968] et de Remane et Thieuloy [1973a et b], Hoedemaeker [1982 et communications personnelles] considère que dans le Sud-Est de la France, *«T». pertransiens* existe déjà à la base la sous-zone à *otopeta* (équivalente de la partie inférieure de la sous-zone D3 de calpionelles). Pour Gayte [1984], *«T». pertransiens* pourrait être considérée comme une espèce très variable où s'intégreraient les *Tirnovella* inédites de la base de la sous-zone à *otopeta*. Pourtant, cet auteur ajoute que «**les différences d'ornementation chez le jeune** laissent à penser que plusieurs espèces tendent à acquérir le même type d'ornementation sur la loge.»

Depuis, nous avons retrouvé plusieurs échantillons identiques à *Tirnovella sp. in* Gayte [1984, pl. 5, fig. 5 = *Thurmanniceras pertransiens* in Le Hégarat et Remane, 1968, pl. 1, fig. 1]. Chez l'adulte, la principale différence entre cette forme et *«T». pertransiens* s. str. réside dans la flexuosité de la costulation, la discrétion et la fugacité des constrictions et le nombre de tubercules péri-ombilicaux. Par contre chez le jeune, le style costal est identique à celui des *Tirnovella* du groupe *alpillensis*. C'est vraisemblablement à cette forme que doivent être rapportées la plupart des *«T». pertransiens* citées en association avec *«T». otopeta* par Hoedemaeker [1982, tabl. III] (Company, 1994, communication personnelle).

La révision des collections nous a montré que la citation de *«T». pertransiens* s.l. dans la sous-zone à *otopeta* des coupes de Ginestous, la Faurie-Pusteau et de Barret-le-Bas doit être considérée comme erronée [Bulot, 1995]. Tous les spécimens incriminés doivent être attribués soit à *«T». otopeta*, soit à *Tirnovella* sp. *sensu* Gayte [1984, pl. 5, fig. 5]. Telle que nous l'interprétons, l'espèce *pertransiens* ne cohabite pas avec *«T». otopeta*.

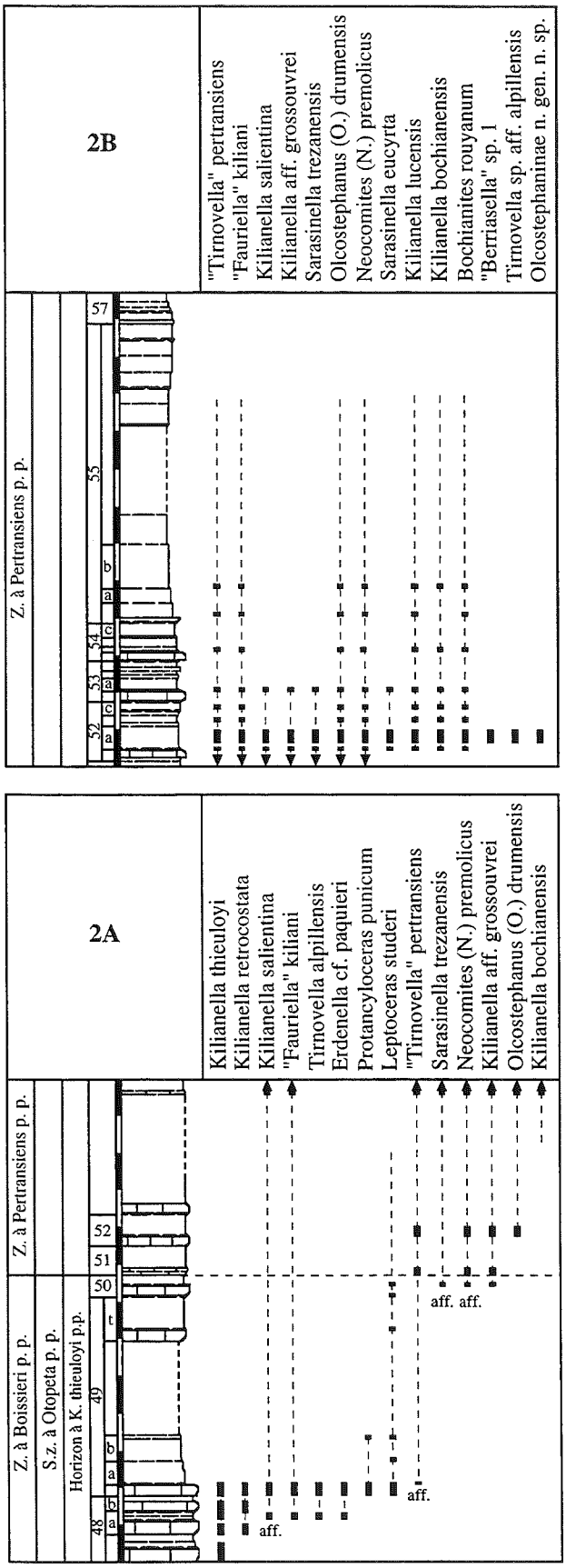


FIG. 2. – Coupe de Trézanne (Col du Papavet A et B) : succession lithologique et analyse biostratigraphique (Berriasien terminal - Valanginien basal) d'après Bulot [1995].

Commentaires : initialement introduite comme sous-zone, la biozone à *pertransiens* a fait l'objet de nombreuses émendations qui ont été discutées par Bulot [1995]. En accord avec Company [1987], nous considérons la zone à Pertransiens comme l'intervalle compris entre la première apparition de son index et la première apparition de *O. (O.) stephanophorus* (ou de *B. hirsutus*).

«T.» pertransiens est très fréquente à la base de la zone qu'elle nomme. Elle est associée à *Sarasinella eucyrta, Sarasinella trezanensis. Neocomites (N.) premolicus, «Fauriella» kiliani* (= *Thurmanniceras thurmanni auct non* Pictet et Campiche), *Kilianella salientina et Kilianella lucensis*. Bien que la plupart de ces espèces soient déjà apparues dans la partie sommitale de la sous-zone à *otopeta* [horizon à *K. thieuloyi sensu* Bulot, 1995], leur acmé se situe à la base de la zone à Pertransiens (voir tabl. II). La faune du sommet de la zone à Pertransiens est peu diversifiée, mais c'est à ce niveau qu'apparaissent les premiers représentants de *Bochianites neocomiensis*.

Coupe de référence : la coupe du col du Papavet (Trézanne, Isère) est la succession où la première apparition phylétique de *«Tirnovella» pertransiens* peut être le mieux appréhendée (fig. 2). **Le «Golden-Spike» de la zone à Pertransiens se trouve à la base du banc 51 de cette coupe.**

Potentiel de corrélation : en France, la base de la zone à Pertransiens coïncide pratiquement avec la base de la sous-zone E de calpionelles, définie par le FAD de *Calpionellites darderi* [Blanc *et al.*, 1994]. En ce qui concerne les nannoflores calcaires, le FAD de *Calcicalathina oblongata* se situe un peu au-dessus de la base de la zone à Pertransiens [Bulot et Gardin, 1995, sous-presse].

3.1.2. Zone à Stephanophorus sensu BULOT *[1995]*

Espèce-index : *Olcostephanus (Olcostephanus) stephanophorus* (MATHERON).

Commentaires : l'introduction d'une nouvelle dénomination pour la partie supérieure du Valanginien inférieur peut sembler injustifée dans la mesure où Busnardo et Thieuloy [1979], puis Company [1987] ont respectivement proposé la zone à *campylotoxus* et la zone à *salinarium* pour caractériser un intervalle biostratigraphique approximativement équivalent à la zone à Stephanophorus telle qu'elle est proposée dans ce mémoire. En premier lieu, il convient de souligner que l'utilisation des deux premières unités biostratigraphiques nous semble délicate pour deux raisons.

1) Les collectes de l'un d'entre nous [J.-P. Thieuloy] dans le Gard montrent que des formes identiques ou affines à *Haploceras (Neolissoceras) salinarium* existent dès la base de la sous-zone à *otopeta* ce qui ne semble pas être le cas dans les Cordillères bétiques où l'espèce n'apparaît qu'au sommet de la zone à Pertransiens [Company, 1987 et communication personnelle, 1994]. De plus, dans sa définition originelle, la zone à *salinarium* est définie par la première apparition de *Baronnites hirsutus*. Or, Bulot *et al.* [1990] ont montré que cette espèce avait des contraintes écologiques très particulières qui induisait une distribution géographique limitée.

2) Bulot [1995] a montré que *B. campylotoxus* n'est connu qu'au sommet de la zone à *campylotoxus sensu* Busnardo et Thieuloy [1979]. Dans l'esprit de ces auteurs, cette zone correspondait donc à la zone d'extension («Total Range Zone») du genre *Busnardoites*. Or, nos dernières récoltes nous ont montré que les premiers représentants de ce genre apparaissent dès la base de l'horizon à *B. hirsutus* qui était jusqu'à présent inclus dans la zone à *pertransiens sensu* Busnardo et Thieuloy [1979]. Il semble donc difficile de conserver la notion de zone à *campylotoxus* sans altérer profondément son sens originel.

Suite à ces observations, il semble utile de proposer une alternative en utilisant la zone à Stephanophorus dont la base est caractérisée par un renouvellement marqué par la première apparition de l'espèce index, de *Baronnites hirsutus*, d'*Olcostephanus (Olcostephanus) josephinus*, d'*Olcostephanus (Olcostephanus) tenuituberculatus* et de *Busnardoites roberti* BULOT [1995].

C'est aussi à ce niveau que *Bochianites neocomiensis* et les premiers représentants du genre *Phyllopachyceras* (*P. valbellense*) apparaissent. Du point de vue taxonomique, *O. (O.) stephanophorus* a fait l'objet d'une révision par Bulot [1990]. Rappelons à ce propos que les représentants de cette espèce mentionnés dans le Valanginien supérieur sommital [Bulot et Autran, 1989, pl. 1, fig. 6-7 ; Autran, 1993, par exemple] appartiennent en fait à *O. (O.) balkanicus* [Bulot, 1990]. De ce fait, l'extension de *O. (O.) stephanophorus* est réduite à la zone à Stephanophorus et à la partie inférieure de la zone à Inostranzewi.

Coupe de référence : la coupe hypostratotypique de Barret-le-Bas a été désignée comme localité-type de la zone à Stephanophorus [Bulot, 1995]. **Le «Golden-Spike» de la zone à Stephanophorus se trouve à la base du banc 56** (fig. 3).

Subdivisions : la zone à Stephanophorus peut être subdivisée en trois bio-horizons : horizons à *Baronnites hirsutus*, à *Busnardoites subcampylotoxus* et à *Busnardoites campylotoxus*.

3.1.3. Biohorizon à Baronnites hirsutus

Commentaires : introduite informellement par Busnardo et Thieuloy [1979], cette unité a été définie par Company [1987] par la première apparition de *B. hirsutus*. C'est cette définition qui a été retenue depuis [Bulot, 1995]. Les coupes de référence, ont été

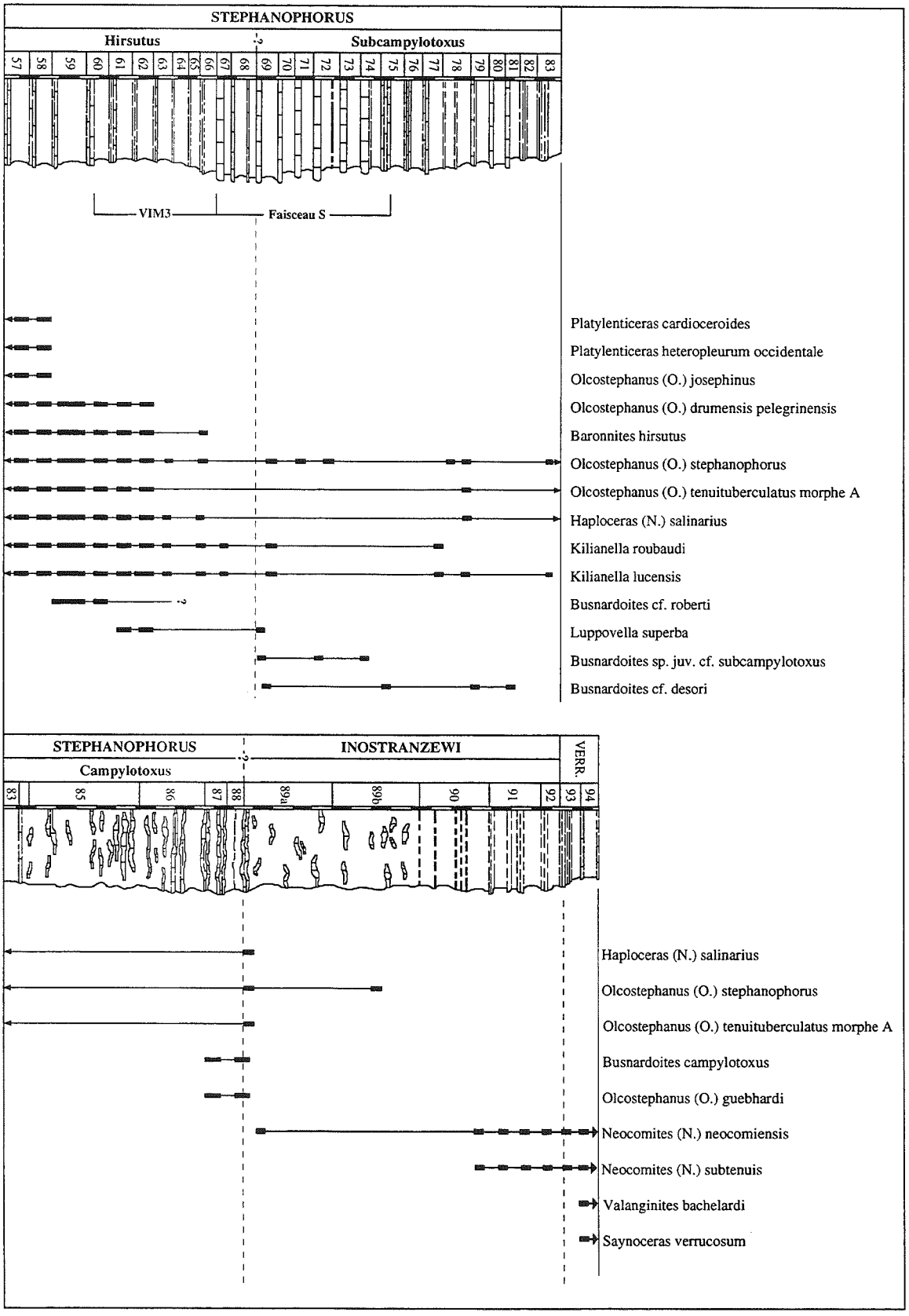


FIG. 3. – Coupe de Barret-le-Bas (Les Sausses) : succession lithologique et analyse biostratigraphique. (Valanginien inférieur - Valanginien supérieur basal, zone à Inostranzewi). Lithologie modifiée d'après Busnardo et Thieuloy [1979]. Analyse biostratigraphique d'après Bulot [1995].

désignées en faciès de bassin dans le SE de la France [coupes de Barret-le-Bas, Aulan et Les Prades ; Bulot, 1995]. *B. hirsutus* a fait l'objet d'une étude détaillée par Bulot *et al.* [1990].

3.1.4. Biohorizon à Busnardoites subcampylotoxus

Commentaires : introduite par Bulot [1995], cette unité est destinée à caractériser la partie moyenne de la zone à Stephanophorus qui est généralement peu fossilifère (voir tabl. II). L'espèce index, bien qu'assez fréquente, n'est connue que sporadiquement dans les coupes de bassin.

En faciès de bordure de plate-forme, la faune à *B. subcampylotoxus* est généralement plus riche et le FAD d'*Olcostephanus (Olcostephanus) guebhardi* permet de caractériser la base de l'horizon bien que ce taxon n'ait pas une extension verticale identique à celle de l'index.

B. subcampylotoxus a fait l'objet d'une étude par Nikolov [1977]. Il semble que cette espèce présente un dimorphisme important qui s'exprime, sur la loge d'habitation des formes macroconches, par une ornementation composée de fortes côtes primaires trituberculées qui évoquent l'ornementation des *Distoloceras*. Bien que cette ressemblance soit du registre de l'homéomorphie, de tels exemplaires ont parfois été rapportés aux *Distoloceras* du groupe *hystrix*. Comme l'a déjà montré Thieuloy [1973], cette attribution est erronée.

3.1.5. Biohorizon à Busnardoites campylotoxus

Commentaires : initialement introduite comme zone par Busnardo et Thieuloy [1979], cette unité a été ramenée depuis au rang d'horizon par Bulot [1995] qui a montré que *Busnardoites campylotoxus* est limité à la partie supérieure de la zone à *campylotoxus sensu* Busnardo et Thieuloy [1979]. Son utilisation comme index ne s'accorde donc pas avec la notion de zone recommandée par Hoedemaeker *et al.* [1993].

L'espèce reste néanmoins un marqueur fiable qui est connu sporadiquement dans l'ensemble du bassin vocontien, tandis que l'espèce est fréquente dans les coupes de la plate-forme nord-provençale. En l'absence de l'index, le FAD de *Olcostephanus (Olcostephanus) guebhardi* forme type permet de caractériser le biohorizon. En faciès de bassin, *Kilianella lucensis* et *Kilianella roubaudi* disparaissent au sein de l'horizon à *B. campylotoxus*.

Tout comme *B. subcampylotoxus, B. campylotoxus* est affecté par un dimorphisme important, qui a été évoqué par Ettachfini [1990]. Les formes macroconches peuvent atteindre une très grande taille et montrent avec les *Distoloceras* une ressemblance qui, comme l'a montré Thieuloy [1973], est du registre de l'homéomorphie.

3.2. Valanginien supérieur

3.2.1. Zone à Inostranzewi sensu *Bulot [1995]*

Espèce-index : *Karakaschiceras inostranzewi* (Karakasch).

Commentaires : la zone à Inostranzewi correspond à plusieurs unités biostratigraphiques informelles, tels que la sous-zone à *eucyrta* de Busnardo et Thieuloy [1979] *sensu* Bulot [1990] et l'horizon à *K. biassalense* de Bulot et Thieuloy [1993]. La reconnaissance d'une faune spécifique à ce niveau a conduit Bulot [1995] à introduire la zone à Inostranzewi. Les raisons du choix de l'index ont été discutées en détail par cet auteur et nous renvoyons le lecteur à ce travail.

La zone à Inostranzewi est caractérisée par une faune extrêmement diversifiée (voir tabl. III). En faciès de bassin, *Ptychophylloceras diphyllum*, *Bochianites neocomiensis* et *Haploceras (Neolissoceras) grasianum* dominent très nettement l'assemblage. L'association de *K. inostranzewi*, *Busnardoites meganae*, *Neohoploceras provinciale*, *Sarasinella biformis*, *Neocomites (N.) subtenuis*, *Olcostephanus (O.) stephanophorus*

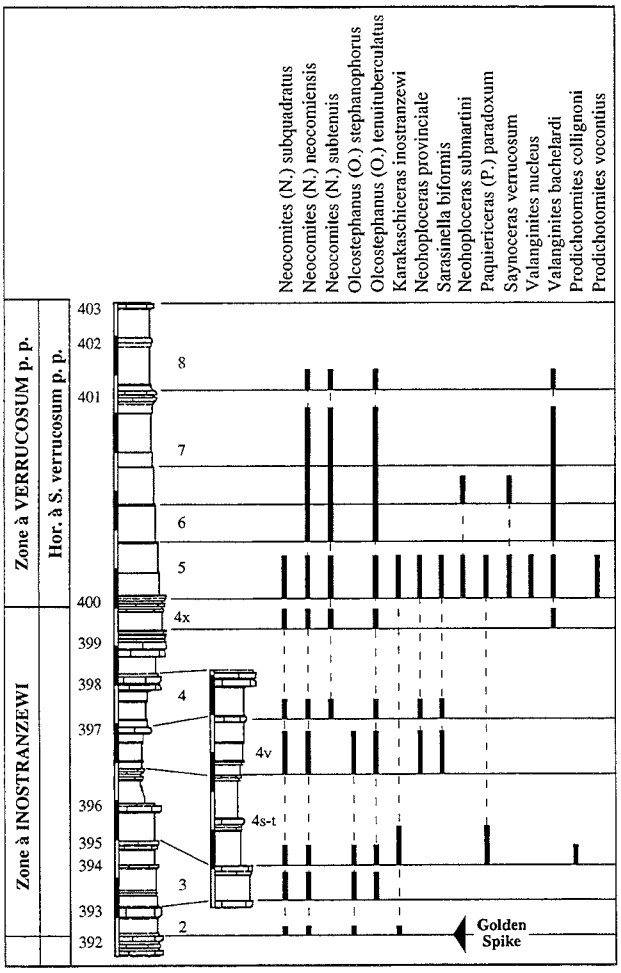


FIG. 4. – Coupe de Moriez (St-Firmin) : succession lithologique et analyse biostratigraphique. (Valanginien supérieur basal, zone à Inostranzewi). Biostratigraphie et lithologie modifiées d'après Bulot *et al.* [1992].

et *Olcostephanus (O.) tenuituberculatus* permet de caractériser la zone. De rares exemplaires de *Paquiericeras paradoxum*, *Julianites undulatum*, *«Saynoceras» contestanum*, ainsi que les premiers représentants du genre boréal *Prodichotomites*, annoncent l'association du biohorison à *S. verrucosum*.

En faciès de bordure de plate-forme, l'association de la zone à Inostranzewi est dominée, à la base, par l'espèce index et *K. biassalense* associés à *Saynoceras fuhri* et *Valanginites paludensis*, tandis que la partie supérieure de la zone est caractérisée par l'abondance de *O. (O.) guebhardi* forme type. A côté de ces espèces, il est possible de reconnaître d'assez nombreux représentants de *Fuhriella* qui ont souvent été rapportés dans la littérature au genre *Distoloceras* [voir discussion *in* Bulot, 1995]. Il faut aussi noter la présence constante dans la partie inférieure de la zone à Inostranzewi d'un niveau à grands Lytoceratidés (*Biassaloceras*).

Coupe de référence : le «Golden-Spike» de la zone à Inostranzewi a été placé à la base du banc 392 de la coupe de Saint-Firmin par Bulot [1995] (fig. 4)

3.2.2. Zone à Verrucosum sensu BULOT et al. *[1992].*

Espèce-index : *Saynoceras verrucosum* (D'ORBIGNY).

Commentaires : l'acception actuelle de cette biochronozone couvre l'intervalle compris entre la première apparition de son espèce-index et la première apparition d'*Himantoceras trinodosum* [Bulot *et al.*, 1992].

Aux côtés de *S. verrucosum*, les taxons *Neohoploceras submartini*, *Neocomites (N.) subtenuis*, *N. (Eristavites) platycostatus*, *Valanginites bachelardi*, *V. nucleus* et *Olcostephanus (O.) tenuituberculatus* sont les formes les plus fréquentes de la zone à Verrucosum. Le reste de la faune (*Karakaschiceras*, *Paquiericeras*, *Oosterella*, ...) sert de base à la caractérisation des bio-horizons et sera discutée plus loin. Les genres boréaux *Prodichotomites* et *Dichotomites* ne sont pas rares. En faciès de bassin, *Ptychophylloceras diphyllum*, *Protetragonites quadrisulcatus*, *Bochianites neocomiensis* et *Haploceras (Neolissoceras) grasianum* dominent très nettement les associations.

Coupe de référence : le «Golden-Spike» de la zone à Verrucosum doit être placé à la base du banc 306A de l'hypostratotype d'Angles (fig. 5), et non pas à la base du banc 305 comme l'ont indiqué par erreur Bulot *et al.* [1992].

Subdivisions : la zone à Verrucosum peut être subdivisée en trois bio-horizons : horizons à *Saynoceras verrucosum*, à *Karakaschiceras pronecostatum* et à *Varlheideites peregrinus*. Ces trois associations successives ont été reconnues tant en faciès de bassin que de bordure de plate-forme.

3.2.3. Biohorizon à Saynoceras verrucosum

Commentaires : initialement introduit comme sous-zone de la biozone à *verrucosum* [Busnardo et Thieuloy, 1979], cette unité a été ramenée à la valeur d'horizon par Bulot *et al.* [1992], suite à la mise en évidence de l'horizon à *K. pronecostatum*. C'est dans ce sens que nous l'utilisons ici.

Récemment, Atrops et Reboulet [1993] ont amputé l'horizon à *S. verrucosum* de sa partie supérieure pour introduire l'horizon à *Neocomites (N.) neocomiensis*. Bien que nous n'adoptions pas cette unité, il est certain que les coupes du bassin vocontien montrent un pic d'abondance des *Neocomites* qui se situe entre la disparition de *S. verrucosum* et l'apparition de *K. pronecostatum*. Cependant, le choix de *Neocomites (N.) neocomiensis* comme index nous semble malencontreux puisque cette espèce est connue depuis la base de la zone à Inostranzewi. De plus, cet intervalle est difficile à caractériser paléontologiquement. Seule l'apparition timide de formes non décrites d'*Oosterella*, de *Neocomites* et de *Karakaschiceras* affines à *K. pronecostatum* distingue cette association de celle de la base du biohorizon à *S. verrucosum*.

Les coupes d'Angles et de Saint-Firmin (Alpes de Haute-Provence) illustrent bien le développement de la faune de l'horizon à *S. verrucosum* [fig. 10 et 12 *in* Bulot, 1995] dont l'espèce index a récemment été révisée par Bulot *et al.* [1990]. En l'absence de l'index, les acmés de *Valanginites bachelardi* et de *Neohoploceras submartini* caractérisent l'horizon à *S. verrucosum*, bien que la répartition verticale de ces deux taxons atteigne la base de la zone à Trinodosum.

Plus rares, *Paquiericeras paradoxum*, *«Saynoceras» contestanum* et *Julianites undulatum*, connus depuis la zone à Inostranzewi, semblent s'éteindre dans la partie supérieure de l'horizon à *S. verrucosum*. En faciès de bordure de plate-forme, l'acmé d'*Olcostephanus (Olcostephanus) guebhardi* morphotype *querolensis*, de *Neocomites (Eristavites) platycostatus* et de *Valanginites nucleus* permet de caractériser l'horizon à *S. verrucosum*, bien qu'aucun de ces taxons n'ait une extension verticale identique à celle de l'index.

3.2.4. Biohorizon à Karakaschiceras pronecostatum

Commentaires : introduit sur la base des coupes de La Charce et de Romeyer [Livret-guide, Symposium Platform-margins, Mai 1992, fig. 1-4 *in* Bulot *et al.*, 1992a], cet horizon a été formellement défini depuis par Bulot *et al.* [1992].

La Charce (Drôme) a été choisie par Bulot *et al.* [1992] comme localité de référence pour l'horizon à *K. pronecostatum*, qui débute dans cette coupe à la base du banc 207 [Bulot, 1995, fig. 13]. Il est important de noter que dans cette même coupe, Reboulet *et al.* [1992], considèrent que ce biohorizon débute dès le banc 205. A nos yeux, l'association qui caractérise ce niveau est équivalente à l'horizon à *N. neocomiensis*

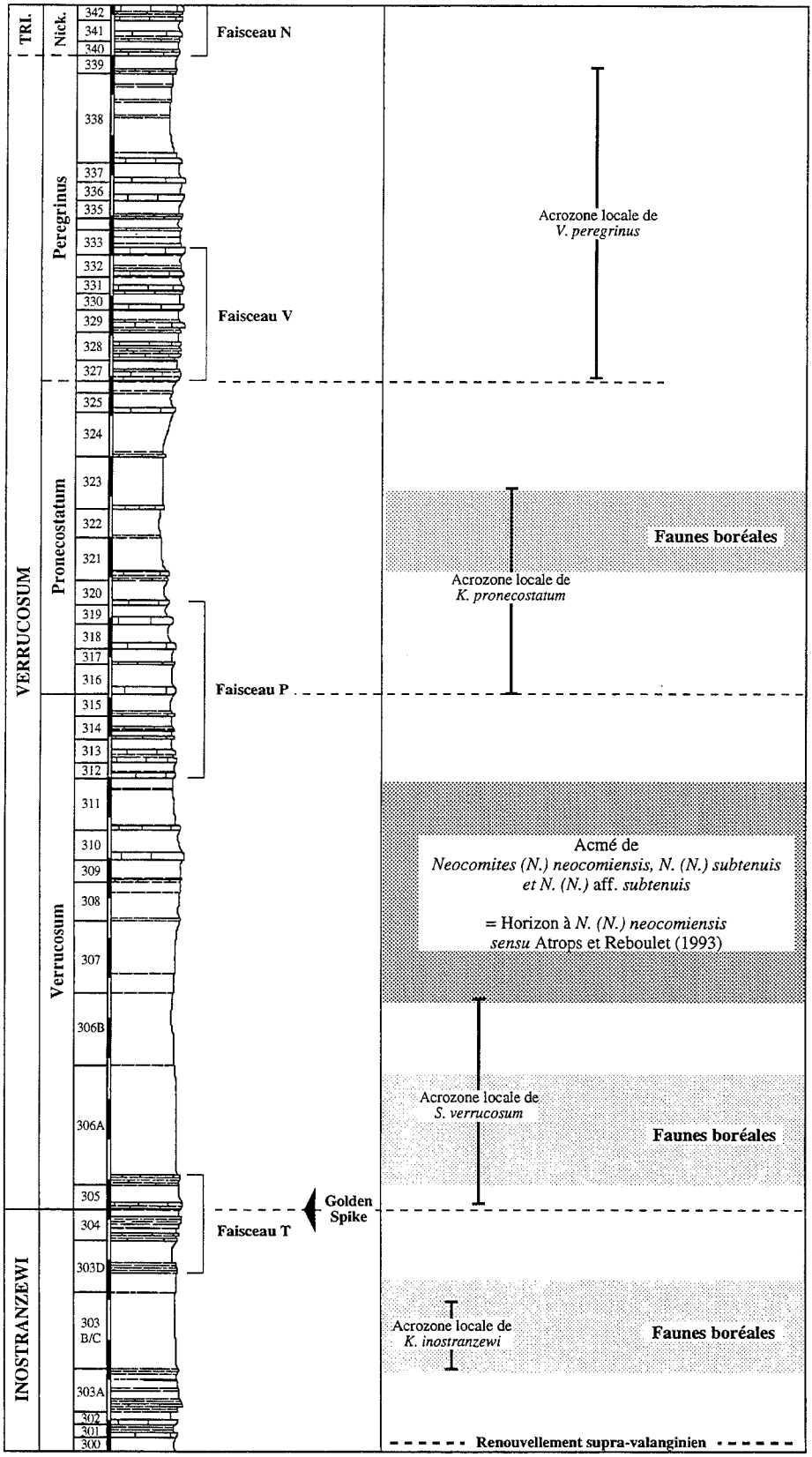


FIG. 5. – Coupe d'Angles (Les Baoussayes) : succession lithologique et principaux événements biochronologiques (Valanginien supérieur : zones à Inostranzewi et à Verrucosum). Lithologie d'après Busnardo et Thieuloy [1979], biostratigraphie modifiée d'après Bulot *et al.* [1992].

Répartition des espèces-index : la coupe d'Angles est nettement moins fossilifère que celle de La Charce et les premières apparitions observées sont le plus souvent fortuites. Les limites bio-chronostratigraphiques adoptées ici sont donc le résultat de l'analyse globale de la faune (Bulot *et al.*, 1992) et des corrélations séquentielles (Bulot, 1995).

[voir discussion *in* Bulot, 1995]. Ainsi, Reboulet *et al.* [1992] n'emploient pas exactement l'horizon à *K. pronecostatum* dans le même sens que celui utilisé dans ce travail.

La variabilité de *K. pronecostatum* a été discutée et illustrée par Bulot [1995]. L'espèce est connue dans l'ensemble du bassin vocontien et de ses marges. La faune associée se compose essentiellement de formes reliques de l'horizon à *S. verrucosum*. Elle est caractérisée par sa faible diversité. En l'absence de l'index, les acmés de *Neohoploceras depereti* et de *Rodighieroites lamberti* caractérisent l'horizon à *K. pronecostatum*. Comme Bulot *et al.* [1992] l'ont montré, la citation de *Neocomites (Neocomites) retowskyi* (SARASIN & SCHÖNDELMAYER, 1901) comme un élément important de l'horizon à *K. pronecostatum* par Reboulet *et al.* [1992, fig. 2] repose sur une erreur d'interprétation de ce taxon. Atrops et Reboulet [1993] ont d'ailleurs implicitement reconnu leur erreur lors de leur étude biostratigraphique du Valanginien supérieur hypostratotypique d'Angles.

3.2.5. Biohorizon à Varlheideites peregrinus

Commentaires : comme l'horizon à *K. pronecostatum*, l'horizon à *V. peregrinus* a été introduit par Bulot et Thieuloy *in* Bulot *et al.* [1992a] et défini formellement depuis par Bulot *et al.* [1992]. La coupe de La Charce (Drôme) a été choisie par Bulot *et al.* [1992] comme coupe de référence pour illustrer l'assemblage faunique de l'horizon à *V. peregrinus* [voir aussi fig. 13 *in* Bulot, 1995].

Selon Reboulet *et al.* [1992], *V. peregrinus* apparaîtrait dès la base de l'horizon à *K. pronecostatum*. Nos recherches montrent qu'il existe effectivement un recouvrement entre les distributions verticales de *K. pronecostatum* et de *V. peregrinus*, mais qu'il est beaucoup plus faible que celui admis par ces auteurs. Ce désaccord sur l'extension du biohorizon témoigne vraisemblablement d'une différence de conception pour ces deux taxons.

La variabilité et le polymorphisme de *V. peregrinus* ont été discutés et illustrés par Bulot [1995]. Les individus fragmentaires de cette espèce sont difficiles à déterminer car ils montrent des affinités avec les macroconches de *Neocomites (N.) neocomiensis*, *N. (E.) platycostatus* et *N. (Teschenites) neocomiensiformis* s. str.. C'est probablement ce type de confusion qui explique les différences entre la répartition stratigraphique de *V. peregrinus* reconnue dans ce travail et celle proposée par Reboulet *et al.* [1992].

Dominée par les Néocomitides, la faune de l'horizon à *V. peregrinus* est marquée par un important renouvellement de faunes qui affecte même les Phyllocératides (individualisation de *Phyllopachyceras winkleri*). Cette radiation adaptative permet d'utiliser la combinaison de plusieurs taxons pour reconnaître l'horizon à *V. peregrinus* en cas d'incertitude sur la détermination de l'index.

Parmi les espèces d'intérêt stratigraphique majeur, *Oosterella fascigera* et *Sarasinella hirticula* ont une acmé contemporaine de celui de *V. peregrinus*. De même, on peut noter plusieurs modifications significatives dans la composition des populations d'ammonites :

- remplacement de la morphologie du type *depereti* par celle du type *schardti* au sein des *Neohoploceras*,
- disparition de *K. pronecostatum* forme type au profit de *Karakaschiceras* sp.1 *in* Company [1987],
- dérive progressive des *Olcostephanus* depuis le pôle morphologique *tenuituberculatus* vers le pôle *balestrai*,
- apparition des premiers Holcodiscidés (*Jeanthieuloyites*).

Il est à noter que la plupart de ces espèces passent dans la zone à Trinodosum (base de l'horizon à *O. (O.) nicklesi*). La diversité et l'abondance de l'ammonitofaune confèrent à l'horizon à *V. peregrinus* un potentiel élevé pour les corrélations plate-forme-bassin au sein du bassin du Sud-Est.

3.2.6. Zone à Trinodosum sensu *BULOT* et al. *[1992]*

Espèce-index : *Himantoceras trinodosum* THIEULOY.

Commentaires : depuis son introduction par Moullade et Thieuloy [1967], la biozone à *trinodosum* n'a pas fait l'objet de modifications fondamentales. Seule sa limite supérieure a été rehaussée lors de la redéfinition de la zone à *callidiscus* par Busnardo et Thieuloy [1979]. La zone à Trinodosum a été élevée au rang de biochronozone par Bulot *et al.* [1992]. Elle est définie par la première apparition de son espèce-index et s'achève avec l'apparition de *Neocomites (Teschenites) callidiscus*, marqueur de la zone suivante.

Il est important de signaler que l'acrozone d'*H. trinodosum* dépasse la zone qu'elle caractérise et que cette forme de bassin présente l'inconvénient d'être absente des faciès de bordure de plate-forme. En son absence, l'association de *Criohimantoceras gigas*, *Olcostephanus (Olcostephanus) balestrai*, *O. (O.) nicklesi* et *Neocomites (Teschenites) pachydicranus* var. A permet de caractériser la zone à Trinodosum bien que prises individuellement les distributions stratigraphiques de ces différents taxons ne correspondent pas exactement à l'étendue de la zone à Trinodosum.

Le reste de la faune (*Olcostephanus*, *Criosarasinella*, *Oosterella*, *Eleniceras*...) sert de support à la caractérisation des bio-horizons qui seront discutés plus loin. Les genres boréaux *Prodichotomites* et *Dichotomites* restent fréquents. En faciès de bassin, *Phyllopachyceras winkleri*, *Bochianites goubechensis*, *Haploceras (Neolissoceras) grasianum* et *H. (N.) desmoceratoides* dominent très nettement les associations.

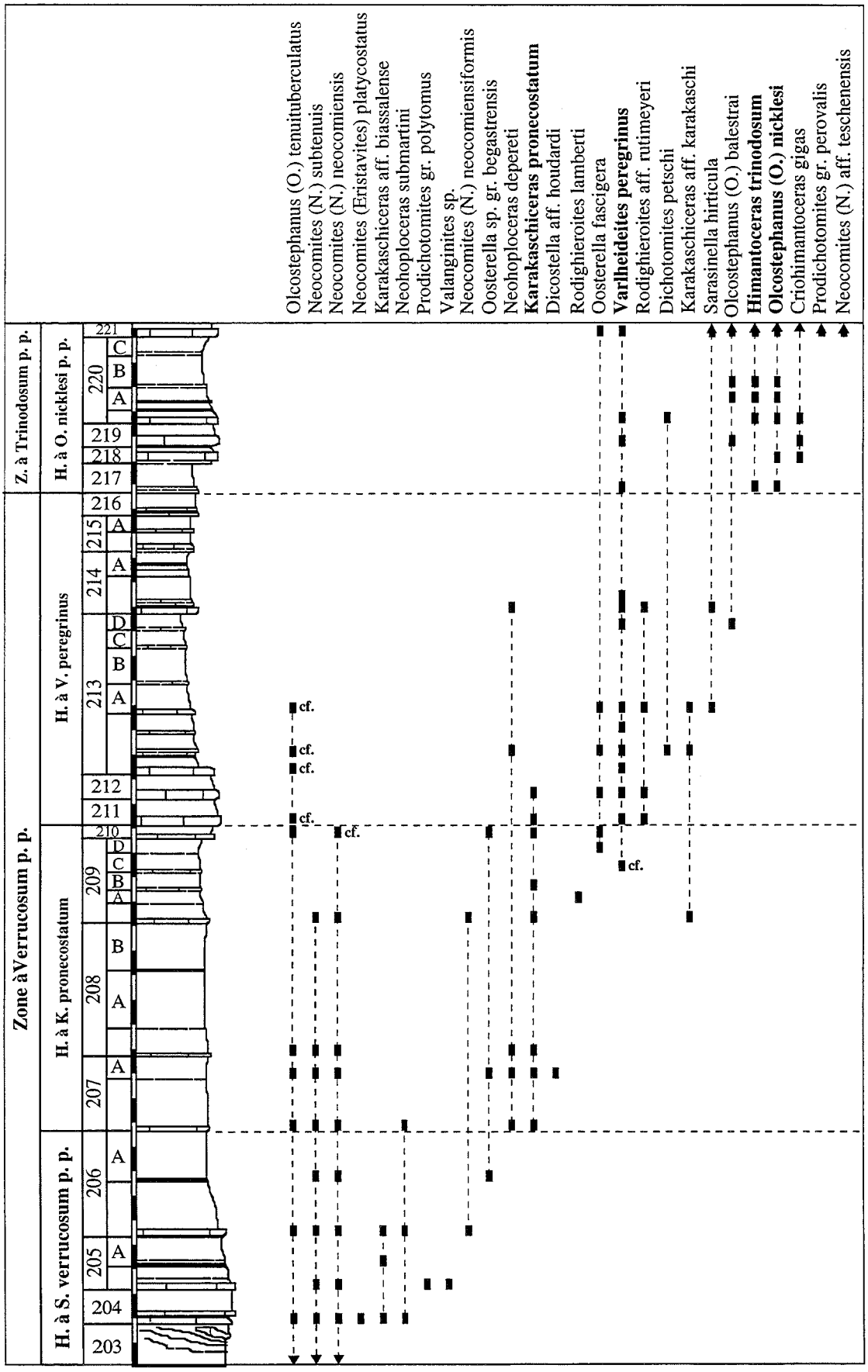


FIG. 6. – Coupe de La Charce (Serre de l'Ane) : succession lithologique et analyse biostratigraphique (Valanginien supérieur : zone à Verrucosum). Lithologie et biostratigraphie d'après Bulot [1995].

Coupe de référence : le «Golden-Spike» de la zone à Trinodosum a été placé à la base du banc 217 de la coupe de La Charce par Bulot *et al.* [1992] (fig. 6).

Subdivisions : la zone à Trinodosum peut être subdivisée en deux bio-horizons : horizons à *O. (O.) nicklesi* et à *C. furcillata*. Ces deux associations successives, aisément identifiables en faciès de bassin, sont le plus souvent absentes ou remaniées sur les bordures de plate-forme.

3.2.7. Biohorizon à Olcostephanus (Olcostephanus) nicklesi

Commentaires : l'horizon à *O. (O.) nicklesi* est l'équivalent exact de la sous-zone à *sanctifirminensis* de Busnardo et Thieuloy [1979]. La faune de cet horizon est remarquablement bien développée dans la coupe de La Charce (Drôme), que Bulot *et al.* [1992a] ont choisi comme coupe de référence [voir aussi fig. 14 *in* Bulot, 1995].

O. (O.) nicklesi a fait l'objet d'une révision récente [Bulot, 1990]. Rappelons simplement au lecteur qu'il existe deux morphotypes successifs : la forme type qui caractérise la partie inférieure du bio-horizon et le morphotype *thieuloyi* AUTRAN (1993) qui apparaît à son sommet et s'éteint dans l'horizon à *C. furcillata*. En absence de l'index, les petites *Oosterella* à carène simple du groupe *stevenini-garciae* associées à des formes reliques de l'horizon à *V. peregrinus* indiquent la partie inférieure du bio-horizon. La partie supérieure de l'horizon est marquée par un très net appauvrissement de la faune (disparition des *Varlheideites*, *Karakaschiceras*, *Neohoploceras* et *Rodighieroites*), tandis qu'apparaissent timidement les premiers représentants de *Teschenites pachydicranus* var. A.

3.2.8. Biohorizon à Criosarasinella furcillata

Commentaires : l'horizon à *C. furcillata* redéfini par Thieuloy *et al.* [1990] avait été initialement introduit comme sous-zone par Busnardo et Thieuloy [1979]. Depuis, Reboulet *et al.* [1992] ont amputé cette unité de sa partie sommitale en introduisant leur horizon à *Teschenites pachydicranus* var. A. Cette proposition a été longuement discutée par Bulot *et al.* [1992] et Bulot [1995] qui réfutent la validité de cette unité biostratigraphique. Nous renvoyons le lecteur désireux de connaître le détail de l'argumentation des différents auteurs à ces publications.

D'un point de vue pratique, il nous semble impossible d'individualiser un horizon à *N. (T.) pachydicranus* var. A car il n'existe pas de différence fondamentale entre la faune qui le caractérise et l'assemblage à *C. furcillata* sous-jacent. De plus, le choix de l'index nous semble particulièrement discutable du fait que ce taxon apparaît dans la partie supérieure de l'horizon à *O. (O.) nicklesi* et s'éteint à la base de la zone à Radiatus. Seule l'apparition de formes affines à *T. flucticulus* permettrait de définir sa base. A nos yeux l'horizon à *N. (T.) pachydicranus* var. A dans sa définition actuelle n'apporte rien à la zonéographie du SE de la France et doit être abandonné.

La faune de l'horizon à *C. furcillata* est remarquablement bien developpée dans la coupe de La Charce qui a été choisie par Bulot *et al.* [1992] comme coupe de référence [voir aussi fig. 14 *in* Bulot, 1995]. Le genre *Criosarasinella* est strictement limité au biohorizon à *C. furcillata*. Même à l'état fragmentaire, les *Criosarasinella* sont faciles à reconnaître par l'aspect particulier de leurs côtes primaires qui bifurquent très haut sur les flancs. Bien que *N. (T.) pachydicranus* var. A montre une acrozone qui débute dans le sommet de l'horizon à *O. (O.) nicklesi* et finit à la base de la zone à Radiatus, l'association de ce taxon avec *Eleniceras tchechitevi*, *N. (T.) drumensis*, *O. (O.) nicklesi* morphotype *thieuloyi* et *O. (O.) densicostatus* semble caractériser parfaitement l'horizon à *C. furcillata*.

3.2.9. Zone à Callidiscus sensu *BULOT* et al. *[1992]*

Espèce-index : *Neocomites (Teschenites) callidiscus* (THIEULOY).

Commentaires : depuis sa définition formelle par Thieuloy [1977], la limite inférieure de la biozone à *callidiscus* a été rehaussée par Busnardo et Thieuloy [1979]. Dans sa définition originelle cette biozone comprenait les couches à *Criosarasinella*, maintenant admises comme horizon supérieur de la zone à Trinodosum. Actuellement, la zone à Callidiscus est donc définie par la première apparition de son espèce-index et s'achève avec l'apparition d'*Acanthodiscus radiatus*, marqueur de la base de l'Hauterivien.

Dans la plupart des localités du bassin vocontien, l'espèce-index est fréquente et n'occupe que quelques bancs à la base de la zone à Callidiscus. Aux côtés de *T. callidiscus*, les taxons *T. pachydicranus* forme type, *T. flucticulus*, *Eleniceras transsylvanicum* et *O. (O.) densicostatus* sont les formes les plus fréquentes, bien que toutes ces espèces passent dans la zone à Radiatus. Le reste de la faune (*Jeanthieuloyites*, *Oosterella*, ...) est trop rare pour pouvoir être d'une réelle utilité stratigraphique.

Coupe de référence : la coupe hypostratotypique d'Angles a été désignée par Thieuloy [1977] comme localité-type de la zone à Callidiscus, car l'extension verticale de l'espèce-index y est remarquable. En accord avec les conceptions de Busnardo et Thieuloy [1979], **le «Golden-Spike» de la zone à Callidiscus a été placé à la base du banc 373** [voir fig. 15 *in* Bulot, 1995].

Subdivisions : un horizon à *T. callidiscus* a été individualisé à la base de la zone, tandis que la partie supérieure ne peut être caractérisée que par défaut (explosion de *T. pachydicranus* forme type et *T. flucticulus* sans *Acanthodiscus radiatus*). Bulot [1990

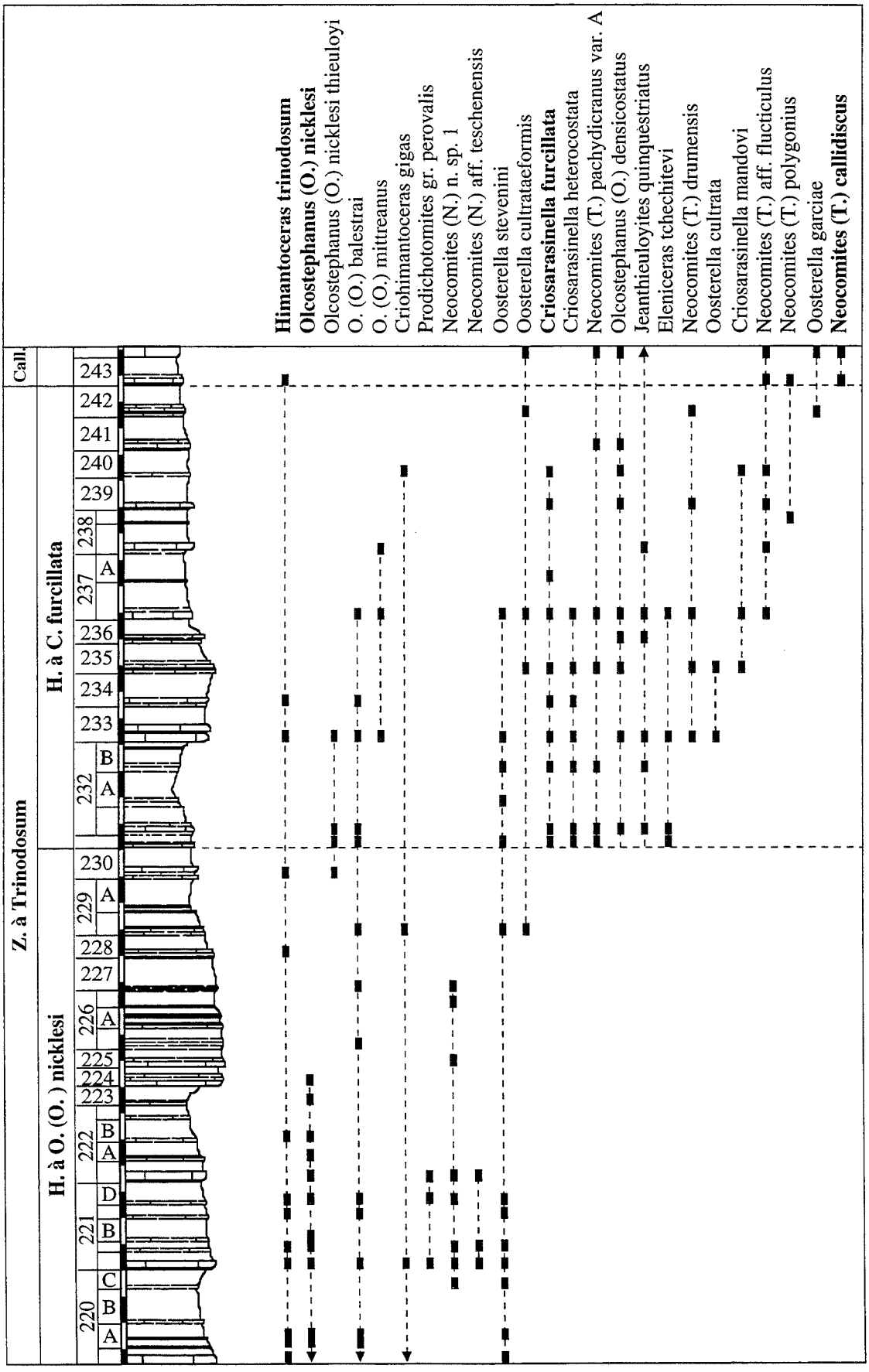


FIG. 7. – Coupe de La Charce (Serre de l'Ane) : succession lithologique et analyse biostratigraphique (Valanginien supérieur : zones à Trinodosum et Callidiscus). Lithologie et biostratigraphie d'après Bulot [1995].

et 1993], puis Reboulet *et al.* [1992] ont successivement individualisé des horizons à *T. flucticulus* et à *T. pachydicranus* pour caractériser le sommet de la zone à Callidiscus. Compte tenu du caractère transitoire de cette faune, il nous semble inutile de maintenir ces unités, car l'acmé de ces deux espèces chevauche la limite Valanginien - Hauterivien. Signalons tout de même que c'est dans les bancs sommitaux de la zone à Callidiscus que s'individualisent les premières formes intermédiaires entre les *Teschenites* s. str. d'une part et les *Acanthodiscus* et *Breistofferella*, d'autre part.

3.2.1.0. Biohorizon à Neocomites (Teschenites) callidiscus

Historique : initialement introduit comme sous-zone par Busnardo et Thieuloy [1979], l'horizon à *T. callidiscus* a été depuis adopté par Bulot *et al.* [1992], Reboulet *et al.* [1992], Bulot et Thieuloy [1993] et Bulot [1993].

La faune de cet horizon est remarquablement bien développée dans la coupe de La Charce (Drôme), qui a été choisie par Bulot *et al.* [1992] comme coupe de référence [voir aussi fig. 16 *in* Bulot, 1995]. Lors de sa création par Thieuloy [1971], *T. callidiscus* a fait l'objet d'une bonne étude paléontologique. Même à l'état fragmentaire, ce taxon est facile à reconnaître par sa petite taille adulte, son ombilic étroit et ses flancs lisses. En absence de l'index, cet horizon ne peut se distinguer des associations sous- et sus-jacentes que par défaut : abondance relative des *T. pachydicranus* var. A et de *Teschenites* aff. *flucticulus*, fréquence des petites *Oosterella* à carène bordée de sillons du groupe *vilanovae-vidali* et persistance de formes de la zone à Trinodosum (*Himantoceras trinodosum*).

4. – La succession des biohorizons du Sud-Est de la France est-elle appliquable aux autres bassins sédimentaires de la Téthys occidentale ?

Jusqu'à présent, les travaux conduits dans le cadre du PICG 262 - Tethyan Cretaceous Correlations - ont montré qu'il était possible, au Crétacé inférieur, d'utiliser un cadre biochronostratigraphique commun à l'ensemble de la Téthys méditerranéenne [Hoedemaeker et Bulot, 1990 ; Hoedemaeker *et al.*, 1993]. Les articles qui composent ce volume et les résumés de la réunion de Piobbico [Cecca Ed., 1994] confirment non seulement la reproductibilité de la succession des zones valanginiennes à l'échelle des bassins sédimentaires méditerranéens, mais montrent aussi qu'il est possible d'appliquer cette zonation à des secteurs beaucoup plus éloignés de la Téthys tel que le Mexique [Gonzalez-Arreola *et al.*, 1994 et ce volume]. Par ailleurs, l'un d'entre nous [Bulot, 1990], a montré que les faunes d'Olcostéphanides qui caractérisent la partie supérieure de la zone à Loryi et la base de la zone à Nodosoplicatum sont connues sur des secteurs géographiques encore plus vastes, puisqu'elles atteignent certains bassins circum-pacifique (Pérou) et est-africain (Tanzanie).

Notre propos n'est pas de détailler plus avant cet aspect des corrélations, mais plutôt de discuter des potentialités de corrélations des biohorizons vocontiens qui, rappelons-le, correspondent à des «associations fauniques élémentaires», les plus petites unités biochronologiques identifiables dans le bassin vocontien. Lors de la réunion de Mula [Hoedemaeker *et al.*, 1993], un certain nombre de ces biohorizons ont été introduits dans l'échelle standard méditerranéenne sans que pour autant leur validité, hors du SE de la France, ait été réellement discutée.

Malheureusement, les études biostratigraphiques banc à banc des séries valanginiennes du domaine méditerranéen sont rares, et donc, dans la plupart des cas, l'identification des biohorizons ne repose que sur les faunes figurées dans la littérature, dont la position stratigraphique exacte n'est pas toujours connue. Nous avons cependant tenté d'analyser l'ensemble des données à notre disposition afin de démontrer qu'il est potentiellement possible de reconnaître la plupart des biohorizons vocontiens dès que l'on dispose d'études détaillées telles que les synthèses régionales de Company [1987] et Ettachfini [1991]. De ce fait, l'objet des paragraphes qui suivent n'est pas de donner une vision exhaustive des potentialités de corrélations, mais d'inciter à entreprendre des études biostratigraphiques de détail qui permettraient d'affiner les corrélations à longue distance.

4.1. Zones à Pertransiens et à Stephanophorus

A la différence de *«Tirnovella» pertransiens*, très répandue [Hongrie, Fülop, 1964 ; Bulgarie, Dimitrova, 1967 ; Espagne, Company, 1987 ; Mexique, Gonzalez-Arreola, 1994 ; etc.], *O. (O.) stephanophorus* est assez mal documenté sur le pourtour méditerranéen. Ce taxon qui a souvent été confondu avec *Olcostephanus (O.) perinflatus* [Fülop, 1964 ; Company, 1987 par exemple], jusqu'à sa révision par Bulot et Autran [1989], existe avec certitude en Tunisie, au Maroc, en Hongrie, en Espagne, et vraisemblablement aussi au Mexique [Bulot, 1990 et données inédites].

En dépit de cet handicap, la zone à Stephanophorus peut généralement être identifiée par les associations à *Busnardoites*, *Kilianella* et *Haploceras (Neolissoceras) salinarium*. Cette association existe en Roumanie [Avram, 1990 et 1995, ce volume], dans les Carpathes polonaises, tchèques et slovaques [Vašíček, 1975 et 1995, ce volume], en Hongrie [Fülop, 1964 et Bulot, données inédites], en Bulgarie [Nikolov, 1977], en Autriche [Immel, 1987], en Espagne [Company, 1987] et au Maroc [Ettachfini, 1991]. Dans la plupart de ces bassins sédimentaires, la grande épaisseur des sédiments de cette partie du Valanginien inférieur n'a pas particulièrement encouragé les études biostratigra-

		SE France (BRGM, 1984)	PICG 262		SE de la FRANCE (Atrops et Reboulet, 1993)		SE de la FRANCE (Bulot, 1995)	
HAUTERIVIEN	SUPÉRIEUR	Angulicostata	Angulicostata auct.	Catulloi Angulicostata auct.	Non Etudié		Angulicostata auct.	Catulloi Angulicostata auct.
		Balearis	Balearis				*Balearis*	
		Sayni	*Ligatus*				Ligatus	Mimica
			Sayni				Sayni	
		Cruasense		Cruasense				Cruasense
	INFÉRIEUR	Nodosoplicatum	Nodosoplicatum				Nodosoplicatum	Variegatus
		Loryi	Loryi	Jeannoti Loryi	Loryi		Loryi	Jeannoti Loryi
		Radiatus	Radiatus		Radiatus		Radiatus	Buxtorfi Castellanensis
VALANGINIEN	SUPÉRIEUR	Callidiscus	Pachydicr. Callidiscus	Callidiscus	Callidiscus	Pachydichranus Callidiscus	Callidiscus	Callidiscus
		Trinodosum	Pachydicr. Trinodosum	Furcillata Nicklesi	Trinodosum	Pachydichranus A Furcillata Nicklesi	Trinodosum	Furcillata Nicklesi
		Verrucosum	Verrucosum	Peregrinus Pronecostatum Verrucosum	Verrucosum	Peregrinus Pronecostatum Verrucosum	Verrucosum	Peregrinus Pronecostatum Verrucosum
	INFÉRIEUR	Campylotoxum	Campylotoxum/ Salinarium	Biassalense	Non Etudié		Inostranzewi	
							Stephanophorus	Campylotoxus Subcampylotoxus Hirsutus
		Pertransiens	Pertransiens				Pertransiens	
		Otopeta	Boissieri	Otopeta			*Otopeta*	Thieul. Otopeta
BER.		Boissieri		Alpillensis Picteti Paramimounum			*Boissieri*	*Alpillensis* *Picteti* *Paramimounum*

TABL. I. – Corrélations entre la zonation proposée dans cet article [Bulot *et al.*, 1992; Bulot, 1995], le cadre stratigraphique de la Synthèse géologique du Sud-Est de la France [Thieuloy, 1977; Busnardo et Thieuloy, 1979; Busnardo, 1984], l'échelle standard méditerranéenne [PICG 262, Hoedemaeker *et al.*, 1993] et les travaux récents sur le bassin vocontien [Reboulet *et al.*, 1992, Atrops et Reboulet, 1993]. Caractères italiques : nouvelles unités introduites dans le cadre du PICG 362 [Bulot *et al.*, 1992].

phiques de détail ; il est donc extrêmement délicat d'y distinguer la succession de biohorizons reconnue dans le SE de la France.

4.1.1. Biohorizon à Baronnites hirsutus

Hors de France, *B. hirsutus* n'a été signalé que dans les Cordillères bétiques du SE de l'Espagne où elle caractérise la base de la zone à *salinarius* [Company, 1987, pl. 14, fig. 13]. La citation de cette espèce dans le Caucase doit être considérée comme erronée ; l'exemplaire figuré par Kvantaliani et Sakharov [1986, pl. 2, fig. 5] est en fait un morphotype costulé de *Saynoceras verrucosum*. Bulot *et al.* [1990] ont souligné que, tant dans le bassin vocontien qu'en Espagne, la répartition paléogéographique des *Baronnites* est limitée à des zones hautes (horsts) situées au pied du talus. Il pourrait en être de même pour la plupart des formes caractéristiques de cet horizon (tabl. II) qui n'ont jamais été signalées ailleurs que dans le SE de la France. A l'exception du Maroc où Ettachfini [1991, pl. 10, fig. 8-9] a signalé deux échantillons adultes de *Spiticeras (Kilianiceras) diense*, espèce présente dans l'horizon à *B. hirsutus* dans le SE de la France, il est quasiment impossible de savoir, dans l'état actuel de nos connaissances, s'il existe des équivalents de l'association à *B. hirsutus* à l'échelle de la Téthys méditerranéenne.

4.1.2. Biohorizon à Busnardoites subcampylotoxus

Depuis sa description à partir de populations bulgares [Nikolov, 1977], *B. subcampylotoxus* n'a été signalé qu'en France et en Espagne [Company, 1987], où l'espèce est généralement abondante dans les séries de bordure de plate-forme et de talus. Il est d'ailleurs surprenant que ce taxon n'ait pas été signalé dans d'autres bassins péri-méditerranéens.

Comme nous l'avons vu plus haut, la faune de l'horizon à *B. subcampylotoxus*, peu diversifiée, se compose essentiellement de formes connues depuis l'horizon à *B. hirsutus* (*Furhiella* et *Kilianella* par exemple). En l'absence de données stratigraphiques rigoureuses, les deux biohorizons sont donc difficiles à

distinguer. Signalons simplement que le morphotype primitif de *O. (O.) guebhardi* [pl. 1, fig. 2 *in* Bulot, 1992], inconnu dans les niveaux sous-jacents, est fréquent dans l'horizon à *B. subcampylotoxus*. A partir de ces remarques, rien ne s'oppose à ce que cette unité biostratigraphique soit représentée dans les Carpathes [formation des Oberen Tesin-Schichten, Uhlig, 1902].

4.1.3. Biohorizon à Busnardoites campylotoxus

Busnardoites campylotoxus et ses formes affines (*B. concordis* par exemple) ont été citées et figurées à de nombreuses reprises sur tout le pourtour méditerranéen. Ainsi, l'index est connu avec certitude dans le Caucase [Kvantaliani et Sakharov, 1986], en Roumanie [Avram, 1990], en Bulgarie [Nikolov, 1977], dans les Carpathes tchécoslovaques et polonaises [Uhlig, 1902 ; Vašíček et Michalík, 1986 ; Vašíček, 1995, ce volume], en Espagne [Company, 1987] et au Maroc [Ettachfini, 1991]. Si l'on étend ces observations au domaine indo-pacifique, *B. campylotoxus* est aussi connu au Pakistan [Fatmi, 1977] et à Madagascar [Collignon, 1962].

Malheureusement, à de rares exceptions [Company, 1987 ; Ettachfini, 1991], les données biostratigraphiques de la littérature ne permettent pas d'identifier formellement l'horizon à *B. campylotoxus* car l'absence de coupes détaillées ne permet pas de distinguer cette unité des niveaux où *B. campylotoxus* est associé à des *Karakaschiceras* (base de la zone à Inostranzewi).

4.2. Zones à Inostranzewi et à Verrucosum

Rappelons que ces deux zones réunies correspondent au «Karakaschiceratien». Les figurations de *Karakaschiceras* et *Neohoploceras* dont l'abondance caractérise cette partie du Valanginien supérieur sont extrêmement nombreuses. En ce qui concerne la Téthys méditerranéenne, ces deux genres sont connus au Caucase [Kvantaliani et Sakharov, 1987], en Crimée [Karakasch, 1907 ; Drushchits, 1960], en Roumanie [Avram, 1990], en Bulgarie [Dimitrova, 1967 ; Mandov, 1976], en Suisse [Wyssling, 1986], en Espagne [Company, 1987], au Maroc [Ettachfini, 1991] et en Algérie [Benest *et al.*, 1994].

Si l'on étend la zone d'étude à l'ensemble de la Téthys, les *Karakaschiceras* et les *Neohoploceras* sont aussi connus tant dans la province caraïbe [Young, 1988 ; Gonzalez-Arreola *et al.*, 1994 et ce volume ; Bulot, données inédites] que dans le domaine indo-pacifique [Collignon, 1962 ; Fatmi, 1977 ; Cooper, 1981]. Des formes affines à *Karakaschiceras* ont aussi été décrites dans le bassin de Neuquén en Argentine [Riccardi *et al.*, 1977].

Rappelons que les associations typiques à *Karakaschiceras* sont plus particulièrement développées sur les bordures de plate-forme [Bulot, 1993 et 1995]. Dans ce type d'environnement, les *Olcostephanus* du groupe *guebhardi* - *atherstoni* sont extrêmement fréquents. Contrairement à une opinion souvent défendue dans la littérature [Cooper, 1981 ; Autran, 1993 par exemple], ces niveaux ne caractérisent pas le Valanginien sommital [voir discussion *in* Bulot, 1990 ; 1992 ; Bulot et Company, 1991].

4.2.1. Biohorizon à Saynoceras verrucosum

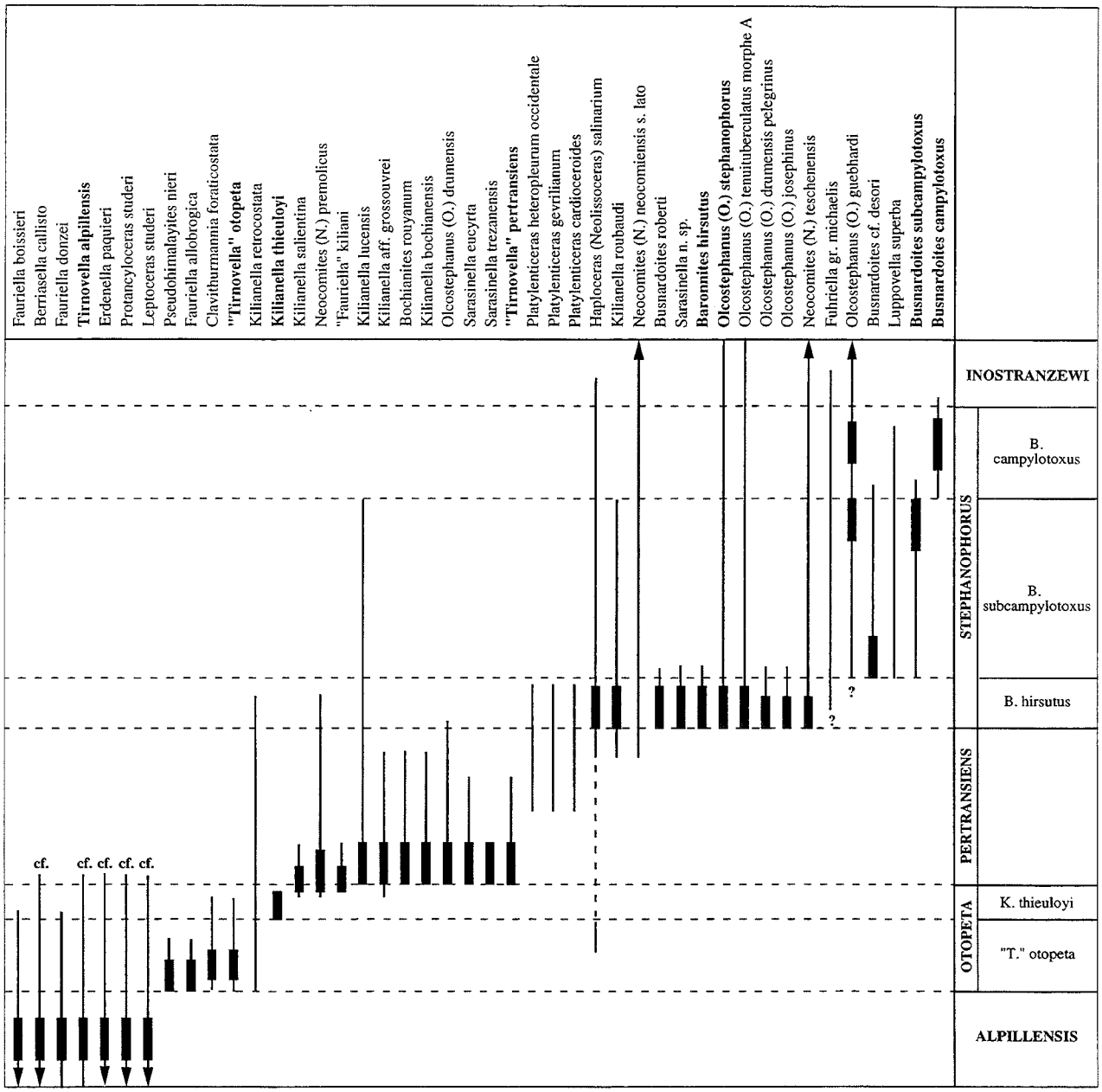
S. verrucosum a été reconnue dans le Caucase [Kvantaliani et Sakharov, 1987, pl. 2, fig. 1-4], en Roumanie [Avram, 1990a, pl. 1, fig. 11], en Bulgarie [Dimitrova, 1967, pl. 46, fig. 5-6], en Italie [Cecca, 1985, pl. 5, fig. 2], en Espagne [Company, 1987, pl. 14, fig. 14-16]. Bien qu'il n'ait pas été figuré, l'index a aussi été signalé en Tunisie [Memmi, 1981, p. 177] et en Algérie [Nikolov, 1987, p. 90]. *Saynoceras verrucosum* est aussi connu dans la province caraïbe [Colombie, Etayo-Serna et Rawson, communications personnelles]. Cette vaste répartition géographique ne doit pas faire oublier le caractère ponctuel de la distribution des populations de *Saynoceras verrucosum* dans la plupart des bassins sédimentaires mentionnés ci-dessus [voir en particulier Memmi, 1981 et Company, 1987].

Il découle de cette remarque que dans de nombreux cas l'horizon à *S. verrucosum* ne peut être identifié qu'avec l'aide d'autres espèces telles que *Saynoceras contestanum*, *Valanginites nucleus* (et morphotypes), *Valanginites bachelardi*, *Neohoploceras submartini*, *Olcostephanus (O.) guebhardi querolensis* dont la répartition n'est pas strictement limitée à cette unité (voir tabl. III). Prise individuellement, aucune d'elles ne permet d'attribuer avec certitude un niveau à l'horizon à *S. verrucosum*.

4.2.2. Biohorizon à Karakaschiceras pronecostatum

Bulot [1995, pl. 13] a illustré la variabilité intraspécifique d'une population vocontienne de *Karakaschiceras pronecostatum*. Cette iconographie montre qu'il est parfois difficile de distinguer les différentes espèces de *Karakaschiceras* à partir d'individus isolés. Ainsi, *K. pronecostatum* a fréquemment été confondu avec *K. biassalense* et *K. inostranzewi*, ce qui explique que la répartition stratigraphique de ces trois espèces varie d'un auteur à l'autre. Nous aurons l'occasion de faire une mise au point sur ces problèmes dans une publication ultérieure. Dès maintenant, nous considérons que *K. pronecostatum* est connu avec certitude en Crimée [Karakasch, 1907, pl. 10, fig. 10 et pl. 11, fig. 1], en Autriche [Wyssling, 1986, pl. 8] et en Algérie [Benest *et al.*, 1994].

Cette aire de répartition peut être étendue à la Roumanie, à la Bulgarie, à l'Espagne et au Maroc dans la mesure où nous considérons que certains spécimens rapportés à *K. biassalense* par Avram et Gradinaru [1993, pl. 6, fig. 9], Mandov [1976, pl. 21, fig. 3], Company [1987, pl. 12, fig. 5] et Ettachfini [1991, pl. 8, fig. 6] sont des *K. pronecostatum*. Par contre, la qualité

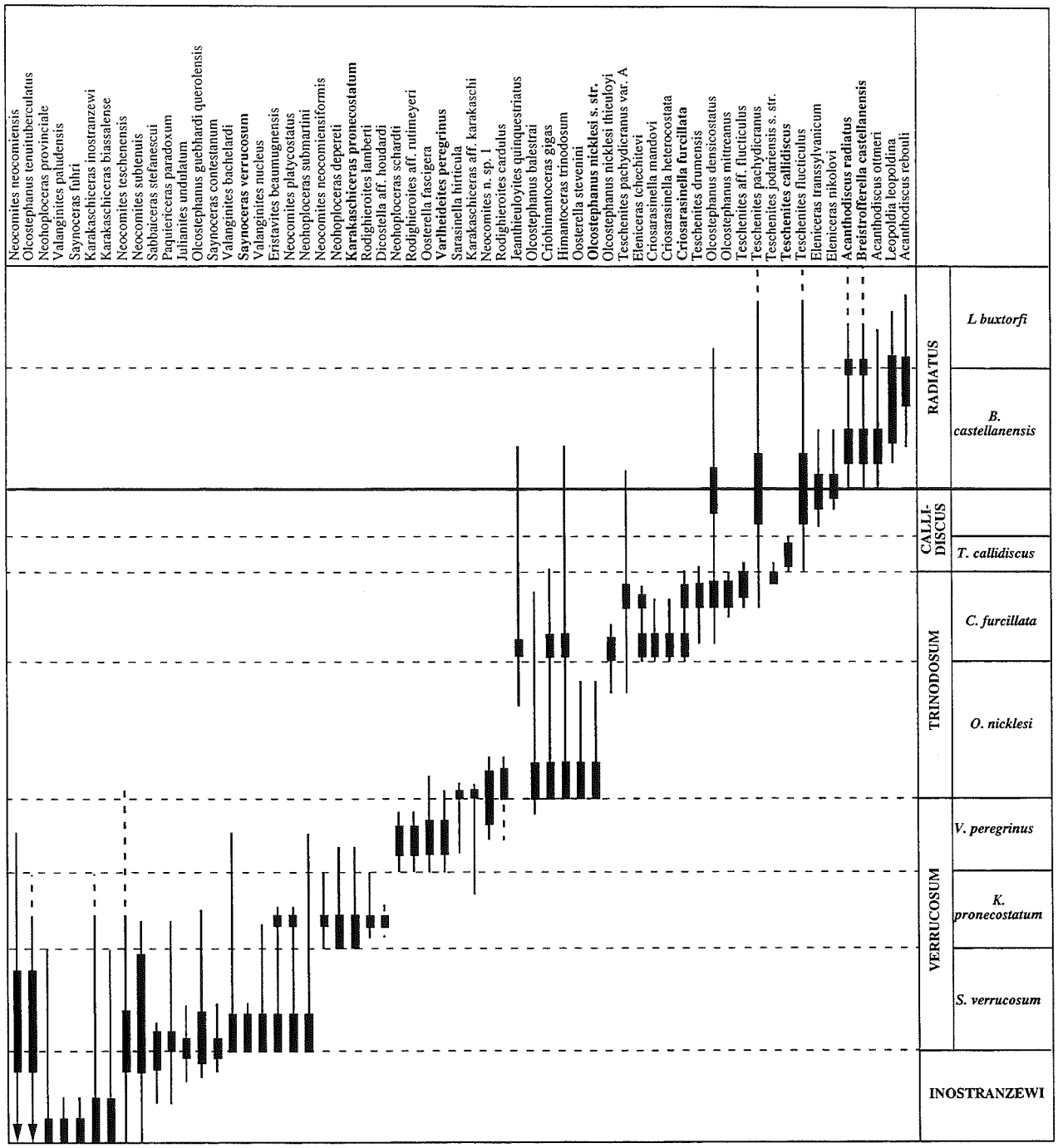


TABL. II. – Répartition stratigraphique synthétique des principales espèces rencontrées dans le Berriasien sommital et le Valanginien inférieur du Sud-Est de la France (zones à *boissieri pro parte*, à Pertransiens et à Stephanophorus). La signification taxonomique accordée aux différentes espèces a été précisée par Bulot [1995].

des figures ne permet pas de se prononcer sur l'identification des exemplaires rapportés à *K. pronecostatum* par Dimitrova [1967, pl. 62]. Enfin, ce taxon est aussi présent dans le domaine indo-pacifique (Pakistan et Madagascar) où il a été figuré par Fatmi [1977, pl. 11, fig. 8, *Leopoldia* sp.] et Collignon [1962, fig. 889-890].

Dans la mesure où *K. pronecostatum* est pratiquement limité au biohorizon qu'il occupe (voir tabl. III et fig. 6), il est possible de considérer que dans la majorité des cas la présence de ce taxon indique sans équivoque le biohorizon qu'il nomme. Pour être parfaitement certain de cette attribution stratigraphique, l'espèce doit être associée à des *Valanginites* et à des *O. (O.) guebhardi querolensis* ce qui est d'ailleurs le cas en Espagne et au Maroc.

En l'absence de cette association, il semble que *Neocomites (N.) neocomiensiformis* s. str. soit strictement limité à l'horizon à *K. pronecostatum*. De ce fait, l'horizon est donc potentiellement représenté dans les Carpathes tchécoslovaques où elle a été initialement décrite [Uhlig, 1902]. *Neocomites (N.) neocomiensiformis* reste néanmoins une espèce d'utilisation très délicate du fait de son homéomorphie

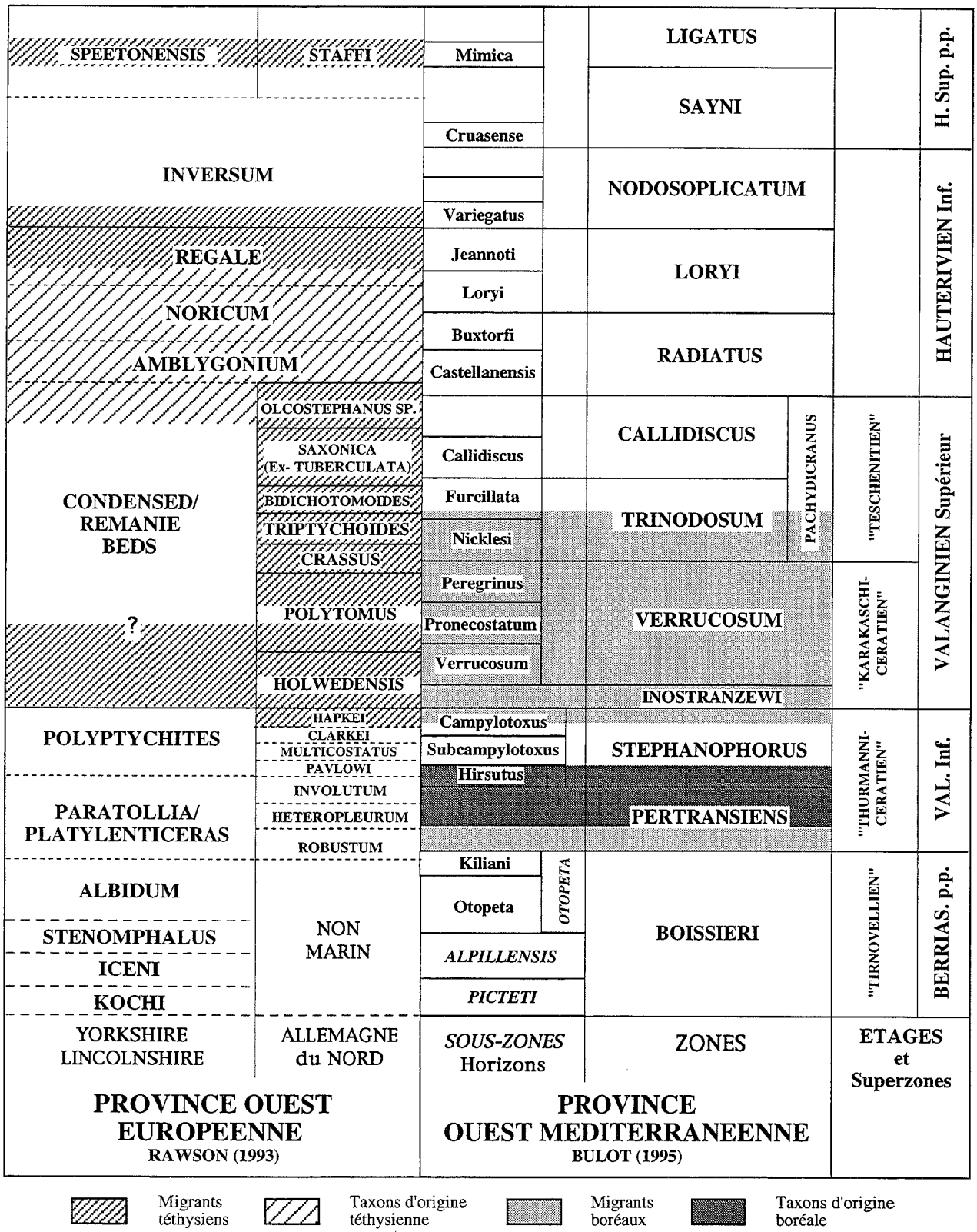


TABL. III. – Répartition stratigraphique synthétique des principales espèces rencontrées dans le Valanginien supérieur et l'Hauterivien basal du Sud-Est de la France (zones à Inostranzewi, à Verrucosum, à Trinodosum, à Callidiscus et à Radiatus *pro parte*). La signification taxonomique accordée aux différentes espèces a été précisée par Bulot [1995].

avec les autres macroconches de Néocomitides du Valanginien supérieur [voir discussion *in* Thieuloy *et al.*, 1990 et Bulot, 1995].

4.2.3. Biohorizon à Varlheideites peregrinus

A l'échelle de la Téthys méditerranéenne, *Varlheideites peregrinus,* classiquement considéré comme une espèce sub-boréale d'origine téthysienne, n'a jamais été signalé ailleurs que dans le Sud-Est de la France [Thieuloy *et al.*, 1990 ; Bulot *et al.*, 1992 ; Bulot, 1995]. *Varlheideites peregrinus*, associé à des *Rodighieroites* du groupe *rutimeyeri - belimelensis* existe aussi dans les nappes helvétiques [données inédites, Bulot et Kuhn, en cours]. En Crimée, Karakasch [1907] a figuré des exemplaires de *Neohoploceras schardti* et de *Neohoploceras karakaschi*, deux taxons particulièrement fréquents dans l'horizon à *V. peregrinus*.



TABL. IV. – Corrélations entre les zonations d'ammonites du SE de la France (province méditerranéenne) et du domaine boréal (province nord-européenne) pour l'intervalle Berriasien supérieur à Hauterivien supérieur d'après Bulot [1995].

Au-delà de ces preuves directes, nous sommes convaincus que l'horizon à *V. peregrinus* peut être mis en évidence dans d'autres bassins péri-méditerranéens. Ainsi, en Bulgarie, Mandov [1976, p. 20] signale dans la coupe de Béli Mel, la présence concomitante d'*Eleniceras* cf. *stevrecensis* et de *Rodighieroites belimelensis*, dans un intervalle compris entre une association à *Karakaschiceras* (horizon à *K.*

pronecostatum) et une association à *Criosarasinella* (horizon à *C. furcillata*). Compte tenu du caractère et de la position respective de ces trois faunes, les exemplaires rapportés avec doute à *E. stevrecensis* par Mandov sont très probablement des *V. peregrinus*.

De même, en Espagne, Company [1987, p. 131] distingue deux morphotypes au sein des populations de *Neocomites (N.) neocomiensis*. Bulot [1995] a montré que la seconde de ces populations (morphe B), associée à des *Neocomites (T.) neocomiensiformis* THIEULOY *non* UHLIG et à *Dicostella allavensis*, correspond à la faune du biohorizon à *V. peregrinus*.

4.2.3. Zones à Trinodosum et à Callidiscus

Rappelons en premier lieu que, dans la zonation standard méditerranéenne, ces deux subdivisions ont statut de sous-zones au sein de la zone à Pachydicranus **dont la base n'est pas définie par le FAD de son index, mais par celui de *O. (O.) nicklesi*** [Hoedemaecker *et al.*, 1993]. Dans la mesure où les FAD de *H. trinodosum* et de *O. (O.) nicklesi* sont synchrones (voir fig. 6), la base de la zone méditerranéenne à Pachydicranus **correspond exactement** à la base de la zone vocontienne à Trinodosum.

Nous tenons aussi à souligner que depuis le transfert des niveaux à *Criosarasinella* dans la zone à Trinodosum [Busnardo et Thieuloy, 1979], **la base de la zone à Callidiscus est marquée par la première apparition de son index**. Les *Criosarasinella* sont quant à elles strictement limitées à la partie supérieure de la zone à Trinodosum (voir tabl. III). C'est donc à tort que Vašíček et Michalík [1987], puis Vašíček [1995, fig. 4, ce volume] considèrent que leur biozone à *Criosarasinella heterocostata* peut être parallélisée avec la zone à Callidiscus.

4.2.4. Biohorizons à Olcostephanus (Olcostephanus) nicklesi et à Criosarasinella furcillata

Thieuloy *et al.* [1990, p. 82-83], puis Bulot *et al.* [1992], ont déjà montré que ces deux biohorizons pouvaient être caractérisés à l'échelle du pourtour méditerranéen [Bulgarie, Hongrie, Carpathes tchécoslovaques et Espagne]. Ces deux unités ont d'ailleurs été introduites dans le schéma zonal méditerranéen dès sa première version [Hoedemaeker et Bulot, 1990].

Depuis, les travaux de Avram et Gradinaru [1993] en Roumanie et de Cecca [1994] en Italie [Marches-Ombrie] permettent d'étendre ces observations. Par ailleurs *O. (O.) nicklesi* avait été déjà signalé en Sardaigne [Wiedmann et Dieni, 1968], tandis qu'en Suisse [région de Châtel - Saint-Denis, Sarasin et Schöndelmayer, 1901] et en Autriche [Voralberg, Wyssling, 1986], plusieurs *Criosarasinella* peuvent être reconnues dans les figures de la littérature [Bulot et Kuhn, en préparation].

4.2.5. Biohorizon à Neocomites (Teschenites) callidiscus

N. (T.) callidiscus est le seul élément qui permet de distinguer ce biohorizon des niveaux sus-jacents et sous-jacents. Les figurations de *N. (T.) callidiscus* sont relativement rares dans la littérature. Néanmoins, sur la base des travaux de Mandov [1976], Thieuloy [1971, 1977] et Company [1987], il est possible d'envisager que l'horizon à *N. (T.) callidiscus* soit représenté en Bulgarie, en Israël (sub-surface), dans les Carpathes tchécoslovaques et en Espagne. L'espèce index a aussi été citée en Tunisie par Memmi [1981].

L'identification de *N. (T.) callidiscus* à partir des figures de la littérature est rendue plus délicate par la découverte récente d'une espèce homéomorphe dans la partie supérieure de la zone à Verrucosum et la base de la zone à Trinodosum (*Neocomites (N.)* n. sp. 1 *in* tabl. III). C'est à ce taxon que se rapporte l'échantillon de *Neocomites (N.) retowskyi* figuré par Sarasin et Schöndelmayer [1901, pl. 9, fig. 4], ainsi que la forme d'Israël [aff. *Neocomites in* Raab, 1962, pl. 2, fig. 2]. Jusqu'à présent ces individus avaient été rapportés à *N. (N.) callidiscus* par Thieuloy [1977] et Company [1987].

Par contre, l'échantillon de Krapchéné figuré par Mandov [1976, pl. 13, fig. 2] provient d'un niveau immédiatement sus-jacent aux bancs à *Criosarasinella*. Il atteste donc sans équivoque la présence de l'horizon à *N. (T.) callidiscus* en Bulgarie. Il en est de même en Espagne comme en témoignent les coupes et les figurations de Company [1987].

5. – CONCLUSIONS

En dépit du caractère disparate des données biostratigraphiques dont nous disposons, il apparaît clairement que la plupart des biohorizons définis dans le SE de la France peuvent être identifiés à l'échelle du pourtour méditerranéen. Dans certains cas, il est même possible de proposer des corrélations extrêmement précises avec des secteurs beaucoup plus éloignés de la Téthys (Provinces caraïbe et indo-pacifique). La qualité de ces corrélations est intimement liée à la précision avec laquelle les coupes ont été levées dans les différents secteurs étudiés.

A l'issue de cet article, il nous semble donc possible d'affirmer que l'échelle biochronostratigraphique élaborée dans le SE de la France est le meilleur outil de corrélation à haute résolution dont nous disposons actuellement pour le Valanginien. Elle complète en cela les zonations vocontiennes de l'Hauterivien [Bulot *et al.*, 1992] et du Barrémien supérieur [Delanoy, 1995, ce volume].

Bien qu'ils puissent certainement être encore perfectionnés, ces outils peuvent dès maintenant être appliqués aux corrélations à longue distance.

Néanmoins, leur utilisation nécessite préalablement que de nouvelles études soient entreprises dans les bassins sédimentaires que nous avons évoqués au cours de cet article. Pour certains, il suffit de réviser certaines déterminations paléontologiques à partir du matériel déjà récolté (cas de l'Espagne ou du Maroc). Le plus souvent, de nouvelles recherches de détail sur le terrain s'imposeront. Ainsi, une analyse plus fine des coupes décrites par Mandov [1976] permettrait une bien meilleure compréhension de la succession valanginienne en Bulgarie.

Dans l'attente de ces nouveaux travaux, rappelons en guise de conclusion que dans la plupart des cas, il n'existe pas d'outil biostratigraphique plus précis que les ammonites au Mésozoïque et, qu'indépendamment de toute polémique, **aucune méthode de datation physique ou chimique ne possède une résolution de l'ordre de 300.000 ans - c'est-à-dire la durée d'un biohorizon -.**

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons remercier une fois de plus tous nos collègues des différents groupes de travail de la Sous-Comission de Stratigraphie de l'IUGS et des projets PICG - Unesco 262, 362 et 343, sans lesquels il aurait été impossible de réunir toutes les informations nécessaires à la rédaction de cette synthèse. Une mention tout à fait spéciale doit être accordée à Mlle V. Minskovska (Université de Sofia, Bulgarie), qui lors de son séjour à Grenoble nous a beaucoup aidé par ses traductions d'articles bulgares et russes.

Références

Seules les références fondamentales apparaissent dans cette liste. Les articles et ouvrages précédés d'une étoile (*) contiennent des bibliographies régionales exhaustives auxquelles le lecteur est invité à se référer. Afin de faciliter les recherches du lecteur non spécialisé nous avons choisi de regrouper les références bibliographiques citées dans le texte par thème.

Généralités

AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE (1961). – Code of Stratigraphic Nomenclature. *Am. Ass. Petr. Geologist Bull.*, **45**/5, p. 645-675

(*) BIRKELUND T., HANCOCK J. M., HART M. B., RAWSON P. F., REMANE J., ROBASZYNSKI F., SCHMID F. & SURLYK F. (1984). – Cretaceous stage boundaries - Proposals. *Bull. geol. Soc. Denmark*, **33**, p. 3-20.

BRITISH GUIDE FOR STRATIGRAPHIC PROCEDURE (1978). – *Geological Society of London Special reports*, **10**, p. 1-18.

CALLOMON J. H. (1965). – Notes on Jurassic stratigraphical nomenclature. I. Principles of stratigraphic nomenclature. *Carpath.-Balk. Geol. Ass. VII° Congr.*, Reports, **II**/1, p. 81-85.

(*) CALLOMON J. H. (1985). – Biostratigraphy, chronostratigraphy and all that - again! *In* : *«Proc. Internat. Symp. Jurassic Stratigraphy»*, Erlangen, 1984, **3**, p. 611-624.

CALLOMON J. H. & DONOVAN D. T. (1966). – Stratigraphic classification and terminology. *Geol. mag.*, **103**, p. 97-99.

COLLOQUE SUR LE CRETACÉ INFÉRIEUR LYON, 1963 - (1965). – *Mém. B. R. G. M.*, **34**, 834 p

DELANOY G. (1990). – Données nouvelles sur l'espèce-index *Hemihoplites feraudianus* (d'Orb. 1841) (Ammonoïdea, Ancyloceratina). *C. R. Acad. Sc. Paris*, **310**/2, p. 661-666.

DELANOY G. (1990a). – Précisions nouvelles sur *«Emericiceras» collignoni* Thomel (Ammonoidea) et proposition d'un nouveau schéma zonal dans le Barrémien supérieur du Sud-Est de la France. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **311**/2, p. 259-264.

DELANOY G. (1995, ce volume). – Les zones à Feraudianus, Giraudi et Sarasini du Barrémien supérieur de la région stratotypique d'Angles-Barrême-Castellane (Sud-Est de la France). *In* : *«Ammonite Biostratigraphy of the Western Tethys»*, BULOT L., ARGOT M., & ARNAUD H. Eds., *Géol. alpine, Mém. H. S.*, **20**, 279-319.

(*) GUEX J. (1987). – *Corrélations biochronologiques et associations unitaires*. Presses Polytechniques romandes Ed., 241 p.

(*) HANCOCK J. (1990). – Ammonite scales for the Cretaceous System. *Cretaceous Research*, **12**, p. 259-291.

HEDBERG (1976). – *International Subcommission on Stratigraphic Classification : International Stratigraphic guide*. 200 p., J. Wiley & Sons Ed., New York.

HOEDEMAEKER P. J. & BULOT L. G. (1990). – Preliminary ammonite zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean region : report. *Géologie alpine*, **66**, p. 123-127.

HOEDEMAEKER P. J. & COMPANY M. (reporters), AGUIRRE-URRETA M. B., AVRAM E., BOGDANOVA T. N., BUJTOR L., BULOT L. G., CECCA F., MEMMI L., OWEN H. G., RAWSON P. F., SANDOVAL J. , TAVERA J. M., THIEULOY J.-P., TOVBINA S. V. & VAŠÍČEK Z. (1993). – Ammonite zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean region ; basis for the stratigraphic correlation within I.G.C.P. - Project 262 : report. *Rev. Esp. Pal.*, **8**/1, p. 117-120.

LATIL J.-L. (1995, ce volume). – The Dispar Zone in South-East France and comments about the biozonation of the Albian in the Tethyan Realm : Biostratigraphy and Paleontology (Ammonites). *In* : *«Ammonite Biostratigraphy of the Western Tethys»*, BULOT L. G., ARGOT M. & ARNAUD H. Eds., *Géol. alpine, Mém. H. S.*, **20**.

NORTH AMERICAN STRATIGRAPHIC CODE (1982). – *American Association of Petroleum Geologist Bull.*, **67**, p. 841-875.

VERMEULEN J. (1980). – *Etude de la famille des Pulchellidae*. Thèse 3° Cycle Univ. Nice, 92 p. (inédite, disponible auprès du Muséum d'Histoire naturelle de Nice).

Bassin du Sud-Est de la France

ATROPS F. & REBOULET S. (1993). – Nouvelles données sur la zonation par ammonites du Valanginien supérieur d'Angles (Alpes-de-Haute-Provence) et sur ses corrélations. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **317**/II, p. 499-506.

(*) AUTRAN G. (1993). – L'évolution de la marge Nord-Est provençale (Arc de Castellane) du Valanginien à l'Hauterivien à travers l'analyse biostratigraphique des séries de la région de Peyroules : séries condensées, discontinuités et indices d'une tectonogénèse distensive. *Ann. Mus. Hist. nat. Nice*, **10**, 239 p. (Thèse Université de Nice, 1989).

BLANC E., BULOT L. G. & PAICHELER J.-C. (1994). – La coupe de référence de Montbrun-les-Bains (Drôme, SE France) : un stratotype potentiel pour la limite Berriasien-Valanginien. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **318**/II, p. 101-108.

BULOT L. G. (1990). – *Evolution des Olcostephaninae (Ammonitina, Cephalopoda) dans le cadre paléobiogéographique du Crétacé inférieur (Valanginien-Hauterivien) du Sud-Est de la France*. D.S.E.R. Université de Dijon, 172 p. (disponible auprès de l'auteur).

BULOT L. G. (1992). – Les Olcostephaninae valanginiens et hauteriviens (Ammonitina, Cephalopoda) du Jura franco-suisse : Systématique et intérêt biostratigraphique. *Revue de Paléobiologie*, Genève, **11**/1, p. 149-166.

BULOT L. G. (1993). – Stratigraphical implications of the relationships between ammonites and facies : examples taken from the Lower Cretaceous (Valanginian-Hauterivian) of the western Tethys. *In* : *«The Ammonoidea : Environment, Ecology, and Evolutionary Change»*, M. R. House Ed., *Systematics Assoc. sp. vol.*, Clarendon Press, Oxford, **47**, p. 243-266.

(*) BULOT L. G. (1995). – *Les formations à ammonites du Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France (Berriasien à Hauterivien) : biostratigraphie, paléontologie et cycles sédimentaires*. Thèse du Muséum National d'Histoire Naturelle, 397 p. (disponible auprès de l'auteur).

BULOT L. G. & AUTRAN G. (1989). – Révision des types et figurés de la collection Matheron : 1. *Olcostephanus stephanophorus* (Matheron, 1878). *Mésogée*, **49**, p. 15-19.

BULOT L. G. & COMPANY M. (1990). – Les *Olcostephanus* du groupe *atherstoni* (Ammonitina, Cephalopoda) : Potentiel d'utilisation pour les corrélations biostratigraphiques à

longue distance. *In* : *«VI° Jornadas de la Sociedad Espanola de Paleontologia»*, Grenade 28-30 Octobre 1990, Vol. résumés, p. 34.

BULOT L. G., COMPANY M. & THIEULOY J.-P. (1990). – Origine, évolution et systématique du genre valanginien *Saynoceras* (Ammonitina, Cephalopoda). *Géobios*, **23**, p. 399-413.

(*) BULOT L. G., THIEULOY J.-P., BLANC E. & KLEIN J. (1992). – Le cadre stratigraphique du Valanginien supérieur et de l'Hauterivien du Sud-Est de la France : définition des biochronozones et caractérisation de nouveaux biohorizons. *Géologie alpine*, **68**, p. 13-56.

BULOT L. G., ARNAUD-VANNEAU A., BLANC E., ARNAUD H. & THIEULOY J.-P. (1992a). – Basin type successions : biostratigraphic tools, stratigraphic gaps and reworked sediments. *In* : *«Transition from Platform to basin in the Subalpine chains»*, Platform Margins Symposium Guide-Book, Ed. Arnaud-Vanneau A., Grenoble, p. 25-41.

BULOT L. G. & THIEULOY J.-P. (1993). – Implications chronostratigraphiques de la révision de l'échelle biostratigraphique du Valanginien supérieur et de l'Hauterivien du Sud-Est de la France. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **317/II**, p. 387-394.

BULOT L. G., BLANC E., THIEULOY J.-P. & REMANE (1993). – La limite Berriasien-Valanginien dans le Sud-Est de la France : données biostratigraphiques nouvelles. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **312/II**, p. 1771-1778.

BUSNARDO R. (1984). – Crétacé inférieur : échelles biostratigraphiques. *In* : *«Synthèse géologique du Sud-Est de la France»*, *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, **125**, p. 291-294.

(*) BUSNARDO R., THIEULOY J.-P., MOULLADE M., ALLEMANN F., COMBEMOREL R., COTILLON P., DONZE P., FERRY S., MANIVIT H., REMANE J. & RIO M. (1979). – Hypostratotype mésogéen de l'étage Valanginien (Sud-Est de la France). *Les Stratotypes Français*, **6**, 143 p.

BUSNARDO R. & THIEULOY J. P. (1979). – Les zones d'ammonites du Valanginien. *Les Stratotypes français*, Ed. CNRS, **7**, p. 58-68.

BUSNARDO R. & THIEULOY J. P. (1989). Les Ammonites de l'Hauterivien jurassien : Révision des faunes de la région de stratotype, Historique de l'étage Hauterivien. *Mém. Soc. neuch. Sc. Nat.*, **11**, 101-147.

MOULLADE M. & THIEULOY J.-P. (1967. – Les zones d'ammonites du Valanginian supérieur et de l'Hauterivien vocontiens. *C. R. somm. Soc. géol. France*, **6**, p. 228-229.

REBOULET S., ATROPS F., FERRY S. & SCHAAF A. (1992). – Renouvellement des ammonites en fosse vocontienne à la limite Valanginien-Hauterivien. *Géobios*, **25/4**, p. 469-476.

(*) REMANE J., BUSNARDO R., CHAROLLAIS J. CLAVEL B. & THIEULOY J.-P. (1989). – Description de profils dans l'Hauterivien de la région neuchâteloise, du Mont-de-Chamblon et des environs de Sainte-Croix (cantons de Neuchâtel et de Vaud, Suisse). *Mém. Soc. neuchâtel. Sci. nat.*, **11**, p. 19-48.

THIEULOY J.-P. (1971). – *Neocomites (Teschenites) callidiscus* n. sp., nouveau Céphalopode (Ammonitina) du Valanginien supérieur vocontien. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble*, **47**, p. 103-109.

(*) THIEULOY J.-P. (1977). – La zone à Callidiscus du Valanginien supérieur vocontien (Sud-Est de la France). Lithostratigraphie, ammonitofaune, limite Valanginien-Hauterivien, corrélations. *Géologie alpine*, **53**, p. 83-143.

THIEULOY J.-P., FUHR M. & BULOT L. G. (1990). – Biostratigraphie du Crétacé inférieur de l'Arc de Castellane (S-E de la France). 1. Faunes d'ammonites du Valanginien supérieur et âge de l'horizon dit de «la Grande Lumachelle». *Géologie méditerranéenne*, **17**, p. 55-99.

THIEULOY J.-P. & BULOT L. (1992). – Ammonites du Crétacé inférieur du Sud-Est de la France : 1. Nouvelles espèces à valeur stratigraphique pour le Valanginien et l'Hauterivien. *Géologie alpine*, **68**, p. 85-103.

Téthys méditerranéenne

(*) AVRAM E. (1990). – The Early Cretaceous (Berriasian-Barremian) Ammonite assemblages in Romania. *In* : *«Cretaceous of the Western Tethys : Proceedings 3rd International Cretaceous Symposium»*, Tübingen 1987, WIEDMANN J. Ed., Schweizerbart'sche Verlag, p. 607-619.

AVRAM E. (1990a). – Considérations sur l'âge des marnes de Crivina (Zone Resita - SO de la Roumanie). *D. S. Inst. Geol. Geofiz. Bucarest*, **74/3** (1987), p. 33-68.

AVRAM E. (1994). – Representatives of the family Holcodiscidae Spath, 1924, in Rumania *in* : *«Lower Cretaceous Cephalopod Team - 3rd Workshop»*, Piobbico (Italy), 5-8 July, 1994, CECCA F. ED., Abstract vol., p. 5-6.

AVRAM E. (1994, ce volume). – Lower Cretaceous (Valanginian - Early Aptian) ammonite succession in the Svinița region (SW Rumania). *In* : *«Ammonite Biostratigraphy of the Western Tethys»*, BULOT L. G., ARGOT M. & ARNAUD H. Eds., *Géol. alpine, Mém. H. S.*, **20**, 113-167.

(*) AVRAM E. & GRADINARU E. (1993). – A peculiar Upper Valanginian cephalopod fauna from the Carpathian Bend (Codlea town area, Romania) : biostratigraphic and paleobiogeographic implications. *Jb. geol. Bundesanstalt Wien.*, **136/4**.

BRAGA J.C., COMPANY M., LINARES P., RIVAS P. & SANDOVAL J. (1982) . – Contribucion al conocimiento bioestratigrafico del Hauterivense-Barremense en la Region de Jaén. *In* : *«II° coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Cretacico de España»*, Albacete, Septiembre 1982, *Cuad. Geol. Iberica*, **8**, 677-689.

BRESKOVSKI S. (1967). – *Eleniceras*, genre nouveau d'ammonites hauteriviens. *Bull. Geol. Inst. Bulg. Acad. Sci., Ser. Paléont.*, **16**, p. 47-52.

CECCA F. (1985). – Alcune Ammoniti provenienti dalla Maiolica dell' Appennino centrale (Umbria, Marche et Sabina). *Boll. Serv. geol. Italia*, **103**, p. 158-159.

CECCA F. (1994). – Late Valanginian ammonites from Monte Catria (Marches Apennines, Italy]. *In* : *«Lower Cretaceous Cephalopod Team - 3rd Workshop»*, Piobbico (Italy), 5-8 July, 1994, CECCA F. ED., Abstract vol., p. 13.

CECCA F. ED. (1994). – Lower Cretaceous Cephalopod Team - 3rd Workshop - Piobbico (Italy), 5-8 July, 1994. Program and Abstract volume, 33 p.

(*) COMPANY M. (1987). – Los Ammonites del Valanginiense del sector oriental de las Cordilleras Béticas (SE de España). *Thèse Université de Grenade, Publication Depart. Estratigrafía y Paleontología*, 294 p.

COMPANY M. & TAVERA J. M. (1982). – Los Ammonites del transito Berriasense-Valanginiense en la region de Cehegin (Prov. de Murcia, S.E. de Espagna). *In* : *«II° coloquio de Estratigrafía y Paleogeografía del Cretacico de España»*, Albacete, Septiembre 1982, *Cuad. Geol. Ibérica*, **8**, p. 651-664.

(*) DIMITROVA N. (1967). – Fossiles de Bulgarie. IV. Crétacé inférieur (Nautiloidea et Ammonoidea) (en bulgare). *Acad. Bulg. Sc.*, 424 p.

(*) ETTACHFINI M. (1991). – *Le Valanginien de l'Atlas atlantique (Maroc) : Stratigraphie et ammonitofaune*. Thèse de 3ème cycle de l'Université de Marrakech, 130 p. (inédit, disponible auprès de l'Université de Toulouse).

FÜLOP J. (1958). – Die Kretazeischen Bildungen des Gerecse-Gebirges. *Geologica hung*, **11**, 124 p.

FÜLOP J. (1964). – Unterkreide-Bildungen (Berrias-Apt) des Bakony-Gebirges. *Geologica hung*, **13**, 194 p.

(*) HOEDEMAECKER P. J. (1982). – Ammonite biostratigraphy of the uppermost Tithonian, Berriasian and Lower Valanginian along the Rio Argos (Caravaca, SE Spain). *Scripta Geol.*, **65**, 81 p.

IMMEL H. (1987). – Die Kreideammoniten der nördlichen Kalkalpen. *Zitteliana*, **15**, 163 p.

(*) KARAKASCH N. (1907). – Le Crétacé inférieur de la Crimée et sa faune. *Trav. Soc. Imp. Nat. St-Petersbourg*, **32**, 482 p.

KVANTALIANI I. V. & SAKHAROV A. S. (1986. – Valanginian ammonites from Northern Caucasus (en russe, résumé en anglais). *Geol. Balcanica*, **16/1**, p. 55-68.

(*) MANDOV G. (1976). – L'étage Hauterivien dans les Balkanides occidentales (Bulgarie de l'Ouest) et sa faune d'ammonites. *Ann. Univ. Sofia (Géol. Géogr.)*, **67**, p. 11-99 (en bulgare, résumé en français).

(*) MEMMI L. (1981). – Biostratigraphie du Crétacé inférieur de la Tunisie nord-orientale. *Bull. Soc. géol. France*, **7/23**, p. 175-183.

NIKOLOV T. (1977). – On the Ammonite Genus *Busnardoites* Nikolov, 1966 (Berriasellidae, Lower Cretaceous). *Geol. Balcanica*, 7/4, p. 107-118.

(*) NIKOLOV T. (1987). – The Mediterranean Lower Cretaceous. *Geol. Balcanica*, Ser. oper. sing., **2**, 269 p.

RAAB M. (1962). – Jurassic - Early Cretaceous Ammonites from the Southern Coastal Plain, Israel. *Geol. Surv. Israel, Bull.*, **34**, p. 24-30.

SARASIN C. & SCHÖNDELMAYER C. (1901. – Etude monographique des ammonites du Crétacique inférieur de Châtel-Saint-Denis. *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, **28**, 2, p. 1-91, 11 pl.

UHLIG V. (1901). – Uber die Cephalopodenfauna der Teschener und Grodischter Schichten. *Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien, math-naturwiss. Kl.*, **72**, 88 p.

VAŠÍČEK Z. (1975). – Zur Revision der Ammoniten von der Oberen Tesin-Schichten (Valendis-Stufe). *Sb. geol. Ved., Paleont.*, **17**, p. 71-107.

VAŠÍČEK Z. (1995, ce volume). – Lower Cretaceous ammonite biostratigraphy in the Western Carpathians (The Czech and Sloval Republics). *In* : *«Ammonite Biostratigraphy of the Western Tethys»*, BULOT L. G., ARGOT M. & ARNAUD H. Eds., *Géol. alpine, Mém. H. S.*, **20**,169-189.

(*) VAŠÍČEK Z. & MICHALÍK J. (1986). – The Lower Cretaceous ammonites of the Manin Unit (Mt. Butkov, West Carpathians). *Geol. carpathica*, 37/4, p. 449-481.

WIEDMANN J. & DIENI I. (1968). – Die Kreide Sardiniens und ihre Cephalopoden. *Palaeont. Ital.*, n. s. **34** (68), 171 p.

WYSSLING G. W. (1986). – Der frühkretazische helvetische Schelf in Voralberg und im Allgäu - Stratigraphie, Sedimentologie und Paläogeographie. *Jb. Geol. B. -A.*, **129**, p. 161-265.

Autres bassins téthysiens et circum-pacifiques

(*) COLLIGNON M. (1962). – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar (Ammonites). Fasc. VIII : Berriasien, Valanginien, Hauterivien, Barrémien. *Serv. géol. Madagascar*, 96 p.

COOPER M. R. (1981). – Revision of the Late Valanginian Cephalopoda from the Sundays River Formation of South Africa, with special reference to the genus *Olcostephanus*. *Ann. S. Afr. Mus.*, **83/7**, p. 147-366.

ETAYO SERNA F. (1967). – Apuntaciones acerca de algunas ammonitas interesantes del Hauteriviano y del Barremiano de la region de Villa de Leiva (Boyaca, Colombia, S. A.). *Serv. geol. Nacional*, p. 51-70.

ETAYO SERNA F. (1985). – Paleontologia, estratigrafica del Systema Cretacico en la Sierra Nevada del Cocuy. *In* : *«Proyecto Cretacico»*, ETAYO SERNA F. Coord., *Publ. Geol. Esp. Ingeominas*, **16**, p. 1-47.

ETAYO SERNA F. (1985a). – Documentation paleontologica del Infracretacico de San Felix y Valle Alto, Cordillera Central. *In* : *«Proyecto Cretacico»*, ETAYO SERNA F. Coord., *Publ. Geol. Esp. Ingeominas*, **16**, p. 1-7.

(*) FATMI A. N. (1977). – Neocomian Ammonites from northern areas of Pakistan. *Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Geol.)*, **28**, p. 255-296.

GONZALEZ-ARREOLA C., BARRAGAN MANZO R. OLORIZ F. & VILLASEÑOR A.-B. (1994). – Lower Valanginian ammonites from Cuencame [Durango, Mexico]. *In : «Lower Cretaceous Cephalopod Team - 3rd Workshop»*, Piobbico (Italy), 5-8 July, 1994, CECCA F. ED., Abstract vol., p. 19.

GONZALEZ-ARREOLA C., OLORIZ F. & VILLASEÑOR A.-B., LARA L., DE LA MORA A. & BARRAGAN R. (1995 ce volume). – Nuevos datos sobre el Valanginiano en el nor-noreste de Mexico. *In* : *«Ammonite Biostratigraphy of the Western Tethys»*, BULOT L., ARGOT M., & ARNAUD H. Eds., *Géol. alpine, Mém. H. S.*, **20**, 191-203.

(*) RICCARDI A. C. (1984). – Las asociaciones de Amonitas del Jurassico y Cretacico de la Argentina. *In* : *«Nuevo Congreso Geologico Argentino»*, Actas IV, p. 559-595.

RICCARDI A. C., WESTERMANN G.E.G. & LEVY R. (1971). – The lower Cretaceous Ammonitina *Olcostephanus*, *Leopoldia* and *Favrella* from West-Central Argentina. *Palaeontographica*, **A 136**, p. 83-121.

YOUNG K. (1988). – *Karakaschiceras* and the late Valanginian of Northern Mexico and Texas. *In* : *«Cephalopod : present and past»*, WIEDMANN J. & KULLMANN J. Eds., Schweizerbart'sche Verlag, p. 621-632.

Géologie Alpine, 1994, Mém. H.S. n° 20, p. 43-50

Rapport sur l'étage Barrémien

par Gérard DELANOY

RÉSUMÉ. — Ce court rapport a pour but de présenter les différentes échelles biostratigraphiques de l'Hauterivien terminal et du Barrémien, basées sur les ammonites, en usage dans diverses régions de la Téthys méditerranéenne (Italie, Bulgarie, Roumanie, République Tchèque, Slovaquie, régions caucasiennes, Tunisie et Espagne).

MOTS CLÉS. — Biostratigraphie, Ammonites, Hauterivien, Barrémien, régions méditerranéennes.

Rapport on Barremian stage

ABSTRACT. — This short report present various stratigraphical schemes, based on ammonites, used for the upper Hauterivian and Barremian in some regions of the mediterranean Tethys (Italy, Bulgaria, Czech Republic, Slovakia, Rumania, georgian regions, Tunisia and Spain.

KEY WORDS. — Biostratigraphy, Ammonites, Hauterivian, Barremian, mediterranean regions.

Lors du Colloque sur le Crétacé inférieur de Lyon en 1963, Busnardo [1965a, b] a proposé une zonation «valable pour le Sud-Est de la France». Il reconnaissait, bien que des éléments fauniques permettent des corrélations à grande échelle, que la «généralisation de ces zones» se heurtait à l'état des connaissances stratigraphiques de nombreuses régions. Il apparaît donc intéressant de suivre les étapes qui, dans la région méditerranéenne, ont abouti à la zonation standard, sans aucun doute perfectible, proposée par l'IPGC 262 [Hoedemaeker et Bulot, 1990 ; Hoedemaeker et Company, 1993].

Italie (fig. 1)

Le Barrémien est représenté dans une grande partie du pays par des faciès pélagiques pauvres en macrofaune, mais il est souvent mal individualisé. Il est présent sur la bordure sud de l'Arc alpin et dans la chaîne des Appenins (faciès maiolica). Dans les Marches, les travaux de Bartolocci *et al.* [1992] ont permis de reconnaître récemment certaines des zones d'ammonites proposées par le cadre de l'IGCP 262 [Hoedemaeker et Company, 1993].

	Bertolocci, Bernardini, Cecca *et al.*, 1992
Barrémien supérieur	?
	Sartousiana
	Vandenheckii
Barrémien inférieur	Caillaudi
	? Nicklesi
	Hugii
Hauterivien supérieur	Pseudothurmannia auct.

FIG. 1. – Le cadre biostratigraphique utilisé en Italie, dans les Marches, pour l'Hauterivien terminal et le Barrémien.

* Laboratoire de Géochimie et Géologie Analytique et Laboratoire de Micropaléontologie et Géologie Marine, Université de Nice, Parc Valrose, 06018 Nice Cedex 2 ; Centre d'Etudes Méditerranéennes, Museum d'Histoire Naturelle, 60, Boulevard Risso, 06300 Nice.

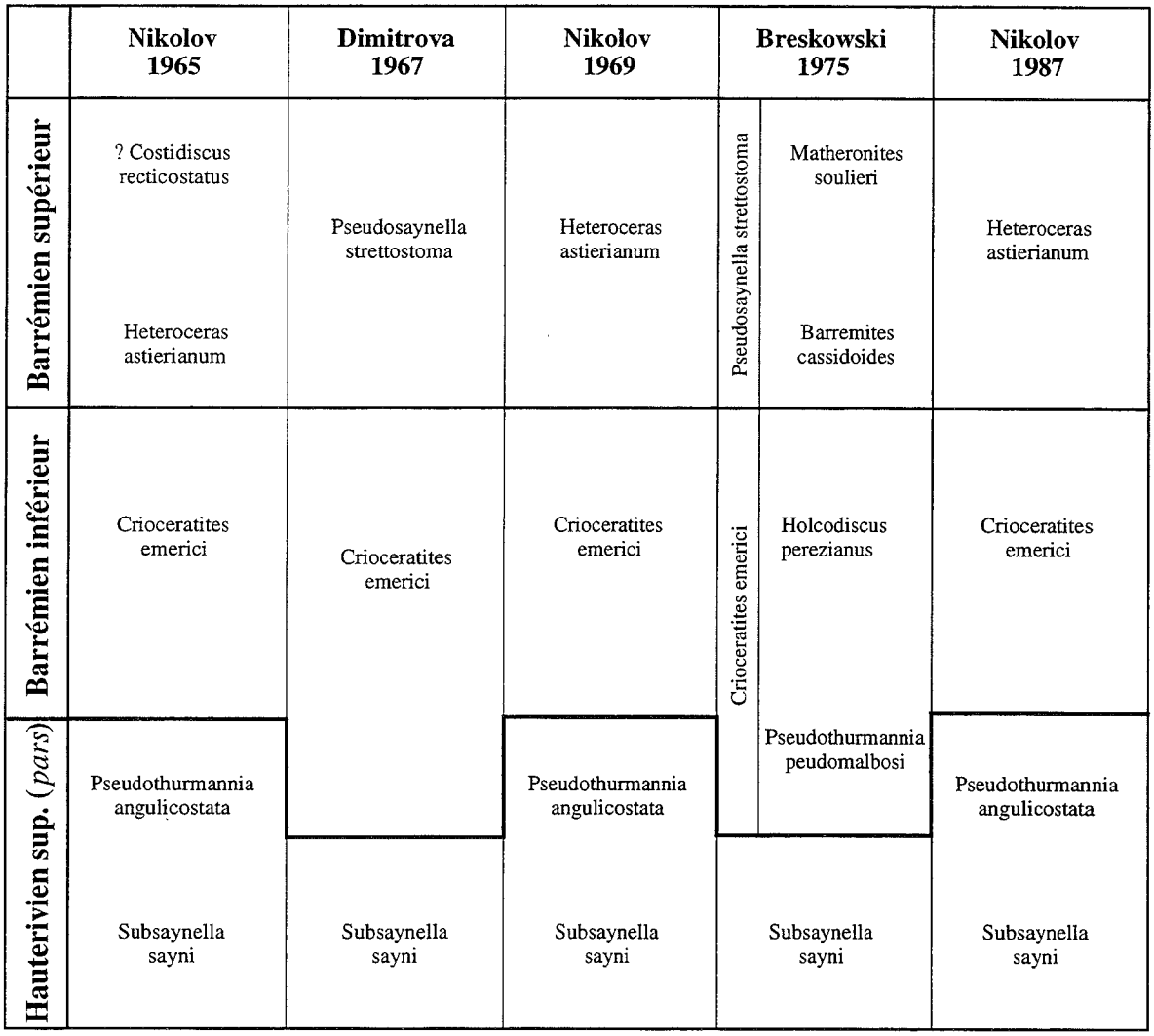


FIG. 2. – Tableau récapitulatif des zonations utilisées pour l'Hauterivien terminal et le Barrémien en Bulgarie.

Bulgarie (fig. 2)

Le Barrémien est particulièrement bien représenté dans le nord de la Bulgarie :

- sur la plate-forme mœsienne où il est constitué de marnes et de calcaires marneux ;
- dans les prébalkans où il est représenté par des dépôts à prédominance terrigène.

Après le Colloque, deux écoles s'opposèrent : l'une qui fait coïncider la limite inférieure du Barrémien avec la limite supérieure de la zone à Sayni [Dimitrova, 1965 ; Breskowsky, 1975], l'autre plus en accord avec le Colloque [Nikolov, 1965 ; 1969 ; 1987] qui place celle-ci au-dessus de la zone à Angulicostata.

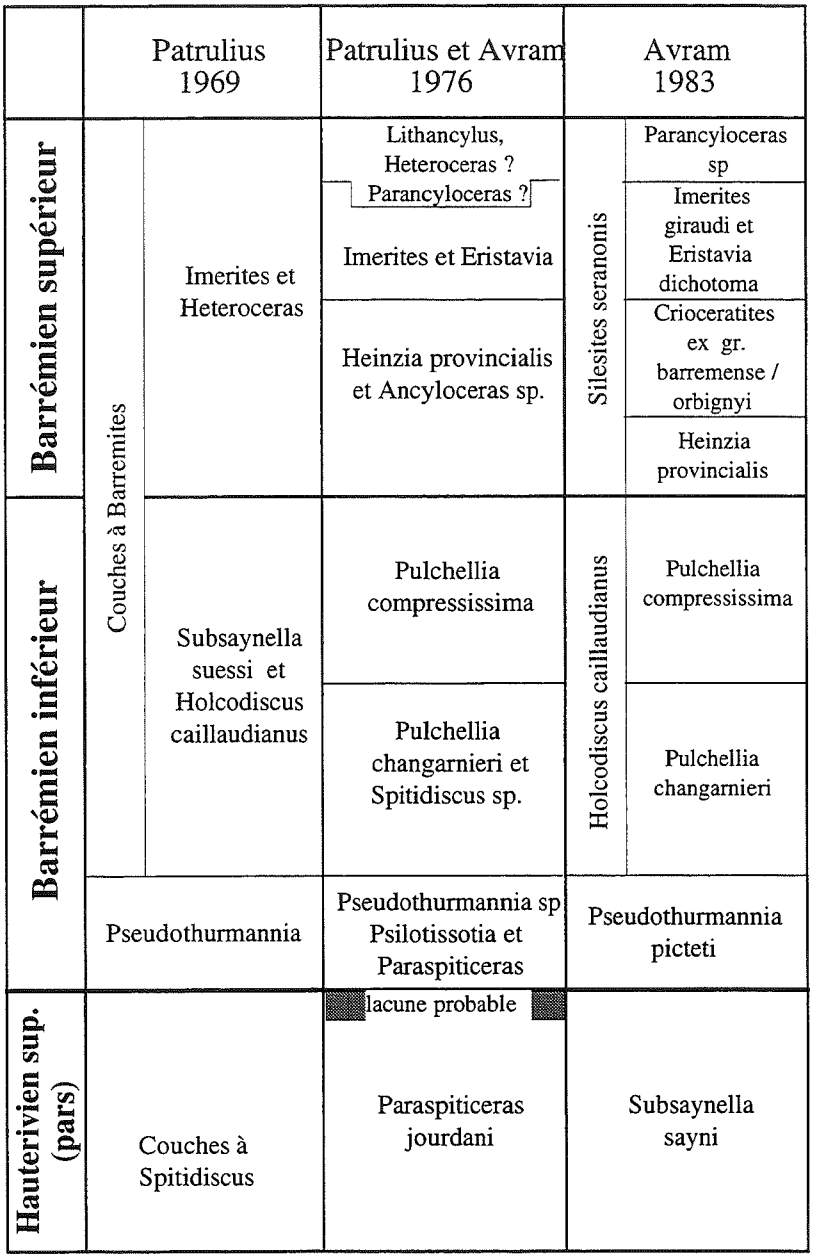


FIG. 3. – Tableau récapitulatif des zonations utilisées pour l'Hauterivien terminal et le Barrémien en Roumanie.

Roumanie (fig. 3)

Les dépôts barrémiens sont principalement localisés dans les Carpathes orientales (dépôts de flysch des Dacides externes ou faciès pélagique et épicontinental des Dacides moyennes) et dans les Carpathes méridionales (faciès pélagique des Dacides marginales). Leurs études ont permis à Patrulius [1969], Patrulius et Avram [1976] et Avram [1983] d'élaborer progressivement un schéma biostratigraphique qui englobe lui aussi les niveaux à *Pseudothurmannia* comme élément basal de l'étage Barrémien.

République Tchèque et Slovaquie (fig. 4)

En République Tchèque, les travaux de Vašíček [1972] dans la Moravie méridionale (Tešin-Hradiste Formation, Nappe silésienne) ont permis d'individualiser deux unités biostratigraphiques dans le Barrémien.

En Slovaquie, Vašíček *et al.* [1983] ont élaboré, dans les Carpathes orientales (Nappe de Krizna), un schéma biostratigraphique plus détaillé dans le Barrémien inférieur. Pour ces auteurs, la limite inférieure du Barrémien correspond aux niveaux d'apparition des *Pseudothurmannia.*

	Vašíček 1972	Vašíček, Michalík et Borza1983
Barrémien supérieur	Costidiscus recticostatus et Silesites seranonis	Silesites seranonis, Barremites sp. et Costidiscus recticostatus
Barrémien inférieur	Silesites vulpes ? ?	Barremites gr. difficilis Hamulina lorioli Hamulinites parvulus Pulchellia compressissima Crioceratites emerici Pseudothurmannia mortilleti
Hauterivien sup. (pars)	?	Crioceratites duvali

FIG. 4. – Tableau récapitulatif des zonations utilisées pour l'Hauterivien terminal et le Barrémien en République Tchèque et en Slovaquie.

Géorgie et régions avoisinantes (fig. 5) :

Cette vaste aire géographique correspond au Sud de l'ex U. R. S. S. Il s'agit d'une large zone géosynclinale située au Sud de la plate-forme russe et qui s'étend de la Crimée (Ukraine) au sud-est de l'Asie-centrale (Tadjikistan). Elle englobe également le Caucase (Géorgie) et le Kopet-Dagh (Turkmenistan). Sur une aussi vaste surface, le Barrémien marin se présente sous de multiples faciès allant du type plate-forme urgonienne au type pélagique. De nombreuses études locales ont été menées et publiées [Tovbina, 1963, Bogdanova, 1971 au Turkmenistan ; Egoian, 1978 dans le nord-ouest du Caucase ; Kakabadzé, 1989 en Géorgie] qui ont permis l'élaboration de synthèses biostratigraphiques concernant un immense territoire correspondant au Sud de l'ancienne URSS [Drushschits et Gorbachik, 1979 ; Kotetishvili, 1980, 1986 ; Kakabadzé, 1981, 1983 ; Bogdanova *et al.*, 1989].

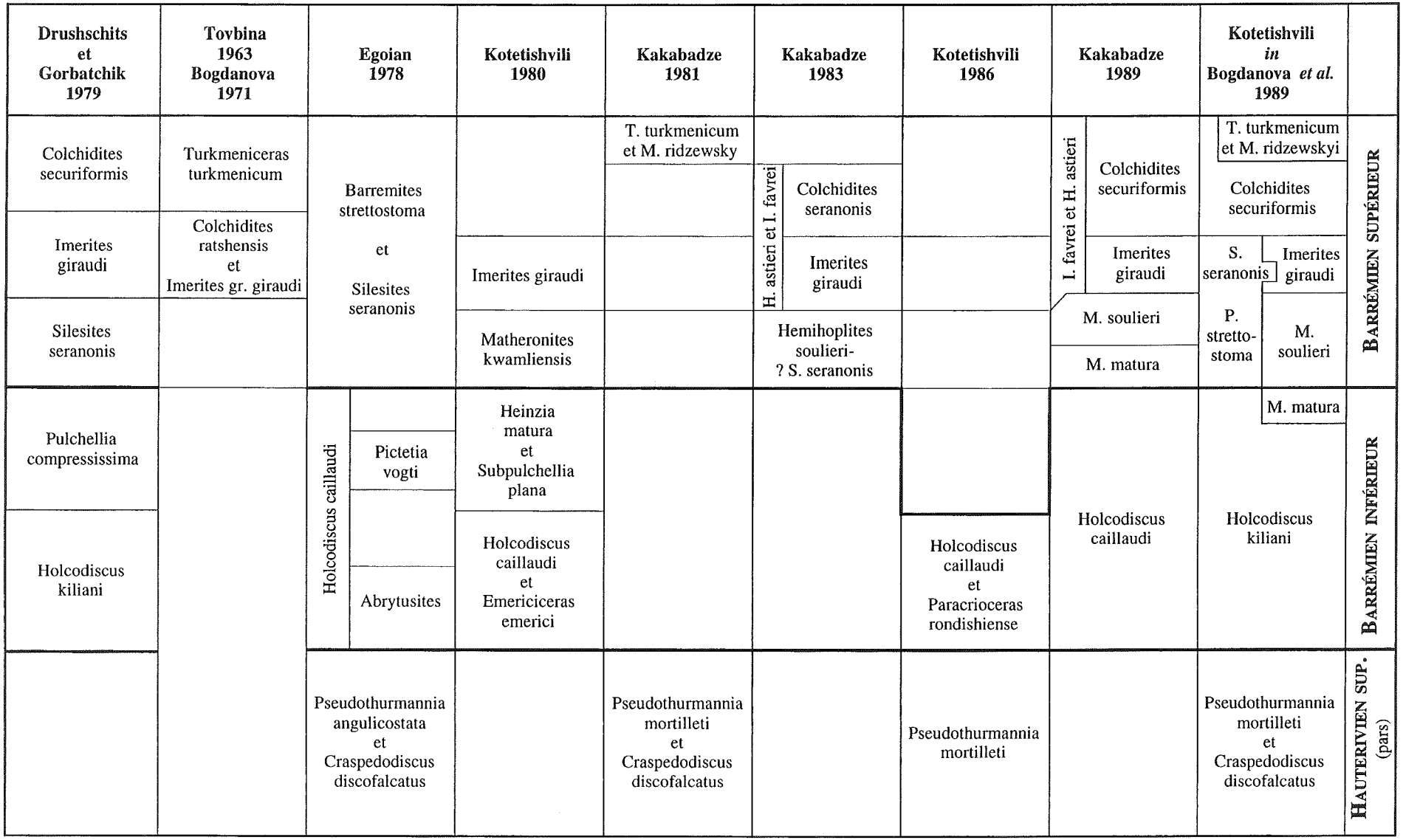


FIG. 5. – Tableau récapitulatif des zonations utilisées pour l'Hauterivien terminal et le Barrémien en Géorgie et dans les régions avoisinantes.

	Stranik, Mencik, Memmi et Salaj 1970	Memmi 1979		Memmi 1981		Burollet, Memmi et M'Rabet 1983	
Barrémien supérieur	Marnes, grès quartzites à Silesites seranonis et Barremites strettostoma	Seranonis-Strettostoma	Puzosianum	Seranonis-Strettostoma	Puzosianum	Seranonis-Strettostoma	Puzosianum
			Astieri		Astieri		Astieri
	Marno-calc. à Hemihoplites feraudianus		Feraudianus		Feraudianus		Feraudianus
Barrémien inférieur	Calcaires à Metahoplites henoni et Holcodiscus caillaudi	Caillaudi		Caillaudi		Caillaudi	
Hauterivien sup. (pars)	Calcaires à Pseudothurmannia angulicostata	Balearis Angulicostata		Balearis Angulicostata		Balearis Angulicostata	

FIG. 6. – Tableau récapitulatif des zonations utilisées pour l'Hauterivien terminal et le Barrémien en Tunisie.

Afrique du nord (fig. 6)

En Afrique du Nord, si la présence du Barrémien marin est connu en Algérie et au Maroc, c'est surtout en Tunisie qu'ont eu lieu, jusqu'à présent, les travaux biostratigraphiques les plus précis. Dans le Nord de ce pays, le Sillon Tunisien est bien développé sous des faciès pélagiques qui passent progressivement au Sud à un ensemble gréso-dolomitique annonçant la plate-forme saharienne. Les études de Strenik *et al.* [1970], Memmi [1979, 1981] et Burollet *et al.* [1983] ont abouti à un schéma biostratigraphique proche de celui du Colloque de Lyon.

Espagne (fig. 7)

Dans le Sud de l'Espagne, la Cordillère Bétique, qui correspond à une zone d'une grande complication tectonique, montre au Crétacé inférieur des conditions de sédimentation très variables. La zone sub-bétique correspond à un domaine pélagique dans lequel le Barrémien est représenté par des dépôts marneux et argilo-carbonatés, avec parfois des intercalations terrigènes. Les travaux de Aguado *et al.* [1992], Company *et al.* [1992] ont grandement contribués à l'élaboration de la zonation standard proposée dans le cadre de l'IGCP 262 [Hoedemaeker et Bulot, 1990 ; Hoedemaeker et Company, 1993].

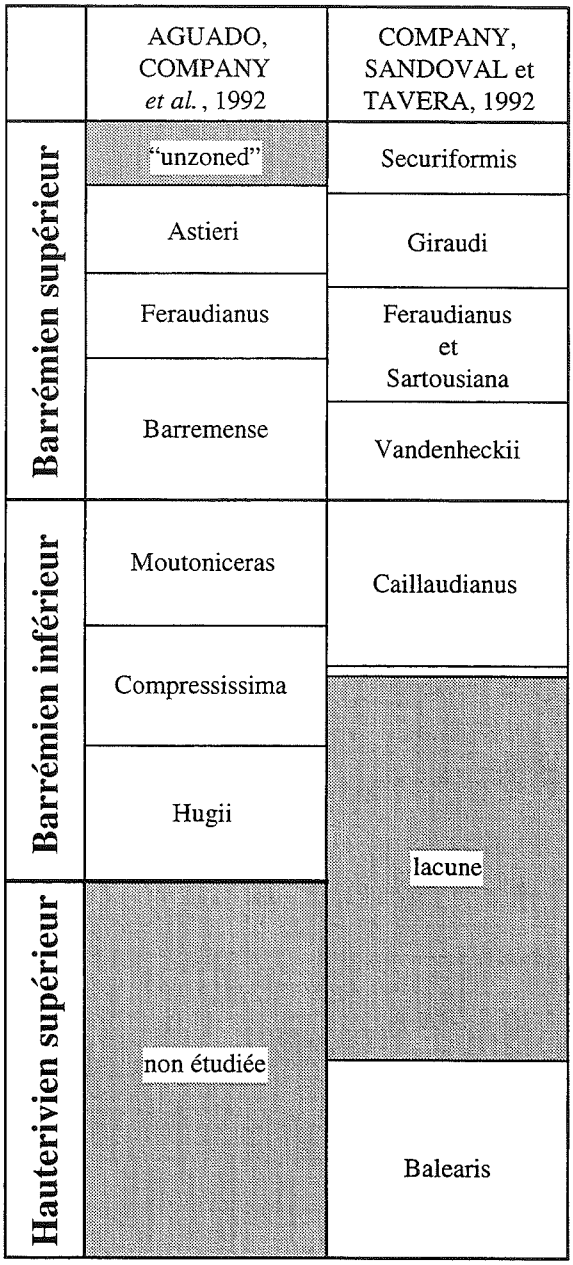


FIG. 7. – Tableau récapitulatif des zonations utilisées pour l'Hauterivien terminal et le Barrémien en Espagne.

Si la plupart de auteurs s'accordent pour placer la limite Barrémien/Aptien avec les niveaux d'apparition des *Deshayesites,* ou avec les niveaux immédiatement sous-jacents à ceux-ci (apparition des *Procheloniceras albrechti-austriae*), le consensus est loin d'être obtenu en ce qui concerne la limite inférieure du Barrémien. Certains travaux, en se basant sur des considérations historiques, considèrent les niveaux à *Pseudothurmannia* comme partie basale du Barrémien. La question reste donc posée, un accord ayant provisoirement situé la limite Barrémien/ Hauterivien à la base de la zone à Hugii lors de la seconde réunion du Working Group à Mula [Hoedemaeker et Company, 1993]. En effet, de toute façon, la question ne peut être tranchée que par l'IUGS Subcommission on Cretaceous Stratigraphy.

Références

AGUADO R., COMPANY M., O'DOGERTHY L., SANDOVAL J. & TAVERA J.M. (1992). – Biostratigraphic analysis of the Barremian/Aptian in the Betic Cordillera (Southern Spain) : preliminary data. *Cretaceous Research*, **13**, 445-452, London.

AVRAM E. (1983). – Barremian zonation in the carpatian area, *Zitteliana*, **10**, 509-514, München.

BARTOLOCCI P., BERALDINI M., CECCA F., FARAONI P., MARINI A. & PALLINI G. (1992). – Preliminary results on correlation between Barremian ammonites and magnetic stratigraphy in Umbria-Marche Apennines (Central Italy). *Paleopelagos*, **2**, 63-68, Roma.

BOGDANOVA T.(1971). – The new Barremian ammonites of Turkmenistan. *Paleont. Journ.*, **3**, 60-71.

BOGDANOVA T., EGOIAN V.L., KAKABADZE M.V., KOTETISHVILI E.V., MIKHAILOVA A., POKHIALAINEN V.P., PROZOROVSKY V.A., SAVELIEV A.A., SAKHAROVA.S. & SHULGINA N.I. (1989). – Zones of Cretaceous System in the USSR. Lower Series, *Nauka* ed., **1**, 242, Leningrad.

BRESKOWSKY S. (1975). – Les zones et sous-zones ammonitiques dans l'étage barrémien en Bulgarie du Nord-Est. *Geol. Balcanica*, **5**, **2**, 47-66, Sofia.

BUROLLET P.F., MEMMI L. & M'RABET A. (1983). – Le Crétacé inférieur de Tunisie. Aperçu stratigraphique et sédimentologique. *Zitteliana*, **10**, 255-264, Munchen.

BUSNARDO R. (1965a). – Le stratotype du Barrémien-lithothologie et macrofaune *in* Colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, Septembre 1963), *Mem. Bur. Rech. Géol. Min.*, **34**, 101-116, Paris.

BUSNARDO R. (1965b) – Rapport sur l'étage Barrémien *in* Colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, Septembre 1963), *Mem. Bur. Rech. Géol. Min.*, **34**, 161-169, Paris.

COMPANY M., SANDOVAL J. & TAVERA J.M. (1992). – Secuencias depositionales en el Barremiense/Aptiense inferior de la Sierra del Corque (Cordilleras betica) : consideraciones paleogeographicas. *Revist. Soc. Geol. de España*, **5**, 55-63, Madrid.

DIMITROVA N. (1967). – Les fossiles de Bulgarie. IV, Crétacé inférieur : Cephalopoda (Nautiloidea et Ammonoidea). *Publ. Acad. Bulg. Sciences*, 1-236, Sofia.

DRUSHTCHITS V.V. & GORBATCHIK T.N. (1979). – Zonengliederung der Unteren Kreide des Südlichen UdSSR nach Ammoniten und Foraminiferen. Aspekt der Kreide Europas. *IUGS Series A*, **6**, 108-116, Stuttgart.

HOEDEMAEKER P.J. & BULOT L. (1990). – Preliminary ammonite zonation for the Lower Cretaceous of Mediterranean Region. *Géologie Alpine*, **66**, 123-127, Grenoble.

HOEDEMAEKER P.J. & COMPANY M. (Reporters) (1993). – Ammonite zonation for the lower Cretaceous of the mediterranean région; basis for the stratigraphic correlations within IGCP Project 262. *Rev. Esp. Pal.* **8 (1)**, 117-120, Madrid.

KAKABADZÉ M.V. (1981). – The Ancyloceratids of the South of the USSR and their stratigraphical signifiance. *Trudy Géol. Inst. Tbilissi (NS)*, **71**, 1-97 (en russe), Tbilissi.

KAKABADZÉ M.V. (1983). – On the Hauterivian-Barremian correlation between the South of the USSR and certain Southern regions of Europe, *Zitteliana*, **10**, 501-508, München.

KAKABADZÉ M.V. (1989). –The Barremian Biostratigraphical Subdivisions of Georgia and Comparison with some Western mediterranean Regions, *In* WIEDMANN J. (ed.), Cretaceous of the Western Thetys. Proceedings 3rd International Cretaceous Symposium, Tübingen, 1987. *E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchandlung* Eds., 551-560, Stuttgart.

KOTETISHVILI E. (1980). – The Family Pulchellidae H. Douvillé (from the Lower Cretaceous of South USSR). *Tr. Geol. Inst. acad. Sci. Georgian SSR, n.*, **67**, 1-110 (en russe), Tbilissi.

KOTETISHVILI E. (1986). – The zonal stratigraphy of the Lower Cretaceous deposits of Georgia and paleozoogeography of the Mediterranean early Cretaceous bassins. *Tr. Geol. Inst. acad. Sci. Georgian SSR, n.*, **91**, 1-160, Tbilissi.

MEMMI L. (1979). – Historique et actualisation du Crétacé inférieur de Tunisie septentrionale. *Notes Serv. Geol. Tunisie*, **45**, 45-53, Tunis.

MEMMI L. (1981). – Biostratigraphie du Crétacé inférieur de la Tunisie nord-orientale. *Bull. Soc. géol. France*, **7**, XXIII, 175-183, Paris.

NIKOLOV T. (1965). – Etages, sous-étages et zones d'ammonites du Crétacé inférieur en Bulgarie du Nord *in* Colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, Septembre 1963). *Mem. Bur. Rech. Géol.* Min., **34**, 803-817, Paris.

NIKOLOV T. (1969). – Le Crétacé inférieur en Bulgarie. *Bull. Soc. Géol. France*, **7, XI**, 56-68, Paris.

NIKOLOV T. (1987). – The mediterranean lower Cretaceous. *Geol. Balcanica (ser. op . sing.)*, 1-269, Sofia.

PATRULIUS D. (1969). – Geologia Masivului Bucegisi a Culoarului Dîmbovicioara. *Ed. Acad. Rep. Soc. Romanîa*, 1-321, Bucarest.

PATRULIUS D. & AVRAM E. (1976). – Stratigraphie et corrélation des terrains néocomiens et barrémo-bédouliens du couloir de Dîmbovicioara.(Carpathes orientales). *D.S. Inst. Geol. Geofiz.*, **62/4**, 135-160, Bucarest.

STRANIK Z, MENCIK E., MEMMI L. & SALAJ J. (1974) – Biostratigraphie du Crétacé inférieur de l'Atlas tunisien oriental. Conference on African Geology, Ibadan, 1970. *Trav. Géol. tun. n° 9, Notes Serv. Géol. Tunisie*, **41**, 65-85, Tunis.

TOVBINA S.Z. (1963). – On the Upper Barremian Ammonites of Turkmenistan. *TR. Vsegei*, new series, **109**, 15, 89-119 (en russe).

VAŠÍČEK Z (1972). – Ammonoidea of the Tesin-Hradiste Formation (Lower Cretaceous) in the Moravskoleszke Beskydy Mts. *Vydal Ustreni ustav. geologicky, Praha, y Acad. naklad. Ceskoslovenké akad ved*, 1-103, Prague.

VAŠÍČEK Z., MICHALÍK J,& BORZA K. (1983). – To the "Neocomian" biostratigraphy in the Krisna-Nappe of the Strazovské Vrchy Mountains. *Zitteliana*, **10**, 467-483, München.

Géologie Alpine, 1994, Mém. H. S. n° 20, p. 51-59

On development of the Aptian Ammonite zonal standard for the Mediterranean region

by Tamara N. BOGDANOVA* and Stella Z. TOVBINA*

ABSTRACT. — The paleontological characteristic of the Aptian ammonite zones of the Trans-Caspian area. There are four zones in the Lower Aptian (Bedoulian) - *tuarkyricus, weissi, deshayesi* and *furcata* ; two zones in the Middle Aptian (Gargasian) - *subnodosocostatum* and *melchioris*, three zones in the Upper Aptian (Clansayesian) - *prodromus*, *nolani* and *jacobi*. The ammonite zonation of the Trans-Caspian area is correlated with those of Caucasus, Europe and the ammonite zonal standard of Mediterranean area. The species-index of the lower zone of the Middle Aptian *Colombiceras tobleri* is proposed to change to *Epicheloniceras subnodosocostatum*.

KEY WORDS. — Trans-Caspian area, Aptian, ammonites, zones.

Extension de la zonation standard d'ammonites de l'Aptien dans la province méditerranéenne

RÉSUMÉ. — Dans la région transcaspienne, les zones d'ammonites de l'Aptien sont caractérisées paléontologiquement. Il y a quatre zones dans l'Aptien inférieur (Bédoulien) - zones à *tuarkyricus, weissi, deshayesi* et *furcata*, deux zones dans l'Aptien moyen (Gargasien) - zones à *subnodosocostatum* et *melchioris*, et trois zones dans l'Aptien supérieur (Clansayésien) - zones à *prodromus*, *nolani* et *jacobi*. La zonation d'ammonites de la région transcaspienne est corrélée d'une part avec celles du Caucase de l'Europe et d'autre part avec la zonation standard d'ammonites de la province méditerranéenne. Pour la zone inférieure de l'Aptien moyen il est proposé de remplacer l'espèce-index *Colombiceras tobleri* par *Epicheloniceras subnodosocostatum*.

MOTS CLÉS. — Région transcaspienne, Aptien, Ammonites, Zones.

The Working Group on Cephalopods, acting under IGCP Project 262 "Tethyan Cretaceous Correlation" in 1990 (Alpes de Haute-Provence, Digne) developed the draft ammonite zonal scale for the Mediterranean Region [Hoedemaeker and Bulot, 1990] and proposed it for discussion. From explanations, given for different parts of the scheme [Hoedemaeker and Bulot, 1990, p.124-126], it follows that many zones, included in the draft, need an up-to-date definition and description of the zonal ammonite assemblage ; the index species of some zones, adopted as temporary ones, require a grounded substitution ; some stratigraphic intervals were not given any names at all ; reasons should also be provided for subdivision of certain zones into subzones ; parts of some zones taken as horizons (to become subzones or zones) should be additionally traced over widen areas.

Subdivision of the Berriasian, Valanginian, Hauterivian and most of the Barremian is based on zonal subdivision in their stratotypes, which is, most likely, accounted for by the fact that stratotypes of these stages have been re-studied by now. For the Albian stage, zones developed by the English paleontologists for the subboreal region are accepted ; however, these

* Vsegei, Strednii avenue, 74, St-Petersbourg, B.26 Russia.

Southeastern France		South England (Wight Island)			Trans-Caspian area		Georgia	Preliminary ammonite zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean region	
Colloque..., 1965		Casey, 1961			Resolution..., 1977		Kotetishvili, 1986	Hoedemaeker & Bulot, 1990	
Sub-stage	*Zones*	*Sub-stage*	*Zones*	*Subzones*	*Sub-stage*	*Zones*	*Zones*	*Zones, subzones, horizons*	
CLANSAYESIAN	Diadochoceras nodosocostatum	UPPER	H. jacobi	H. anglicus	UPPER	H. jacobi	H. jacobi	H. jacobi	
				H. rubricosus					
				A. nolani		A. nolani	A. nolani	A. nolani	
						A. prodromus		D. nodosocostatum subzone	
GARGASIAN			P. nutfieldiensis	P. cunningtoni	MIDDLE	P. melchioris	C. tobleri	C. tobleri	
				T. subarcticum					
	Cheloniceras subnodosocostatum		Ch. martinioides	E. buxtorfi		E. subnodosocostatum	E. subnodosocostatum	E. subnodosocostatum	
				E. gracile					
				E. debile					
	Aconeceras nisum	LOWER	T. bowerbanki	Ch. meyendorfi	LOWER	D. furcata	D. furcata	D. furcata	
BEDOULIAN	Deshayesites deshayesi			D. transitoria					
			D. deshayesi	D. grandis		D. deshayesi	D. deshayesi	D. deshayesi	
				Ch. parinodum					
			D. forbesi	D. callidiscus		D. weissi	D. weissi-P. albrechti-austriae	D. weissi	
				D. kiliani					
				D. fittoni					
			P. fissicostatus	P. obsoletus		D. tuarkyricus		D. tuarkyricus	
				P. bodei					
BAR.	Silesites seranonis					T. turkmenicum	C. securiformis	T. turkmenicum horizon	
								C. securiformis	

TABLE I. — Subdivision and correlation of Aptian in the Mediterranean and subboreal regions.

zones are also recognized in the Mediterranean Region. Aptian is subdivided into zones developed in Georgia [Hoedmaeker and Bulot, 1990, p. 126, Comment 17]. The reason for introduction of zones of the Georgian scale in the discussed draft standard for the Aptian was, apparently, the fact that stratotype sections of the Aptian in France have not yet been revised, despite the corresponding recommendations of the Lyon Colloqium in 1963. Subdivision of the Aptian adopted there (tabl. I), does not conform to the modern state of knowledge and subdivision of these deposits in other areas of the Mediterranean or adjacent areas. The latter include western Central Asia (or Trans-Caspian area). If we discuss the Aptian zones of the developed zonal standard, it can be seen that subdivision of its lower substage (as regards the number and names of biostratons) is given totally on the basis of the Trans-Caspian area [Resolution, Samarkand, 1977]. Zones of the Middle and Upper Aptian are typical for most regions of Europe. Only the name of the upper zone of the Middle Aptian, *Colombiceras tobleri*, is taken from the modern Georgian chart, but it is not satisfactory (see below).

To improve the proposed draft it is necessary to describe zones (type sections, boundaries, characteristic of ammonite associations and their description) and give their correlation in areas of the Tethys Realm and beyond its limits. The Trans-Caspian region is referred to the most remote eastern margin of the Mediterranean, where the Aptian ammonite associations comprise both Mediterranean and subboreal species. These specific features to a certain extent affected subdivision of the Aptian deposits, which distinguishes the chart of the Trans-Caspian area from those of typical Mediterranean areas. However, the same circumstance makes the Trans-Caspian area a key region, through which correlation of charts for different paleozoogeographic provinces (or areas) is accomplished (tabl. I). Index species and ammonite associations of Aptian zones in the discussed Mediterranean scale shows certain features in common for areas in different provinces.

Aptian deposits in the Trans-Caspian area are characterized by excellent exposures, stratigraphic completeness and abundance of diverse fossil groups. The Aptian zones of this large region are characterized by ammonite assemblages, representing evolution stages of three leading families *Deshayesitidae*, *Parahoplitidae* and *Douvilleiceratidae*, i.e., the same families, whose genera and species were also widespread in coeval basins of Europe. At the same time, the developed stratigraphic scheme is composed of biostratons, representing specific geological bodies, whose boundaries are drawn on the basis of a theoretical assumption of the succession of species assemblages as a result of the evolutionary process and emperical data on relationship in the sections of particular teil-zones of species zonal assemblages and additional correlated levels determined by this relationship : marker horizons, lithological character of stratons, pattern of facies variability on area. The developed zonal scheme for the Aptian of the Trans-Caspian area is the most complete and detailed on for areas of Eastern and Western Europe (except England), included in the Tethys paleozoogeographic area, and can serve as a basis for the Mediterranean zonal standard.

Besides, in the Aptian part of the draft Mediterranean scale, not only subdivision into zones, based on materials from the Trans-Caspian sections, but also determination of the Barremian/Aptian boundary stratotype can be recommended. Ammonites of the genus *Turkmeniceras*, by now recorded only in this region, display an evolutionary transition in time from the family *Heteroceratidae*, which existed in Barremian time, to the Aptian *Deshayesitidae* [Bogdanova T.N., 1978].

Given below is a characteristic of the Aptian zones, earlier repeatedly published for different parts of the Trans-Caspian area [Bogdanova, 1983 *et al.*].

1. – Lower Aptian

Lower Aptian deposits in the Trans-Caspian area rest conformably on the Upper Barremian and are represented by rocks, similar to Barremian ones. The boundary between stages is drawn on the basis of paleontological evidence. The authors of the paper are consistently adhering to the viewpoint that the Barremian/Aptian boundary the Trans-Caspian area should be drawn at the base of the local Tuarkyricus Zone (*Deshayesites tuarkyricus)* [Luppov *et al.*, 1987]. We place the underlying Turkmenicum Zone (*Turkmeniceras turkmenicum)* in the upper part of the Barremian, correlating it with Beds with *Hemihoplites (Matheronites) ridzewski* in Northern Caucasus [Bogdanova, 1971] [1].

1.1. Tuarkyricus Zone *(Deshayesites tuarkyricus)*

Distinguished by Bogdanova [1971, 1983], its stratotype occurs on the northern slope of the Greater Balkhan Ridge, 1-1,5 km west of Utuludzha wells. The zone is traced over the entire Trans-Caspian area. Ammonite assemblage of the zone is represented by species : *Deshayesites tuarkyricus* Bogdanova, *D. oglanlensis* Bogdanova, *D. consobrinus* d'Orbigny, *D. euglyphus* Casey, *D. weissiformis* Bogdanova, *D. antiquus* Bogdanova, *Pseudohaploceras ramosum*

[1] It is proposed to introduce the second index *Hemihoplites (Matheronites) ridzewskyi* for the unit, placed as *T. turkmenicum* horizon in the preliminary zonal chart of the Mediterranean region, as it was already done by Kakabadzé [1983]. The areal extent of this species is greater than that of species *T. turkmenicum*.

BOGDANOVA. Species *D. tuarkyricus* occurs over the entire Trans-Caspian area, which served as a basis for choosing this species as a zonal index. Species *D. consobrinus* and *D. euglyphys*, known from publications, are also found in higher Aptian levels ; therefore, they cannot be regarded as guide forms of the considered zone. However, their presence in a zonal assemblage may indicate the Aptian age of beds, containing this assemblage, since the first of the species is often recorded in the Lower Aptian of Southeastern France, South England, Volga area, Caucasus, and other regions, whereas the species *D. euglyphus* is characteristic of the Lower Aptian of South England. Of certain interest is the species *D. antiquus*, whose suture-line has three umbilical lobes, as most *Deshayesites*, i.e. $ELU_1U_3 : U_2I$; however, lobe U_1 is located on the umbilical margin, i.e. similar to *Turkmeniceras* (early *Deshayesitidae ?*). This specific feature of the structure of suture-line in *D. antiquus* allows to consider it as one of early representatives of the genus *Deshayesites*, very similar in the evolutionary series to *Turkmeniceras* ; and the deposits, where it occurs, as the oldest Aptian deposits.

The lower boundary of the zone and, therefore, the lower boundary of the Aptian is drawn on the basis of disappearance of the genera *Turkmeniceras* and *Matheronites* and appearance of the above-mentioned *Deshayesites*.

In its ammonite assemblage, the considered zone has no equivalents in the scheme of Aptian subdivision for other regions of the Tethys Realm. However, by its position in the section, it corresponds to the lower zone of Aptian in England i.e. Fissicostatus Zone *(Prodeshayesites fissicostatus)* and Tenuicostatus Zone *(Deshayesites (P.) tenuicostatus)* in Germany [Kemper, 1976]. *Deshayesites* species, assigned to the genus *Prodeshayesites*, from the evolutionary viewpoint are more progressive, than the first *Deshayesitidae* (genus *Turkmeniceras*), which is confirmed by subdivision of the suture part of their suture-line. The lobe-formula of the species *fissicostatus*, judging by the figure in R. Casey's paper [Casey, 1964, p. 354, fig. 125d], is - $ELU_1U_3U_4$ (?) : U_2I (with location of U_3 lobe on the lateral side) ; i.e. it is the same, as that of *Deshayesites*, and differs from that of *Turkmeniceras*. This circumstance makes it possible to correlate the stratons, starting the Lower Aptian in England and Germany, with beds, which have a higher position in the section, than beds with early *Deshayesitidae* of the Trans-Caspian area, i.e. with Tuarkyricus Zone (*D. tuarkyricus)*. Stratigraphic position of this zone, which is lower than that of Weissi Zone (*D. weissi*), confirms the justified character of this correlation. In the Caucasus region, Tuarkyricus Zone should, probably, be correlated with the lower part of the Weissi and Albrechtiaustriae Zone. The difference between the compared intervals is the absence of *Cheloniceratidae* representatives in the Trans-Caspian area.

1.2. Weissi Zone *(Deshayesites weissi)*

Its name is taken from A. Koenen's [Koenen, 1907] and W. Kilian's [Kilian, 1910] charts. Range of the modern Trans-Caspian Weissi Zone is, most likely, equal to that of the German Weissi - Albrechtiaustriae Zone, but it is less than the range of the French zone. In the Trans-Caspian area, the Weissi Zone occurs ubiquitously ; it is not subdivided into subzones. Ammonite assemblage of this zone is more diverse as compared to that of the Tuarkyricus Zone. In addition to *Deshayesites*, ammonites are represented by genera : *Phyllopachyceras* (*baborense* COQUAND), *Protetragonites* (*karakaschi* DRUZCIC, *inflatum* BOGDANOVA), *Ancyloceras* (*rochyi* CASEY), *Pseudohaploceras* (*matheroni* D'ORBIGNY, *ramosum* BOGDANOVA), *Pseudosaynella* (*bicurvata* MICHELIN, *fimbriata* IMLAY), *Cheloniceras* (*seminodosum* SINZOW, *cornuelianum* D'ORBIGNY). Defined among *Deshayesites* are : *D. weissi* NEUMAYR & UHLIG, *D. planus* CASEY, *D. dechyi* PAPP, *D. normani* CASEY, *D. callidiscus* CASEY, *D. pygmaeus* CASEY, *D. topleyi* SPATH, *D. kiliani* SPATH, *D. latilobatus* SINZOW, *D. consobrinoides* SINZOW, *D. similis* BOGDANOVA. In the upper part of the zone, *D. kudrjavzevi* I. MICHAILOVA, *D. consobrinoides* SINZOW, *D. dechyi* PAPP, *D. levigatus* BOGDANOVA and *D. deshayesi* LEYMERIE appear. The range of the Zone is established from stratigraphic range of two species : *D. weisssi* and *D. planus*. The latter can be regarded as a controlling zonal species, since its vertical range is the same, as that of the species *D. weissi*. *Weissi* occurs only in Tuarkyr, Kubadag and Greater Balkhan, whereas *planus* is also widespread in Kopetdag. Generally, Weissi Zone in the Trans-Caspian area can be correlated with Forbesi Zone of the English chart or Weissi Zone in Germany. The Lower horizons of the Weissi Zone in the Trans-caspian area, where *D. dechyi* is not yet recorded, can, possibly, correspond to the upper part of Weissi and Albrechti-austriae Zone *(D. weissi* and *P. albrechtiaustriae)* of Northern Caucasus. However, such a correlation is arbitary, since it is impossible to give a reliable parallelization of the boundary Barremian/Aptian beds in the considered regions.

1.3. Deshayesi Zone *(Deshayesites deshayesi)*

The name of the zone is taken from W. Kilian's chart [Kilian, 1910].

The ammonite assemblage is much poorer than that of the Weissi Zone. This is possibly due to an extensive regional erosion of the deposits of this straton in the Trans-Caspian area. Its sections, characterized by fauna, are traceable only in western parts of the Trans-Caspian area (Tuarkyr, Greater Balkhan). The following forms are found here : *Phyllopachyceras baborense* COQUAND, *D. dechyi* PAPP, *D. levigatus* BOGDANOVA, *D. kudrjavzevi* I. MICHAILOVA, *D.*

consobrinoides SINZOW, *D. deshayesi* LEYMERIE, *D. babaschensis* BOGDANOVA, *Toxoceratoides royerianus* D'ORBIGNY, *Cheloniceras cornuelianum* D'ORBIGNY. The vertical range of several species is not restricted only by this zone ; some of the forms "pass" from Weissi Zone, among them *D. deshayesi*. Therefore, we are drawing the lower boundary of the Deshayesi Zone on the basis of disappearence of *D. weissi, D. planus, D. topleyi* and other *Deshayesites*, occuring lower.

Most ammonites of the Deshayesi Zone in the Trans-Caspian area allow placing it under the upper *Deshayesites* Beds of the Lower Aptian of Europe. However, correlation with zones of the same name in other regions is connected with great difficulties, since different workers propose markedly different interpretations of the range of Zones. In a layer-by-layer description of stratotype of the Bedoulian (lower) substage of the Aptian Southeastern France (Colloque sur le Crétacé inférieur, Lyon, septembre 1963 ; 1965) this species was indicated only in its middle part, whereas in Resolutions of the Lyon Colloquium of 1963, Deshayesi Zone corresponds to the entire Bedoulian (Colloque sur le Crétacé inférieur, Lyon, septembre 1963 ; 1965). In the stratigraphic chart of the Lower Aptian in England [Casey, 1961], which comprises four zones, it is known from the upper *Deshayesites* Beds. In the Russian Platform, this form is indicated as being characteristic of the lower one of two ammonite horizons, distinguished in the Lower Aptian of the Volga area. In Northern Caucasus, *D. deshayesi* occurs in the upper *Deshayesites* beds, distinguished as Deshayesi and Dechyi Zone [Mordvilko, 1960], together with *D. kurdrjavzevi* and *D. consobrinoides*.

One of the causes of discrepancy between the ranges of stratigraphic units of the same name is also different interpretation of the range of species *D. deshayesi,* which often does not take account its evolution in time. The species *D. deshayesi* is long-lived, which give various mutations in time. R. Casey noted that in the English representatives of *D. deshayesi* early whorls are characterized by the most long-term growth stage and a smooth venter. Proceeding from the assumption, that in the evolution process of the genus *Deshayesites*, costae start to intersect the venter at increasingly later whorls, R. Casey regards this species as an ancestral species of the genus *Dufrenoya* [Casey, 1964]. In Trans-Caspian representatives of this species, a break in costae on the venter of the shell is most often not recorded ; at any rate, this concerns those specimens, which were found in beds together with *D. weissi*. It is quite likely, that they yield the most ancient representatives of the species. In Deshayesi Zone in England, possibly, a younger mutation of the species or a subspecies occurs, which gave rise to the genus *Dufrenoya*. Correlation of the lower boundaries of Deshayesi Zones in Trans-Caspian area and England is controlled by disappearance of most species of the underlying zones, which are clearly correlated with each other. When correlating upper *Deshayesites* beds in England and Trans-Caspian area account, should be taken of the following circumstances : 1) absence in the Trans-Caspian area of such species as *D. grandis* SPATH, *D. vectensis* SPATH, and other ammonites, characteristic of the upper Deshayesi Subzone in the English sections ; 2) absence, even in the uppermost beds, among the Trans-Caspian representatives of the species *D. deshayesi*, of specimens with distinct features of late mutations of this species ; 3) erosion of the upper beds of Deshayesi Zone in the Trans-Caspian area. This enables us to presume that, generally, the Deshayesi Zone of the Trans-Caspian area does not correspond to the entire Deshayesi Zone in England, but only to its lower Subzone, i.e. Parinodum (*Cheloniceras parinodum).*

In view of the above-mentioned specific features of the species *D. deshayesi*, its choice as a zonal index seems to be temporary. At any rate, specimens from the same locality, where Leymerie's specimen was found, should be studied, or from nearby localities. Besides, the stratigraphic level of this species in the Lower Aptian (Bedoulian) type section should be clearly defined, since data on this section, located in southern France, should be primarily taken into account, when the stratigraphic chart for the Mediterranean Region is developed.

1.4. Furcata Zone *(Dufrenoya furcata)*

The straton with the above index was erected by Ch. Jacob [1907]. Later, the zone, which has *D. furcata* as one of its index species, was present in V.P. Renngarten's chart [Renngarten, 1951]. In West Turkmenian sections, deposits with *D. furcata* rest with erosion on the underlying deposits.

At the boundary of the Deshayesi and Furcata Zones, the ammonoid assemblage changes markedly. Representatives of the genus *Deshayesites* disappear, and the genus *Dufrenoya* becomes widespread (*furcata* SOWERBY, *subfurcata* KASANSKY, *dufrenoyi* D'ORBIGNY, *lurensis* KILIAN, *sinzovi* LUPPOV, *scalata* CASEY, *fursovae* BOGDANOVA, etc.). Another late genus of the family *Deshayesitidae-Burckhardtites* is less frequent (*palumbes* HAMPHREY, *gregoriensis* HAMPHREY, *imlayi* HAMPHREY), which up to now has not been recorded in Europe. In addition to the above genera *Cheloniceras* is also found in this zone (*seminodosum* SINZOW, *cornuelianum* D'ORBIGNY), *Toxoceratoides* (*royerianus* D'ORBIGNY), *Aconeceras* (*nisoides* SARASIN), *Tropaeum*, whose stratigraphic range is wider than a zone.

Furcata Zone of the Trans-Caspian area is correlated with Furcata Zone and Subfurcata Zone of Northern Caucasus and Dagestan. In South England it corresponds to Bowerbanki Zone, which yields almost the same *Dufrenoya* and *Cheloniceras* species. A

specific feature of the Trans-Caspian sections are single finds of uncoiled shells of the genus *Tropaeum*.

2. – Middle Aptian

The boundary between the lower and middle substages of Aptian in the Trans-Caspian area, drawn along the boundary of Furcata Zone and Subnodosocostatum Zone remains not corrrelated with the boundary drawn between Bedoulian and Gargasian in France, where it coincides with the base of beds, containing *Dufrenoya*. Possibly, this boundary is drawn at different stratigraphic levels, i.e. the upper part of the Trans-Caspian Furcata Zone corresponds to the lower part the Gargasian Nisus Zone in France. Boundary with the Lower Aptian deposits in the Trans-Caspian area is drawn on the basis of a distinct succession of paleontological assemblages. Middle Aptian in the time of predominance of the family *Parahoplitidae* and subfamily *Colombiceratinae*. The first *Colombiceratinae* appear already in Furcata Zone (*Gargasiceras* sp. in Tuarkyr).

2.1. Subnodosocostatum Zone *(Epicheloniceras subnodosocostatum)*

This zone first appeared as an independent unit (subzone) in Ch. Jacob's chart [Jacob, 1907] and had two indexes, i.e. *subnodosocostatum* and *buxtorfi*.

Zonal ammonite assemblage is extremely rich and diverse. Genus *Epicheloniceras* (which replaced *Cheloniceras* in the Early Aptian) is represented by the species *subnodosocostatum* Sinzow, *tschernyschewi* Sinzow, *buxtorfi* Jacob, *pussillum* Kasansky, *stuckenbergy* Kasansky ; among *Parahoplitidae*, the genus *Colombiceras*, which is the second in time, is widespread *(tobleri* Jacob, *subtobleri* Kasansky, *caucasica* Luppov) ; *Aconeceras* become more abundant : *A. nisus* d'Orbigny, *A. haugi* Sarasin. An interesting group are heretomorphic ammonites of the genera *Ammonitoceras* (*wassiliewskyi* Renngarten, *transcaspium* Sinzow), *Australiceras* (*pawlowi* Wassiliewsky), *Luppovia* (*dotshanensis* Bogdanova, Kakabadze and I. Michailova, *adjiderensis* Bogdanova, Kakabadze and I. Michailova). In sections of western regions (Tuarkyr, Greater Balkhan, Kubadag) *Salfeldiella guettardi* Raspail, *Tetragonites depressus* Raspail, *Jauberticeras latericarinatum* Anthula occur.

The species *E. subnodosocostatum* is known from the lower zone of the Middle Aptian in Mangyshlak, Northern Caucasus, Dagestan, Georgia, northern Germany and Southeastern France, and some workers have chosen it as an index species. *E. tschernyschewi* and *E. buxtorfi* are often found in the considered zone in Mangyshlak, Northern Caucasus, and England. Some heteromorphic ammonites have a narrow stratigraphic range (are confined only to this zone) ; among them, the species *A. wassiliewskyi* can also be regarded as a zonal species for the Trans-Caspian area.

Analysis of the species composition of ammonites assemblage in the lower part of the Middle Aptian over the extensive territory of southern Eastern and Western Europe has shown that this assemblage is extremely constant both in its species, and generic composition. This circumstance makes easier correlation of the Subnodosocostatum Zone with the lower unit of the Middle Aptian (often having the same name) in the considered area.

2.2. Melchioris Zone *(Parahoplites melchioris)*

The zone was first distinguished in Mangyshalk by A.D. Natsky as Beds with *P. melchioris*. Later, it was studied in detail in the Caucasus [Drutschits *et al.*, 1966 ; Eristavi, 1960 ; Luppov, 1956 ; Mordvilko, 1960 and Renngarten, 1951] and was named after the highest abundance of the species *P. melchioris* in these deposits.

A fossil assemblage in the considered zone differs from that of the Subnodosocostatum Zone by appearance of ammonites of the genus *Parahoplites* (*schmidti* Jacob & Tobler, *grossouvrei* Jacob, *campichei* Pictet & Renevier, *melchioris* Anthula, *sjogreni* Anthula, *debilicostatus* I. Michailova, *multicostatus* Sinzow, *transitans* Sinzow, *subcampichei* Sinzow, *irregularis* Casey, *luppovi* Tovbina). Ammonites of the new genus of *Colombiceratinae,* i.e. *Protacanthoplites* [Tovbina, 1970, 1982] also occur here ; this genus is a link in the lineage *Colombiceras-Acanthohoplites*. It is represented by species *P. monilis* Tovbina, *P. mirus* Tovbina, *P. abichi* Anthula, *P. submirus* Tovbina, *P. multinodosus* Tovbina, *P. bogdanovae* Tovbina, *P. quadratus* Kasanskyi, *P.* aff. *bigoureti* Seunes, *P. bigoti* Seunes, *P. bigoti incivilis* Glasunova, etc. Ammonites of this genus are predominant in the upper part of the Melchioris Zone. In Central, southern part of Western and Eastern Kopetdag, the upper part of Melchioris Zone, where representatives of the genus *Parahoplites* are not found, and *Protacanthoplites* are abundant, was distinguished by Tobvina [1982] as Monilis Subzone (*P. monilis*) (the most frequent species). The genus *Colombiceras* is represented by the same species, as in the Subnodosocostatum Zone. In this connection, attention should be paid to substitution of the index species for Tobleri Zone (*C. tobleri*) in the draft scale of the Mediterranean region [Hoedemaeker and Bulot, 1990]. Since in Trans-Caspian area and in Northern Caucasus species *C. tobleri* characterizes both zones of the Middle Aptian, it is probably not reasonable to make it the index species for one of them ; the more so, as among species of other genera, particularly such a well known genus as *Parahoplites*,

the index for the upper zone of the Middle Aptian can be chosen. We propose the species *P. melchioris*, since it occurs not only in the Trans-Caspian area, but also in Northern Caucasus, Transcaucasus and Germany, where it accompanies the species *P. nutfieldiensis*, index of one of the Middle Aptian Zones in the Boreal region, which is, most likely, a full equivalent of the Melchioris Zone. In addition to the above ammonites, this zone also contains genera *Aconeceras (nisus* D'ORBIGNY, *haugi* SARASIN), *Sanmartinoceras (aptianum* SARASIN), *Euphylloceras (velledae* MICHELIN, *aptiense* SAYN, *anthulai* KASANSKY), *Zurcherella (zurcheri* JACOB), *Tetragonites (depressus* RASPAIL, *heterosulcatus* ANTHULA).

3. – UPPER APTIAN

3.1. Prodromus Zone *(Acanthohoplites prodromus)*

Distinguished by Tovbina [1968]. The section on the southern slope of the Elli-Kaya Ridge in Kopetdag is chosen as a stratotype.

Most frequent in Prodromus Zone are ammonites of genera *Diadochoceras* and *Acanthohoplites*. Here, the *Clansayesia* subgenus *Eodouvilleiceras* of the genus *Epicheloniceras* appears. Several species of the typical Clansayesian genus *Diadochoceras* : *nodosocostatum* D'ORBIGNY, *causasicum* LUPPOV, aff. *hokodsens* I. MICHAILOVA, and local species *latiumbonatum* TOVBINA, *longispinatum* TOVBINA, *pseudomultispinatum* TOVBINA in the Trans-Caspian area are confined to this zone ; but it is on the basis of their presence that the Prodromus Zone is regarded as a part of Nolani Zone in most areas of Eastern and Western Europe. *Acanthohoplites* are dominated by local species : *A. prodromus prodromus* TOVBINA, *A. enodis enodis* TOVBINA, *A. raricostatus* TOVBINA, *A. balchanensis* TOVBINA ; there are wellknown *A. trautscholdi* SIMONOVITCH, BACEVITCH & SOROKIN, *A. aschiltaensis* ANTHULA, or affined *A.* aff. *bergeroni* SEUNES, *"A."* aff. *bigoti* SEUNES. Among the Clansayesian *Epicheloniceras : E. (Eodouvilleiceras) badkhyzikum* URMANOVA, *E. (E.) clansayense* JACOB should be indicated.

Historically, beds taking up the interval between the Melchioris and Nolani Zones were distinguished in the Aptian sections of the Trans-Caspian area. In Kopetdag, they were named Aschiltasensis Zone (Subzone)(*A. aschiltsensis)* by analogy with subdivision of the Upper Aptian in Northern Caucasus [Luppov *et al.*, 1960]. In Tuarkyr, Beds with *Acanthohoplites* ex. gr. *uhligi* and *Diadochoceras* [Bogdanova *et al.*, 1963]. Then S.Z. Tovbina, who studied ammonites of this straton, showed that it did not correspond to the Caucasian Aschiltaensis Zone (*A. aschiltaensis)* (this zone, most likely, corresponds in the Trans-Caspian area to the upper part of Melchioris Zone and, possibly, to the lowermost part of Prodromus Zone), but rather to the lower part of the widespread Nolani Zone. In the zonal chart of the Mediterranean region it corresponds to *D. nodosocostatum* horizon.

3.2. Nolani Zone *(Acanthohoplites nolani)*

First appeared as an independent straton in the "Standard of Cretaceous System" [Müller and Schenk, 1943], and soon afterwards Renngarten provided grounds for it, using the material from the Greater Caucasus [Renngarten, 1951]. It is traceable throughout the Trans-Caspian area.

The assemblage of Trans-Caspian *Acanthohoplites* of this zone was first described by Sinzow [1908] from sections of Mangyshlak. It is much richer and diverse than that in underlying deposits. In addition to *Acanthohoplites*, there sometimes occur *Eodouvilleiceras*, also indicated in *prodromus* Zone : *E. (E.) badhyzicum* URMANOVA and *E. (E.)* ex. gr. *clansayense* JACOB. Zonal index species *A. nolani* is rather rare in the Trans-Caspian area. The following species are more abundant in this region : *A. migneni* SEUNES, *A. multispinatus* ANTHULA, *A. uhligi* ANTHULA, *A. trautscholdi* SIMONOVITCH, BACEVITCH & SOROKIN, *A. subangulicostatus* SINZOW, *A. subrectangulatus* SINZOW, *A. lorioli* SINZOW, *A. anthulai* KASANSKY, *A. compressus* KASANSKY, *A. elegans* GLASUNOVA, *A. subangulatus* LUPPOV. These species are known from the *nolani* Zone of Mangyshlak, Northern Caucasus, Transcaucasus, and Western Europe. Besides the widely known species, some parts of the Trans-Caspian area are characterized by local species : *A. geokderensis* TOVBINA, *A. trapezoidalis* TOVBINA and *A. asiaticus* TOVBINA. Phylloceratids and tetragonitids are represented by the same species, as in underlying deposits.

The Trans-Caspian *nolani* Zone, most likely, corresponds to the upper part of the zone of the same name, extensively traced in Europe, and in the chart for the Mediterranean region, to that interval of *nolani* Zone, which occurs above *D. nodosocostatum* horizon.

3.3. Jacobi Zone *(Hypacanthoplites jacobi)*

In the Trans-Caspian area this zone was distinguished by A.D. Natsky[2]. Then it appeared in the chart of the Greater Caucasus [Renngarten, 1951] as Jacobi-Tscharlokensis Zone *(H. jacobi - H. tscharlokensis)*. And later, for the same region as Jacobi Zone *(H. Jacobi)* [Eristavi, 1960]. It is not traced over the entire Trans-Caspian area. It was subject to erosion in West Turkmenian sections, in Mangyshlak and, locally, in Lesser Balkhan.

The boundary of the Jacobi Zone with the underlying deposits is drawn on the basis of

[2] Manuscript of A.D. Natsky 1918 has not been published and is kept at VSEGEI, St-Petersburg.

replacement of *Acanthohoplites* by species of the genus *Hypacanthoplites*. In the boundary beds of Nolani and Jacobi Zones, *Acanthohoplites* with outlined tubercles on the venter are found, which are, possibly, transitional to *Hypacanthoplites* ; however, the tubercles are much less pronounced than in the latter genus. Unfortunately, these species have not yet been adequately studied. The *hypacanthoplites* assemblage comprises widely known West European species, on which basis the upper zone of the Clansayesian is correlated over an extensive territory : *H. jacobi* COLLET, *H. milletianus nodosocostatus* FRITEL, *H. sarasini* COLLET, *H. spathi* DUTERTRE, *H. hanoverensis* COLLET. The species *H. asper* GLASUNOVA, *H. kopetdagensis* GLASUNOVA and *H. tscharlokensis* GLASUNOVA were described by Glasunova from the considered deposits of Western Kopetdag. Herefrom Natsky also described the species *H. nolaniformis* GLASUNOVA. The last-mentioned species and *H. tscharlokensis* are presently known from the Jacobi Zone in the Northern Caucasus. In addition to *Hypacanthoplites*, this zone also contains single *Euphylloceras* aff. *velledae* D'ORBIGNY.

The constant species assemblage of the Jacobi Zone and its consistency over an extensive area in southern and middle Europe justify the introduction of this zone into the considered draft.

4. – CONCLUSION

1) The present paper characterizes Aptian zones of the Trans-Caspian area, including those, which are comprised into the draft ammonite zonal scale for the Mediterranean region, i.e. Tuarkyricus, Weissi, Deshayesi, Furcata, Subnodosocostatum, Nolani (local Trans-Caspian Prodromus Zone corresponds in its stratigraphic range to *D. nodosocostatum* Horizon), and Jacobi. It is proposed to replace the index species for the Tobleri Zone *(C. tobleri)*.

2) As mentioned above, type sections of the Aptian substages in Southeastern France up to now remain unrevised. Data on these sections should, doubtless, be taken into account, when the Aptian scale for the Mediterranean Region is developed. As is known from the earlier published papers, the type sections of the Bedoulian, Gargasian, and Clansayesian, in case of their most accurate study, cannot, unfortunately, offer good prospects as regards the number and preservation of the contained ammonite remains for solving the problem of zonal subdivision of the Aptian, and the zonal index species. In this connection, apparently, a problem can be raised of choosing parastratotypes of Aptian substages or of the stage in general. For this purpose, sections of the Trans-Caspian area and the Caucasus, which are stratigraphically complete and richly characterized by diverse faune, can be used.

References

BOGDANOVA T.N. (1971). — New Barremian ammonites from west Turkmenia. *Paleontol. Journ.* **3**, 60-71 (in Russian).

BOGDANOVA T.N. (1971). — Lower Aptian and boundary beds of west and south Turkmenia (Stratigraphy, ammonites). *Avtoref. diss. na soiskanie uchenoi stepenni kanditata geologo-mineral. nauk.* 30 p.

BOGDANOVA T.N. (1978). — On zonation of the Lower Aptian of Turkmenia. *Annual of the All-Union Paleontological Society.* **21**, 70-81 (in Russian).

BOGDANOVA T.N. (1979). — Ammonites of the family *Deshayesitidae* from Turkmenia. *Proccedings of the 19 session of All-Union Paleontological Society*, 152-169 (in Russian).

BOGDANOVA T.N. (1983). — The zone Deshayesites tuarkyricus - the lower zone of Aptian of Turkmenia. *Annual of the All-Union Paleontological Society* , **26**, 128-147 (in Russian).

BOGDANOVA T.N. & YAHNIN E.Y. (1967). — On stratigraphy of the Aptian and Albian deposits of Great Balkhan and Kuba-Dag. *Izv. AN turkm. SSR, ser. phiz.-techn., chim. i geol. nauk*, **3**, 121-122 (in Russian).

BOGDANOVA T.N., LUPPOV N.P. & YAHNIN E.Y. (1963). — On stratigraphy of the Aptian and Albian deposits of Tuarkyr. *Trudy Vsesoyuznogo Nauchno-issledovatelskogo geologicheskogo Instituta* (VSEGEI), nov. ser., **109**, 75-97 (in Russian).

CASEY R. (1961). — The stratigraphical paleontology of the Lower Greensand. *Paleontology* , **3**, 4, 487-621.

CASEY R. (1964). – A Monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand. *Pt. V. Palaeontogr. Soc.*, **117**, 289-398.

COLLOQUE SUR LE CRÉTACÉ INFÉRIEUR (Lyon, septembre 1963), (1965). – *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, **34**, 840 p.

DRUTSCHITS V.V. & MICHAILOVA I.A., (1966). – The biostratigraphy of the Lower Cretaceous of the North Caucasus, 190 p. (in Russian).

ERISTAVI M.S. (1960). – The Lower Cretaceous of the Caucasus and the Crimea. *Monogr. of the Geol. Inst. of the Acad. Sci. of the Georgian S.S.R.*, **10**, Tbilissi, 149 p. (in Russian).

GEOLOGY OF THE USSR (1972). – **XXII**, Turkmen SSR. Geological description. Moscow, 768 p. (in Russian).

HOEDEMAEKER P.J. & BULOT L. (1990). – Preliminary ammonite zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean region. *Géologie Alpine*, **66**, 123-127.

JACOB C. (1907). – Etudes stratigraphiques et paléontologiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines. *Trav. Lab. géol. Univ. Grenoble*, **8**, 314 p.

KAKABADZÉ M.V. (1983). – On the Hauterivian-Barremian correlation between the South of the USSR and certain Southern and Northern regions of Europe. *Zitteliana*, **10**, 501-508.

KEMPER E. (1976). – Geologischer Fürher durch die Grufschaft Bentheim und die angrenezenden Gebiete mit einem Abriss der emsländischen Unterkreide. *Das Bentheimer Land*, **64**, 205 p.

KILIAN, W. (1910). – Das bathyale Palaeocretacicum im südöstlichen Frankreich. Valendis-Stufe ; Hauterive-Stufe ; Barreme-Stufe ; Apt-Stufe. *In* : Frech, F. - *Lethaea geognostica*. 2. Teil. Das Mesozoicum. 3. Band. Kreide. Erste Abteilung. Zweite Lieferung : Unterkreide (Palaeocretacicum), 398 p., Stuttgart.

KOENEN A. (1907). – Uber das Auftreten der Gattungen und Gruppen von Ammonitiden in dem einzelnen Zonen der Unteren Kreide Norddeutschlands. *Nachrichten v.d. Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Math.-phys.*, Klasse. 10 p.

KOTETISHVILI E.V. (1986). – Zonal'naya stratigrafia nishnemelovyh otlosheniy Gruzii ii paleozoogeographya rannemelovyh basseinov Sredizmnomorskoi oblasti. *Trudy Geol. Instituta an Gruz. SSR.* Nov. ser. Vip. **91**, 161 p. (in Russian).

LUPPOV N.P. (1956). – Some questions of stratigraphy of the Lower Aptian deposits of south regions of the USSR. Trudy Vsesoyunznogo Sovezcznya po razrabotke unifizirovannoi schemy stratigrafii mezozoiskih otlosheniy Ruskoi platformy (in Russian).

LUPPOV N.P., SIROTINA E.A. & TOVBINA S.Z. (1960). – About stratigraphy of Aptian and Albian deposits of Kopet-Dag. *Trudy VSEGEI.* Nov. Ser. **42**, 156-173 (in Russian).

LUPPOV N.P., BOGDANOVA T.N., PROSOROVSKII V.A. & TOVBINA S.Z. (1987). – Problem of the Barremian/Aptian boundary. Geological structure of Turkmenistan. Ashckabad. 103-118 (in Russian).

MORDVILKO T.A. (1960-1962). – The Lower Cretaceous deposits of North Caucasus and Precaucasus. **1**, 240 p. ; **2**, 296 p. (in Russian).

MÜLLER S.W. & SCHENCK H.G. (1943). — Standart of Cretaceous System. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists*, **27**, 3, 262-278.

RENNGARTEN V.P. (1951). – Paleontological basis of stratigraphy of the Lower Cretaceous of the Great Caucasus. *Sbornik in memory of Acad. A.D. Archangelskyi*, 36-64 (in Russian).

RESOLUTION INTERDEPARTAMENTAL STRATIGRAPHIC CONFERENCE on Mesozoïc of the Middle Asia (Samarkand, 1971) (1977). 48 p. (in Russian).

SINZOW J. (1908). – Untersuchung einiger Ammonitiden aus dem Unteren Gault Mangyschlaks und des Kaukasus. *Zapiski SPb. Mineral. Obzczestva.* 2, **45**, 2, 455-419.

THE STRATIGRAPHY OF THE USSR. The cretaceous system, (1986). 251-277 (in Russian).

TOVBINA S.Z. (1968). – About the Zone Acanthohoplites prodromus in the Aptian-Albian boundary beds of Turkmenia. *Izv. An Turkm. SS, serv. phys. techn., chem. and geol. Sci.* **2**, 100-109 (in Russian).

TOVBINA S.Z. (1970). – The new genus of the family Parahoplitidae. *Paleontolog. Journ.*, **3**, 56-65 (in Russian).

TOVBINA S.Z. (1979). – On systematic and phylogenie of the family Parahoplitidae. The stratigraphy of the lower cretaceous deposits of the oil-gas-bearing regions of the USSR, 109-122 (in Russian).

TOVBINA S.Z. (1980). – On the Zone Acanthohoplites prodromus of the Upper Aptian of Turkmenia. *Izv. Acad. Sci. of the USSR,* ser. geol., **7**, 142-144 (in Russian).

TOVBINA S.Z. (1982). – New representatives of the family Parahoplitidae of Turkmenia. Annual of the All Union *Paleontolog. Soc.*, **25**, 60-78 (in Russian).

TOVBINA S.Z., BOGDANOVA T.N. & LOBATCHEVA S.V. (1985). – The Aptian deposits of Koptedag. *Annual of the All Union Paleontolog. Soc.*, **28**, 242-258 (in Russian).

URMANOVA S.C. & TASHLIEV M.S. (1967). – The Aptian deposits of central, Gjaurs, East Kopetdag and Mountain Badchiz. *Izv. An Turkm. SSR. Ser. phys. Techn., chem. and geol. Sci.*, **4**, 105-113 (in Russian).

Géologie Alpine, 1994, Mém. H.S. n° 20, p. 61-65

Bibliographic data about the recognition of Albian Ammonite zones and subzones in Central Tethyan uncondensed series (Mediterranean regions)

par Jean-Louis LATIL*

ABSTRACT. — A non-exhaustive review of the recognition of albian euopean standardzones and subzones in the mediterranean region is attempted on the basis of the bibliographic data.

At least two areas of central tethys provide detailed successions for Upper Albian : the vocontian basin in the South East-France, the Muescar Area in the South of Spain.

KEY WORDS. — Ammonites, Stratigraphy, Albian, Tethys, Bibliography.

Données bibliographiques sur la reconnaissance des zones et sous-zones standard dans l'Albien des régions méditerranéennes de la Téthys

RÉSUMÉ. — Nous donnons ici une compilation des données bibliographiques concernant la reconnaissance des zones ou sous-zones standard dans l'Albien des régions méditerranéennes de la Téthys.

Au moins deux secteurs montrent des coupes dilatées détaillées pour l'Albien supérieur : le Bassin Vocontien dans le Sud-Est de la France, la région de Muescar dans le Sud de l'Espagne.

MOTS CLÉS. — Ammonites, stratigraphie, Albien, Téthys, Bibliographie.

A non-exhaustive review of the recognition of Albian european standard zones and subzones in the mediterranean regions is attempted on the basis of the bibliographic data. Here are concerned only the publications with figured ammonites and dealing with uncondensed series, but I consider ammonite assemblages from condensed sections in the case of intra-subzone condensation.

1. – THE LOWER ALBIAN

1.1. The Tardefurcata Zone

After Saveliev [1973] and Kemper [1975, 1982], the Tardefurcata Zone is divided in three subzones [Owen 1988a].

1.1.1. The Schramenni Subzone

The Albian starts with the Schrammeni subzone that has never been recognized with total confidence in the Tethyan Realm. With respect to its geographical extension this subdivision merely represents a biohorizon rather than a "true" subzone. Nevertheless, the Shrammeni Subzone must be maintained because its base represents the Aptian-Albian boundary defined after a stratotype at Vöhrum in Germany.

1.1.2. The Acuticostata Subzone

Algeria : probable age for the bed C of Dubourdieu succession in the Mellègue Mountains [Dubourdieu, 1953] with *Hypacanthoplites trivialis*. Specimens determinated as *Lyelliceras flandrini* must be reffered to the lower Albian genus *Prolyelliceras*.

* E.P.H.E., Centre des Sciences de la Terre, Université de Bourgogne, 6, Bd Gabriel, 21000 Dijon, France.

Caucasus : ammonites from this subzone are figured out of any figured section [Kotetishvili, 1977].

Iran : occurence of a characteristic subzone assemblage but without described section [Seyed-Enami, 1980a and b] .

Bulgaria : occurence of *Leymeriella tardefurcata* and *Leymeriella* sp. [Dimitrova, 1967 ; Kalcheva-Ilieva, 1967].

Romania : probable equivalent of the Paquier level in East Carpathians [Avram, 1976] and in Southern Dobrogea [Chiriac, 1981 ; Avram *et al.*, 1988] with *Leymeriella tardefurcata* and *Hypacanthoplites trivialis.*

South-East France : this subzone is identified in the Vocontian Basin with the "Paquier level" [Bréheret *et al.*, 1987). It is also recognized in the bed 33 of the "Perte du Rhône section" [Jayet, 1927].

Somalia : This subzone could be identified in this country [Tavani, 1942, 1948 and 1949], but these works need a stratigraphical revision.

1.1.3. The Regularis Subzone

Caucasus : ammonites from this subzone are figured out of any figured section [Kotetishvili, 1977].

Iran : occurence of a characteristic subzone assemblage but without described section [Seyed-Enami, 1980a and b].

South-East France : This subzone seems to be recognized in the bed 34 of the "Perte du Rhône" section [Jayet, 1927] with *Leymeriella tardefurcata*, *L. regularis* and *Douvilleiceras* sp..

It is also recognized with the biohorizon A6 [*in* Bréheret *et al.*, 1987] of the Vocontian Basin with *Leymeriella pseudoregularis.*

1.2. The Chalensis and Auritiformis Zones

The biochronological scale discussed by Owen [1988b] can only be used for the North-European Province. In the Tethyan Realm, it is very difficult to work out precise stratigraphical ranges due to the ubiquitous presence of condensed levels in the stratigraphic column. So we can only suggest the use of a Mammillatum Superzone [*sensu* Owen, 1988].

Elsewhere, Bréheret *et al.* [1987] showed that *Douvilleiceras mammillatum* appears in the Tardefurcata Zone (Acuticostata-Regularis Subzones), therefore this ammonite is a very bad index. Unfortunately in the Tethyan Realm, it is impossible to characterize the Chalensis and Auritiformis zones by a single ammonite species.

1.2.1. The Pseudolyelli Subzone

Spain : occurence of *Lyelliceras pseudolyelli* in the Albian of "la Sierra di Ricote" [Almella and de la Revilla, 1957 : pl. 8, fig. 3-4], but few informations are available about the stratigraphy of this area.

Madagascar : occurence of *Lyelliceras pseudolyelli* in the Albian of Komihevitsy, Lac Roray and Ankaboka [Collignon, 1963], with only one fossil and without informations about the stratigraphic succession.

2. – The Middle Albian

2.1. The Lower Albian-Middle Albian boundary

The Copenhagen Congress 1983 [Owen, 1984, 1985], suggested that the Lower-Middle Albian boundary is situated at the base of the Lyelli Subzone, but this limit is not precisely defined. From a biostratigraphical point of view, it would be necessary to define the base of Middle Albian with the first occurence of true *Lyelliceras lyelli.* On a chronostratigraphical point of view, it should be necessary to put the Lower-Middle Albian boundary at the base of the Dentatus Zone and the base of this zone should be defined from a stratotype (Latil, this volume).

The beds with *Lyelliceras* of the pseudolyelli-hirsutum-huberianum group can be considered as a distinct subzone, the Pseudolyelli Subzone, of true biochronological value. It is now clear that the vertical distribution of populations morphologically intermediate between *Tegoceras* and *Lyelliceras* is very short and allows precise datation of the topmost Early Albian and refined potentialities for inter-realm correlations. Therefore, I propose herein that the lower limit of the Middle Albian be placed at the base of the Lyelli Subzone and defined in a clear boundary stratotype (Latil, this volume).

2.2. The Dentatus, Loricatus and Lautus Zones

Agreeing with Owen [1988b, 1991], the stratigraphical scale worked out in the Anglo-Paris Basin cannot be used for the Tethyan Regions, except for the Dentatus Zone, well known in these areas by its Lyelli and Spathi Subzones.

2.2.1. The Lyelli Subzone

Italy : occurence of juvenile specimens of *Lyelliceras* sp. group of *L. lyelli*, *Oxytropidoceras* sp. and *Mojsisovicsia* sp. in the intra-oceanic platform of central Italy [Accarie and Delamette, 1991].

Spain : occurence of *Lyelliceras lyelli* in the Albian of "la Sierra di Ricote" [Almella and de la Revilla, 1957 : pl. 8, fig. 1], but few informations are available about the stratigraphy of this area.

Northern atlantic : occurence of *Lyelliceras lyelli* in a borehole, 90 km from the western coast of the Iberian peninsula (90 m.)[Renz, 1979].

Madagascar : occurence of *Lyelliceras lyelli* in the Albian of Komihevitsy, Lac Roray and Ampakabo [Collignon, 1976], but without informations about the stratigraphic succession.

2.2.2. The Spathi Subzone

Pyrenean Flysch : this subzone is recognized in the Igountze Mountains with the occurence of *Oxytropidoceras roissyanum* and *O.* gr. *carbonarium* [Souquet *et al.*, 1985].

2.2.3. The Intermedius Subzone

Romania : this interval could be recognized in glauconitic sand-sandstone lithofacies of Southern Dobrodgea [Avram *et al.*, 1988]. Elsewhere, it seems that the Lautus and Loricatus Zones could be separated on the basis of the hoplitids [Chiriac, 1983].

3. – The Upper Albian

3.1. The Inflatum Zone

The subdivisions introduced by Spath and Owen can be recognized in the North-Mediterranean province (Cristatum Subzone in the Vocontian basin and the Escragnolles area, Var, SE France ; Auritus Subzone at La Palud-sur-Verdon, Var, S.E. France ; Orbignyi Subzone in the Vocontian basin and at Salazac, Gard, SE France). These subzones will be maintained in the Tethyan zonal scheme even if no new evidence can be added for their understanding and recognition.

3.1.1. The Cristatum Subzone

Spain : occurence of *Dipoloceras cristatum* in the Albian of "la Sierra di Ricote" (Almella and de la Revilla, 1957 : pl. 7, fig. 6), but few informations are available about the stratigraphy of this area.

3.1.2. The Orbignyi Subzone

Austria : occurence of *Hysteroceras orbignyi* in the Losenstein Formation [Cooper *et al.*, 1977].

Spain : occurence of *Hysteroceras orbignyi* in the Huescar area (Betic mountains) [Braga *et al.*, 1982] in a very good upper Albian succession (Barranco de la Fuente de las Cuevas section).

? Marocco : the occurence of *Deiradoceras cunningtoni* and *Mortoniceras pachys* in the Dahar-en-Nsour area [Collignon, 1968] seems to provide a Orbigny or Varicosum age.

3.1.3. The Varicosum Subzone

Spain : occurence of *Hysteroceras varicosum* in the Huescar area (Betic mountains) [Braga *et al.*, 1982] in a very good upper Albian succession (Barranco de la Fuente de las Cuevas section).

? Marocco : the occurence of *Deiradoceras cunningtoni* and *Mortoniceras pachys* in the Dahar-en-Nsour area [Collignon, 1968] seems to provide a Orbigny or Varicosum age.

Madagascar : this subzone probably exists in Mont Raynaud with the occurence of *Hysteroceras varicosum* [Collignon, 1932] but there is no detailed stratigraphic study.

3.1.4. The Auritus Subzone

This subzone seems to be not clearly recognized in the Tethyan realm.

3.2. The Dispar Zone

3.2.1. The Blancheti Subzone

Armenia : recent evidence of this subzone with *Stoliczkaia blancheti*, *S. sexangulata* and *Mortoniceras pachys* [Atabekian, 1992] with few informations about the stratigraphy of this area ; it may be a condensed level of the Blancheti Subzone equivalent to the Salazac level in France.

Kopet Dhag : this subzone could be recognized in western Kopet Dhag [Atabekian and Likhatcheva, 1961 ; Atabekian, 1985], at least with the bed 5 of "Sovoutly pass" section.

Romania : the subzone could be recognized on the moesian Platform with *Lechites communis* [Muţiu, 1972].

South-East France : where this subzone is always condensed [Breistroffer, 1936 and 1940 ; Latil, this volume] or without caracteristic ammonite.

Pyrenean Flysch : this subzone is recognized in the St. Pée area with the occurence of *Stoliczkaia blancheti* [Souquet *et ali*, 1985].

3.2.2. The Dispar Subzone

Caucasus : ammonites from this subzone are figured out of any figured section [Kotetishvili, 1977].

Kopet Dhag : the Dispar Subzone is recognized in several sections of western Kopet Dhag [Atabekian and Likhatcheva 1961 ; Atabekian, 1985 and 1992] with the occurence of *Ostlingoceras puzosianum*, *Mariella*

bergeri, Stoliczkaia dispar... Some of these sections could be of interest for biostratigraphical correlations.

Hungary : evidence of this subzone in a borehole from Southern Hungary [Bujtor, 1991] with *Ostlingoceras puzosianum.*

Romania : the subzone is recognized on the moesian Platform with 100-200m of marls (*Mariella bergeri, Ostlingoceras puzosianum, Scaphites meriani*...) [Muțiu, 1972].

Serbia : glauconitic levels with *Stoliczkaia* sp., *Idiohamites dorsetensis*, *Mariella* sp. group of *M. bergeri* [Antonijevic, 1958].

Spain : very good successions in several sections of the Huescar area (Betic mountains) [Braga *et al.*, 1982]. Complementary sections are available in the Alicante area [Cremades and Linares, 1982].

Pyrenean Flysch : a caracteristic ammonite assemblage is known from the Maysonnave turbidites [Souquet *et al.*, 1985].

South-East France : this subzone is well exposed in the South-East France with both condensed and detailed succesions [Breistroffer, 1931, 1947 and 1953 ; Scholz, 1973 ; Delanoy and Latil, 1988 ; Latil, this volume].

Algeria : occurence of pyritized *Lechites moreti* and *Zelandites dozei* in the Constantine area [Busnardo and David, 1957] and *Mariella bergeri* and *Lechites moreti* in the Mellègue Mountains [Dubourdieu, 1953].

Tunisia : this subzone seems to be well represented but needs a revision based on stratigraphical datas [Pervinquière, 1907].

Madagascar : this subzone probably exists in Diego Suarez [Collignon, 1928] but there is no detailed stratigraphic study ; evidence of the Dispar Subzone at least in the bed -50 m. [Collignon *et al.*, 1979] with *Stoliczkaia dispar* and probably the Albian-Cenomanian transition between -50 and -20 m. An ammonite assemblage with *Stoliczkaia* sp. and *Mariella bergeri* occurs also in the Analalava area without stratigraphic informations [Collignon, 1970].

India : the top of this subzone is caracterized by a well known ammonite assembage but needs a revision based on stratigraphical datas [Stoliczka, 1865].

3.2. Conclusions

We are able to retain at least two areas that provide detailed successions for Upper Albian :

- the vocontian Bassin in the South-East France with several unpublished successions of the Inflatum and Dispar Zones ;

- the Huescar Area in the South of Spain.

These sections have to be worked again on a stratigraphical and paleontological point of view and correlations must be attempted with both Anglo-Paris and other tethyan successions.

References

ACCARIE H. & DELAMETTE M. (1991). – Découverte d'ammonites albiennes dans le massif apennin de la Maiella (plate-forme lazio-abruzzaise, Italie centrale) : précision sur la durée du hiatus bauxitique médio-crétacé. *Cretaceous Research,* **12**, 81-90, London.

ALMELLA A. & DE LA REVILLA J. (1957). – Fosiles piritosos del Cretàceo de la Sierra de Ricote (Murcia). *Bol. Inst. Geol. Min. Espana*, **68,** 45-83, Madrid.

ANTONIJEVIC I. (1958). – Dona Kreda izmedu Krivelja i Bucja. *Bull. Serv. Geol. Geophys. R.P. Serbie*, **16**, 5-28, Belgrad.

ATABEKIAN A. A. (1985). – Turrilitidi pozdnego Al'ba i i Cenomana Iouga SSSR. *Tr. Akademia Nauk S.S.S.R.*, **14,** 1-112, Leningrad.

ATABEKIAN A. A. (1992). – Ammoniti vernego Al'ba i nijnego Cenomana Iouga SSSR. *In* Atlas roukovodiachtchikh group fauni mesozoia Ioga i vostoka SSSR/M-vo Geol. S.S.S.R., *vsesoioz. nauch-issled.* Geol. *in* T. - Nedra : 201-217, St. Petersburg.

ATABEKIAN A. A. & LIKHATCHEVA A. A. (1961). – Problema neftegazonosnosti srednei azii. *Tr. Vs. Nauch-Issl. Geol. Inst.* (VSEGEI), **62**, 1-206, Leningrad.

AVRAM E. (1976). – Les fossiles du flysch éocrétacé et des calcaires tithoniques des hautes vallées de la Doftana et du Tîrlung (Carpathes orientales). *Mém. Inst. Géol. Géophys.*, **24**, 5-73, Bucarest.

AVRAM E., DRAGANESCU A., SZASZ L. & NEAGU T. (1988). – Stratigraphy of the outcropping cretaceous deposits in southern Dobrogea (SE Romania). *Mém. Inst. Géol. Géophys.*, **33**, 5-43, Bucarest.

BRAGA J. C., COMPANY M., GARCIA-HERNANDEZ M., LINARES A., RIVAS P. & SANDOVAL J. (1982). – El Albense superior en el sector de Huéscar (Provincia de Granada, Cordilleras Béticas). *In* : «II° Col. Estratigrafia y Paleogeografia del Cretàcico en España», *Cuad. Geol. Iber.*, **8**, 703-720, Madrid.

BREHERET J.G., CARON M. & DELAMETTE M. (1987). – Niveaux riches en matière organique dans l'Albien vocontien ; quelques caractères du paléoenvironnement ; essai d'interprétation génétique. *Docum. Bur. Rech. Géol. Min.*, **110**, 141-191, Orléans.

BREISTROFFER M. (1931a). – Sur l'étage Albien en Chartreuse (Isère et Savoie). *C. R. Acad. Sci. Paris*, **193,** 23, 1202-1204, Paris.

BREISTROFFER M. (1931b). – Etude de l'étage Albien dans le massif de la Chartreuse (Isère et Savoie). *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble*, **17**, 1-50, Grenoble.

BREISTROFFER M. (1936a). – Les subdivisions du Vraconien dans le Sud-Est de la France. *Bull. Soc. géol. Fr.*, **2**, 23-25, Paris.

BREISTROFFER M. (1936b). – Sur la stratigraphie du Crétacé moyen en Chartreuse. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **202**, 1691-1693, Paris.

BREISTROFFER M. (1940). – Révision des Ammonites du Vraconien de Salazac (Gard) et considérations générales sur ce sous-étage Albien. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble*, **22**, 71-171, Grenoble.

BREISTROFFER M. (1947). – Sur les zones d'Ammonites dans l'Albien de France et d'Angleterre. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble*, **26**, 17-104, Grenoble.

BREISTROFFER M. (1963). – Vues sur les zones d'Ammonites de l'Albien. *In* : «Colloque sur le Crétacé inférieur, Lyon, Sept. 1963», *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, **34**, 311-313, Paris.

BREISTROFFER M. & VILLOUTREYS O. (1953). – Les ammonites albiennes de Peille (Alpes maritimes). *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble*, **30**, 69-74, Grenoble.

BUJTOR L. (1991). – A new Worthoceras (Ammonoidea, Cretaceous) from Hungary, and remarks on the distribution of Worthoceras species. *Geol. Mag.*, **128** (5), 537-542, London.

BUSNARDO R. & DAVID L. (1957). – Contribution à l'étude des faunes d'ammonoides de Medjez Sfa (Est constantinois). *Publ. Serv. Carte Géol. Algérie* (N.S.), **13**, 67-123, Alger.

CHIRIAC M. (1981). – Amoniti cretacici din Dobrogea de Sud, studiu biostratigraphic. *Ed. Acad. Rep. Soc. Romania*, **125**, 143 p., Bucarest.

CHIRIAC M. (1983). – Espèces et sous-espèces d'ammonites dans le Crétacé de la Dobrogea méridionale. *Mém. Inst. Géol. Géophys.*, **33**, 45-90, Bucarest.

COLLIGNON M. (1928). – Les céphalopodes du Cénomanien pyriteux de Diégo-Suarez. *Ann. Paléont.*, **17**, 79 p., Paris.

COLLIGNON M. (1932). – Les ammonites pyriteuses de l'Albien supérieur du Mont Raynaud à Madagascar. *Ann. Géol. Serv. Mines*, **2**, 1-35, Tananarive.

COLLIGNON M. (1963). – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar. *Serv. Géol. Tananarive*, **10**, 1-184, Tananarive.

COLLIGNON M. (1968). – Ammonites crétacées des rides prérifaines (région du Dahar-en-Nsour. *Notes Serv. Géol. Maroc*, **28**, 19-28, Rabat.

COLLIGNON M. (1970). – Une remarquable faune à Stoliczkaia de la région d'Analalava (Madagasikara). *C.R. Sem. Géol. Madagascar*, **1968**, 27-32, Tananarive.

COLLIGNON M. (1976). – La partie moyenne du Crétacé à Madagascar entre l'Aptien et le Coniacien. *Ann. Mus. Hist. Nat. Nice*, **4**, XV, 1-13, Nice.

COLLIGNON M., SIGAL J. & GREKOFF N. (1979). – L'Albien et le Cénomanien du sondage de Diégo (Madagascar) et ses faunes d'Ammonites, Foraminifères planctoniques et Ostracodes. *Eclogae Geol. Helv.*, **72**, 1, 215-249, Basel.

COOPER M.R., KENNEDY W.J. & KOLLMANN H.A. (1976). – Upper albian ammonites from the Losenstein Formation of the Losenstein area (Upper Austria). *Beitr. Paläont. Öst.*, **2**, 71-77, Wien.

CREMADES J. & LINARES A. (1982). – Contribucion al conocimiento del Albense superior-Cenomanense del Prebetico de la Provincia de Alicante. *Cuad. Geol. Iberica*, **8**, 721-738, Madrid.

DELANOY G. & LATIL J.L. (1988). – Découverte d'un nouveau gisement albien dans les environs de Drap (Alpes Maritimes, France) et description d'une riche ammonitofaune d'âge Albien terminal. *Geobios*, **21**, 6, 749-771, Lyon.

DIMITROVA N. (1967). – Les fossiles de Bulgarie. IV Crétacé inférieur, Cephalopoda. *Acad. Bulgare Sci.*, 199 p., Sofia.

DUBOURDIEU G. (1953). – Ammonites nouvelles des monts du Mellègue. *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, Ser. Paléont., **16**, 1-76, Alger.

GLAZOUNOVA A.E. (1953). – Ammonity Apta i Alba Kopet-daga, Malogo i Bol'shogo Balkhanov i Mangyshlaka. *Tr. Vses. Nauch. Issled. Geol. Inst. (VSEGEI)*, 156 p., Leningrad.

JAYET A. (1927). – Etude stratigraphique de La Perte du Rhône, près de Bellegarde (Ain). *Eclogae Geol. Helv.*, **20**, 159-222, Bâle.

KALCHEVA-ILIEVA K. (1965). – Representatives of the genus Leymeriella from the lower Albian in North-West Bulgaria. *Rev. Bulgarian Geol. Soc.*, **18** (1), 23-34, Sofia.

KEMPER E. (1975). – Die Cephalopoden aus dem Unter-Alb (Zone der Leymeriella tardefurcata) von Altwarmbüchen. *Ber. Natur. Hist. Ges.*, **119**, 87-111, Hanovre.

KEMPER E. (1982). – Das späte Apt und frühe Alb Nordwestdeutschlands, Versuch der umfassenden Analyse einer schichtenfolge. *Geol. Jahr.*, A **65**, 703 p, Stuttgart.

KOTETISHVILI E.V. (1977). – Albskaia Fauna Gruzii. *Akad. Nauk Gruz. SSR. Geol. Inst.*, **53**, 1-97, Tbilissi.

MUTIU R. (1972). – Noi contributii la studiul paleontologic si stratigrafic al depozitelor albiene din platform moesica. *Stud. Cerc. Geol. Geofiz. Geogr. (Geologie)*, **17**, 132-147, Bucuresti.

OWEN H.G. (1984). – Albian stage and substage boundaries. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, **33**, 183-189, Copenhagen.

OWEN H.G. (1985). – The Albian stage : European Province chronology and Ammonite zonation. *Cretaceous Research*, **5**, 329-344, London.

OWEN H.G. (1988a). – Correlation of ammonite faunal provinces in the Lower Albian (mid-Cretaceous). *In* : «Cephalopods - Present and Past», Wiedmann J. & Kullmann J. Eds., 477-489, Schweizerbart'sche Verlag., Stuttgart.

OWEN H.G. (1988b). – The ammonite zonal sequence and ammonite taxonomy in the Douvilleiceras mammillatum Superzone (Lower Albian) in Europe. *Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.), Geol.* Ser., 44, **3**, 177-231, London.

OWEN H.G. (1991). – Ammonites from the middle Albian of Helgoland and adjacent regions with some phylogenetic observations. *Geol Jb.*, **A120**, 289-303, Hannover.

PERVINQUIÈRE L. (1907). – Etudes de paléontologie tunisienne. 1) Partie. Céphalopodes des terrains secondaires. *Mém. Carte Géol. Tunisie*, 438 p.

RENZ O. *in* SIBUET J.C., RYAN W.B.F. *et al.* (1979). – Lower Cretaceous Ammonoidea from the northern Atlantic, leg 47B, Hole 398D, DSDP. *Init. Repts. Deap Sea Drill. Proj.*, 47/2, 361-369, Washington (U.S. Government Print Office).

SAVELIEV A.A. (1973). – Stratigrafiya i ammonity nizhnego Al'ba Mangysshlaka (zony Leymeriella tardefurcata i Leymeriella regularis). *Tr. Vses. Neft. Nauchno-issled. Geol. Rasv. Inst.*, **323**, 1-339, Leningrad.

SCHOLZ G. (1973). – Sur l'âge de la faune d'ammonites au Château près de Saint-Martin-en-Vercors (Drôme), et quelques considérations sur l'évolution des turrilitidés et des hoplitidés vracono-cénomaniens. *Géol. Alpine*, **49**, 119-129, Grenoble.

SEYED-ENAMI K. (1980a). – Parahoplitidae (Ammonoidea) aus dem Nordost- und Zentraliran. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **12**, 719-737, Stuttgart.

SEYED-ENAMI K. (1980b). – Leymeriella (Ammonoidea) aus dem unteren Alb von Zentraliran. *Mitt. Bayer. Staatsslg. Palaäont. Hist. Geol.*, **20**, 17-27, Munich.

SOUQUET P., DEBROAS E.J., BOIRIE J.M., PONS P., FIXARI G., ROUX J.C., DOL J., THIEULOY J.-P., BONNEMAISON M., MANIVIT H. & PEYBERNES B. (1985). – Le groupe du Flysch noir (Albo-Cénomanien) dans les Pyrénées. *Bull. Centres Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine*, **9**, 183-252, Pau.

STOLICZKA F. (1863-66). – The fossil cephalopoda of the Cretaceous rocks of southern India. *Paleont. Indica*, 41-216, Calcutta.

TAVANI G. (1942). – Paleontologia della Somalia. III Fossili del Cretaceo. 6- Molluschi del Cretaceo della Somalia. *Paleontogr. Ital.*, **32**, suppl. 4, 7-47, Pise.

TAVANI G. (1948). – Fauna malacologica Cretacea della Somalia e dell'Ogaden. *Paleontogr. Ital.*, **43**, 84-153, Pise.

TAVANI G (1949). – Fauna malacologica Cretacea della Somalia e dell'Ogaden (II. Gastropoda - Cephalopoda - Conclusioni). *Paleontogr. Ital.*, **45**, N.S.5, 1-76, Pise.

Géologie Alpine, 1994, Mém. H.S. n° 20, p. 67-111

The Dispar Zone in South-East France and comments about the biozonation of Albian in the tethyan realm : biostratigraphy and paleontology (Ammonites)

by Jean-Louis LATIL*

ABSTRACT. — Discussions on the need of chronostratigraphic definitions of Cretaceous ammonite zones, suggest that a biostratigraphic scale for the Tethyan Albian should be built after the ammonite scales established for the Anglo-Paris Basin.

The subdivisions of the Dispar Zone are discussed on the basis of the French section (Salazac area, Montagne de Lure area, Nice area). I suggest the use of subzones based on *Stoliczkaia.* The Dispar Zone should be divided into two subzones : the Blancheti Subzone and the Dispar Subzone. The ammonite assemblages of the Dispar Zone for the French sections are described.

KEY WORDS. — Cretaceous, Albian, Dispar Zone, Ammonites, Stratigraphy, Tethys, S.E. France.

La Zone à Dispar dans le Sud-Est de la France et considérations sur la biozonation de l'Albien téthysien : biostratigraphie et paléontologie (Ammonites)

RÉSUMÉ. — Après quelques considérations sur l'utilité de la chronostratigraphie dans la définition des limites de zones d'ammonites, nous proposons une échelle biostratigraphique pour l'Albien téthysien d'après les échelles établies dans le Bassin anglo parisien.

Les subdivisions de la zone à Dispar sont rediscutées et redéfinies à partir des coupes levées dans le Sud-Est de la France (Salazac, Montagne de Lure et Arc de Nice). Nous proposons un retour à une zonation basée sur les *Stoliczkaia.* Nous proposons ainsi de subdiviser la Zone à Dispar en deux sous-zones : les sous-zones à Blancheti et Dispar.

Les successions d'ammonites au sein de la zone à Dispar sont discutées en termes d'assemblages pour le Sud-Est de la France.

MOTS CLÉS. — Crétacé, Albien, Zone à Dispar, Ammonites, Stratigraphie, Téthys, S.E. France.

1. – INTRODUCTION

During Albian times, the North-Tethyan passive margins are characterized by the development of numerous condensed and often polyphased and polyzonal horizons on the inner shelf and by faunal and/or sedimentary hiatus on the slope and in the basin. This situation leads to little opportunity in building a detailed biostratigraphical frame except for small parts of the stratigraphic column [Dispar Zone in the south-east of France : discussed herein ; Late Albian of the Betic Cordilleras of Southern Spain : Braga *et al.*, 1982].

* E.P.H.E., Centre des Sciences de la Terre, Université de Bourgogne, 6, Bd. Gabriel, 21000 Dijon. France.

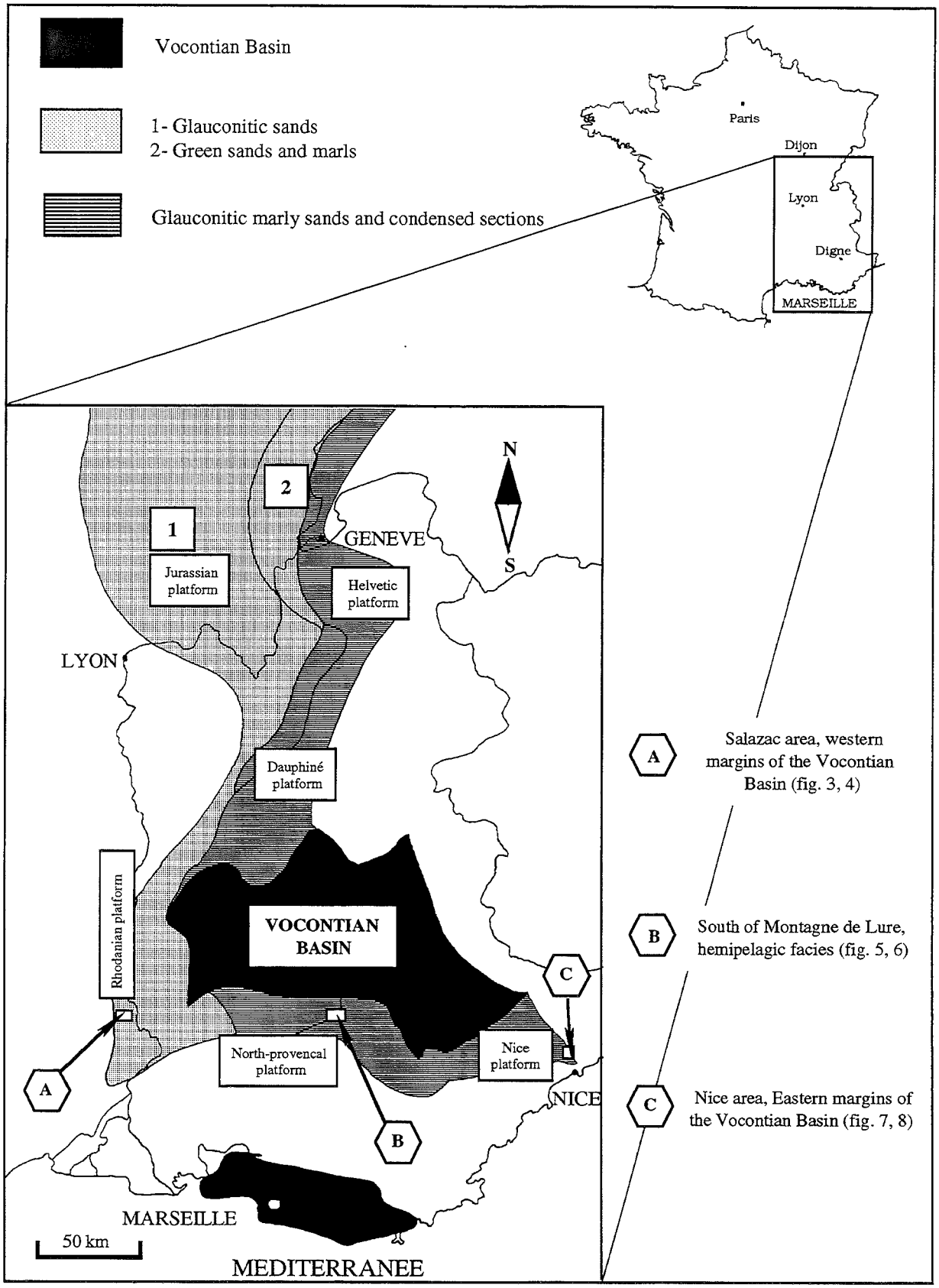


FIG. 1. – Géographic situation of Albian facies in the South-East France (map after Debrand-Passard and Courbouleix, 1984).

The biostratigraphic scales established by Owen [1971, 1984, 1988a and b], Amedro [1980], Destombes [1979] and discussed herein, are of great precision, but can hardly be used outside the North-European Province characterized by the *Hoplitidae* (*sensu* Owen). From these preliminary remarks and facing the fact that

no high resolution ammonite scale can be worked out for the Tethyan Albian, the Lower Cretaceous Cephalopod Working group of IGCP 262 has retained a simplified version of the ammonite scales proposed by Owen [Latil *in* Hoedemaker and Bulot, 1990 and Hoedemaker and Company, 1993]. It is this biostratigraphic frame that is discussed and improved in this paper.

The results presented herein correspond to a first set of data compiled by the author in south-east France (fig. 1) [Delanoy and Latil, 1988 ; Latil, 1989, 1990a and b) and in the Albian stratotype [Latil, 1992 and this volume].

2. – A STRATIGRAPHICAL SCALE FOR TETHYAN REGIONS

2.1. The scales used for the North-Mediterranean Province and the Anglo-Paris basin

The biostratigraphical schemes used in the literature are those established in the North-European Province by Owen [1971], Destombes [1979], Amédro [1980] and synthesized by Owen [1984, 1988a and b]. Regarding the North-Mediterranean Region, a simplified scale, built out from slightly modified proposals by Owen, has been recently retained [Latil *in* Hoedemaker and Bulot, 1990] (fig. 2).

It should be noted that for the Albian and most of the Cretaceous, all zones discussed herein are biostratigraphic units and that the ammonite scale subdivisions are interval zones (see 2.2.). Following Callomon [1984], we wish however to point out the inconveniences of using biozones as the key tool in biochronostratigraphy.

a) In practice, biozones are subjective due to the fact that their stratigraphical extension is controlled by changes in taxonomic interpretation of their index-species. As an example, it is worth recalling that for Owen, the Rostratum Subzone of the Dispar Zone represents the base of this zone, while for Breistroffer this subzone corresponds to the upper part of this same unit (discussion following).

b) Biozones are defined by the known limits of distribution of their index-species, and in some cases two successive zones or sub-zones are separated by non-fossiliferous intervals (intrazones or steril interzones *sensu* Hedberg, [1979]. This is what happens in the Dispar Zone where the two subzones, that have never been defined as chronosubzones are separated by an intrazone which in our present state of knowledge can hardly be included in any of the subzones (fig. 9).

c) Biozones are often ephemeral, their limits being subject to change at any time, as soon as new data arise about the stratigraphic distribution of their index-species.

d) Biozones do not include any other time reference except the stratigraphic distribution of their index-species. Their duration and extension can, therefore, differ from one locality to another because of local differences in the fossil record.

Nevertheless, biostratigraphy is the first step to standard chronostratigraphy *sensu* Callomon [1984] : "A standard chronostratigraphic unit (a sheet of rock bounded by two time-planes representing instants of time) is a member of a standard scale whose units are contiguous, without gaps or overlaps". As stressed out by Michael Murphy (chairman of the International Commission on Stratigraphy), those successive body of rock are arbitrarily defined and that the lower time plane is usually a designated point (Golden spikes of Callomon) accepted by the ICS in an internationally agreed upon stratotype section.

In the future, it would be worthwhile to establish a standard chronostratigraphic scale for the Albian, defined as far as possible after the type area.

2.2. The Zone and Subzone concept used in this paper

In order to build continuous biochronological scales, Lower Cretaceous biostratigraphers are using either an Assemblage-zone concept close to the Interval-zone [Amédro, 1981], or the Interval biozone defined by the increment between the lowest occurence datum of the index-species (LOD) and the LOD of the index of the following zone. It is this last definition that has been retained by the Lower Cretaceous Cephalopod working group of IGCP 262. Nevertheless some "historic biozones" of international use have been maintained for the sake of stability in stratigraphic nomenclature, even if they do not match with the previous concept. As the aim of this work is not to affect the current zonations with important changes, we will try to stick as much as possible to the scales and bio-units introduced formerly.

As already pointed out by Guex [1987] : "the FAD (First Appearance Datum) corresponds to the phyletic appearance of a species". The base of the Interval biozones should be defined phylogenetically, and not by the lowest occurence of the index. None of the zones or subzones proposed for the Albian are defined that way except the Pseudolyelli Subzone (Latil, this volume). We will have, therefore, to wait for the LOD of the index-species to be prooved phyletic before having a succession of Interval biozones workable for correlations.

If the lower part of a biozone is characterized by populations morphologically intermediate between two species (or genus), it may be considered as a subzone of high correlation potential. This happens at the top of the Early Albian which is defined by the occurence of a biohorizon characterized by intermediate populations

	EUROPEAN PROVINCE OWEN 1971, 1984, 1988 ; LATIL 1991			MEDITERRANEAN PROVINCE LATIL 1991	
	ZONES		SOUS-ZONES	ZONES	SOUS-ZONES
ALBIEN SUPERIEUR	STOLICZKAIA DISPAR		Stoliczkaia dispar	STOLICZKAIA DISPAR	Stoliczkaia dispar
			Stoliczkaia blancheti		Stoliczkaia blancheti
	MORTONICERAS INFLATUM		Callihoplites auritus	MORTONICERAS INFLATUM	Callihoplites auritus
			Hysteroceras varicosum		Hysteroceras varicosum
			Hysteroceras orbignyi		Hysteroceras orbignyi
			Dipoloceras cristatum		Dipoloceras cristatum
ALBIEN MOYEN	EUHOPLITES LAUTUS		Anahoplites daviesi	EUHOPLITES LAUTUS	
			Euhoplites nitidus		
	EUHOPLITES LORICATUS		Euhoplites meandrinus	EUHOPLITES LORICATUS	
			Mojsisovicsia subdelaruei		
			Dimorphoplites niobe		
			Anahoplites intermedius		
	HOPLITES DENTATUS		Hoplites spathi	HOPLITES DENTATUS	Hoplites spathi
			Lyelliceras lyelli		Lyelliceras lyelli
ALBIEN INFERIEUR	D. MAMMILLATUM	OTOHOPLITES AURITIFORMIS	Lyelliceras pseudolyelli	DOUVILLEICERAS MAMMILLATUM	Lyelliceras pseudolyelli
			Hoplites steinmanni		
			Otohoplites bulliensis		
			Protohoplites puzosianus		
			Otohoplites raulinianus		
		SONNERATIA CHALENSIS	Cleoniceras floridum		
			Sonneratia kitchini		
			Sonneratia perinflata		
	LEYMERIELLA TARDEFURCATA		Leymeriella regularis	LEYMERIELLA TARDEFURCATA	Leymeriella regularis
			Leymeriella acuticostata		Leymeriella acuticostata
			Leymeriella schrammenni		?

FIG. 2. – Biochronological scales for european and mediterranean regions.

between the phylogenetically linked genus *Tegoceras* HYATT, 1903 and *Lyelliceras* SPATH, 1921.

2.3. The Lower Albian

2.3.1. The Tardefurcata Zone

After Saveliev [1973] and Kemper [1975, 1982], the Tardefurcata Zone is divided in three subzones [Owen 1988a]. The Albian starts with the Schrammeni subzone that has never been recognized with total confidence in the Tethyan Realm. With respect to its geographical extension this subdivision merely represents a biohorizon rather than a "true" subzone. Nevertheless, the Shrammeni Subzone must be maintained because its base represents the Aptian-Albian boundary defined after a stratotype at Vöhrum in Germany. The overlying Acuticostata and Regularis Subzones can be identified in the Tethyan realm [Bréhéret *et al.*, 1987] and, therefore, are maintained herein.

2.3.2. The Chalensis and Auritiformis Zones

The biochronological scale discussed by Owen [1988b] can only be used for the North-European Province. In the Tethyan Realm, it is very difficult to work out precise stratigraphical ranges due to the ubiquitous presence of condensed levels in the stratigraphic column. So we can only suggest the use of a Mammillatum Superzone [*sensu* Owen, 1988].

Elsewhere, Bréheret *et al.* [1987] showed that *Douvilleiceras mammillatum* appears in the Tardefurcata Zone (Regularis Subzone), therefore this ammonite is a very bad index. Unfortunately in the Tethyan Realm, it is impossible to characterize the Chalensis and Auritiformis Zones by a single ammonite species.

2.4. The Middle Albian

2.4.1. The Lower Albian-Middle Albian boundary

The Copenhagen Congress 1983 [Owen, 1984, 1985], suggested that the Lower-Middle Albian boundary is situated at the base of the Lyelli Subzone, but this limit is not precisely defined. From a biostratigraphical point of view, it would be necessary to define the base of Middle Albian with the first occurence of true *Lyelliceras lyelli*. On a chronostratigraphical point of view, it should be necessary to put the Lower-Middle Albian boundary at the base of the Dentatus Zone and the base of this zone should be defined from a stratotype (Latil, this volume).

The beds with *Lyelliceras* of the *pseudolyelli-hirsutum-huberianum* group can be considered as a distinct subzone, the Pseudolyelli Subzone, of true biochronological value. It is now clear that the vertical distribution of populations morphologically intermediate between *Tegoceras* and *Lyelliceras* is very short and allows precise datation of the topmost Early Albian and refined potentialities for inter-realm correlations. Therefore, I propose herein that the lower limit of the Middle Albian be placed at the Pseudolyelli Subzone and defined in a clear boundary stratotype (Latil, this volume).

2.4.2. The Dentatus, Loricatus and Lautus Zones

Agreeing with Owen [1988b, 1991], the stratigraphical scale worked out in the Anglo-Paris Basin cannot be used for the Tethyan Regions, except for the Dentatus Zone, well known in these areas by its Lyelli and Spathi Subzones.

2.5. The Upper Albian

2.5.1. The Inflatum Zone

The subdivisions introduced by Spath and Owen can be recognized in the North-Mediterranean province (Cristatum Subzone in the Vocontian basin and the Escragnolles area, Var, SE France ; Auritus Subzone at La Palud-sur-Verdon, Var, SE France ; Orbignyi Subzone in the Vocontian basin and at Salazac, Gard, SE France). These subzones will be maintained in the Tethyan zonal scheme even if no new evidence can be added for their understanding and recognition.

2.5.2. The Dispar Zone. The subdivisions of the literature : a taxonomic problem

Owen [1984] suggests that the Dispar Zone be devided into two subzones (from base to top) :

1) Mortoniceras (Mortoniceras) rostratum Subzone.

2)Mortoniceras (Durnovarites) perinflatum Subzone.

But introduction of these new subdivisions put forward, discrepedancies in the understanding of the index-species *Mortoniceras rostratum* [J. Sowerby, 1818] in the literature.

– Breistroffer [1940] assumed that *M. rostratum* only occurs in the Perinflatum Subzone while *Mortoniceras fallax* (= *Pervinquieria fallax* BREISTROFFER, 1940) occurs in the lower part of the Dispar Zone. Breistroffer was followed by Amédro [1980], Scholtz [1979] and Cooper and Kennedy [1979].

– Owen [1975], considers both species as synonyms and therefore *Mortoniceras rostratum* characterizes the lower part of the Dispar Zone.

After re-examination of the type material of *M. inflatum* [J. Sowerby, 1818] (pl. 1, fig. 2), *M. rostratum* [J. Sowerby, 1818] (pl. 1, fig. 1), *M. fallax* [Breistroffer, 1940] (pl. 3, fig.1), *M. pachys* [Seeley, 1865] and *M. stoliczkai* [Kossmat, 1895] and

comparative material from south-eastern France, it turns out that true *M. rostratum* only occurs in the Perinflatum Subzone of the Montagne de Lure (Alpes de Haute-Provence) sections, along with *Stoliczkaia dispar* (pl. 2). *Mortoniceras rostratum* is always quadrituberculate on the phragmocone and on the beginning of the bodychamber and trituberculate on the terminal part of the body chamber.

M. fallax (pl. 3, fig. 1-3 ; pl. 4) differs from *M. rostratum* by the appearance of the trituberculation at a younger stage (i.e. before the body chamber) and its larger adult size. Moreover, it is found at an older level.

From the Inflatum Subzone, *Mortoniceras inflatum* [J. Sowerby, 1818] (pl. 1, fig. 2) shows the first indices of a quadrituberculate stage on the inner whorls. In *Mortoniceras*, transition between tri- and quadrituberculate morphologies seems to be induced by a juvenile innovation that spreads quickly to the outer whorls.

During the Dispar Zone, this innovation drives quickly to an heterochronic process of progenetic type : after a fallax grade in which quadrituberculation invades the inner whorls toward the vicinity of the body chamber ; this process achieves during the Perinflatum Subzone, the morphology of *M. rostratum* in which trituberculation is only maintained on the outer part of the body chamber. All these ornamental changes seem to be combined with a reduction of the *Mortoniceras* adult size through evolution.

In addition, it is likely that the successive *inflatum*, *fallax* and *rostratum* represent one single chronospecies, characterized by a strong intraspecific polymorphism. In any case, only *M. fallax* should be retained as index-species of the lower part of the Dispar Zone, while *M. rostratum* characterizes the middle part of this zone.

The species *fallax* and *rostratum* can be distinguished only by studying their adult stages, which make them hardly usable as biostratigraphic markers. This has induced the author to re-introduce a zonation based on *Stoliczkaia* NEUMAYR, 1875 [Latil, 1990a].

3. – THE DISPAR ZONE IN SOUTH-EASTERN FRANCE

In south-east France, bed by bed collection of sections through the Dispar Zone are not numerous, but it is possible to recognize three sections of biostratigraphic interest :

– The Salazac section in the Rhodanian Platform (Lower and Middle part of the Dispar Zone) ;

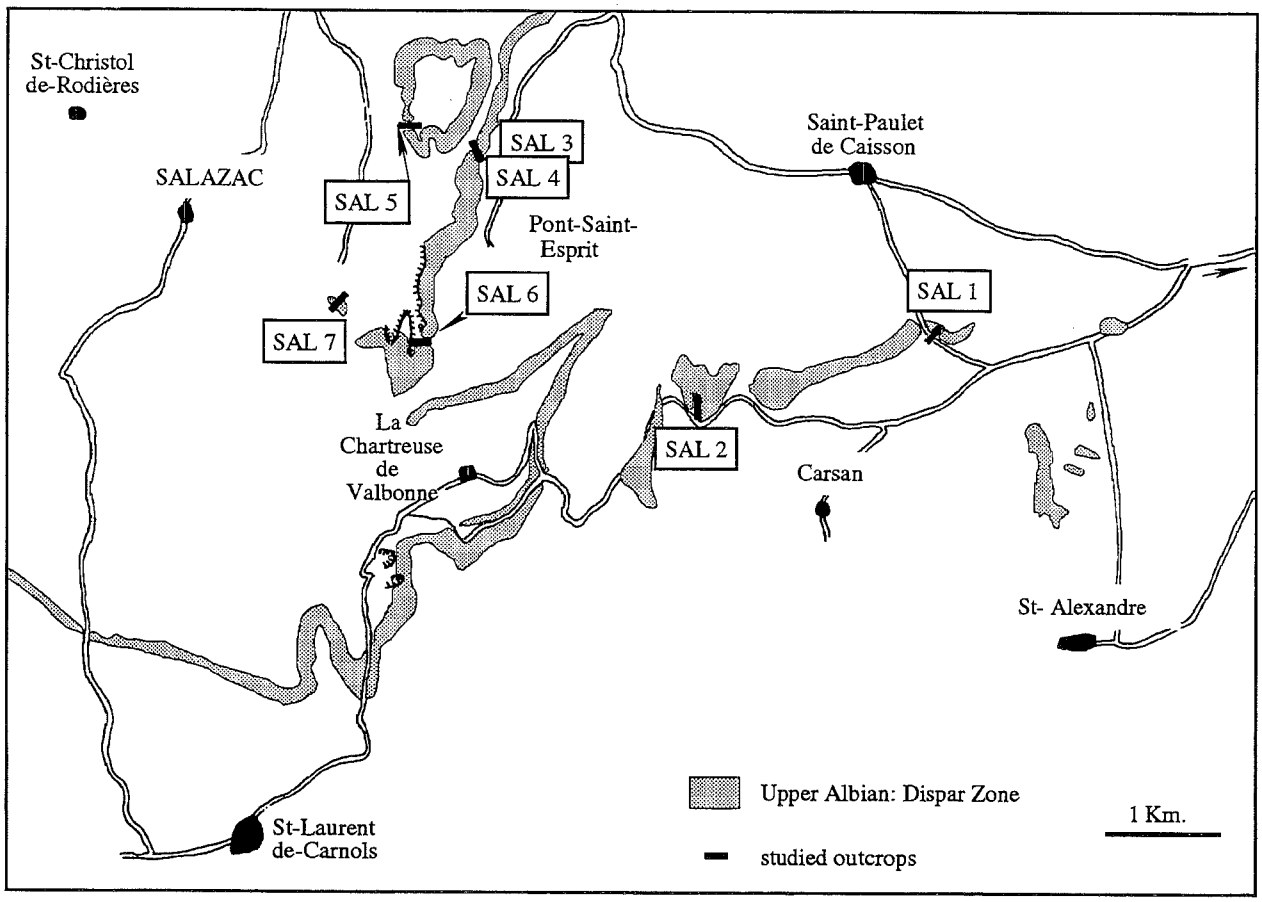


FIG. 3. – Geographic situation of the different outcrops studied in the Upper Albian (Dispar Zone) of the Salazac area (Gard, France).

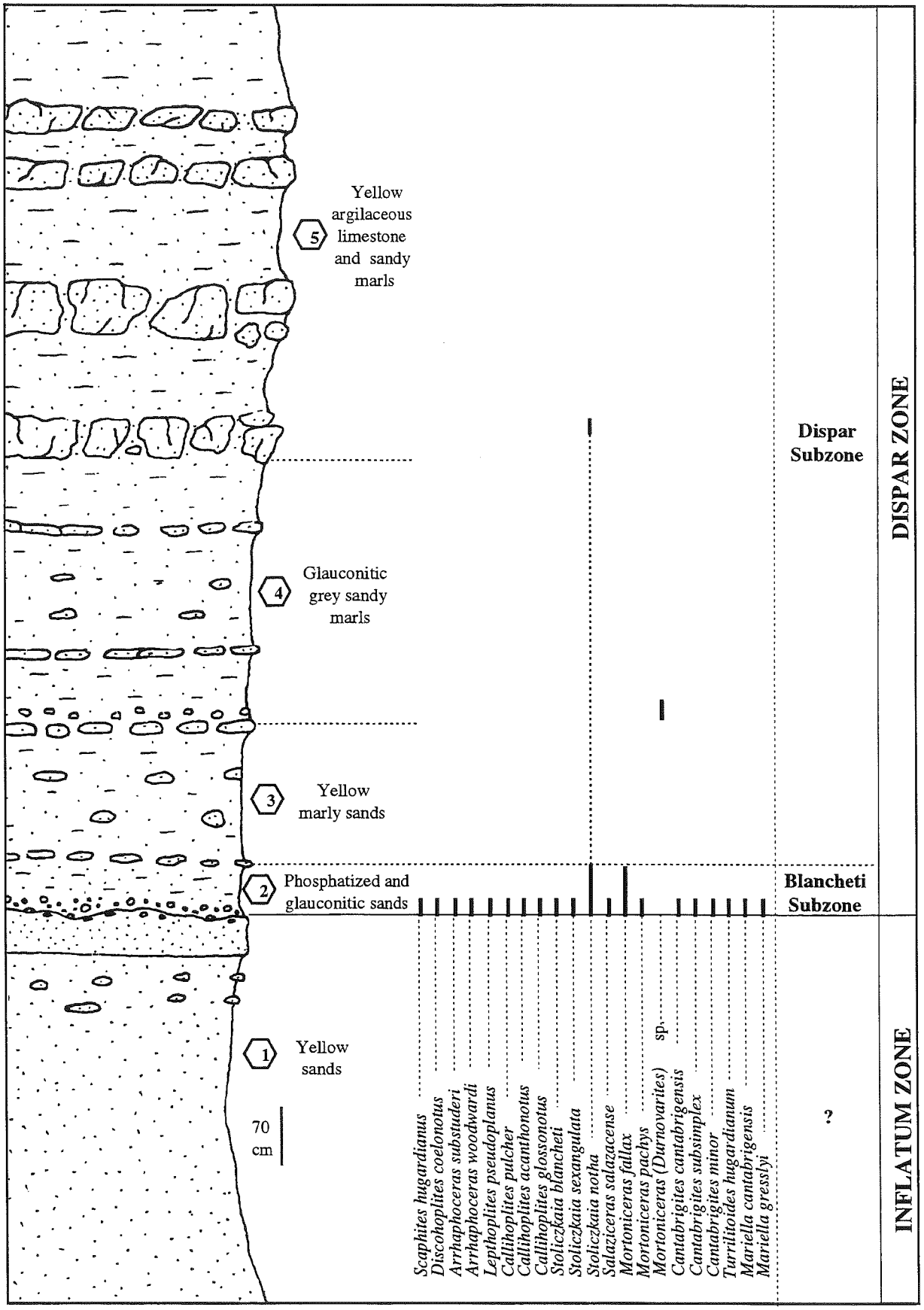


FIG. 4. – Upper Albian outcrop of Salazac, Mas Pradon (Gard S.E. France).

– The Montlaux section in the hemipelagic facies of the Montagne de Lure area (Middle and Upper part of the Dispar Zone) ;

– The Pont de Peille section in the Nice area of the North-Provencal Platform (Upper part of the Dispar Zone) (fig. 1).

3.1. The Salazac section

Salazac is a well known locality since Breistroffer [1936 and 1940] monographed its rich ammonite assemblage of the lower part of the Dispar Zone. Several sections are available in this area (see A in fig. 1 ; fig. 3), but the Mas Pradon outcrop is the best one from both paleontological and stratigraphical points of view (fig. 3, 4).

* Level 1 is a yellow sand bed, dated as the Inflatum Zone [e.g. Breistroffer, 1940].

* Level 2 caracterizes the base of the Dispar Zone and has never yielded any ammonite from the middle or upper part of the Zone. In the South-East of France, this level is characterized by phosphatized and glauconitic sands and is only known from drowned platforms.

Level 2 at Mas Pradon is the best outcrop known for the Blancheti Subzone on both stratigraphic and paleontologic grounds because of the low rate of condensation of both lower and middle parts of the Dispar Zone.

The ammonite fauna of the level 2 of the Mas Pradon section is well known since Breistroffer [1940]. A typological classification is retained here, but a revision of these species including evolutionary and phylogenetic aspects is badly needed. The characteristic ammonite assemblage of the Blancheti Subzone contains the following species :

Discohoplites coelonotus (SEELEY, 1865)
Arrhaphoceras substuderi (SPATH, 1926)
Arrhaphoceras woodwardi (SEELEY, 1865)
Lepthoplites pseudoplanus SPATH, 1928
Callihoplites pulcher SPATH, 1928
Callihoplites acanthonotus (SEELEY, 1865)
Callihoplites glossonotus (SEELEY, 1865)
Stoliczkaia blancheti (PICTET & CAMPICHE, 1860)
Stoliczkaia sexangulata (SEELEY, 1865)
Mortoniceras pachys (SEELEY, 1865)
Mortoniceras fallax (BREISTROFFER, 1940)
Cantabrigites cantabrigiensis SPATH, 1933
Cantabrigites subsimplex SPATH, 1933
Cantabrigites minor SPATH, 1933
Turrilitoides hugardianus (D'ORBIGNY, 1841)
Turrilitoides intermedius (PICTET & CAMPICHE, 1860)
Mariella cantabrigiensis (JUKES-BROWN, 1877)
Mariella gresslyi (PICTET & CAMPICHE, 1860)
Mariella nobilis (JUKES-BROWN, 1877)
Pseudohelicoceras elegans (D'ORBIGNY, 1841)

Others species of the genera *Hypophylloceras, Zelandites, Desmoceras, Puzosia, Pleurohoplites, Zuluscaphites (= Huescarites), Ficheuria, Hysteroceras, Hamites, Stonohamites, Plesiohamites, Idiohamites, Anisoceras, Lechites* and *Scaphites* occur in the Blancheti Subzone but do not characterize the subzone.

* Levels 3 and 4 at Mas Pradon (yellow marly sands and glauconitic grey marly sands) contain rare ammonites of the Dispar Subzone (*Stoliczkaia dispar* and *Mortoniceras rostratum*) and represent a succession of condensed levels. These levels provided Breistroffer an ammonite fauna characteristic of the Dispar Subzone, but it is now impossible to locate these ammonites in the section with a good precision.

* Level 5 (yellow argilaceous limestone and sandy marls) cannot be dated by ammonites.

3.2. The Montlaux section

The Montlaux section is situated in hemipelagic facies of the southern part of the Montagne de Lure (Alpes-de-Haute-Provence) (B in fig. 1 ; fig. 5 and 6). This outcrop is characterized by more than one hundred meters of marly sands interbedded with calcareous sandy beds.

* In the lower part of the section (beds 10 to 64), ammonites are extremely rare and poorly preserved. Therefore, it is difficult to give a precise age to this part of the section : we know only that *Stoliczkaia* sp. occurs and indicates the Dispar Zone.

* The middle part of the section (beds 65 to 96) contains a characteristic ammonite fauna of the Dispar subzone with :

Discohoplites subfalcatus (SEMENOW, 1899)
Hyphoplites campichei SPATH, 1925
Stoliczkaia dispar (D'ORBIGNY, 1841)
Mortoniceras rostratum (J. SOWERBY, 1818)
Mortoniceras (Durnovarites) perinflatum (SPATH, 1922)
Mortoniceras (Durnovarites) subquadratum SPATH, 1933
Idiohamites dorsetensis SPATH, 1939
Anisoceras picteti SPATH, 1926
Lechites gaudini (PICTET & CAMPICHE, 1861)
Scaphites meriani (PICTET & CAMPICHE, 1860)

According to Renz [1968], *Pleurohoplites renauxianus* (D'ORBIGNY, 1841), *Discohoplites*

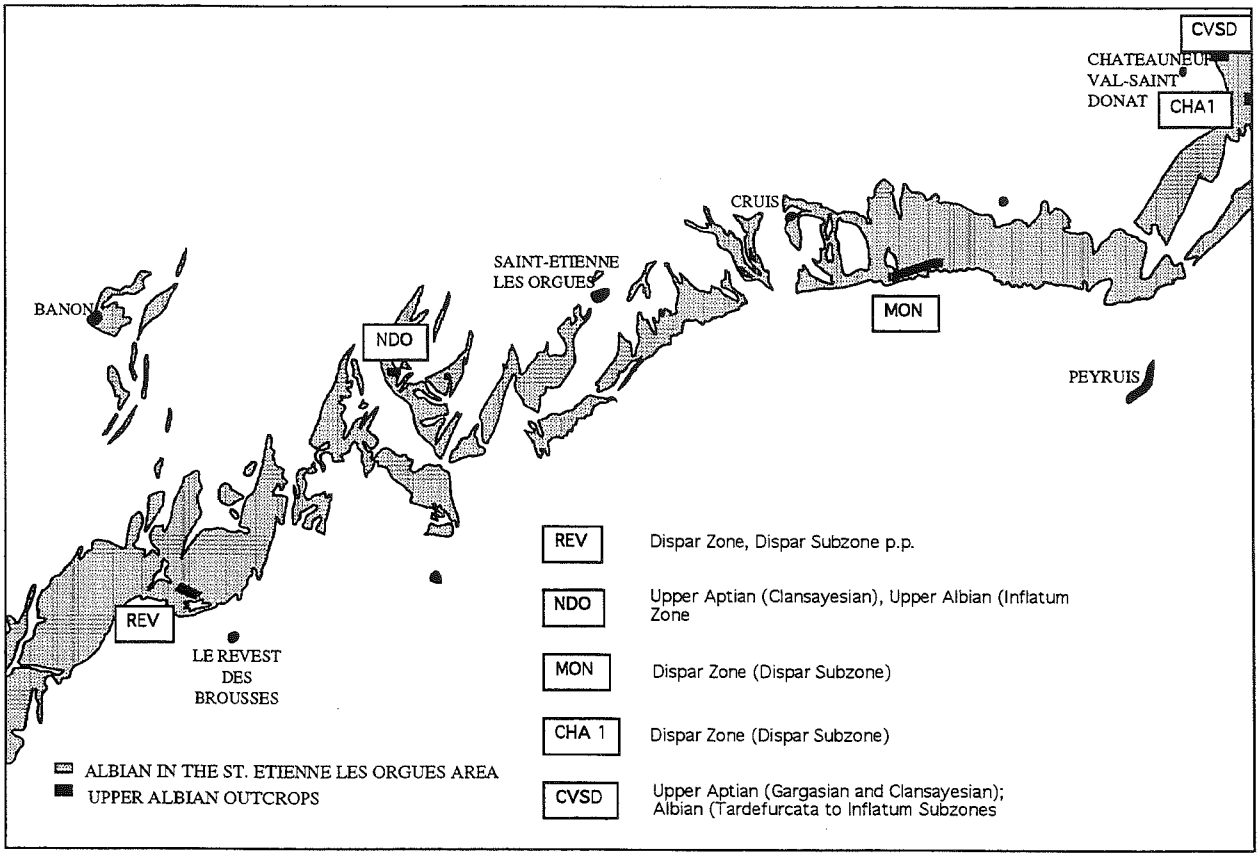


FIG. 5. – Geographic and geological situation af the Albian outcrops in the southern part of the Montagne de Lure (Alpes de Haute Provence, France).

transitorius Spath, 1930, *Hyphoplites falcatocoelonotus* (SEMENOW, 1899), *Arrhaphoceras studeri* (PICTET & CAMPICHE, 1860), *Arrhaphoceras precoupei* SPATH, 1928, *Stoliczkaia tenuis* RENZ, 1968, also characterize the Dispar subzone.

* A top Albian assemblage (beds 97 to 105) is characterized by the disappearance of mortoniceratids (local ?) and the appearance of *Stoliczkaia* of the group of *S. tetragona* (NEUMAYR, 1875), *Mariella bergeri* (BRONGNIART, 1822), *Arrhaphoceras* and *Pleurohoplites*. *Ostlingoceras puzosianum* (D'ORBIGNY, 1841) occurs both in the Dispar Subzone assemblage and in the top Albian assemblage.

* Bed 106 of the Montlaux section with *Stoliczkaia (Lamnayella)* characterizes the Albian-Cenomanian boundary, just before the appearance of *Mantelliceras*.

3.3. The Pont de Peille section

The Pont de Peille section, described by Delanoy and Latil [1988], is situated in the Nice area of the North-Provencal Platform (C in fig. 1 ; fig. 7 and 8) and is characterized by a condensed level with a top-Albian ammonite assemblage. This level was also recognized in the Vercors [e.g. Scholz, 1973] and probably exists in India [e.g. Stoliczka, 1865]. In other tethyan sections, such as Switzerland [Renz, 1968] or Hungary [Scholz, 1979], ammonites of the Dispar Subzone and top Albian assemblage both occur in the same condensed level.

Characteristic ammonite assemblage of top Albian from the South-East of France :

Hyphoplites sp.
Stoliczkaia tetragona (NEUMAYR, 1875)
Stoliczkaia dorsetensis SPATH, 1931
Arrhaphoceras briacensis (SCHOLZ, 1973)
Mariella bergeri (BRONGNIART, 1822)
Mortoniceratinae do not occur except *Euhystricoceras* sp.

In India, it seems that a late *Mortoniceras* occurs in this top Albian interval : *Mortoniceras stoliczkai* (NEUMAYR, 1875) is figured here for the first time (pl. 15, fig. 1). This species is not known in the south-east France.

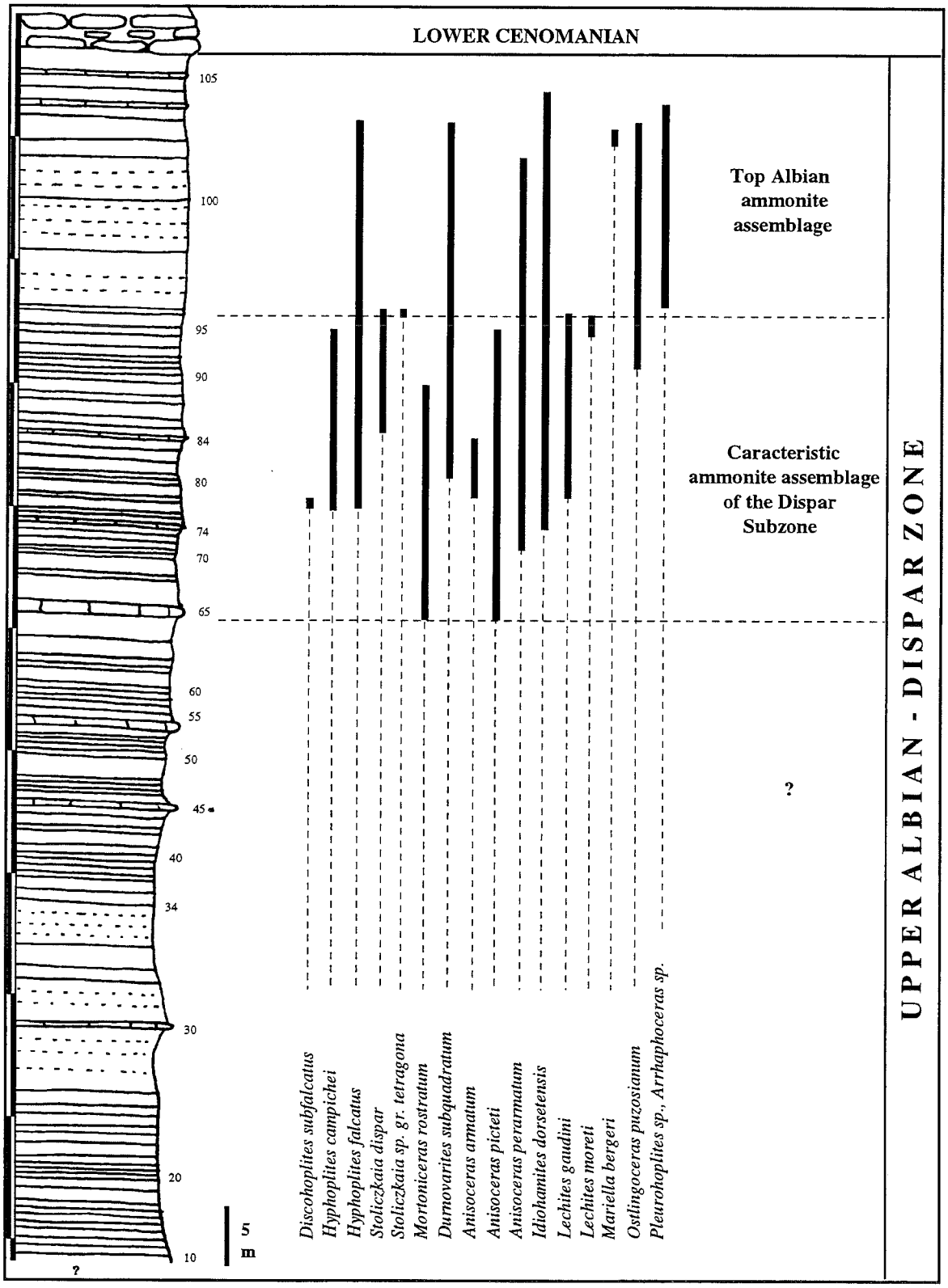


FIG. 6. – The Dispar Zone (Dispar Subzone) in the Montlaux section (MON).

4. – THE SUBDIVISIONS OF THE DISPAR ZONE

Despite the fact that the index species *Stoliczkaia dispar* (NEUMAYR, 1875) does not appear at the base of the zone, it will be retained as index for the last Albian Zone. According to Owen (personal communication), it seems that the Dispar Zone could be divided in three subzones. Breistroffer [1963] proposed dividing his

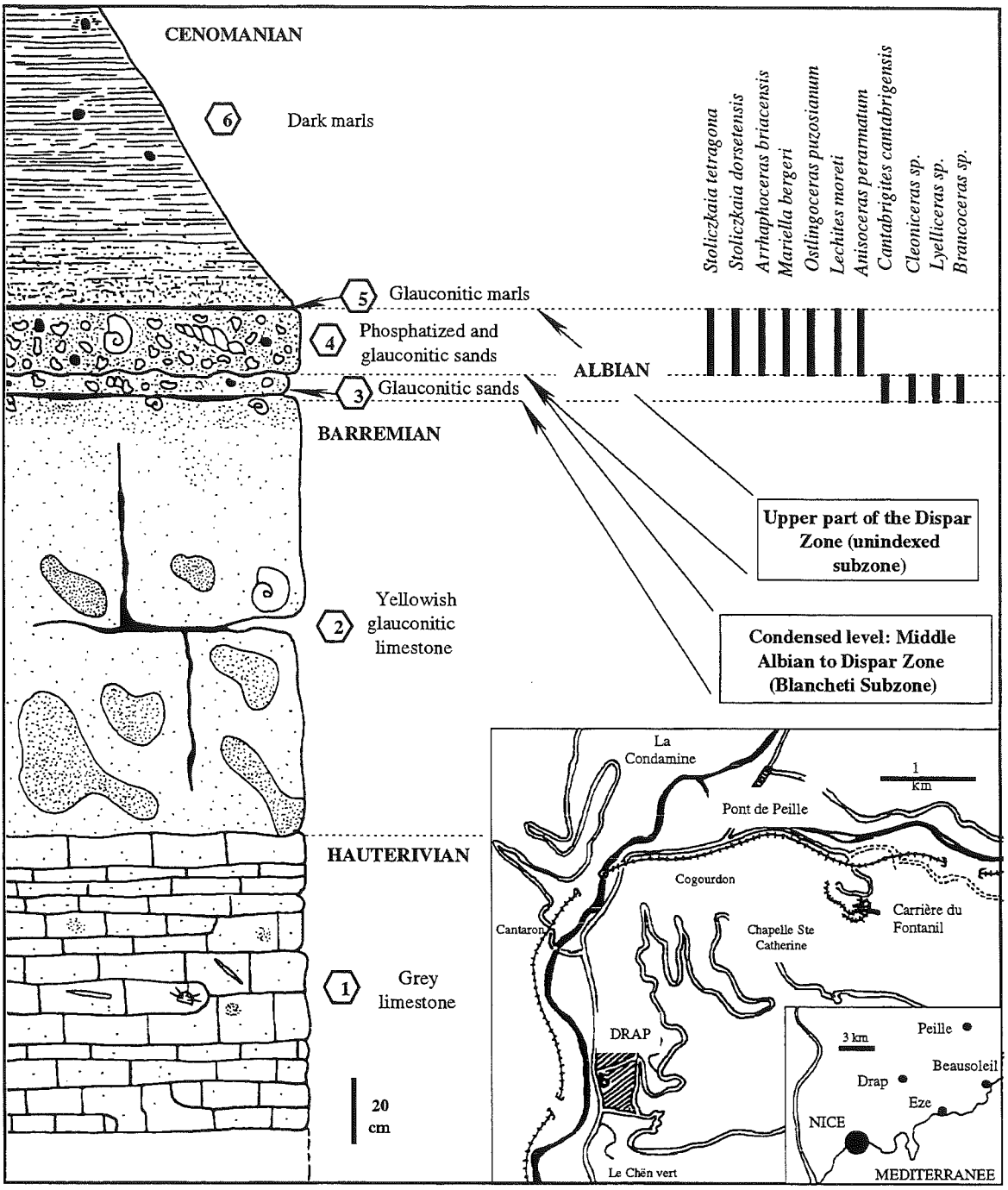


FIG. 7. – The Albian of the Fontanil quarry (Alpes-Maritimes, France). The Dispar Zone in the southeastern margins of the Vocontian Basin (SE France).

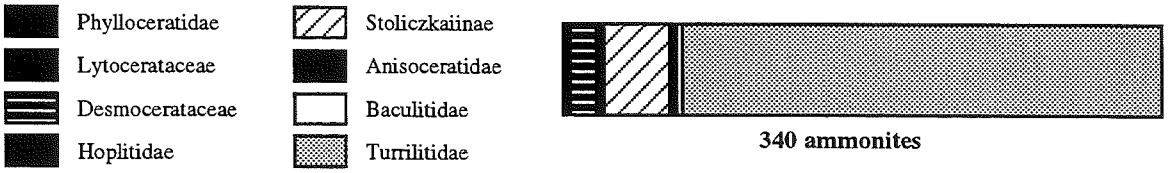


FIG. 8. – Ammonite assemblage in the level n° 4, top Albian.

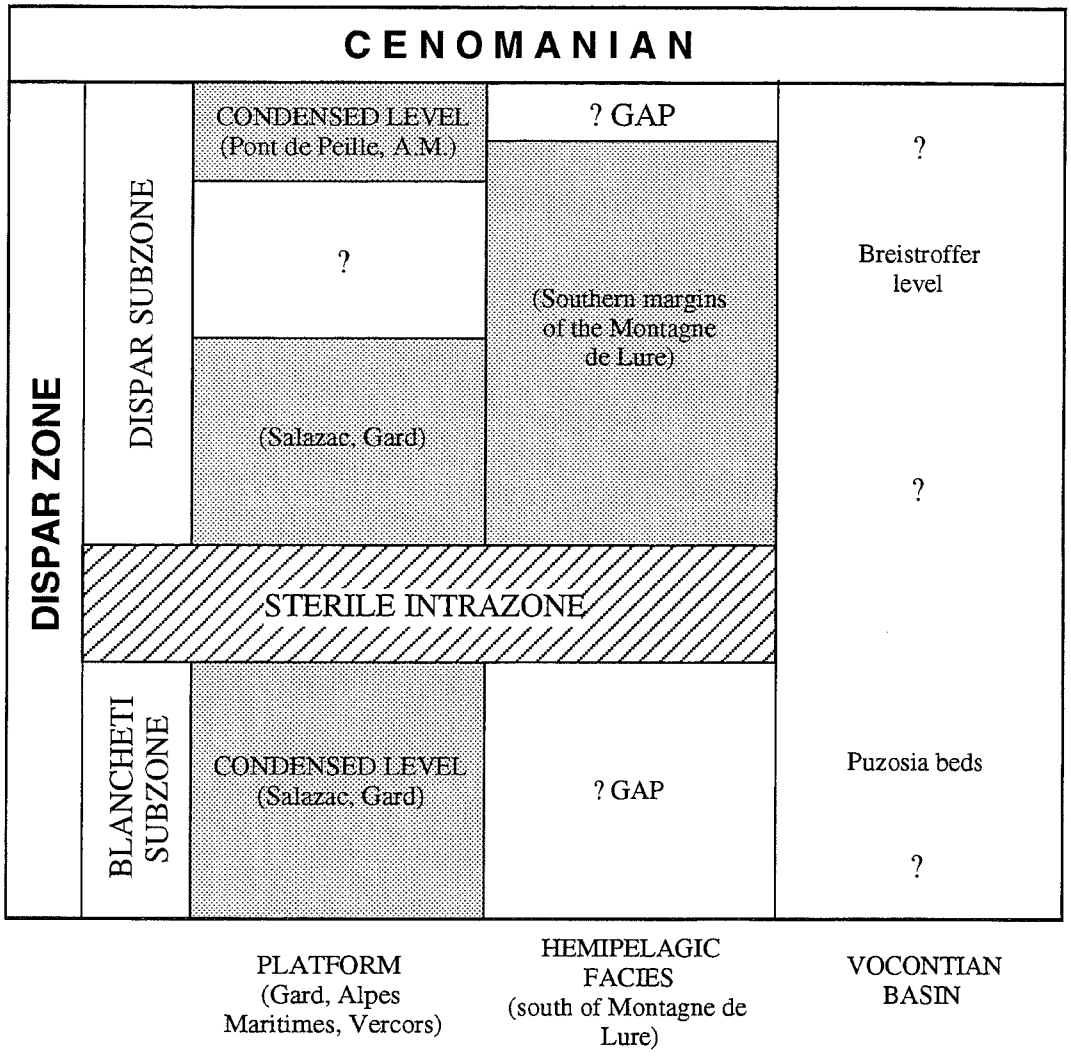


FIG. 9. – Regional subdivisions of the Dispar Zone in the south-eastern France.

"Vraconien supérieur" in two subzones (Quadrata and Pylorus) and Scholz [1979] also proposed a tripartite division of the Dispar Zone. But this subdivision may have only a regional significance, and therefore does not appear on figure 3.

* For the basal subzone, I propose the Blancheti subzone of Breistroffer [1963]. This subzone, always known by a phosphatized and glauconitic condensed level, is well represented in the Mas Pradon section (Salazac area, Gard, France).

* At Salazac, interval above the top of the Blancheti Subzone is barren (i. e. with no diagnostic fossils). The transition beds between the Blancheti Subzone and the Dispar Subzone are still very poorly known. So far only the uppermost Albian of the Bakony Mountains (Hungary) has yielded from a condensed section that represents the all of the Dispar Zone, forms intermediate between the *Stoliczkaia* with tuberculate venter and the *Stoliczkaia* of the *dispar-clavigera* group [Scholz, 1979]. Such an interval would have a tremendeous interest to build a biochronological scale, but so far such a succession has not been recognized.

In south-east France, faunal hiatus and gaps are general below the first *Stoliczkaia* of the *dispar* group (between the Blancheti and Dispar Subzones) and it seems that it is just the same in the Betic Cordilleras (Latil, unpublished data). With respect to the topmost Albian, it seems that the distribution of the *Stoliczkaia* of the *dispar-clavigera* group can provide the basis for the distinction of two successive assemblages in France and in England, even if their characterization can be a bit tricky.

According to Owen (personal communication), a lower assemblage would be defined in England by the association of *Arrhaphoceras* sp., *Mortoniceras (Durnovarites)* sp., *Stoliczkaia* sp. of the *dorsetensis*

group and *Ostlingoceras puzosianum*. *Stoliczkaia dispar* does not exist in this assemblage. An upper assemblage would be characterized by *Stoliczkaia dispar*, frequent *Hyphoplites* and the latest *Mortoniceratinae* such as *Mortoniceras stoliczkai*.

In south-east France, the following succession has been recognized :

– in the Montlaux area, a lower assemblage with *Mortoniceras rostratum*, *Mortoniceras perinflatum*, *Stoliczkaia dispar* and *Stoliczkaia clavigera*, occurs at the base of the section while *Ostlingoceras puzosianum* and the first *Hyphoplites campichei* appears at the top,

- in the Vercors [Scholz,1973], at Pont-de-Peille [Delanoy and Latil, 1988] and at Montlaux [Latil, herein], an upper assemblage with *Stoliczkaia tetragona, S. clavigera, S. dorsetensis, Mariella bergeri, Ostlingoceras puzosianum* has been recognized. On the platform the latest *Arrhaphoceras* occurs while on the outer shelf *Hyphoplites, Ostlingoceras puzosianum* and *Mariella bergeri* die out. In both cases, the *Mortoniceratinae* seem to have disappeared.

There are some differences between the observations made by Owen and the ones made by the author in south-east France, but it is possible that the last assemblage of Owen correlates with the top part of my second assemblage (= bundles of beds were the latest *Mortoniceratidae* and the first *Hyphoplites* coexist in Montlaux).

In south-east France (fig. 9), the Dispar Zone is represented on the platform (Salazac, Vercors, Alpes maritimes areas), on the slope (southern border of the Montagne de Lure) and the Vocontian basin. Four successive intervals of local value can be identified :

– an interval with *S. blancheti* well represented at Salazac [Breistroffer, 1940] and perhaps in the basin,

– a sterile level, which extent and content are difficult to evaluate,

– an interval with *S. dispar* well defined in the south of the montagne de Lure and since recognized in the basin (unpublished data).

– an interval with *S. tetragona* and *Hyphoplites campichei*, represented by condensed levels in the Vercors [Scholz, 1973] and the Alpes-maritimes [Delanoy and Latil, 1988], as well developed successions with rare fossils in the Montlaux area.

AKNOWLEDGEMENTS

F. Amédro (Calais), L. Bulot (MNHN, Paris and Institut Dolomieu, Grenoble), M. Company (University of Granada), H. Owen (Natural History Museum, London), G. Shah (Indian Geological Survey, Calcutta) and J. P. Thieuloy (Institut Dolomieu, Grenoble) are gratefully aknowledge for their help in various aspects. Special thanks are due to M. Murphy (University of California, Davis) for his comments and revision of the english manuscript.

References

AMÉDRO F. *in* ROBASZINSKI *et al.* (1980). – Synthèse biostratigraphique de l'Aptien au Santonien du Boulonnais à partir de sept groupes paléontologiques : Foraminifères, nanno-plancton, Dinoflagellés et macrofaunes. Zonations micropaléontologiques intégrées dans le cadre du Crétacé boréal nord-européen. *Rev. Micropal.*, **22**, n° 4, 195-321, Paris.

AMÉDRO F., DAMOTTE R., MAGNIEZ-JANNIN F. & MANIVIT H. (1981). – Echelles biostratigraphiques dans l'Albien du Boulonnais (macro-, micro-, nannofossiles). *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris,* **18**, n° 2, 3-19, Paris.

BRAGA J. C., COMPANY M., GARCIA-HERNANDEZ M., LINEARES A., RIVAS P. & SANDOVAL J. (1982). – El Albense superior en el sector de Huéscar (Provincia de Granada, Cordilleras Béticas). *In* : "II° Col. Estratigrafia y Paleogeografia del Cretacico en Espana", *Cuad. Geol. Iber.*, **8**, 703-720.

BRÉHERET J. G., CARON M. & DELAMETTE M. (1987). – Niveaux riches en matière organique dans l'Albien vocontien ; quelques caractères du paléoenvironnement ; essai d'interprétation génétique. *Docum. Bur. Rech. Géol. Min.*, **110**, 141-191, Paris.

BREISTROFFER M. (1936). – Les subdivisions du Vraconien dans le Sud-Est de la France. *Bull. Soc. géol. France*, **2**, 23–25, Paris.

BREISTROFFER M. (1940). – Révision des Ammonites du Vraconien de Salazac (Gard) et considérations générales sur ce sous-étage albien. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci.*, **22**, 71-171, Grenoble.

BREISTROFFER M. (1963). – Vues sur les zones d'Ammonites de l'Albien. *In* : "Colloque sur le Crétacé inférieur, Lyon, Sept. 1963", *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, **34**, 311-313, Paris.

BRONGNIART A. & CUVIER G. (1822). – Description géologique des environs de Paris. 3 vol., Paris.

CALLOMON J. H. (1984). – Biostratigraphy, Chrono-stratigraphy and all that - again ! *In* : "International Symposium on Jurassic stratigraphy", MICHELSEN & ZEISS Eds., 907 p., Erlangen.

COOPER M. R. & KENNEDY W. J. (1979). – Uppermost Albian (Stoliczkaia dispar Zone) ammonites from the Angolan littoral. *Ann. S. Afr. Mus.*, **77**, 175-308, Cape Town.

DEBRAND-PASSARD S. & COURBOULEIX S. (1984). – Synthèse géologique du Sud-Est de la France. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min. France*, n° **126**, Paris.

DELANOY G. & LATIL J. L. (1988). – Découverte d'un nouveau gisement albien dans les environs de Drap (Alpes-Maritimes, France) et description d'une riche ammonitofaune d'âge Albien terminal. *Géobios*, **21**, 6, 749-771, Lyon.

DESTOMBES P. (1979). – Les ammonites de l'Albien inférieur et moyen dans le stratotype de l'Albien : Gisements, paléontologie, biozonation. *In* : "L'Albien de l'Aube", C.N.R.S. Ed., Les stratotypes français, **5**, 51-193, Paris.

GUEX J. (1987). – Corrélations biochronologiques et associations unitaires. Presses polytechniques romandes, 244 p., Lausanne.

HEDBERG H. (1979). – Guide stratigraphique international. Doin Ed., Paris.

HOEDMAEKER P. J. & COMPANY M. (reporters) (1993). – Ammonite Zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean region : Basis for the stratigraphic correlations within IGCP-Project 262. *Rev. Esp. Pal.*, **8**/1, 117-120, Madrid.

HYATT A. (1903). – Pseudoceratites of the Cretaceous. *U.S. Geol. Surv. Mon.*, **44**, 354 p.

JUKES BROWNE A. J. (1877). – Supplementary notes on the Fauna of the Cambridge Greensand. *Quart. J. Geol. Soc.*, **33**, 485-504, London.

KEMPER E. (1975). – Die Cephalopoden aus dem Unter-Alb (Zone der Leymeriella tardefurcata) von Altwarmbüchen. *Ber. Natur. Hist. Ges.*, **119**, 87-111, Hanover.

KEMPER E. (1982). – Das späte Apt und frühe Alb Nordwest-deutschlands, Versuch der umfassen-den Analyse einer schichtenfolge. *Geol. Jahr.*, **A 65**, 703 p., Stuttgart.

KOSSMAT F. (1895-97). – Untersuchungen über die südindische Kreideformation. *Beitr. Palaont. Geol. Öst. Ung.*, **9**, 97-203 ; **11**, 89-152, Vienne.

LATIL J. L. (1989). – Les genres *Engonoceras* NEUMAYR & UHLIG, 1881 et *Hypengonoceras* SPATH, 1922 dans l'Albien supérieur (Z. à Dispar) de Salazac, Gard, France. *Rev. Paléobiol.*, **8**, n°1, 51-63, Genève.

LATIL J. L. (1990) - *Huescarites companyi* nov. gen., nov. sp. : a new albian (early Dispar Zone) *Flickiidae* ADKINS, 1928 (*Ammonoidea*, Cephalopoda) from South-West Europe. *Mésogée*, **50**, 31-35, Marseille.

LATIL J. L. *in* HOEDEMAEKER P. J. & BULOT L. G. (1990) . – Preliminary ammonite zonation for the lower Cretaceous of the mediterranean region. *Géol. Alpine,* **66**, 123-127, Grenoble.

LATIL J. L. (1992). – Evolution des *Lyelliceratinae* SPATH, 1921 (*Ammonitina, Ammonoidea*) de l'Albien inférieur et moyen : perspectives ontogénétiques et phylogénétiques. Unpublished E.P.H.E. Thesis, 128 p., Dijon.

NEUMAYR M. (1875). – Die Ammoniten der Kreide und die systematik der Ammonitiden. *Z. deutsch. Geol. Ges.*, **27**, 854-942.

ORBIGNY A. (D') (1840-42). – Paléontologie française. Terrains crétacés. Céphalopodes. 662 p., Paris.

OWEN H. G. (1971). – Middle Albian stratigraphy in the Anglo-Paris Basin. *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist.*, Suppl. 8, 164 p., London.

OWEN H. G. (1975). – The stratigraphy of the Gault and Upper Greensand of the Weald. *Proc. Geol. Ass.*, **86**, pt. 4, 475-498, London.

OWEN H. G. (1984). – Albian stage and substage boundaries. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, **33**, 183-189, Copenhagen.

OWEN H. G. (1985). – The Albian stage ; European Province chronology and Ammonite zonation. *Cretaceous Research*, **5**, 329-344, London.

OWEN H. G. (1988a). – Correlation of ammonite faunal provinces in the Lower Albian (mid-Cretaceous). *In* : "Cephalopods - Present and Past", WIEDMANN J. & KULLMANN J. Eds., 477-489. Schweizerbart'sche Verlag, Stuttgart.

OWEN H. G. (1988b). – The ammonite zonal sequence and ammonite taxonomy in the Douvilleiceras mammillatum Superzone (Lower Albian) in Europe. *Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.)*, Geol. Ser., **44**, 3, 177-231, London.

PICTET F. J. & CAMPICHE G. (1858-64). – Description des fossiles du terrain crétacé des environs de Ste Croix. *Matériaux Paléont. Suisse*, **1** (1858-60), 380 p. ; **2** (1861-64), 752 p., Genève.

RENZ O. (1968). – Die Ammonoidea im Stratotyp des Vraconien bei Sainte Croix (Kanton Waadt). *Schweiz Paläont. Abh.*, **87**, 97 p., Basel.

SAVELIEV A. A. (1973). – Sratigrafiya i Ammonity nizhnego Al'ba Mangyshlaka (zony Leymeriella tardefurcata i Leymeriella

regularis). *Trudy Vses. Neft. Nauchno-issled. Geol. Rasv. Inst.*, 323, 339 p., Saint Petersbourg.

SCHOLZ G. (1973). – Sur l'âge de la faune d'ammonites au Château près de Saint-Martin-en-Vercors (Drôme), et quelques considérations sur l'évolution des turrilitidés et des hoplitidés vracono-cénomaniens. *Géol. Alpine*, **49**, 119-129, Grenoble.

SCHOLZ G. (1979). – Die Ammoniten des Vracon (Oberalb), dispar Zone des Bakony-Gebirges (Westungarn) und eine revision der wichtigsten Vracon-Arten der west-mediterranen Faunen-provinz. *Palaeontographica*, **A**, **165**, 136 p., Stuttgart.

SEELEY H. G. (1865). – On Ammonites of the Cambridge Greensand in the Woodwardian Museum, Cambridge. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, **16**, 225-247, Cambridge.

SEMENOW W. P. (1899). – La faune des dépôts crétacés de Mangyschlak et de quelques autres localités de la province transcaspienne. *Trav. Soc. Imp. Nat.*, Saint Petersbourg.

SOWERBY J. & SOWERBY J. DE C. (1812-46). – The mineral conchology of Great Britain. 7 vols, London.

SPATH L. F. (1921). – On Cretaceous cephalopoda from Zululand. *Ann. S. Afr. Mus.*, **12**, 217-321, Cape Town.

SPATH L. F. (1922). – On Cretaceous Ammonoidea from Angola, collected by Prof. J. W. Gregory, D. Sc. F.R.S. *Trans. Roy. Soc.*, **53**, 91-160, Edimborough.

SPATH L. F (1923-43). – A monograph of the Ammonoidea of the Gault. *Palaeontogr. Soc.*, 787 p., London.

STOLICZKA F. (1863-66). – The fossil cephalopoda of the Cretaceous rocks of southern India. *Paleont. Indica*, 41-216, Calcutta.

Plate 1

Fig. 1 – *Mortoniceras rostratum* (J. SOWERBY, 1818) ; holotype. O.U.M.-K 835. Upper Greensand of Roak, near Benson, Oxfordshire, England. **x 1.**

Fig. 2 – *Mortoniceras inflatum* (J. SOWERBY, 1818) ; holotype. O.U.M. (Buckland Collection) from the Upper Albian (Sandstone and Rag Series) of the Isle of Wight, England. **x 1.**

OUM = Oxford University Museum.

1

2

Plate 2

Fig. 1 – *Mortoniceras rostratum* (J. SOWERBY, 1818). Dispar Zone, Dispar subzone ; Montlaux, Alpes-de-Haute-Provence, France. N° U.D. MON. 1491. **x 1.**

UD = University of Dijon.

1

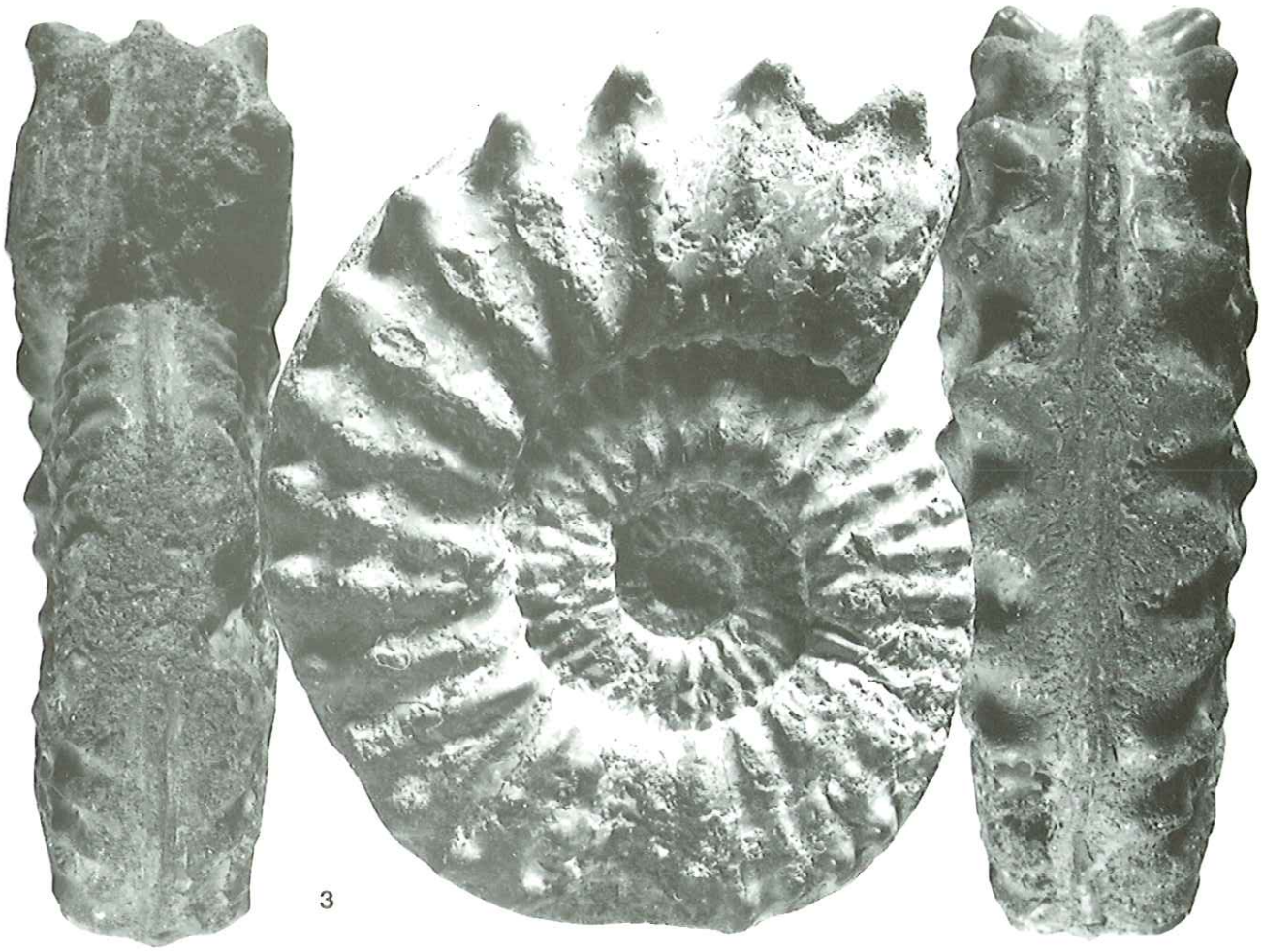
Plate 3

Fig. 1 – *Mortoniceras fallax* (BREISTROFFER, 1940) ; holotype. N° S.M. B-56. Cambridge Greensand, England. Figured in Spath 1930, pl. 40, fig. 1. **x 1.**

Fig. 2 – *Mortoniceras fallax* (BREISTROFFER, 1940). Outer part of the body chamber. N° U.D.-SAL3-543. Dispar Zone, Blancheti Subzone of Mas Pradon, Salazac, France : bed 2. **x 1.**

Fig. 3 – *Mortoniceras fallax* (Breistroffer, 1940) morphotype *alstonensis*. Unregistered specimen, E.N.S.M.-F.S.L. Dispar Zone, Blancheti Subzone of Mas Pradon, Salazac, Gard, France : upper part of the bed 2. **x 1.**

UD = University of Dijon,
SM= Sedwick Museum, Cambridge,
ENSM-FSL = Ecole Nationale Supérieure des Mines collections kept in University of Lyon.



3

1

2

Plate 4

Fig. 1 – *Mortoniceras fallax* (BREISTROFFER, 1940). Dispar Zone, Blancheti Subzone of Mas Pradon, Salazac, France : Bed 2. N° U.D.-SAL3-321. **x 1.**

UD = University of Dijon.

Plate 5

Ammonite assemblage of the Blancheti Subzone in the Mas Pradon section (level 2) (Salazac, Gard, SE France)

Fig. 1 – *Leptohoplites cantabrigiensis* SPATH, 1928. U.D. SAL.3.1/5.93. **x 1.**

Fig. 2 – *Discohoplites coelonotus* (SEELEY, 1865). U.D. SAL.3..2/5.93. **x 1.**

Fig. 3 – *Leptohoplites* sp. U.D. SAL.3.3/5.93. **x 1.**

Fig. 4 – *Leptohoplites cantabrigiensis* SPATH, 1928. U.D. SAL.3.4/5.93. **x 1.**

Fig. 5 – *Callihoplites* sp. U.D. SAL.3.5/5.93. **x 1.**

Fig. 6 – *Callihoplites* sp. U.D. SAL.3.6/5.93. **x 1.**

Fig. 7 – *Callihoplites* sp. U.D. SAL.3.7/5.93. **x 1.**

Fig. 8 – *Mariella gresslyi* (PICTET & CAMPICHE, 1861). U.D. SAL.3.8/5.93. **x 1.**

Fig. 9 – *Turrilitoides* sp. U.D. SAL.3.9/5.93. **x 1.**

Fig. 10 – *Turrilitoides intermedius* (PICTET & CAMPICHE, 1861). U.D. SAL.3.10/5.93. **x 1.**

Fig. 11 – *Mariella nobilis* (JUKES BROWN, 1877). U.D. SAL.3.11/5.93. **x 1.**

Fig. 12 – *Mariella gresslyi* (PICTET & CAMPICHE, 1861). U.D. SAL.3.12/5.93. **x 1.**

Fig. 13 – *Mariella nobilis* (JUKES BROWN, 1877). U.D. SAL.3.13/5.93. **x 1.**

Fig. 14 – *Turrilitoides hugardianus* (D'ORBIGNY, 1842). U.D. SAL.3.14/5.93. **x 1.**

UD = University of Dijon.

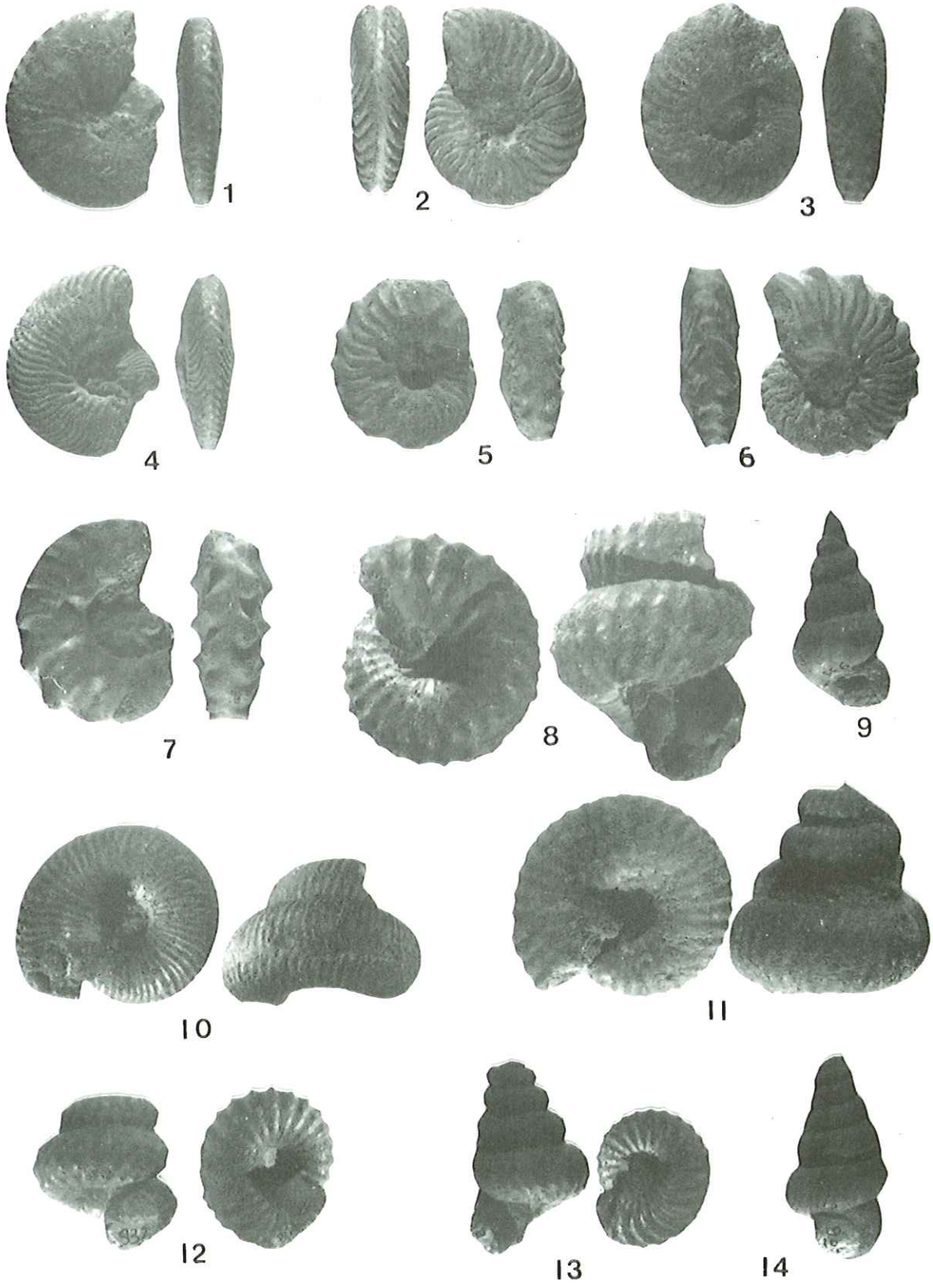

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14

Plate 6

Ammonite assemblage of the Blancheti Subzone in the Mas Pradon section (level 2)
(Salazac, Gard, SE France)

Fig. 1 – *Mariella nobilis* (JUKES BROWN, 1877). U.D. SAL.3.1/6.93. **x 1.**

Fig. 2 – *Scaphites hugardianus* (D'ORBIGNY, 1840). U.D. SAL.3 .2/6.93. **x 1.**

Fig. 3 – *Salaziceras salazacense* (HEBERT & MUNIER CHALMAS, 1875). U.D. SAL.3.3/6.93. **x 1.**

Fig. 4 – *Ficheuria kiliani* PERVINQUIÈRE, 1910. U.D. SAL.3.4/6.93. **x 1.**

Fig. 5 – *Stoliczkaia blancheti* PICTET & CAMPICHE, 1859 (= *Stoliczkaia rhamnonota* (SEELEY, 1865) = *Stoliczkaia gardonica* (HÉBERT & MUNIER CHALMAS, 1875). U.D. SAL.3.5/6.93. **x 1.**

Fig. 6 – *Stoliczkaia blancheti* PICTET & CAMPICHE, 1859 (= *Stoliczkaia rhamnonota* (SEELEY, 1865) = *Stoliczkaia gardonica* (HÉBERT & MUNIER CHALMAS, 1875). U.D. SAL.3.6/6.93. **x 1.**

Fig. 7 – *Stoliczkaia blancheti* PICTET & CAMPICHE, 1859 (= *Stoliczkaia rhamnonota* (Seeley, 1865) = *Stoliczkaia gardonica* (HÉBERT & MUNIER CHALMAS, 1875). U.D. SAL.3.7/6.93. **x 1.**

Fig. 8 – *Stoliczkaia blancheti* PICTET & CAMPICHE, 1859 (= *Stoliczkaia rhamnonota* (SEELEY, 1865) = *Stoliczkaia gardonica* (HÉBERT & MUNIER CHALMAS, 1875). U.D. SAL.3.8/6.93. **x 1.**

Fig. 9 – *Stoliczkaia blancheti* PICTET & CAMPICHE, 1859 (= *Stoliczkaia rhamnonota* (SEELEY, 1865) = *Stoliczkaia gardonica* (HÉBERT & MUNIER CHALMAS, 1875). U.D. SAL.3.9/6.93. **x 1.**

UD = University of Dijon.

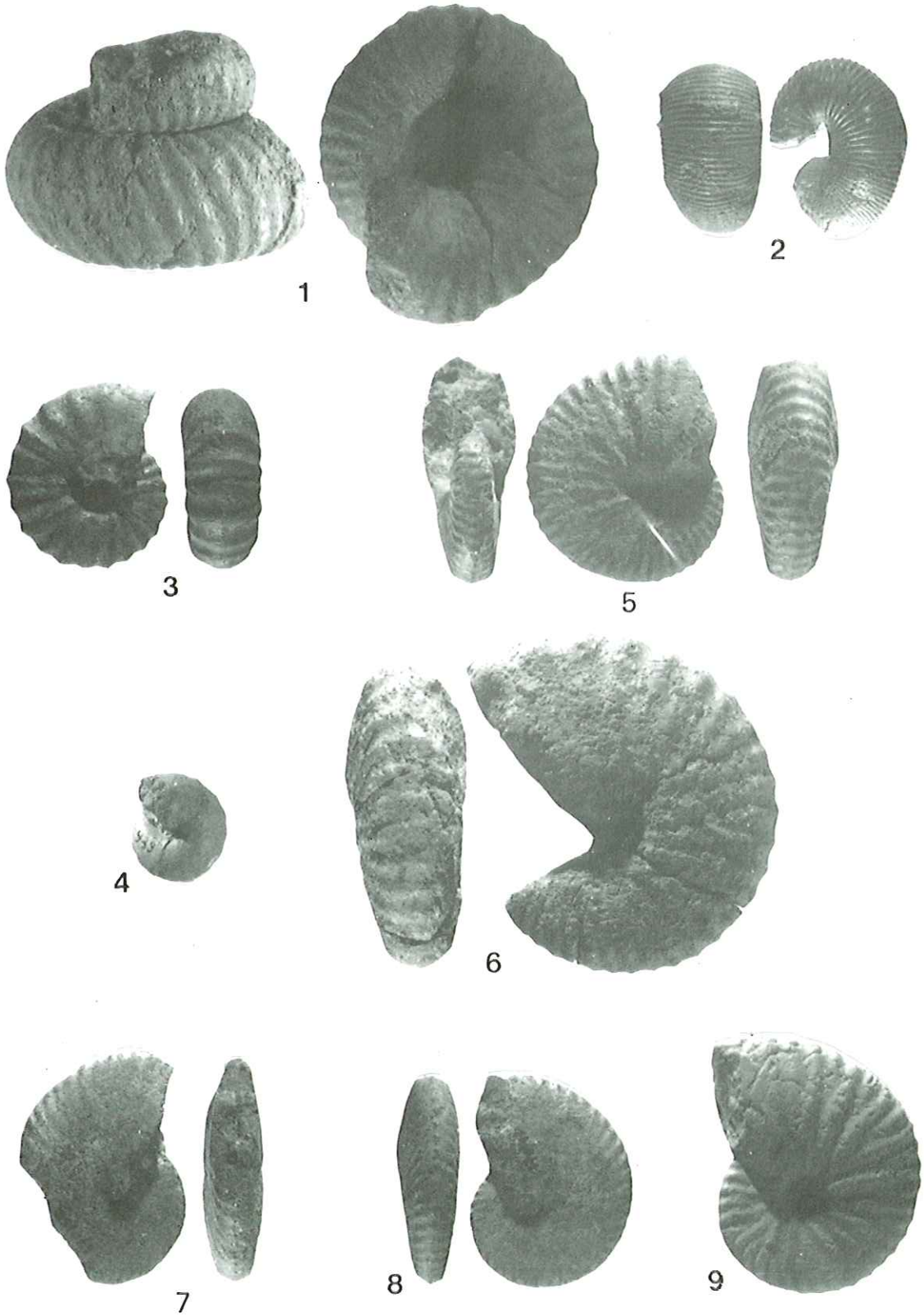

1
2
3
4
5
6
7
8
9

Plate 7

Ammonite assemblage of the Dispar Subzone and top Albian in the Montlaux section (South of Montagne de Lure, Alpes de Haute Provence, SE France)

Fig. 1 – *Anagaudryceras sacya* (JUKES BROWN, 1877). Dispar Subzone Ammonite assemblage. U.D. MON.1/7.93. **x 1.**

Fig. 2 – *Lechites moreti* BREISTROFFER, 1936. Top Albian ammonite assemblage. U.D. MON.2/7.93. **x 1.**

Fig. 3 – *Hyphoplites* sp. Dispar Subzone Ammonite assemblage. U.D. MON.3/7.93. **x 1.**

Fig. 4 – *Pleurohoplites renauxianus* (D'ORBIGNY, 1840). Top Albian ammonite assemblage. U.D. MON.4/7.93. **x 1.**

Fig. 5 – *Mariella bergeri* (BRONGNIART, 1822). Top Albian ammonite assemblage. U.D. MON.5/7.93. **x 1.**

UD = University of Dijon.

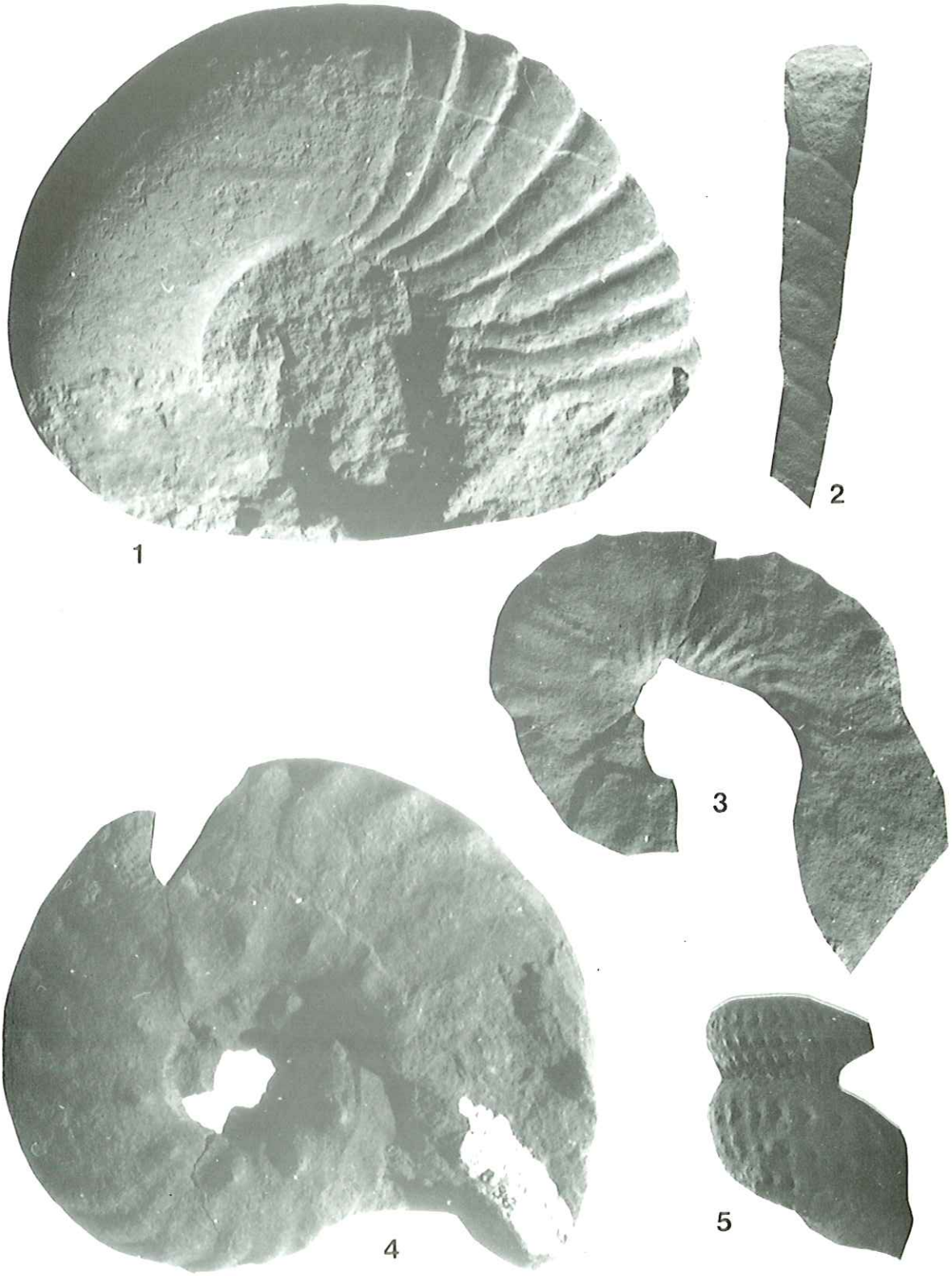

1
2
3
4
5

Plate 8

Ammonite assemblage of the Dispar Subzone and top Albian in the Montlaux section (South of Montagne de Lure, Alpes de Haute Provence, SE France)

Fig. 1 – *Ostlingoceras puzosianum* (D'ORBIGNY, 1840). Dispar Subzone and top Albian Ammonite assemblage. U.D. MON.1/8.93. **x 1.**

Fig. 2 – *Anisoceras perarmatum* (PICTET & CAMPICHE, 1861). Dispar Subzone ammonite assemblage. U.D. MON.2/8.93. **x 1.**

Fig. 3 – *Anisoceras perarmatum* (PICTET & CAMPICHE, 1861). Dispar Subzone ammonite assemblage. U.D. MON.3/8.93. **x 1.**

UD = University of Dijon.

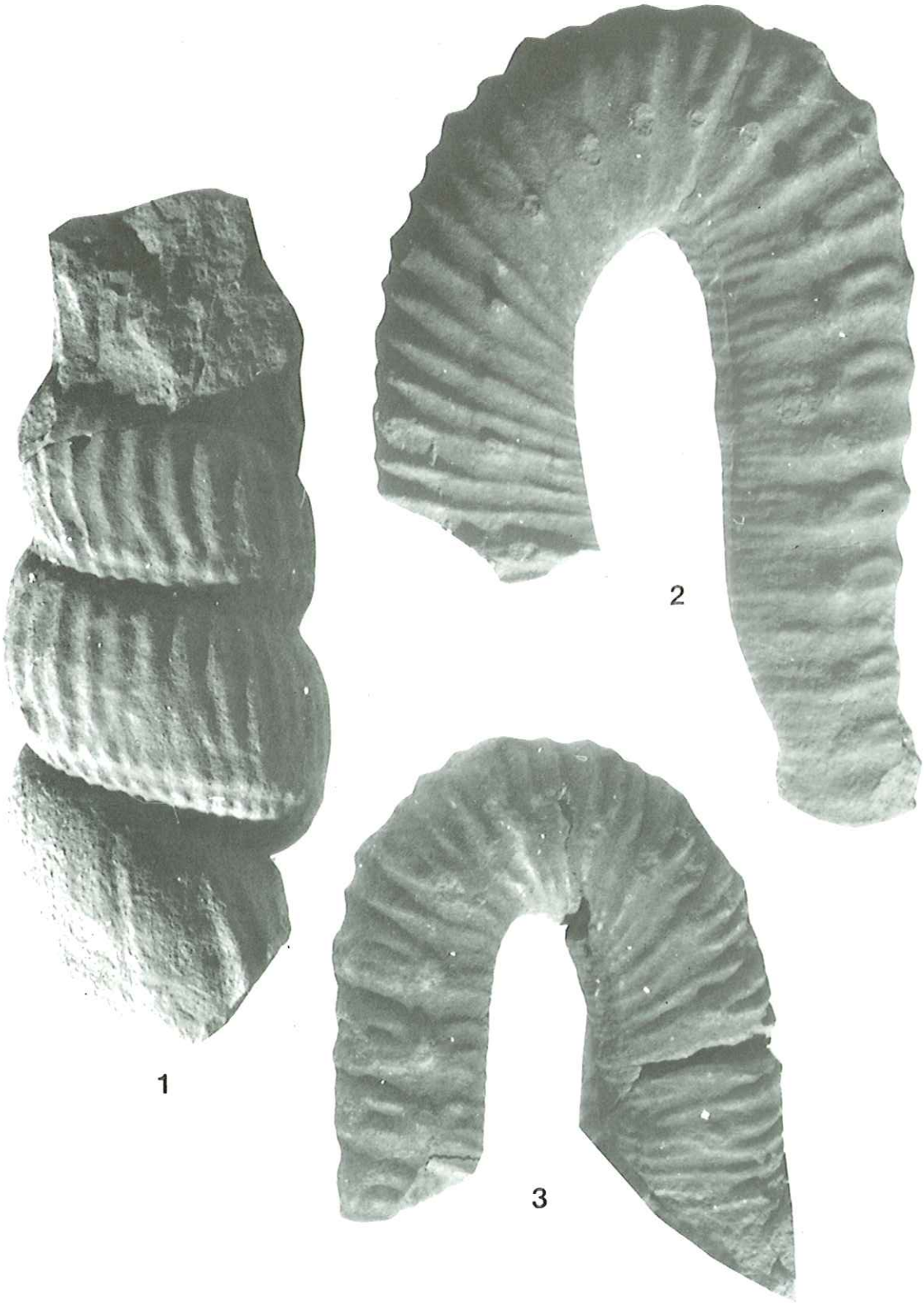

1
2
3

Plate 9

Ammonite assemblage of the Dispar Subzone and top Albian in the Montlaux section (South of Montagne de Lure, Alpes de Haute Provence, SE France)

Fig. 1 – *Idiohamites dorsetensis* SPATH, 1939. Dispar Subzone Ammonite assemblage. U.D. MON.1/9.93. **x 1.**

Fig. 2 – *Stoliczkaia* sp. (*S. tetragona* group). Top Albian Ammonite assemblage. U.D. MON.2/9.93. **x 1.**

Fig. 3 – *Stoliczkaia clavigera* (NEUMAYR, 1875). Dispar Subzone ammonite assemblage. U.D. MON.3/9.93. **x 1.**

UD = University of Dijon.

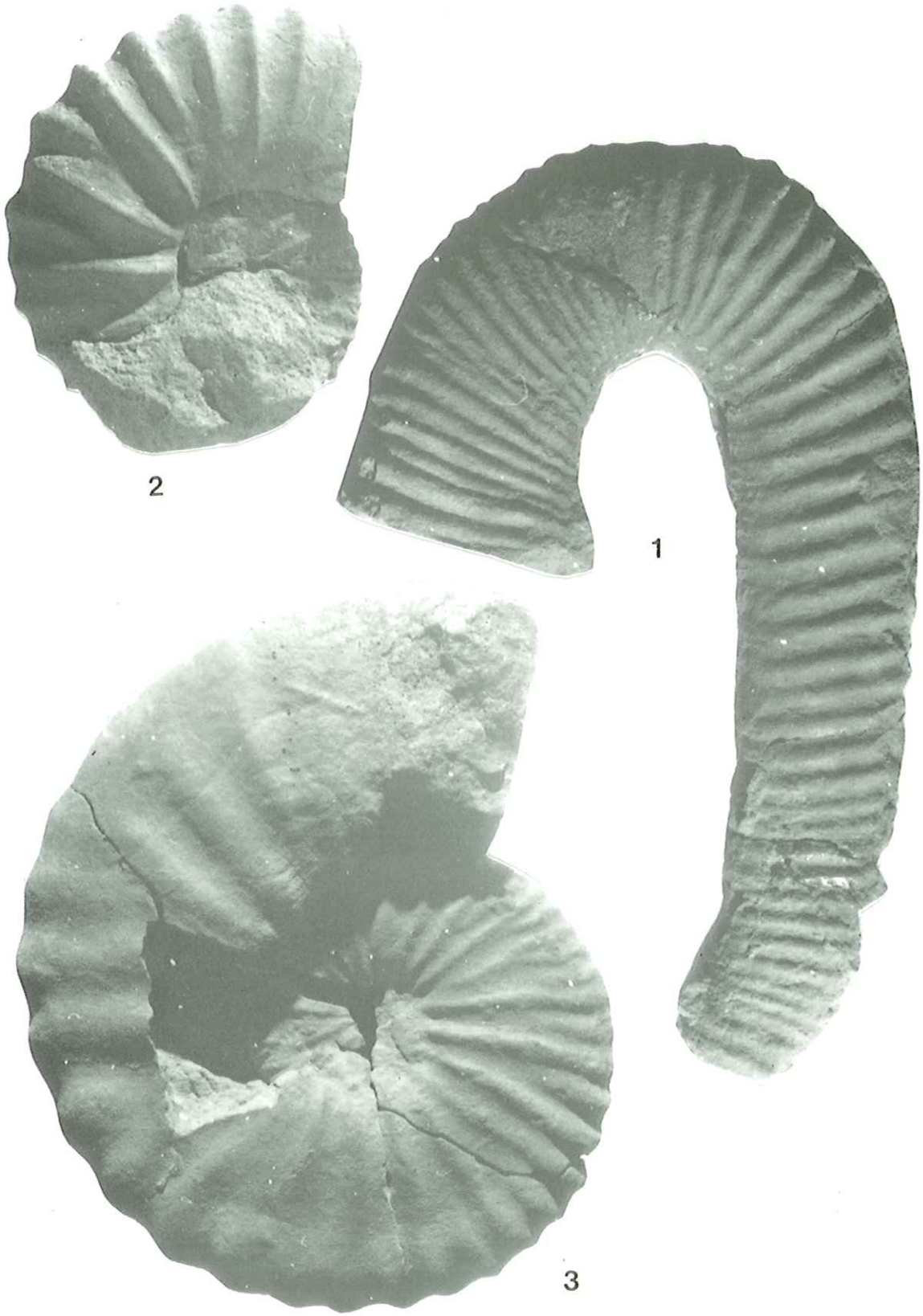

2
1
3

Plate 10

Ammonite assemblage of the Dispar Subzone and top Albian in the Montlaux section (South of Montagne de Lure, Alpes de Haute Provence, SE France)

Fig. 1 – *Stoliczkaia dispar* (D'ORBIGNY, 1840). Dispar Subzone ammonite assemblage. U.D. MON.1/10.93. **x 1.**

UD = University of Dijon.

1

Plate 11

Ammonite assemblage of the top Albian in Pont de Peille section
(Nice Platform, Alpes Maritimes, SE France)

Fig. 1 – *Lechites moreti* BREISTROFFER, 1936. CEM 28285. **x 1.**

Fig. 2 – *Arrhaphoceras briacensis* (SCHOLZ, 1973). CEM 28262. **x 1.**

Fig. 3 – *Stoliczkaia dorsetensis* SPATH, 1931. CEM 28354. **x 1.**

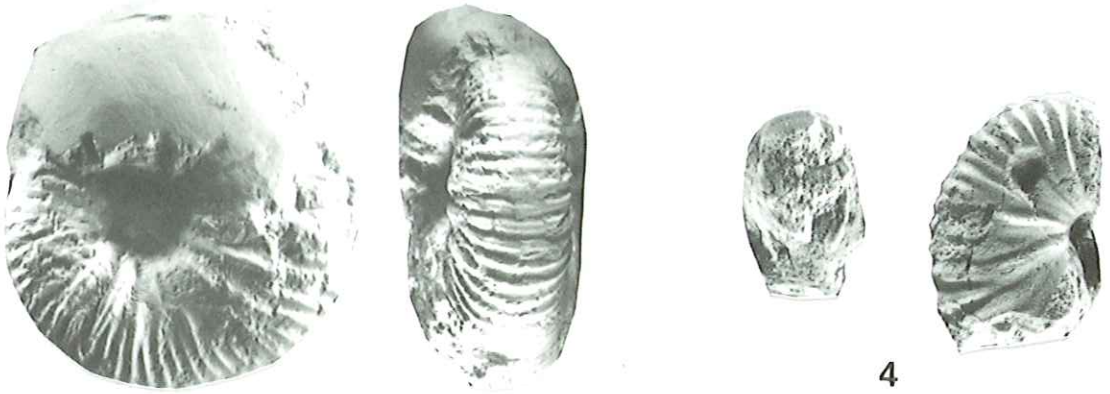
Fig. 4 – *Stoliczkaia dorsetensis* SPATH, 1931. CEM 27611. **x 1.**

Fig. 5 – *Stoliczkaia dorsetensis* SPATH, 1931. Davoux Coll. JB10. **x 1.**

Fig. 6 – *Stoliczkaia dorsetensis* SPATH, 1931. CEM 28302. **x 1.**

CEM = Centre d'Etudes méditeranéennes, Nice Museum of Natural History.

1 2



3 4

5 6

Plate 12

Ammonite assemblage of the top Albian in Pont de Peille section
(Nice Platform, Alpes Maritimes, SE France)

Fig. 1 – *Stoliczkaia tetragona* NEUMAYR, 1875. CEM 28351. **x 1.**

Fig. 2 – *Stoliczkaia tetragona* NEUMAYR, 1875. CEM 1309. **x 1.**

Fig. 3 – *Stoliczkaia tetragona* NEUMAYR, 1875. CEM 28353. **x 1.**

Fig. 4 - *Stoliczkaia tetragona* NEUMAYR, 1875. CEM 27609. **x 1.**

Fig. 5 – *Stoliczkaia clavigera* NEUMAYR, 1875. Davoux Coll. JB6. **x 1.**

CEM = Centre d'Etudes méditeranéennes, Nice Museum of Natural History.

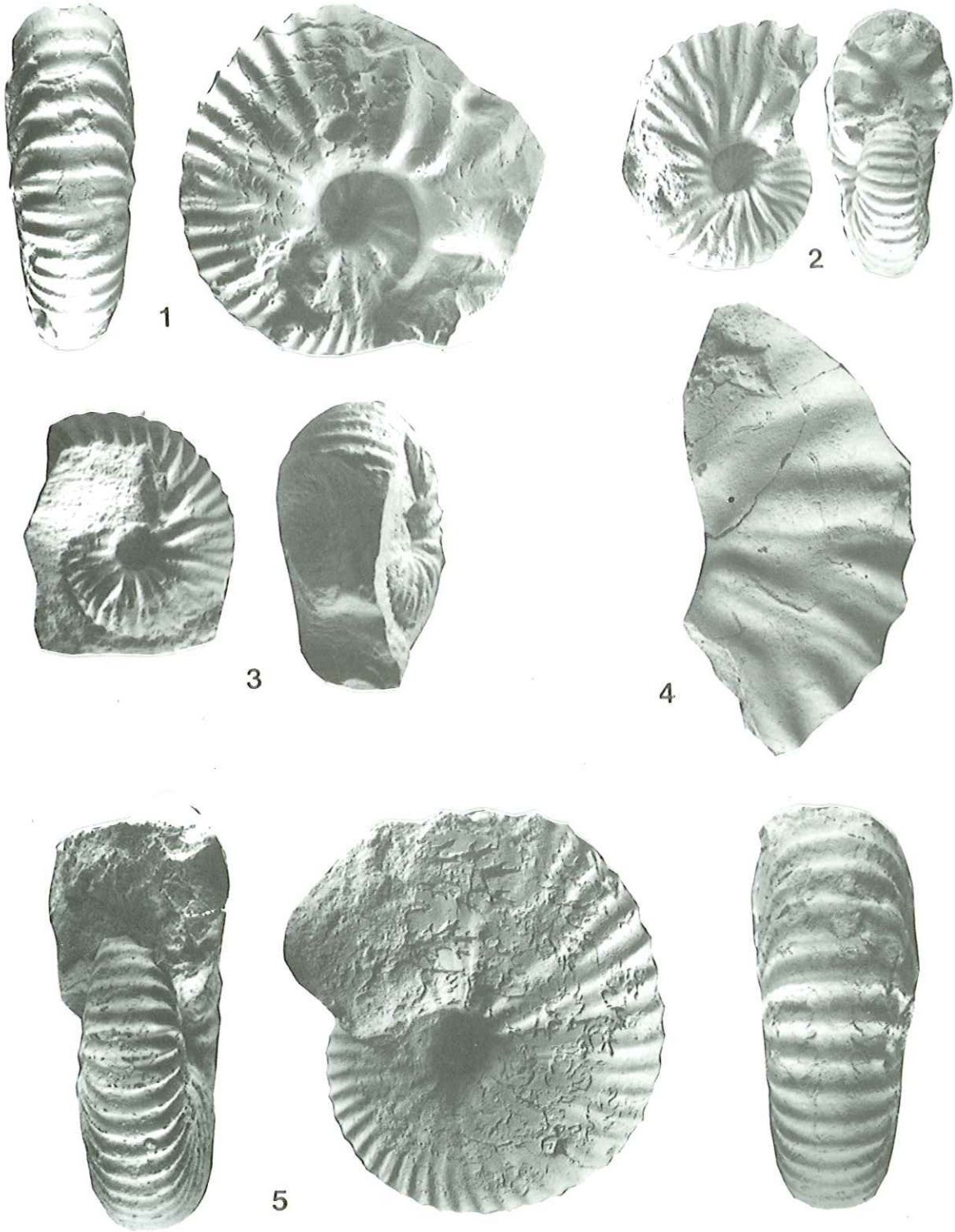

1
2
3
4
5

Plate 13

Ammonite assemblage of the top Albian in Pont de Peille section
(Nice Platform, Alpes Maritimes, SE France)

Fig. 1 – *Stoliczkaia tetragona* NEUMAYR, 1875. CEM 1118. **x 1.**

Fig. 2 – *Stoliczkaia tetragona* NEUMAYR, 1875. CEM 28350. **x 1.**

Fig. 3 – *Stoliczkaia tetragona* NEUMAYR, 1875. CEM 1310. **x 1.**

CEM = Centre d'Etudes méditeranéennes, Nice Museum of Natural History.

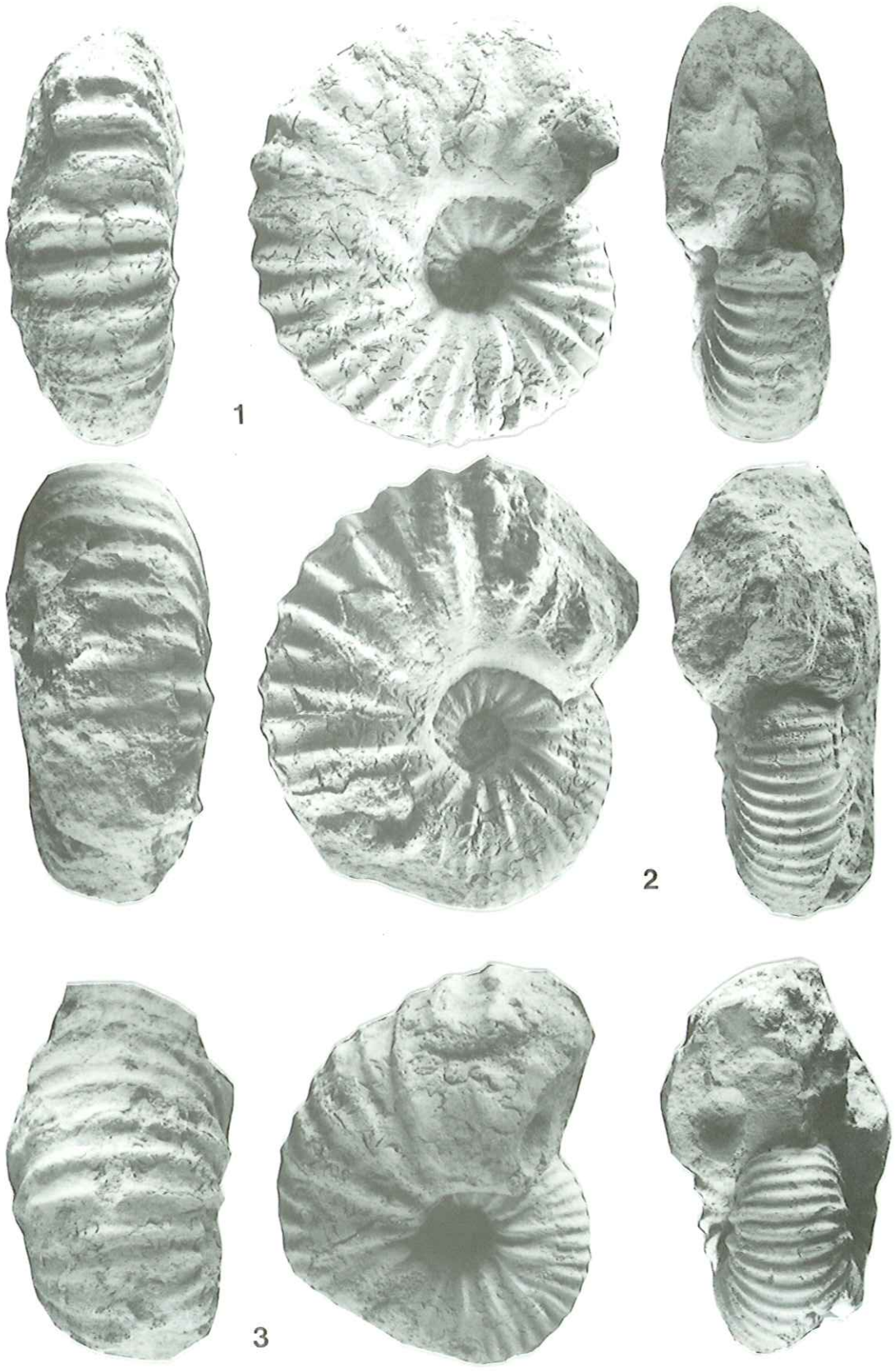
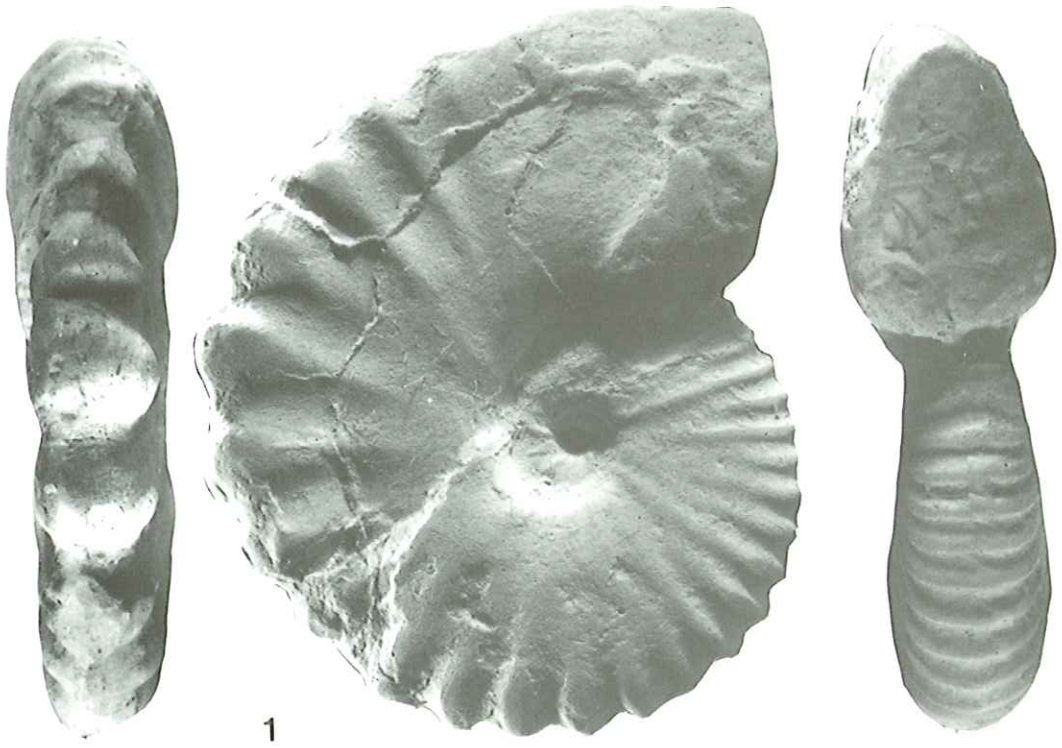

1
2
3

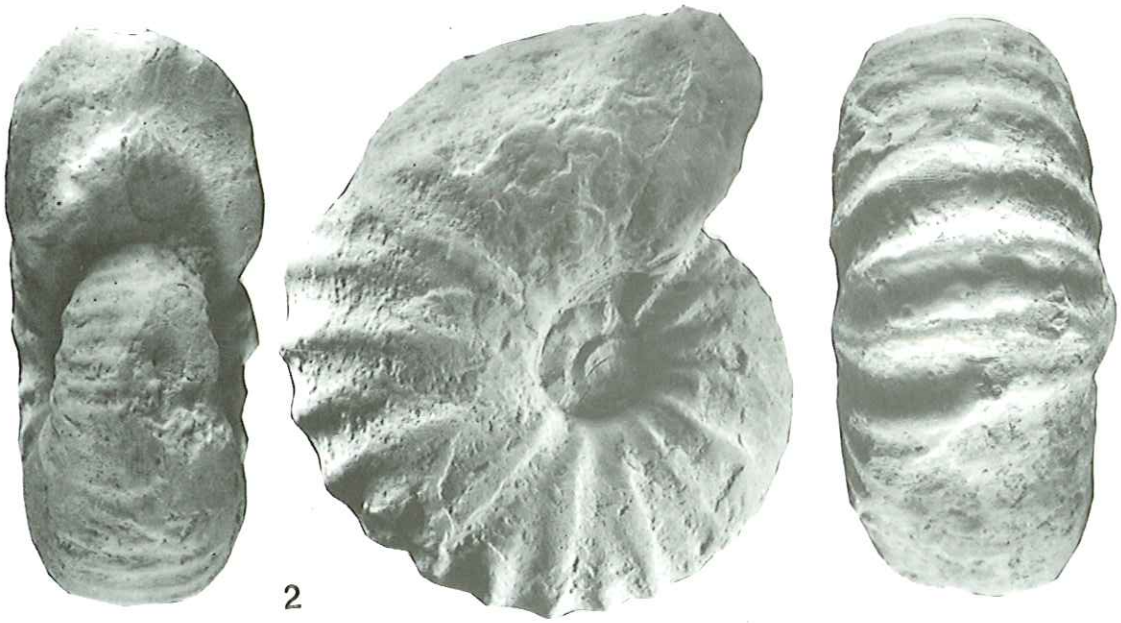
Plate 14

Fig. 1 – *Stoliczkaia clavigera* NEUMAYR, 1875. Cast of the holotype preserved in the collections of the Geological Survey of India, Calcutta n° 191. Top Albian of India. **x 1.**

Fig. 2 – *Stoliczkaia tetragona* NEUMAYR, 1875. Cast of the holotype preserved in the collections of the Geological Survey of India, Calcutta n° 192. Top Albian of India. **x 1.**



1

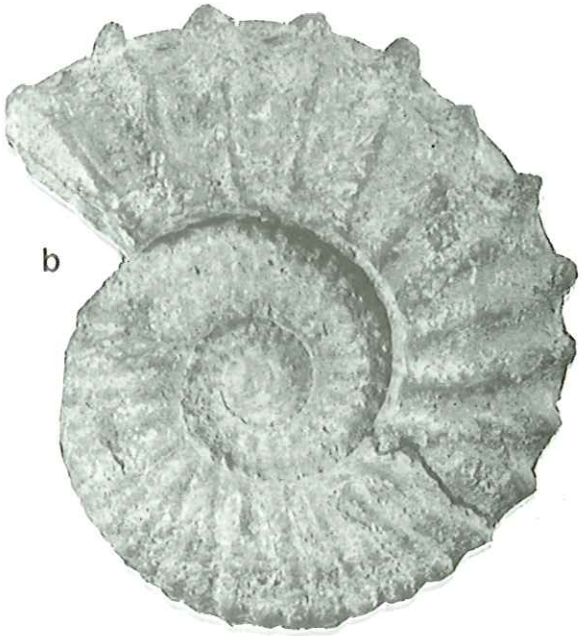


2

Plate 15

Fig. 1 – *Mortoniceras stoliczkai* SPATH. Cast of the holotype preserved in the collections of the Geological Survey of India. Top Albian of India. **x 1.**

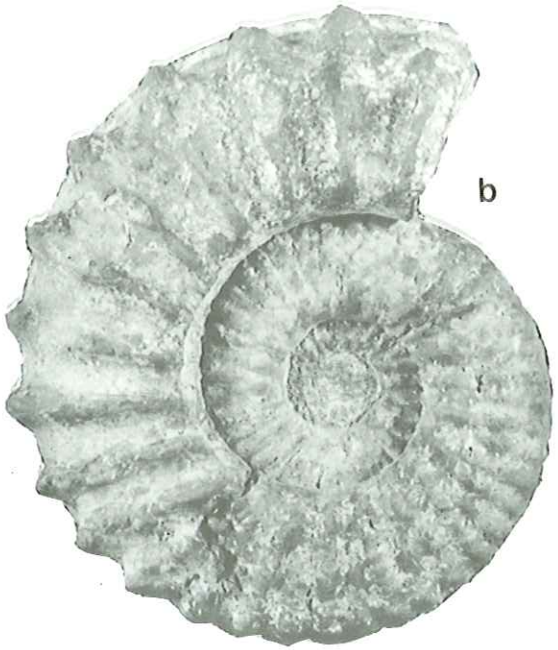
a



b

1

a



b

Géologie Alpine, 1994, Mém. H.S. n° 20, p. 113-167

Lower Cretaceous (Valanginian-Early Aptian) ammonite succession in the Svinița region (SW Rumania)

by Emil AVRAM*

ABSTRACT. — Svinița region, located at the south-western end of the South Carpathians, is the most favourable area of the **Rumanian territory** for approaching the biostratigraphical study of the Valanginian-Lower Aptian ammonite assemblages succession. In this area the Valanginian-Lower Hauterivian lithology is made up of bedded white or grey cherty limestones (the Murguceva Formation), followed by Upper Hauterivian bedded chertless grey limestones with marlstone interbeds in its upper part (Vodiniciki Member of the Svinița Formation) and by Barremian-Lower Aptian grey marls and marlstones (Temeneacia Member of the Svinița Formation). The ammonite succession of the Valanginian rock sequence there proved the presence of the Otopeta, Pertransiens, Campylotoxus and Callidiscus zones ; the Trinodosum zone is also announced by such species as *Neocomites (Teschenites) flucticulus* THIEULOY. The Hauterivian ammonite assemblages are dominated by the uncoiled ammonites of the genera *Crioceratites, Acrioceras, Paraspinoceras, Hamulina,* thus only the Nodosoplicatum, Balearis and Angulicostata Zones are clearly confirmed ; as for the last zone, it represents only the upper part of the interval dominated by species of *Pseudothurmannia,* where are also recognized several species of *Paraspiticeras.* The Barremian ammonite assemblages, very rich in pyritised ammonites, are rather condensed up to the Caillaudianus zone, and confirm in good conditions the Vandenheckii and Giraudi zones, only. A poor Lower Aptian ammonite assemblage was also identified, with some *Pseudohaploceras, Turkmeniceras* and *Prodeshayesites* representatives in its lowermost beds, and later characterised by an assemblage of the Weissi zone.

KEY WORDS. — Biostratigraphy, Ammonites, Early Cretaceous, Valanginian, Hauterivian, Barremian, Early Aptian, South Carpathians.

Les successions d'ammonites du Crétacé inférieur (Valanginien-Aptien inférieur) dans la région de Svinița (Sud-Ouest de la Roumanie)

RÉSUMÉ. — La région de Svinița, située à l'extrémité Sud-Ouest des Carpathes méridionales, est le secteur le plus favorable de Roumanie pour l'étude biostratigraphique des successions d'ammonites du Valanginien-Aptien inférieur. Dans cette région, le Valanginien et l'Hauterivien inférieur sont formés par des calcaires à silex blancs ou gris (la Formation Murguceva), surmontés par l'Hauterivien supérieur constitué par des calcaires lités gris sans silex, avec des intercalations marneuses au sommet (Membre Vodiniciki de la Formation Svinița), puis par les marnes grises et les calcaires argileux du Barrémien-Aptien inférieur (Membre Temeneacia de la Formation Svinița). Les associations d'ammonites du Valanginien prouvent la présence des zones à Otopeta, Pertransiens, Campylotoxus et Callidiscus ; la zone à Trinodosum est également annoncée par des espèces telles que *Neocomites (Teschenites) flucticulus* THIEULOY. Les associations de l'Hauterivien sont dominées par les ammonites déroulées appartenant aux genres *Crioceratites, Acrioceras, Paraspinoceras* et *Hamulina,* mais seules les zones à Nodosoplicatum, Balearis et Angulicostata sont clairement confirmées ; cette dernière zone représente seulement la partie supérieure de l'intervalle dominé par les espèces de *Pseudothurmannia,* où sont également reconnues plusieurs espèces de *Paraspiticeras.* Les associations d'ammonites du Barrémien, très riches en spécimens pyriteux, sont très condensées jusqu'à la zone à Caillaudianus et confirment seulement l'existence des zones à Vandenheckii et Giraudi. Dans l'Aptien inférieur une faune d'ammonite très pauvre a été reconnue avec, dans les bancs inférieurs, quelques représentants de *Pseudohaploceras, Turkmeniceras* et *Prodeshayesites* puis, plus haut, une association de la zone à Weissi.

MOTS CLÉS. — Biostratigraphie, Ammonites, Crétacé inférieur, Valanginien, Hauterivien, Barrémien, Aptien inférieur, Carpathes méridionales.

---

* Geological Institute of Rumania,1, Caransebes str., R-78344 Bucharest, Rumania.

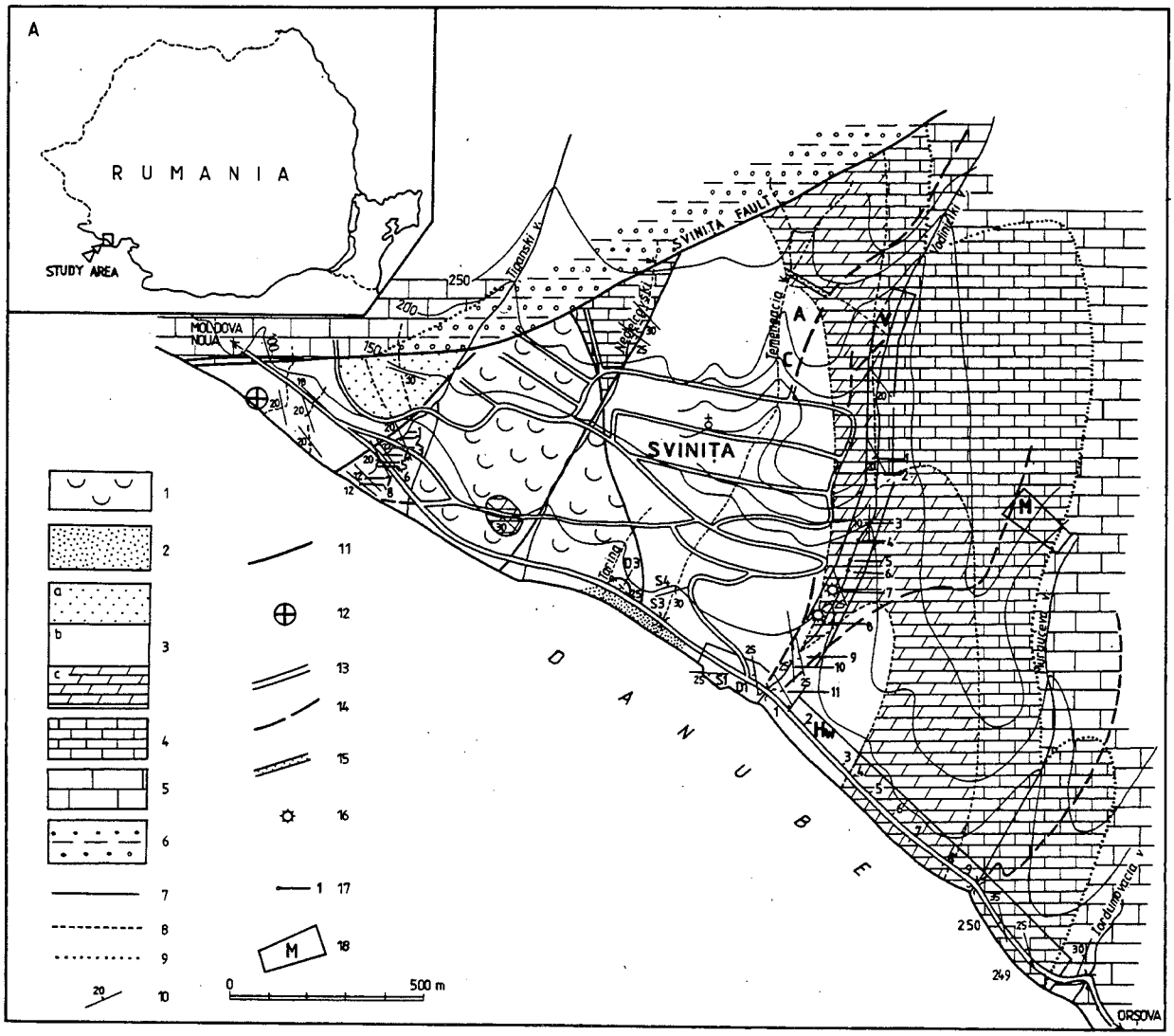


FIG. 1. – Geological map of the Svinița village area.
1, Quaternary deposits (gravelites) ; 2, Neogene deposits ; 3, Svinița Formation : a, Tiganski Member (Late Aptian-Albian dark grey marly sandstones and sandy marlstones) ; b, Temeneacia Member (Early Barremian-Middle Aptian grey marls and marlstones) ; c, Vodiniciki Member (Late Hauterivian-Earliest Barremian marly limestones, marlstones and marls) ; 4, Murguceva Formation : white and grey, clayey limestones with chert (? Tithonian-Berriasian-Early Hauterivian) ; 5, Jurassic deposits (up to the Early Tithonian) ; 6, Permian deposits ; 7, Boundary of the Quaternary deposits ; 8, normal boundaries between formations ; 9, disconformities ; 10, bed positions ; 11, faults ; 12, old church of the village ; 13, roads/streets ; 14, foot-pathes ; 15, ditch ; 16, water-mills ; 17, fossiliferous sites ; 18, areas chosen for the biostratigraphical study. A, Location of the study area within the Rumanian territory.

1. – INTRODUCTION

The Lower Cretaceous ammonite fossiliferous sites in Rumania are rather frequent [almost 27, only for the Berriasian-Barremian interval, Avram 1988] ; but largest part of these sites display ever local tectonic or condensed depositional conditions, unproper to a detailed biostratigraphical study : for the Berriasian, the richest fossiliferous sites are offered by the preserved only as olistolithes Carhaga Formation, Late Tithonian-Late Hauterivian in age, from the Perșani Mountains [Inner Carpathian Belt, Patrulius and Avram 1976 a] ; for the Valanginian, two other formations, namely the Crivina Formation within the Reșita region (SW Rumania) and the Brașov Formation offered more or less condensed successions, even very rich in ammonites [Avram 1990 ; Avram and Grădinaru, 1993] ; also condensed is the richest in ammonite remains Hauterivian succession of the Trascău Nappe in the Southern Apuseni Mountains [Bordea *et al.*, 1967] ; from among the Barremian ammonites bearing successions, those located in flysch deposits are poor in fossils and difficultly correlable, despite of the large number of genera and species recorded within [Avram 1988] ; at the last, the Aptian and Albian fossiliferous sites (beginning from the Late Bedoulian) were almost exclusively identified within the East Carpathians and the Apuseni Mountains flysch deposits, or in the clastic successions of the Reșita region, SW Rumania [Mutihac, 1959 ; Avram *et al.*, 1987], with the same difficulties concerning their framework into a biostratigraphical correlation table (only the South

Dobrogea outcropping successions [Avram *et al.*, 1988], and those identified in cores from the Rumanian Plain area [Mutiu, 1967, 1972], both of them pertaining to the Moesian Plate, are apart from the other mostly Albian fossiliferous areas by the quiet structural conditions, but they are ever poor in ammonites, or condensed).

Two fossiliferous sites were excepted from the here briefly presented picture : the Upper Valanginian-Lower Aptian muddy shelf deposits of the Dîmbovicioara Couloir (eastern end of the Central South Carpathians structural unit) and the Berriasian-Lower Aptian pelagic deposits of the Svinița region (Banat, SW Rumania). Although rich in ammonites, the former of these areas is not very proper to the biostratigraphical study because of its Jurassian-type structure, i.e. divided into very numerous compartments, of which outcropping successions are nowhere sufficiently large to cover more than 1 or 2 zones of ammonites [Patrulius and Avram, 1976 b]. Thus, the only area in Rumania where the biostratigraphical study is encouraged by a continuous succession of the Lower Cretaceous deposits is the Svinița region.

The Svinița region is located SW of Rumania (fig. 1A), almost 40 km westwards of the Orșova town. Structurally, this region belongs, as one of the innermost units, to the "Marginal Dacides", i.e. to the most external structural units of the Carpathian system deformed by the Cretaceous orogenic phases [Săndulescu, 1984].

The geological study of the lower Cretaceous rock-sequences in the Svinița region began during the middle part of the XIX-th century, when Kudernatsch [1852], followed by Tietze [1872] offered the first data about the ammonites these deposits include. The first studies were continued by Schafarzik [1894], Koch [1912], Răileanu [1960], Răileanu *et al.* [1964, 1969], Boldor and Avram [1972], Avram [1976], Avram [1988], which supplied the mapping, and also the knowledge on the biostratigraphical content of the Lower Cretaceous deposits in this area.

For the present study, three main sections were selected in the Svinița village area, as displaying the most complete successions and a quiet (monoclinal) structural setting (fig. 1) : (1) the right slope of the Murguceva valley (Late Tithonian-Middle Hauterivian succession) (M) ; (2) the Vodiniciki valley (V), transversally continued with the outcrops in the cutting of the Orșova-Moldova Nouă highway (site D1) and the excavation for the Svinița village jetty (site Sl), thus comprising a Valanginian-Lower Aptian succession ; and (3) the cutting of the Orșova-Moldova Nouă highway between the Iordumovacia and the Vodiniciki valleys (Valanginian-Early Aptian). Some other sequences, namely those cropping out on the Tiganski valley (early Upper Barremian), Temeneacia valley above the first street of the village (Early Barremian) and on its lower course, near the Orșova-Moldova Nouă highway (middle Late Barremian), and the Murguceva valley near the same highway (late Early Valanginian) supply the main above mentioned sections.

2. – The Valanginian stage in the Svinița area

As asserted in the first chapter, three sections offered the most complete ammonite assemblages in the study area : the right slope of the Murguceva valley (M, fig. 1), Vodiniciki valley (V, fig. 1), and the cutting of the Orșova-Moldova Nouă highway alongside the Danube (Hw, fig. 1). All of these sections display similar lithological composition, namely thin to thick (up to 30-50 cm) bedded gray cherty limestones [= Murguceva Formation, more or less Late Tithonian-Berriasian-Early Hauterivian in age ; Avram, 1976].

The Valanginian ammonite succession of the first section (column M, fig. 2) begins with *Protetragonites* cf. *quadrisulcatus* (d'Orbigny) (pl. 1, fig. 2), at the level M023, followed by *Neocomites (Neocomites) neocomiensis* (d'Orbigny) (pl. 1, fig. 13), at the level M024, *Kilianella* aff. *roubaudiana* (d'Orbigny) (displaying wider umbilicus than typical individuals of the species, pl. 1, fig. 7), at the level M024, *Phyllopachyceras winkleri* (Uhlig), at the level M026, *Kilianella retrocostata* Sayn (pl. 1, fig. 6) at the level M028, *Olcostephanus* aff. *catulloi* (Rodighiero) (transitional to *O. sayni*, pl. 2, fig. 7, and 8), at the level M031, *Olcostephanus* cf. *sayni* (Kilian) (pl. 2, fig. 10) at the level between M034 and M035, *Bochianites* cf. *neocomiensis* (d'Orbigny) (pl. 1, fig. 3) at the level M036, *Neocomites (Teschenites) pachydicranus* Thieuloy (pl. 2, fig. 1), at the levels M041 and M042, and also *Neocomites (Teschenites)* cf. *flucticulus* Thieuloy (pl. 1, fig. 16) at the level M041.

The Valanginian ammonites of the Vodiniciki valley (column V, fig. 2) were identified in the upper part of this section only, as follows : *Ptychophylloceras ptychoicum* (Quenstedt), *Rodighieroites* cf. *rutimeyeri* (Ooster) (pl. 1, fig. 5), *Luppovella paquieri* (Sayn, *non* Simionescu) (pl. 1, fig. 12), *Neocomites (Teschenites) teschenensis* (Uhlig) n. ssp. ? (with some periodically broader ribs, like in Sayn 1907 : pl. 7, fig. 13) (pl. 1, fig. 15), and *Lytoceras* aff. *strambergense* Zittel (pl. 1, fig. 1), all of them at the level 31 ; *Oosterella gaudryi* (Nickles) (pl. 1, fig. 4) at the level 32, and *Neocomites (Teschenites)* cf. *callidiscus* Thieuloy (pl. 2, fig. 2), at the level between 32 and 33.

The highway Orșova-Moldova Nouă cutting (fig. 3) presented poorer ammonite assemblages in the Valanginian interval, here starting with *Thurmanniceras* cf. *otopeta* Thieuloy (pl. 2, fig. 3) and *Olcostephanus* cf. *drumensis* (Kilian) at the level where we considered the lower boundary of the stage, followed by *Kilianella lucensis* Sayn almost 2 m above

(pl. 1, fig. 10), and by *Olcostephanus* cf. *drumensis* (KILIAN) (pl. 2, fig. 6) at 4.5 m above the base. Next fossiliferous level in this section contains *Busnardoites campylotoxus* (UHLIG) (pl. 2, fig. 5) and *Neocomites (Teschenites) neocomiensiformis* (UHLIG) (pl. 1, fig. 14) at almost 20 m above the base, and also *Olcostephanus* aff. *catulloi* (RODIGHIERO) (pl. 2, fig. 9) at 36 m above the base.

Very near to this section, on the lower course of the Murguceva valley, a Lower Valanginian ammonite assemblage was also identified, and assumed by geometrical correlation to the level above the *Olcostephanus* cf. *drumensis* from the main section Hw. This assemblage contains : *Ptychophylloceras ptychoicum* (QUENSTEDT), *Kilianella* aff. *roubaudiana* (D'ORBIGNY) (broadly umbilicate) (pl. 1, fig. 8), *Kilianella* cf. *pexiptycha* (UHLIG) (pl. 1, fig. 9), *Kilianella* cf. *lucensis* SAYN (pl. 1, fig. 11), and *Thurmanniceras* cf. *thurmanni* (PICTET & CAMPICHE) (pl. 2, fig. 4).

Biostratigraphic remarks

Even the Valanginian ammonite assemblages in the Sviniţa village area are not sufficiently rich to realise a critical review of this Stage zonation, almost all the zones proposed in the "Preliminary Ammonite Zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranian Region" [= Busnardo and Thieuloy, 1979] were recognised, as follows :

Otopeta zone : it was recognised the index species within the section Hw, where this species is accompanied only by *Olcostephanus* cf. *drumensis*.

Pertransiens zone : although the index species lacks in the investigated sections, the presence of *Kilianella* aff. *roubaudiana* and *Kilianella lucensis* assembled with *Thurmanniceras* cf. *thurmanni* could characterise this zone in the Sviniţa village area. By the way, *Kilianella retrocostata* seems to range near the top of the Pertransiens zone, or even at the base of the Campylotoxus zone, as shown by Thieuloy [*in* Busnardo *et al.*, 1979]. Between the other species of this zone recognised in the Sviniţa region, only *Neocomites neocomiensis* appears earlier than it is accepted at the Valanginian hypostratotype [Thieuloy, *in* Busnardo *et al.*, 1979], namely below *Kilianella* aff. *roubaudiana*.

Campylotoxus zone : very few ammonites indicate in the study area the zone with *Busnardoites campylotoxus*, namely the index species, *Neocomites (Teschenites) neocomiensiformis* and *Olcostephanus* aff. *catulloi*, in the text section Hw (fig. 3), and also *Olcostephanus* aff. *catulloi* within the section M (fig. 2) ; besides, it is to be erected the presence of the

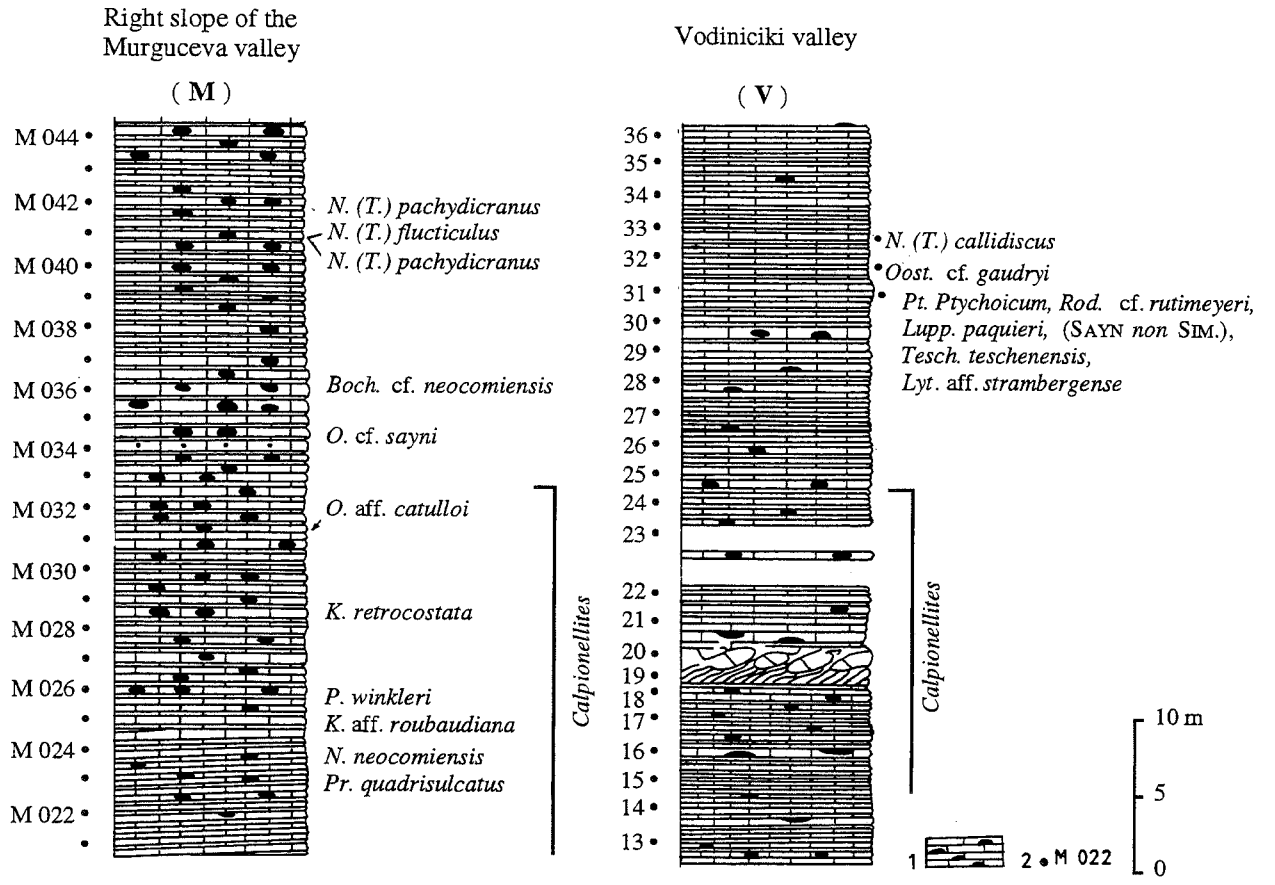


FIG. 2. – The compared lithologies and ammonite successions of the Valanginian rock-sequences cropping out on the Murguceva valley right slope (M) and the Vodiniciki valley (V). Legend : 1, bedded grey, clayey cherty limestones (Murguceva Formation) ; 2, levels of the ammonite gartering.

species *Neocomites (Teschenites) neocomiensiformis* (a questionable specimen because of the incomplete and crushed shell, but with the lateral ornementation very near to that of Uhlig's 1902 : pl. III, fig. 2 = lectotype established by Vašíček, 1975) below the level where its rising is usually accepted, both in France [Thieuloy, *in* Busnardo *et al.*, 1979] and in Spain [Company, 1987]. The same remark is valuable to *Olcostephanus* ex gr. *catulloi*, of which range in Svinița begins in the last beds with *Calpionellites*, i.e. in the Campylotoxus zone interval.

Verrucosum zone : no guide species of the Verrucosum zone was identified within the Svinița area, despite of the continuous sedimentation between the Early and the Late Valanginian rock-sequences. Only *Olcostephanus* cf. *sayni*, which ranges from the floor of the Late Valanginian in South-East France [Thieuloy, *in* Busnardo *et al.*, 1979] could indicate this zone in the section M (fig. 2), where it was identified immediately above the last beds with *Calpionellites* (M034).

Trinodosum zone : this zone was only presumed in the lime succession at Svinița. The assemblage with *Ptychophylloceras ptychoicum*, *Lytoceras* aff. *strambergense*, *Rodighieroites* cf. *rutimeyeri*, *Luppovella paquieri* (SAYN *non* SIMIONESCU), *Neocomites (Teschenites) teschenensis*, recorded in the section V two meters below the bed with *Oosterella* cf. *gaudryi*, indicate a Late Valaginian age, without any zonal framework. By the way, the specimen of *N. (T.) teschenensis* listed above, which is very near to the Sayn's 1907 plate 2, figure 13 by the periodically broader ribs, seems to range above the typical specimens which in France were recognised in the Campylotoxus zone [Thieuloy, *in* Busnardo *et al.*, 1979]. On the other hand, *Neocomites (Teschenites) flucticulus* was recorded in the bed M041 (section M in the fig. 2), in assemblage with the first *N. (T.) pachydicranus*, very presumable at the top of the Trinodosum zone.

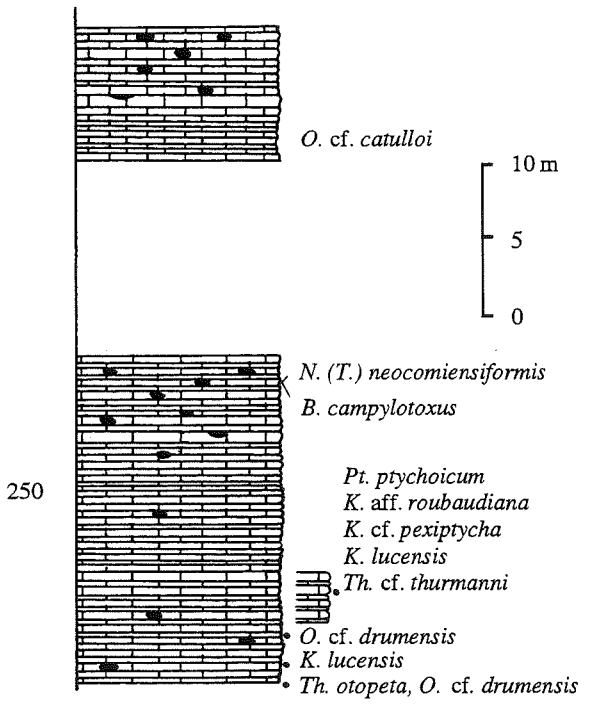


FIG. 3. – Valanginian ammonite succession in the cutting of the highway Orșova-Moldova Nouă (the added short succession in its lower part is transfered from the lower course of the Murguceva valley). Legend as for the figure 2.

Callidiscus zone : only the index species of this zone was identified, in the section V (fig. 2), two meters above the bed with *Oosterella* cf. *gaudryi* ; the species *Neocomites (Teschenites) pachydicranus*, also recognised in the level M042 of the section M (fig. 2) is not sufficiently characteristic for establishing the zonal (and even the stage appartenance of this level, although its large occurence at the Valanginian-Hauterivian boundary is thus confirmed in the Svinița village area.

3. – THE HAUTERIVIAN STAGE IN THE SVINIȚA REGION

The same three sections studied for the Valanginian ammonite successions, namely : the right slope of the Murguceva valley (M), the Vodiniciki valley (V), and the Orșova-Moldova Nouă highway (Hw), offered the richest in ammonites Hauterivian successions, too. In all these sections, the lower part of the Hauterivian interval is built up of grey, cherty-clayey, bedded limestones [= Murguceva Formation, Avram, 1976], followed by chertless grey-clayey bedded limestones, with progressively more frequent upwards marly limestone, marlstone and marly interbeds [= Svinița Formation, Vodiniciki Member ; Avram, 1976]. In all these sections, the dominant taxa are the uncoiled ammonites, pertaining to the genera *Crioceratites, Acrioceras, Paraspinoceras, Hamulina, Anahamulina. Euptychoceras*, etc.

The Section M : right slope of the Murguceva valley (fig. 4) offered *Protetragonites* cf. *quadrisulcatus* (D'ORBIGNY) and *Duvalia binervia* (RASPAIL), at the level M047, followed by *Crioceratites piveteaui* (SARKAR) and *Crioceratites trituberculatus* (SARKAR) (pl. 7, fig. 7 and pl. 6, fig. 9, respectively), at the level M049, and by *Crioceratites matsumotoi* (SARKAR) (pl. 5, fig. 6), and *Crioceratites trituberculatus* (pl. 7, fig. 1), at the level M050. *Crioceratites matsumotoi* was also recorded in the bed M052 ; and above this level were found *Crioceratites quenstedti* (OOSTER) at the levels 69 and 67 (pl. 6, fig. 2 and 3), *Crioceratites sornayi* (SARKAR), at the level 69 (pl. 7, fig. 5), *Crioceratites* ? aff. *astierianus* (D'ORBIGNY), at the level 68 (pl. 8, fig. 1), *Crioceratites* cf. *binelli* (ASTIER), at the level 67 (pl. 7, fig. 4), and *Paraspinoceras pulcherrimum* (D'ORBIGNY), at the level 68 (pl. 3, fig. 6).

The Vodiniciki valley section (fig. 5) is, by far, the richest in Hauterivian ammonite remains from the Svinița region, although its first 16 m above the level

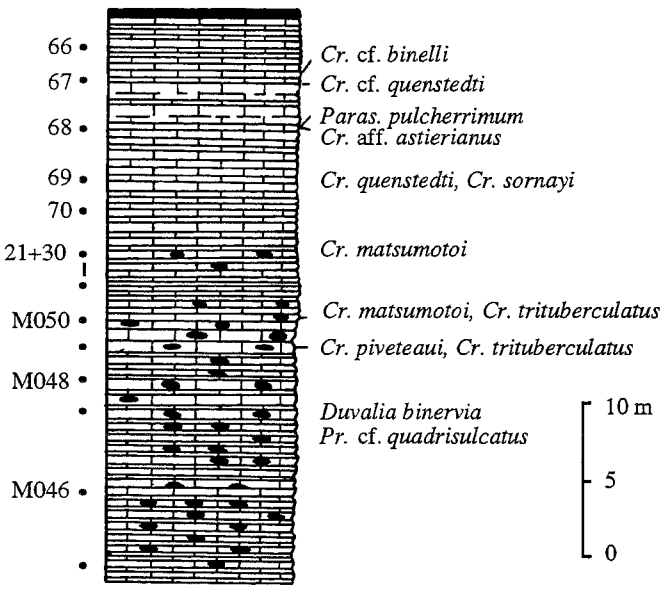


FIG. 4. – Hauterivian lithology and ammonite succession of the Murguceva valley right slope (M). Legend as for the figure 6.

with *Neocomites (Teschenites) callidiscus* yielded not any ammonite until now. The first level displaying ammonites (V1) offered only *Haploceras (Neolissoceras) grasianum* (D'ORBIGNY), which was also met at the level V5, *Paraspinoceras jourdani* (ASTIER) (pl. 3, fig. 5), *Crioceratites matsumotoi* (SARKAR) (the fine ribbed variety of the species = pl. 5, fig. 7) and *Spitidiscus* cf. *incertus* (D'ORBIGNY) (pl. 9, fig. 5). The next fossiliferous level (V1'), located 5.5 m above the first one, offered : *Crioceratites nolani* (KILIAN), which was also recorded in the levels V4 (pl. 6, fig. 8) and V7/2 (pl. 6, fig. 7), and also *Crioceratites majoricensis* (NOLAN) (pl. 6, fig. 6). The level V2/1, next in succession, contains : *Lytoceras subfimbriatum* (D'ORBIGNY), which continues through the levels V3, V4/1, V5 (pl. 3, fig. 4), V7/1-2 and V7/3, up to V7/4, *Crioceratites* cf. *duvali sarasini* (SARKAR) (pl. 5, fig. 5), *Crioceratites matsumotoi* (SARKAR), *Crioceratites mandovi* nom. nov. (= *Crioceratites villersianum bituberculatum* (SARKAR) *in* Mandov 1976 : 61, pl. VI, fig. 4) (here in the pl. 6, fig. 5), *Euptychoceras* cf. *teschenense* (HOHENEGGER *in* UHLIG) (pl. 5, fig. 1 and 2), and *Paraspinoceras pulcherrimum* (D'ORBIGNY), which was also found in the levels V3 and V7/3. In the level V2/3, three meters above, were found the first representatives of *Phyllopachyceras bulgaricum* DIMITROVA, a species also found at the levels V3 (pl. 3, fig. 3), V5 and V7/3, beside *Crioceratites* aff. *matsumotoi* (SARKAR) (near to *Crioceratites villersianum* (D'ORBIGNY) but displaying looped primary and the adorally neighbouring intercalatory ribs, pl. 5, fig. 9), and the first *Crioceratites trituberculatus* (SARKAR) (pl. 7, fig. 2), which continues up to the level V7/4.

The first *Phyllopachyceras ladinum* (UHLIG) was recorded in the level V4/1, as in the levels V5 (pl. 3,

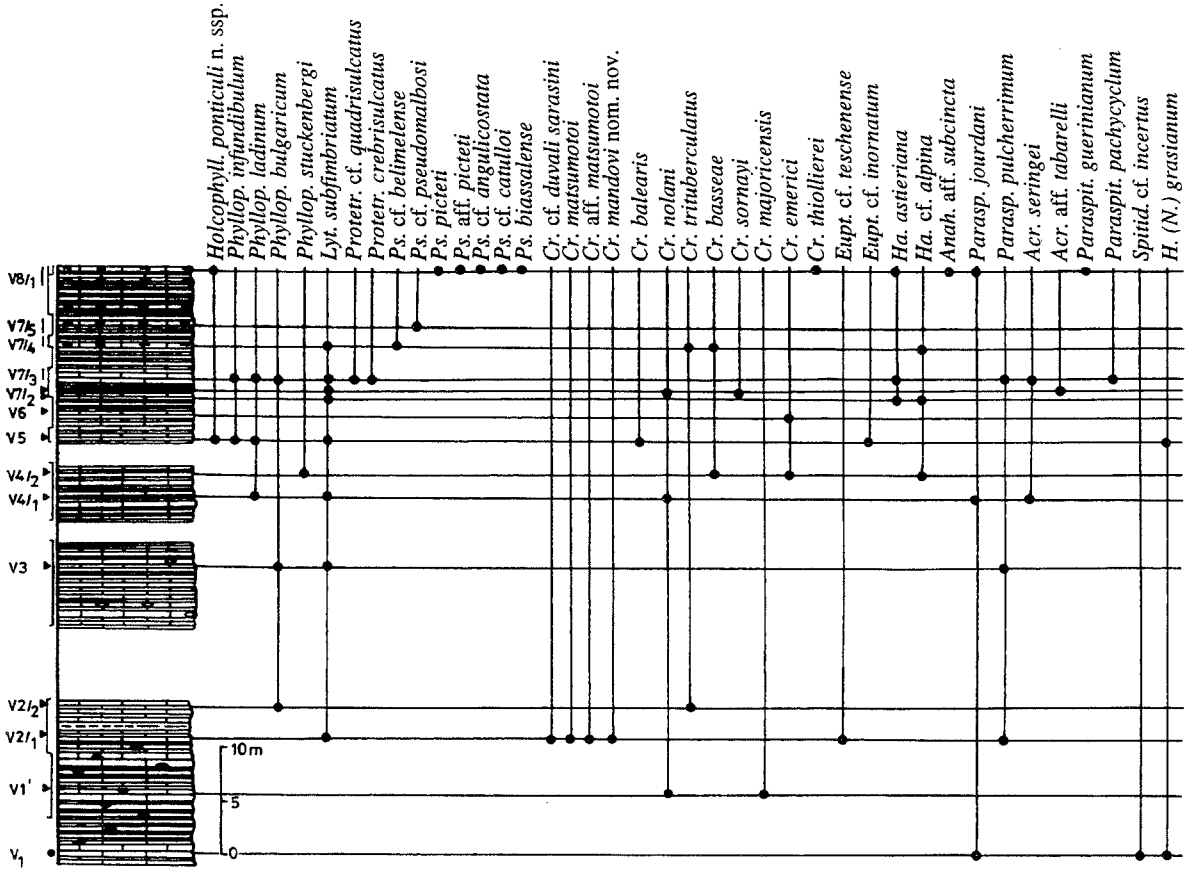


FIG. 5. – Hauterivian lithology and ammonite succession of the Vodiniciki valley. Legend as for the figure 6.

fig. 2) and V7/3, and also in the Barremian sequences of the same section ; in V4/1 it is accompanied by *Lytoceras subfimbriatum, Crioceratites nolani, Paraspinoceras jourdani* and the first *Acrioceras seringei* (ASTIER) (pl. 4, fig. 1), which was also met at the level V7/3. The bed V4/2 offered the first *Phyllopachyceras stuckenbergi* (KARAKASCH) (a species very frequent in Barremian), the first *Crioceratites basseae* (SARKAR) (pl. 7, fig. 3) which continues up to the level V7/4, the first *Crioceratites emerici* LEVEILLÉ (also found in the bed V7/1 = pl. 7, fig. 8), and the first *Hamulina* cf. *alpina* D'ORBIGNY (developed also in the bed V7/1 and V7/4 = pl. 4, fig. 4).

At the level V5 were recorded the first *Holcophylloceras ponticuli* (ROUSSEAU) (a new subspecies with fasciculate lateral ribbing, well developed in Barremian), the first *Phyllopachyceras infundibulum* (D'ORBIGNY) (typical individuals displaying a compressed whorl section = pl. 3, fig. 1), first *Crioceratites balearis* (NOLAN) (p. 6, fig. 4) and *Euptychoceras* cf. *inornatum* (SIMIONESCU) (pl. 3, fig. 8), beside *Phyllopachyceras ladinum, Lytoceras subfimbriatum* and *Haploceras (Neolissoceras) grasianum.*

The bed V7/1 is remarquable only by the first recording of the species *Hamulina astieriana* D'ORBIGNY (pl. 4, fig. 2), met together with *Hamulina* cf. *alpina* D'ORBIGNY ; and also the bed V7/2, where was found *Crioceratites sornayi* (SARKAR) (pl. 7, fig. 6).

In the bed V7/3 firstly appear *Protetragonites crebrisulcatus* (UHLIG) and *Paraspiticeras pachycyclum* (UHLIG) (pl. 9, fig. 8), and in the bed V7/4 the first *Pseudothurmannia*, namely *P.* cf. *belimelense* DIMITROVA (pl. 8, fig. 2), this last species followed in the bed V7/5 by *Pseudothurmannia* cf. *pseudomalbosi* (SARASIN & SCHÖNDELMAYER) (pl. 8, fig. 3, and 4). The last bed here considered as pertaining to Hauterivian in the Vodiniciki valley succession, namely V8/1, is characterised by numerous species of *Pseudothurmannia* : *P. picteti* SARKAR (pl. 8, fig. 5 -7), *P.* aff. *picteti* (narrower umbilicate than the typical specimens), *P.* cf. *angulicostata* (D'ORBIGNY) (characterised by dense ribbing on inner whorls and by short intercalatories in the last half-whorl, beside the comparable to the holotype shell-measurements ; pl. 9, fig. 1 and 2), *P.* cf. *catulloi* (PARONA) (pl. 9, fig. 3), and *P. biassalense* DIMITROVA (pl. 8, fig. 9, and 10), and also by *Crioceratites thiollierei* ASTIER (pl. 7, fig. 9), *Anahamulina* aff. *subcincta* (UHLIG) (incomplete specimen, partly comparable to Uhlig's type ; here in pl. 3, fig. 9), *Acrioceras* aff. *tabarelli* (ASTIER) (pl. 3, fig. 7), and *Paraspiticeras guerinianum* (D'ORBIGNY) (pl. 9, fig. 8), beside persistent species from the lower levels : *Holcophylloceras ponticuli* n. ssp., *Hamulina astieriana, Hamulina* cf. *alpina, Paraspinoceras jourdani.*

The third investigated section – alongside the Orşova-Moldova Nouă highway (fig. 6) –, the same but poorer in ammonites succession, offered, from the base upwards : *Spitidiscus* cf. *incertus* (D' ORBIGNY), in the fossiliferous site 8 (pl. 9, fig. 4) ; *Crioceratites quenstedti* (OOSTER) (pl. 6, fig. 1), *Crioceratites* cf. *duvali sarasini* (SARKAR) (pl. 5, fig. 4) and *Crioceratites* aff. *matsumotoi* (SARKAR) (pl. 5, fig. 8 ; see also the note for the level V2/3) at the mid-way between the sites 8 and 7, and also *Lyticoceras* cf. *cryptoceras* (D'ORBIGNY) (pl. 9, fig. 6) at almost 10 m above them ; *Haploceras (Neolissoceras) grasianum* (D'ORBIGNY) (pl. 5, fig. 3) in the fossiliferous site 5 ; *Acrioceras* cf. *seringei* (ASTIER) (pl. 4, fig. 1) in the site 4 ; *Hamulina* cf. *alpina* D'ORBIGNY and *Pseudothurmannia* aff. *picteti* SARKAR (pl. 8, fig. 8) in the fossiliferous site 3, where the top of the succession displays *Eoleptoceras (E.) parvulum* (UHLIG) and *Psilotissotia* cf. *favrei* (OOSTER) at a level here considered as already belonging to the earliest Barremian.

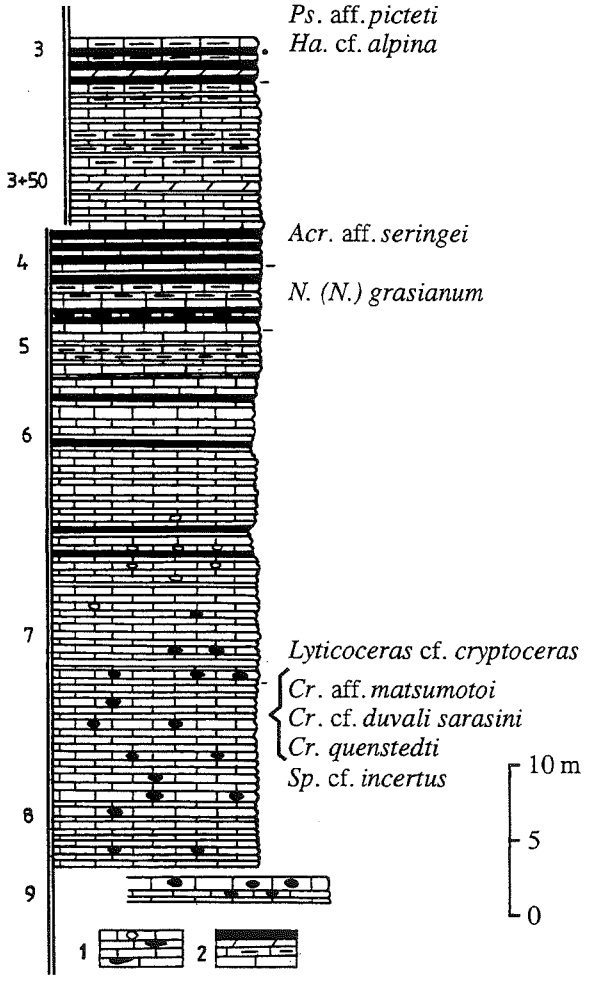


FIG. 6. – Hauterivian lithology and ammonite succession in the cutting of the Orşova-Moldova Nouă highway, upstream of the Murguceva valley. Legend : 1, grey clayey cherty limestones (Murguceva Formation) ; 2, grey, chertless limestones, marly limestones, marlstones and marls (Vodiniciki Member of the Svinița Formation).

Biostratigraphic remarks

As the Hauterivian ammonnite fauna in Svinița area is dominated by uncoiled ammonites, the local biostratigraphy obligely has refered to this type of species [Avram, 1976]. In these conditions, a complete comparison to the standard zonation of the stage is possible only for some intervals, without any matter to discuss the zonal boundaries.

As a general feature, the high frequence of the *Crioceratites* representatives, such as *C. matsumotoi*, *C. duvali sarasini*, *C. piveteaui*, *C. trituberculatus*, *C. nolani*, *C. quenstedti*, accompanied by *Spitidiscus incertus* below the species *Lyticoceras cryptoceras*, seems to indicate the Loryi zone. A fact encouraging such an interpretation is also the presence in the same interval, but 3 km northwards, of several species of *Crioceratites*, from which one is nearer to *Crioceratites loryi* (SARKAR) than the species here presented, but displaying a straight lateral ribbing.

The only sure ammonite zone of the Early Hauterivian in the study area is the Nodosoplicatum zone, proved by the presence in the section Hw of *Lyticoceras* cf. *cryptoceras*, i.e. the genus *Lyticoceras* stands as a highly significant guide for the uppermost Early Hauterivian, as shown by Busnardo and Thieuloy [1989].

In the Upper Hauterivian interval, the most significant succession is shown by the section V (fig. 5), where *Crioceratites balearis* was found in the beds located (V5) below the first levels (V7/4) bearing *Pseudothurmannia*.

The stratigraphical interval with *Pseudothurmannia* is, in the same section of the Vodiniciki valley, clearly divided into 2 horizons, only the upper of them corresponding to the "Angulicostata" Zone because of the late rising, as against other representatives of *Pseudothurmannia*, of this index species. There are two intervals characterised by *Pseudothurmannia* : the lower one defined by *Pseudothurmannia belimelense* and *Pseudothurmannia pseudomalbosi* (V7/4 and V7/5), and the upper one of which index species is *Pseudothurmannia angulicostata*, accompanied by *Pseudothurmannia picteti*, *Pseudothurmannia* aff. *picteti*, *Pseudothurmannia* cf. *catulloi* and *Pseudothurmannia biassalense* (V8/1). The same occurence in these levels of *Pseudothurmannia* and *Paraspiticeras* could also be used for a better definiton of the highest Hauterivian ammonite zone ; this fact was counted before, for considering the "*Pseudothurmannia* zone" as pertaining to the Barremian stage [Avram, 1976 ; Patrulius and Avram, 1976 b]. Another argument for this interpretation – the first occurence of *Psilotissotia* in the same interval –, is not evident in Svinița, but is very clear in the ammonite succession at the Hauterivian/Barremian boundary in the Dîmbovicioara region (Inner Carpathian bend). At the last, the presence of typical *Crioceratites emerici* below the first *Pseudothurmannia* argues also for considering the "*Pseudothurmannia* zone" as the first zone of the Barremian stage.

4. – THE BARREMIAN AND THE LOWERMOST APTIAN AMMONITE SUCCESSIONS IN THE SVINIȚA REGION

In the Svinița village area the Barremian rock-sequence is mostly fossiliferous as against the whole Lower Cretaceous succession. There, its lithology consists of clayey grey limestones, marlstones and marls, in the lower part [Vodiniciki Member of the Svinița Formation, Late Hauterivian-Earliest Barremian in age ; Avram, 1976], and of marlstones and marls, in its upper part [Temeceacia Member of the same formation, of Barremian-Early Aptian age ; Avram, 1976]. More or less condensed sequences dominated by marls and containing pyritised ammonites are present, especially in the Barremian part of this succession ; but pyritised ammonites were also found up to the Lower Aptian levels, even not so frequent as in the lower ones.

From among the three sections studied for the Valanginian and Hauterivian ammonite biostratigraphy, only two were also investigated for the Barremian and the Early Aptian one : the Vodiniciki valley (V) and the Orșova-Moldova Nouă highway south-east of the Svinița village jetty. These sections cross one another at the Vodiniciki valley mouth (fig. 1), thus offering a common top in the cutting of the highway above the jetty of the Svinița village (D1) and at the same jetty foundation (S1).

Some other complementary sections were also took into account, to supply the Barremian successions of the first two sections, were they are covered or poor in ammonite content. These sections are : Temeneacia valley, where the Lower Barremian as the middle Upper Barremian successions, no more than 10 m in thickness each of them, crop out ; and the Tiganski valley, an almost 13 m thick succession of early Late Barremian age.

The Vodiniciki valley section (fig. 7), presents in the lower part of the Barremian sequence some taxa very frequent in the late Hauterivian, such as *Hamulina astieriana* D'ORBIGNY, at the level V8/3, and *Hamulina* cf. *alpina* D'ORBIGNY in the bed V8/4, the latter accompanied by *Phyllopachyceras ladinum* (UHLIG), *Psilotissotia favrei* (OOSTER) (pl. 19, fig. 10), and a new species of *Crioceratites* (?) (pl. 16, fig. 5) near to but not identical to *Crioceratites munieri* (SARASIN & SCHÖNDELMAYER) ; *Protetragonites crebrisulcatus* (UHLIG) is also present (and will be in the whole Barremian sequence of this section : beds V8/5, V9/2, V11/1-2).

After some 6 m in thickness, where the section is covered, the next fossiliferous layer, V9/2, already displayed an Upper Barremian ammonite assemblage :

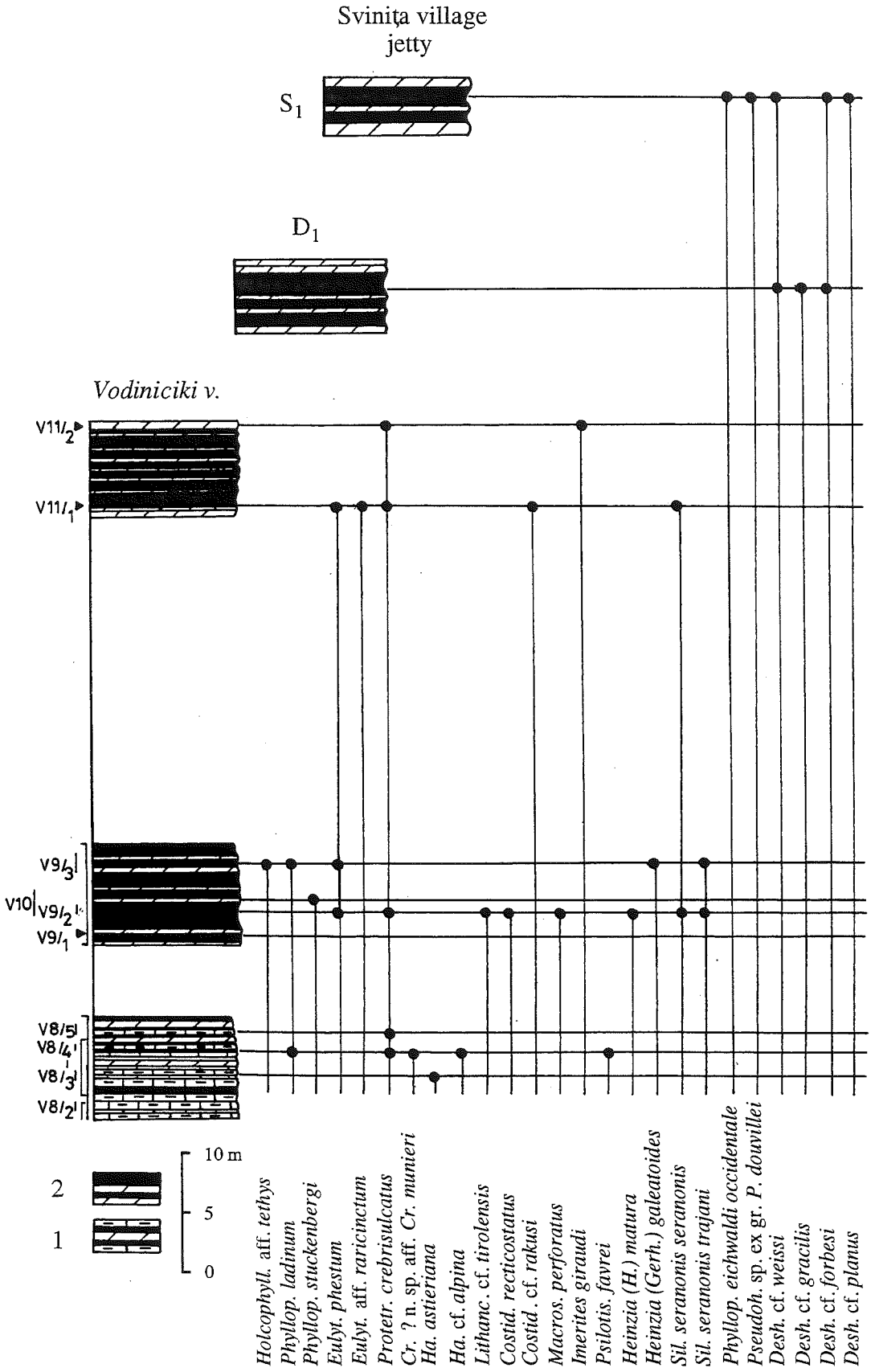


FIG. 7. – Barremian and Lower Aptian lithology and ammonite succession of the Vodiniciki valley, supplied by the outcrops near to the Vodiniciki valley mouth located on the Orşova-Moldova Nouă highway (D1) and at the jetty of Sviniţa (S1). Legend : 1, grey marly limestones, marls and marlstones (Vodiniciki Member of the Sviniţa Formation) ; 2, grey marls and marlstones (Temeneacia Member of the Sviniţa Formation).

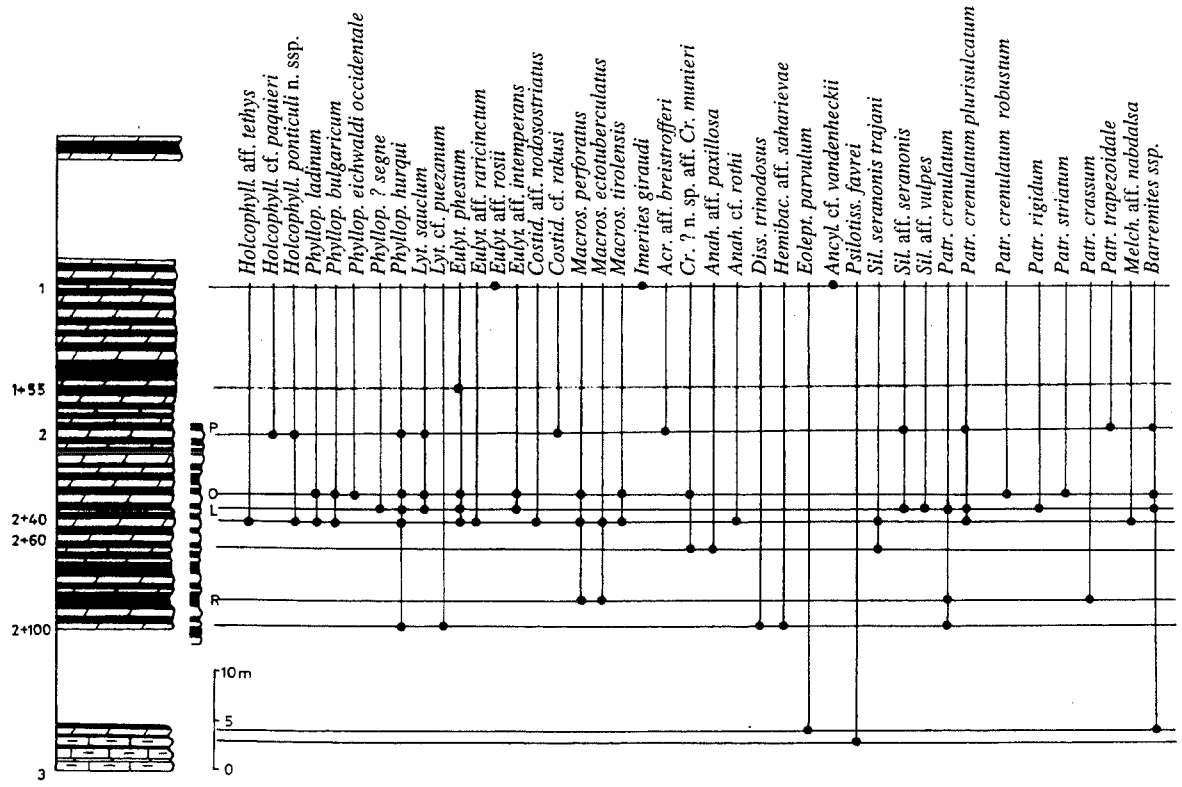


FIG. 8. – Barremian lithology and ammonite succession of the Orşova-Moldova Nouă highway (downstream the Vodiniciki Valley mouth). P–R, the same section cropping out alongside the Danube bank, below the highway. Legend as for the figure 7.

Eulytoceras phestum (MATHERON), *Lithancylus* cf. *tirolensis* CASEY (pl. 14, fig. 6), *Costidiscus recticostatus* (D'ORBIGNY), *Macroscaphites perforatus* AVRAM, *Heinzia (Heinzia) matura* HYATT (pl. 19, fig. 13), *Silesites seranonis seranonis* (D'ORBIGNY), *Silesites seranonis trajani* (TIETZE); the last species was also gathered in the level 9/3 (pl. 7, fig. 6), together with *Heinzia (Gerhardtia) galeatoides* (KARSTEN) (pl. 19, fig. 14), *Eulytoceras phestum* (MATHERON), *Phyllopachyceras ladinum* (UHLIG) and *Holcophylloceras* aff. *tethys* (D'ORBIGNY).

The outcrop V11 offered in its lower part (V11/1) some species already identified below, such as *Eulytoceras phestum, Protetragonites crebrisulcatus, Silesites seranonis seranonis*, but also *Eulytoceras* aff. *raricinctus* (UHLIG) (with denser ribbing than typical on inner whorls : (pl. 12, fig. 7), and *Costidiscus* cf. *rakusi* UHLIG (pl. 13, fig. 2) and, in its upper part (V11/2), *Imerites giraudi* (KILIAN).

Very near to the Vodiniciki valley mouth this section is supplied by the outcrops in the cutting of the Orşova-Moldova Nouă highway (D1) and the jetty of Svinița (S1), where *Deshayesites* species, such as *D.* cf. *weissi* (NEUMAYR & UHLIG) (pl. 20, fig. 4 and 5), *D.* cf. *gracilis* CASEY (pl. 20, fig. 8), *D.* cf. *forbesi* CASEY (pl. 20, fig. 7), *D.* cf. *planus* CASEY (pl. XX, fig. 9) were recorded, accompanied by *Phyllopachyceras eichwaldi occidentale* WIEDMANN and *Pseudohaploceras* sp. ex gr. *P. douvillei* (FALLOT) (pl. 20, fig. 1).

In the cutting of the Orşova-Moldova Nouă highway, supplied with the outcrops along the Danube side (fig. 8), the first levels above the *Pseudothurmannia* bearing beds, i.e. the upper part of the fossiliferous site 3, displayed *Psilotissotia favrei* (OOSTER) (pl. 19, fig. 9), *Eoleptoceras parvulum* (UHLIG) (pl. 15, fig. 10), and some crushed specimens of Barremites.

10 m above, the next outcrop offered *Holcophylloceras ponticuli* (ROUSSEAU) n. ssp. (the same morphotype as in the interval V5-V8/1, here ranging also in the levels 2 and 2+40 = pl. 10, fig. 6 and 7), *Phyllopachyceras hourqui* (COLLIGNON), *Lytoceras* cf. *puezanum* HAUG, *Dissimilites trinodosus* (D'ORBIGNY) (pl. 15, fig. 4), *Hemibaculites* aff. *saharievae* MANOLOV, and *Patruliusiceras crenelatum crenelatum* AVRAM (pl. 18, fig. 16), also met in the site R (pl. 18, fig. 14). Immediately above, in the site R, are developed the first *Macroscaphites ectotuberculatus* AVRAM (pl. 13, fig. 10), *Macroscaphites perforatus* AVRAM (pl. 13, fig. 8 and 9), and also *Patruliusiceras crenelatum crenelatum* AVRAM, and *Patruliusiceras crassum* AVRAM (pl. 18, fig. 21).

The first *Silesites* ex gr. *S. seranonis*, namely *S. seranonis trajani* (TIETZE) appears in the site 2+60, accompanied by *Anahamulina* aff. *paxillosa* (UHLIG) (denser ribbed variety : pl. 14, fig. 9), and by *Crioceratites* ? n. sp. aff. *C. munieri* (SARASIN & SCHÖNDELMAYER) (pl. 16, fig. 6). Next assemblage, of the sites 2+40, L and O, which are very near each other, displayed beside *Holcophylloceras ponticuli* n. ssp.

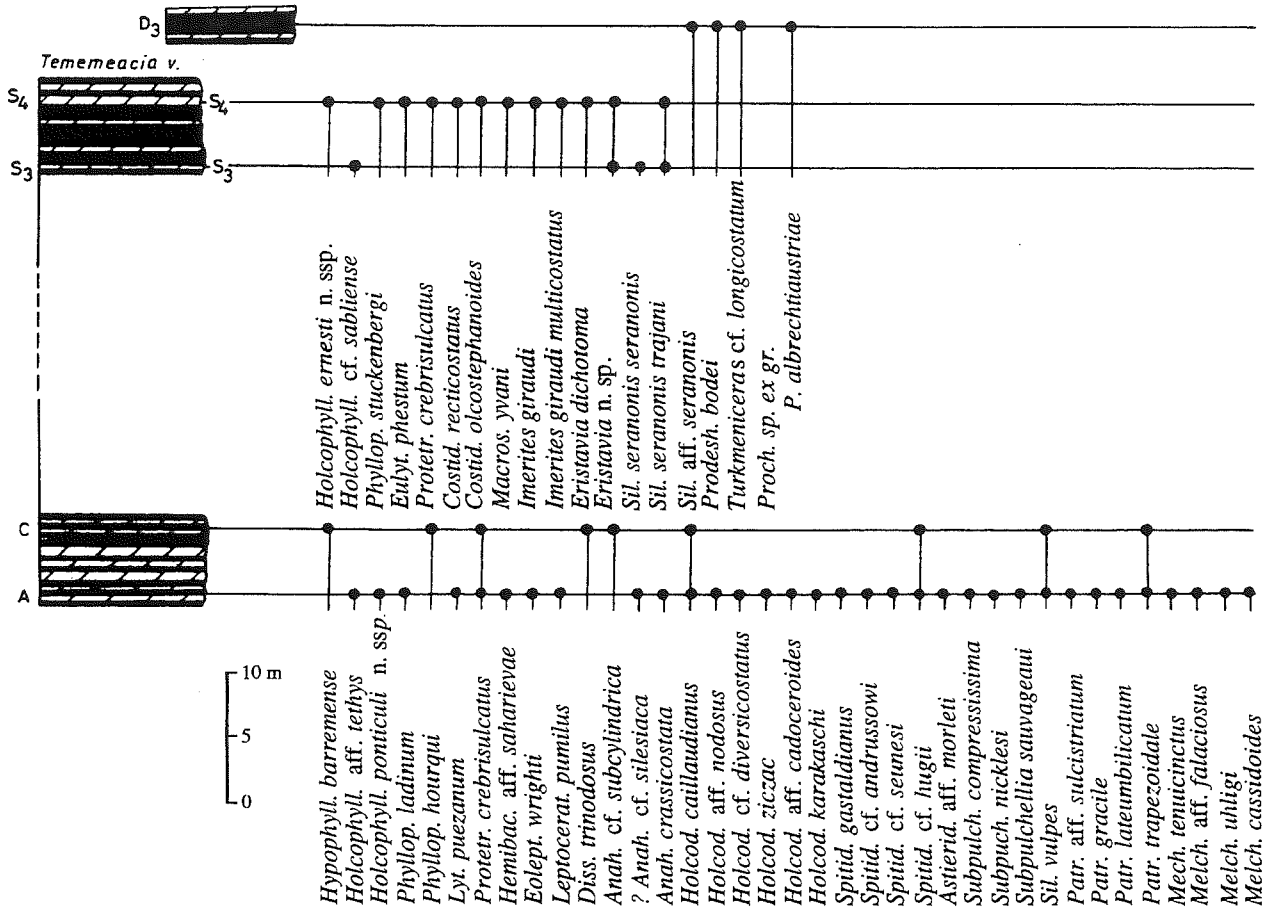


FIG. 9. – Lithology and ammonite succession of the Temeneacia valley Barremian outcrops, supplied with the earliest Aptian deposits from the cutting of the highway Orşova-Moldova Nouă, upstream that valley mouth (D3). Legend as for the figure 7.

(see above), *Holcophylloceras ernesti* (UHLIG) n. ssp. (pl. 10, fig. 9, 10, 11), *Phyllopachyceras hourqui* (COLLIGNON) (pl. 11, fig. 7), *Phyllopachyceras ladinum* (UHLIG) (pl. 10, fig. 14), *Phyllopachyceras bulgaricum* DIMITROVA (pl. 10, fig. 15 and 16), *Phyllopachyceras eichwaldi occidentale* WIEDMANN (pl. 10, fig. 17), *Phyllopachyceras ? segne* DRUSHCHITS (pl. 11, fig. 6), *Lytoceras sauclum* (DRUSHCHITS), *Eulytoceras phestum* (MATHERON) (pl. 12, fig. 2 and 3), *Eulytoceras* aff. *raricinctum* (UHLIG), *Eulytoceras* aff. *intemperans* (MATHERON) (narrower umbilicate and with higher and wider whorls than typical : pl. 12, fig. 5), *Costidiscus recticostatus* (D' ORBIGNY) (pl. 12, fig. 10), *Costidiscus* aff. *nodosostriatus* UHLIG (displaying earlier rised periumbilical tubercles in youth : pl. 13, fig. 3), *Macroscaphites perforatus* AVRAM (pl. 13, fig. 7), *Macroscaphites ectotuberculatus* AVRAM, *Macroscaphites tirolensis* UHLIG (pl. 13, fig. 12 and 13), *Anahamulina boutini* (COQUAND *in* MATHERON), *Anahamulina* aff. *rothi* VAŠÍČEK (pl. 15, fig. 2), *Silesites seranonis seranonis* (D'ORBIGNY) (pl. 17, fig. 4), *Silesites seranonis trajani* (TIETZE) (pl. 17, fig. 5), *Silesites* aff. *seranonis* (D'ORBIGNY), *Silesites* aff. *vulpes* (COQUAND), *Patruliusiceras* aff. *uhligi* AVRAM (pl. 18, fig. 4), *Patruliusiceras crenelatum plurisulcatum* AVRAM (pl. 18, fig. 19), *Patruliusiceras crenelatum robustum* AVRAM (pl. 18, fig. 20), *Patruliusiceras rigidum* AVRAM (pl. 18, fig. 5), *Patruliusiceras striatum* AVRAM (pl. 18, fig. 12 and 13), *Patruliusiceras trapezoidale* AVRAM, *Melchiorites* aff. *nabdalsa* (COQUAND) and several *Barremites* spp. among which *Barremites strettostoma* (UHLIG) was identified.

The outcrop uppermost in succession on the Danube side (P) and its corresponding level on the road Orşova-Moldova Nouă (2) presented *Holcophylloceras* cf. *paquieri* (SAYN) (pl. 10, fig. 3), *Holcophylloceras ponticuli* (ROUSSEAU) n. ssp. (pl. 10, fig. 7), *Phyllopachyceras hourqui* (COLLIGNON), *Lytoceras sauclum* (DRUSHCHITS), *Protetragonites crebrisulcatus* (UHLIG) (pl. 12, fig. 9), *Costidiscus* cf. *rakusi* UHLIG, *Acrioceras* aff. *breistrofferi* SARKAR (with rather different from typical the ribbing on the shaft = pl. 16, fig. 4), *Silesites seranonis seranonis* (D' ORBIGNY), *Silesites* aff. *seranonis* (pl. 17, fig. 9), *Patruliusiceras crenelatum plurisulcatum* AVRAM, *Patruliusiceras* ? *trapezoidale* AVRAM, beside some *Barremites*.

The last fossiliferous level on this section offered only *Imerites giraudi* (KILIAN) (pl. 14, fig. 2), *Eulytoceras* aff. *rosii* (PARONA), *Anahamulina boutini* (COQUAND *in* MATHERON), *Phyllopachyceras stuckenbergi* (KARAKASCH) (pl. 11, fig. 4 and 5), and the last *Ancyloceras* cf. *vandenheckii* ASTIER.

The above described sections are supplied by the narrower sequences cropping out on the upper course of the Temeneacia valley (for the Early Barremian : A and C levels, fig. 9), and on its lower course (for the Late Barremian : S3 and S4, fig. 9), as follows.

The lowermost fossiliferous level (A) displayed a very rich assemblage of pyritised ammonites, such as : *Holcophylloceras* aff. *tethys* (D'ORBIGNY) (pl. 10, fig. 2), *Holcophylloceras ponticuli* (ROUSSEAU) n. ssp. (pl. 10, fig. 5), *Phyllopachyceras ladinum* (UHLIG), *Lytoceras puezanum* HAUG, *Lytoceras* aff. *striatum* (DRUSHCHITS) (pl. 11, fig. 11), *Protetragonites crebrisulcatus* (UHLIG), *Hemibaculites* aff. *saharievae* MANOLOV (pl. 15, fig. 9), *Eoleptoceras wrighti* MANOLOV (pl. 15, fig. 11), *Leptoceratoides* cf. *pumilus* (UHLIG), ? *Anahamulina* cf. *silesiaca* (UHLIG), (pl. 14, fig. 15 and 16), *Anahamulina crassicostata* (KARAKASCH) (pl. 15, fig. 1), *Holcodiscus caillaudianus* (D'ORBIGNY) (pl. 18, fig. 24), *Holcodiscus* aff. *nodosus* KARAKASCH (pl. 18, fig. 28), *Holcodiscus* cf. *diversecostatus* (COQUAND) (pl. 18, fig. 30), *Holcodiscus ziczac* (KARAKASCH) (pl. 18, fig. 29), *Holcodiscus karakaschi* BRESKOVSKI (pl. 18, fig. 26), *Holcodiscus* aff. *cadoceroides* KARAKASCH (pl. 18, fig. 27), *Spitidiscus gastaldianus* (D'ORBIGNY) (pl. 19, fig. 3 and 4), *Spitidiscus* cf. *andrussowi* (KARAKASCH) (pl. 19, fig. 5), *Spitidiscus* cf. *seunesi* (KILIAN) (pl. 19, fig. 6), *Spitidiscus* cf. *hugii* (OOSTER) (pl. 19, fig. 1), *Astieridiscus* aff. *morleti* (KILIAN) (pl. 19, fig. 7), *Subpulchellia compressissima* (D'ORBIGNY), *Subpulchellia nicklesi* HYATT (pl. 19, fig. 11), *Subpulchellia sauvageaui* (HERMITE) (pl. 19, fig. 12), *Silesites vulpes* (COQUAND) (pl. 17, fig. 11), *Silesites* aff. *vulpes* (plate 17, fig. 12), *Patruliusiceras* aff. *sulcistriatum* (KARAKASCH) (pl. 18, fig. 9 and 10), *Patruliusiceras gracile* AVRAM (pl. 18, fig. 13), *Patruliusiceras lateumbilicatum* AVRAM (pl. 17, fig. 14 and 15), *Patruliusiceras trapezoidale* AVRAM, *Melchiorites tenuicinctus* (SARASIN & SCHÖNDELMAYER) (pl. 19, fig. 16), *Melchiorites* aff. *fallaciosus* (KILIAN) (pl. 19, fig. 18), *Melchiorites uhligi* (HAUG) (pl. 19, fig. 16) and *Melchiorites cassidoides* (UHLIG) (pl. 19, fig. 17).

From all these species, only *Holcodiscus caillaudianus* (pl. 18, fig. 25), *Spitidiscus* cf. *hugii* (pl. 19, fig. 2), *Silesites vulpes* (COQUAND), *Silesites* aff. *vulpes* (pl. 17, fig. 12) and *Patruliusiceras trapezoidale* AVRAM (pl. 18, fig. 22 and 23) were recognised in the upper level C, beside *Hypophylloceras barremense* (BUSNARDO), *Phyllopachyceras hourqui* (COLLIGNON), *Protetragonites crebrisulcatus* (UHLIG), *Dissimilites trinodosus* (D'ORBIGNY) (pl. 15, fig. 3) and *Anahamulina* cf. *subcylindrica* (D'ORBIGNY) (pl. 14, fig. 14).

The outcrops on the lower course of the Temeneacia valley contain *Holcophylloceras* cf. *sabliense* (KARAKASCH), *Silesites seranonis seranonis* (D'ORBIGNY) (pl. 17, fig. 3), and *Silesites seranonis trajani* (TIETZE) in the level S3, and *Holcophylloceras ernesti* (UHLIG) n. ssp., *Phyllopachyceras stuckenbergi* (KARAKASCH), *Eulytoceras phestum* (MATHERON), *Protetragonites crebrisulcatus* (UHLIG), *Costidiscus recticostatus* (D'ORBIGNY) (pl. 13, fig. 1), *Costidiscus olcostephanoides* UHLIG, *Macroscaphites yvani* (PUZOS), *Imerites giraudi giraudi* (KILIAN) (pl. 14, fig. 1), *Imerites giraudi multicostatus* TOVBINA (pl. 14, fig. 3), *Eristavia dichotoma* (ERISTAVI) (pl. 14, fig. 4), *Silesites seranonis trajani* (TIETZE).

An outcrop located alongside the Orşova-Moldova Nouă highway very near to the Temeneacia valley (D3, fig. 1 and 9) supplied this valley section with a thin sequence at the Barremian-Aptian boundary, where *Turkmeniceras* cf. *longicostatum* TOVBINA (pl. 20, fig. 2), *Prochelonicera*s sp. ex gr. *P. albrechtiaustriae* (UHLIG) (pl. 20, fig. 3) and *Prodeshayesites bodei* CASEY (pl. 20, fig. 4) were gathered.

The last complementary section, on the Tiganski valley (fig. 10), offered on 12.5 m thick succession of marls and marlstones, the richest assemblage of the Late Barremian below the beds with *Imerites* and *Eristavia*, as follows : *Hypophylloceras barremense* (BUSNARDO) (pl. 10, fig. 1) from the level T8/8 ; *Holcophylloceras* aff. *ernesti* (UHLIG) from the bed T2/2 (pl. 10, fig. 14) and from the bed T8/11 (pl. 10, fig. 13) ; *Holcophylloceras* cf. *sabliense* (KARAKASCH) (pl. 10, fig. 8) from the bed T2/2, *Holcophylloceras* aff. *tethys* (D'ORBIGNY) (pl. 10, fig. 4) from the bed T8/10 ; *Holcophylloceras ponticuli* (ROUSSEAU) n. ssp., from beds T8/7 and T8/10 ; *Phyllopachyceras ladinum* (UHLIG), from beds T2/2-T8/10 ; *Phyllopachyceras bulgaricum* DIMITROVA, from the beds T2/2-T8/10 ; *Phyllopachyceras oregonense* (ANDERSON), from the beds T2/1, T2/4 (pl. 11, fig. 2), T3/8 (pl. 11, fig. 1), and T6/5 ; *Phyllopachyceras bontshevi* MANOLOV, from the beds T2/2 (pl. 11, fig. 3) - T6/5 ; *Phyllopachyceras* ? *segne* DRUSHCHITS, from the beds T2/2, T6/5 and T8/10 ; *Phyllopachyceras hourqui* (COLLIGNON) (pl. 11, fig. 8), from the beds T2/2-T2/4 ; *Lytoceras sauclum* (DRUSHCHITS) (pl. 11, fig. 9), from bed T6/1 ; *Lytoceras striatum* (DRUSHCHITS) (pl. 11, fig. 10), from bed T8/8 ; *Lytoceras anisoptychum* (UHLIG) (pl. 11, fig. 12), from the bed T8/10 ; *Eulytoceras phestum* (MATHERON), from the beds T2/2 and T8/10 (pl. 11, fig. 1) ; *Eulytoceras* aff. *raricinctum* (UHLIG), from the beds T2/2 and T8/13 ; *Eulytoceras* aff. *rosii* (PARONA) (pl. 11, fig. 9), from the bed T8/8 ; *Protetragonites crebrisulcatus* (UHLIG) and *Costidiscus recticostatus* (D'ORBIGNY), from T2/2 and T8/13 ; *Costidiscus olcostephanoides* UHLIG (pl. 12, fig. 11) unprecised bed (coll. G. Popescu) ; *Costidiscus* aff. *nodosostriatus* UHLIG, from T8/8 ; *Costidiscus tardus* AVRAM, from T2/2 (pl. 13, fig. 5) and T8/10 ; *Macroscaphites yvani* (PUZOS) from T3/8 and T8/10 ; *Macroscaphites binodosus* UHLIG, from T2/2 and T2/4 (pl. 14, fig. 10) ; *Macroscaphites ectotuberculatus* AVRAM, from T2/4 (pl. 14, fig. 20) and T8/8 ; *Macroscaphites tirolensis* UHLIG, from T2/2 ; *Argvethites* cf. *lashensis* ROUCHADZE, from T3/8 (pl. 14, fig. 5) and T6/5 ;

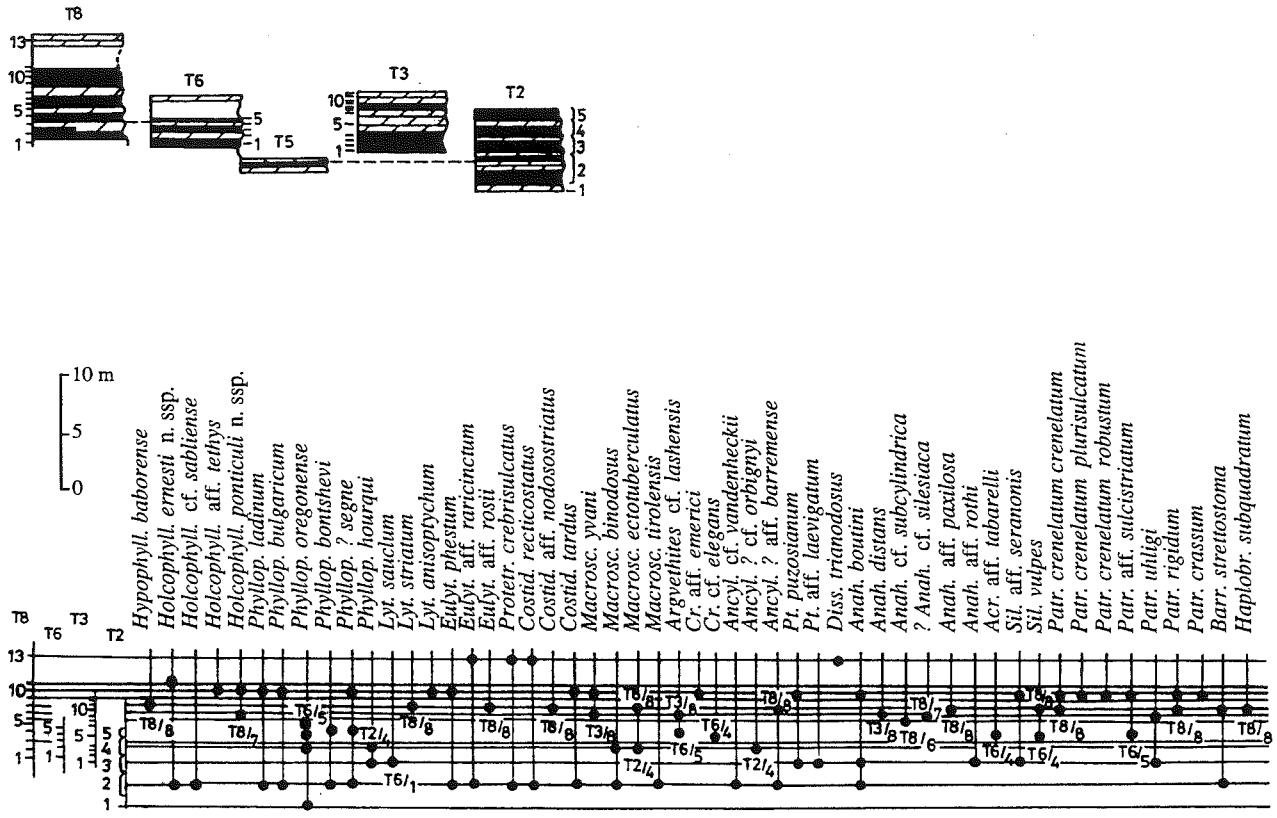


FIG. 10. – Early Upper Barremian ammonite succession in the outcrops along the Tiganski valley. Legend as for the figure 7.

Crioceratites aff. *emerici* LEVEILLÉ (pl. 17, fig. 1 and 2), from T8/10 ; *Crioceratites* cf. *elegans* (D'ORBIGNY), from T6/4 ; *Ancyloceras* cf. *vandenheckii* ASTIER (pl. 15, fig. 12), from T2/2 ; *Ancyloceras* ? cf. *orbignyi* (MATHERON), (pl. 16, fig. 2 and 3), from T2/4; *Ancyloceras* ? aff. *barremense* (KILIAN), from T2/2 (pl. 15, fig. 13) and T8/8 (pl. 16, fig. 1) ; *Ptychoceras puzosianum* D'ORBIGNY, from T 2/2 (pl. 15, fig. 7) and T8/10 (pl. 15, fig. 6), *Ptychoceras* aff. *laevigatum* EGOIAN (pl. 15, fig. 8), from T 2/2 ; *Dissimilites trinodosus* (D'ORBIGNY) (pl. 15, fig. 5), from T8/13 ; *Anahamulina boutini* (COQUAND *in* MATHERON), from T2/2, T2/3 (pl. 14, fig. 10) and T8/10 (pl. 14, fig. 11) ; *Anahamulina distans* (HOHENNEGER) *in* VAŠIČEK (pl. 14, fig. 12), from T3/8 ; *Anahamulina* cf. *subcylindrica* (D'ORBIGNY) (pl. 14, fig. 13), from T8/6 ; ? *Anahamulina* cf. *silesiaca* (UHLIG) from T8/7 ; *Anahamulina* aff. *paxilosa* (UHLIG) (pl. 14, fig. 8) from T8/8 ; *Anahamulina* aff. *rothi* VAŠÍČEK, from T2/3 ; *Acrioceras* aff. *tabarelli* (ASTIER) (pl.14, fig. 7), from T6/4 ; *Silesites* aff. *seranonis* (D'ORBIGNY), from T2/3 (pl. 17, fig. 7) and T8/10 ; *Silesites vulpes* (COQUAND), from T6/4 and T8/8 (pl. 17, fig. 10) ; *Silesites* aff. *vulpes* (COQUAND), from T8/8 (pl. 17, fig. 13) ; *Patruliusiceras crenelatum crenelatum* AVRAM (pl. 18, fig. 17 and 15) from T8/8 and T8/10 ; *Patruliusiceras crenelatum plurisulcatum* AVRAM (pl. 18, fig. 18) and *P. crenelatum robustum* AVRAM, from T8/10 ; *Patruliusiceras sulcistriatum* (KARAKASCH), from T6/5 (pl. 18, fig. 8) and T8/10 (pl. 18, fig. 7) ; *Patruliusiceras uhligi* AVRAM, from T2/3 (pl. 18, fig. 3) and T8/4 (pl.18, fig. 1 and 2) ; *Patruliusiceras rigidum* AVRAM, from T8/8 and T8/10 (pl. 18, fig. 6) ; *Patruliusiceras ? crassum* AVRAM, from T8/10 ; *Barremites strettostoma* (UHLIG), from T2/2 up to T8/8 ; and *Haplobrancoceras subquadratum* AVRAM (pl. 19, fig. 8), from T8/8.

Biostratigraphic remarks

The Barremian ammonite faunas of Svinița generally confirm the zonal succession proposed in Digne, 1990 [Hoedemaeker and Bulot 1990] ; nevertheless, the local stratigraphical conditions, namely the slow rate of sedimentation in the lower part of the stage, favouring a faunal condensation, are not proper to a very detailed biostratigraphy.

As a feature of the lowermost Lower Barremian ammonite succession in the Svinița area could be undelined the presence of a rather poor first (basal) assemblage, displaying only the first representatives of the genera *Eoleptoceras (E. parvulum), Psilotissotia (P. favrei)* and *Barremites.*

The Lower Barremian interval is characterised there by the coexistence of *Spitidiscus hugii* and *Holcodiscus caillaudianus*, beside *Silesites vulpes, Patruliusiceras ?*

trapezoidale, etc., both in the lower and in the upper part of the succession (fig. 9, fossiliferous levels A and C) ; some other species, such as *Dissimilites trinodosus* and *Phyllopachyceras hourqui* appear in the upper part of the Lower Barremian rock-sequence (level C, fig. 9).

The Vandenheckii zone of the late Barremian is well represented in the lower part of the Tiganski valley succession, where also rises the group *Ancyloceras ? barremense - A. ? orbignyi* characterising in the area here discussed the interval between this zone and the Giraudi zone.

The lowermost Upper Barremian is also characterised by the pulchelliids of the *Heinzia* group, and also by arising of the first *Costidiscus* and *Macroscaphites* representatives, of *Silesites seranonis, Barremites strettostoma* and *Eulytoceras phestum.*

The richest assemblage of the Giraudi zone was identified on the Temeneacia valley (fig. 9), where some representatives of the genus *Eristavia* precede the *Imerites giraudi* rise.

Unfortunately, the last interval of the Barremian stage is not well characterised in the Svinița area (it is covered) ; the only fact here registered is the presence at the Barremian-Aptian boundary of the species *Turkmeniceras longicostatum*, which in Turkmenia appears below the beds with *Deshayesites*, but in Svinița was met in assemblage with *Procheloniceras* ex gr. *albrechtiaustriae* and *Prodeshayesites bodei* (fig. 9, D3), i.e. in the earliest Aptian.

The Early Aptian could be defined in Svinița both by *Deshayesites weissi* and by *D. forbesi*, these two species having the same range in the only two outcrops of Aptian age (fig. 7, D1 and S1).

5. – Conclusions

The continuous Lower Cretaceous succession of pelagic deposits in the Svinița region displayed ammonite assemblages in almost all the Valanginian-Lower Aptian interval.

In the Valanginian rock-sequence, these ammonite assemblages are very similar to those of the South-East France, even poorer, the Otopeta, Pertransiens, Campylotoxus, Trinodosum and Callidiscus zones being recognised.

The Hauterivian ammonite assemblages are, in Svinița, highly dominated by uncoiled ammonites, especially by representatives of the genus *Crioceratites*, and thus only the Nodosoplicatum, Balearis and Angulicostata zones were identified. As for the *Pseudothurmannia* dominated rock-sequence at the top of the Hauterivian stage, it could be divided into two intervals characterised by different species of this genus, *P. angulicostata* ranging only in the upper of them. In the same rock-sequence there were also recorded the first representatives of the genus *Paraspiticeras.*

The Lower Barremian fossil assemblages, very rich in pyritised ammonites, but included in a slow-rate-sedimented rock-sequence (thus partly condensed), even displaying most of the index fossils of the same interval in South-East France, were not proper for a detailed comparison with.

The Late Barremian, characterised at the base by the pulchelliids of the *Heinzia* group, by the first *Macroscaphites* and *Costidiscus*, by the first *Silesites seranonis, Barremites strettostoma* and *Eulytoceras phestum*, offered also *Ancyloceras vandenheckii*, the index species of the lowermost Upper Barremian zone, followed by *Ancyloceras ?* ex gr. *barremense-orbignyi* which define here the interval between the Vandenheckii and the Giraudi zones. The interval above the Giraudi zone is completely covered, and only the first Aptian beds crop out, displaying a species of *Turkmeniceras*, in assemblage with *Procheloniceras* and *Prodeshayesites*. At the last, the Lower Aptian rock-sequence pertains, in Svinița, to the *Deshayesites weissi* or *Deshayesites forbesi* range both these species characterising the first zone of the Aptian stage.

References

AVRAM, E. (1976). – La succession des dépôts tithoniques supérieurs et crétacés inférieurs de la région de Sviniţa (Banat). *Dări de seamă ale şedinţelor*, **62**, 4, 53-71, Bucureşti.

AVRAM, E. (1988). – The Early Cretaceous (Berriasian-Barremian) Ammonite Assemblages in Romania. *In* : Wiedman, J. & Kullmann, J. (Eds.), Cephalopods - Present and Past, 607-619, Stuttgart.

AVRAM, E., BUCUR, I., & POPESCU, O. (1987). – Considérations sur quelques faunes d'ammonites éocrétacées de la zone de Reşiţa (SW de la Roumanie). *Dări de seamă ale şedinţelor*, **72-73**, 3, 21-35, Bucureşti.

AVRAM, E., DRĂGĂNESCU A., SZASZ L. & NEAGU, T. (1988). – Stratigraphy of the outcropping cretaceous deposits in Southern Dobrogea (SE Romania). *Mémoires, Institut de Géologie et de Géophysique*, **33**, 5-43, Bucarest.

AVRAM, E. & GRĂDINARU, E. (1993). – A peculiar Upper Valanginian cephalopod fauna from the Carpathian Bend (Codlea town area, Romania) : biostratigraphic and paleobiogeographic implications. *Jahrbuch der geologische Bundesanstalt*, **136**, 4, 665-700, Wien.

BOLDOR, C. & AVRAM, E. (1972). – Asupra prezenţei Albianului în zona Sviniţa (Banat). Sur la présence de l'Albien dans la zone de Sviniţa (Banat). *Dări de seamă ale şedinţelor*, **58**, 4, 73-81, Bucureşti (rumanian, french abstract).

BORDEA, S., BORDEA J., GEORGESCU, V., MANTEA G. & PURICEL, R. (1967). – Asupra prezenţei unei fauna Hauteriviene în Masivul calcaros Cetea-Pleaşa din Galda-Rîmeţi. La présence d'une faune hauterivienne dans le massif calcaire de Cetea-Pleaşa, de la zone de Galda-Rîmeţi. *Dări de seamă ale şedinţelor*, **54**, 1, 223-237, Bucureşti (rumanian, french abstract).

BUSNARDO, R., THIEULOY, J.P., MOULLADE, M., ALLEMAN, F., COMBEMOREL, R., COTILLON, P., DONZE, P., FERRY, S., MANIVIT, H., REMANE, J. & RIO, M. (1979). – Hypostratotype Mésogéen de l'étage Valanginien (Sud-Est de la France). C.N.R.S. Ed., 143 pp., Paris.

BUSNARDO, R. & THIEULOY, J.P. (1989). – Les ammonites de l'Hauterivien Jurassien : révision des faunes de la région du stratotype historique de l'étage Hauterivien. *Mémoires de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles*, **XI**, 101-147, Neuchâtel.

COMPANY, M. (1987). – Los Ammonites valanginiense del sector oriental de las Cordilleras Béticas (SE de España). Thesis, Universidad de Granada. Departamiento de Estratigrafia y Paleontologia, 294 pp., Granada.

HOEDEMAECKER, PH. & BULOT, L. (1990). – Preliminary Ammonite Zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean region. *Géologie Alpine*, **66**, 123-127, Grenoble.

KOCH, F. (1912). – Bericht über meine paläontologischen Aufsammlungen und stratigraphischen Beobachtungen wärend des Sommers 1909 in der Umgebung von Szvinica im Komitat Krassoszörény. *Jahrbuch der k. k. Geologisches Reichsanstalt* f. 1909, 123-126, Budapest.

KUDERNATSCH, J. (1852). – Die Ammoniten von Swinitza. *Abhandlungen der k. k. geologisches Reichsanstalt*, **I**, 15 pp., Wien.

MANDOV, G. (1976). – L'étage Hauterivien dans les Balkanides occidentales (Bulgarie de l'Ouest) et sa faune d'ammonites. *Annuaire de l'Université de Sofia*, (Sér. Géologie Géographie), **67**, 11-99, Sofia (bulgarian, french abstract).

MUTIHAC, V. (1959). – Etudes géologiques dans la partie centrale de la zone Reşiţa–Moldova Nouă (Banat). *Rumanian Academy of Sciences Press*, 106 pp., Bucureşti (rumanian).

MUŢIU, R. (1967). – Contributions à l'étude paléontologique du Crétacé inférieur de la Plate-forme Moesique. Association géologique Carpatho-balkanique, VIII° Congrès, Rapports, Stratigraphie, 315-321, Belgrade.

MUŢIU, R. (1972). – Noi contribuţii la Studiul Paleontologic şi stratigrafia al depozitelor albiene din platforma Moesică. New contributions to the paleontological and stratigraphic study of the Albian deposits in the Moesian platform. *Studii şi cercetări de geologie, geofizică, geografie* (Sér. Géologie), **17**, 1, 131-150, Bucureşti (rumanian, english abstract).

PATRULIUS, D. & AVRAM, E. (1976a). – Les céphalopodes des couches de Carhaga (Tithonique supérieur-Barrémien inférieur). *Mémoires, Institut de Géologie et de Géophysique*, **24**, 153-201, Bucureşti.

PATRULIUS, D. & AVRAM, E. (1976b). – Stratigraphie et corrélation des terrains néocomiens et barrémo-bédouliens du Couloir de Dîmbovicioara (Carpates Orientales). *Dări de seamă ale şedinţelor*, **62**, 4, 135-160, Bucureşti.

RĂILEANU, G. (1960). – Recherches géologiques dans la région Sviriţa-Faţa Mare. *Annuaire du Comité Géologique*, **26-28**, 347-383, Bucureşti.

RĂILEANU G. & POPESCU, G. (1964). – Studiul micropalontologic al cretacicului inferior de la Sviniţa (Banatul du sud). L'étude micropaléontologique du Crétacé inférieur de Sviniţa. *Studii şi cercetări de geologie, geofizică, geografie* (ser. geologie), **9**, I, 51-60, Bucureşti (rumanian).

RĂILEANU G., TODIRIŢĂ-MIHĂILESCU, V. & MUŢIU, R. (1969). – Nouvelles contributions à la connaissance de l' éocrétacé de la région Sviniţa et corrélation avec l'éocrétacé de la plate-forme Moesique. *Analele Universităţii Bucureşti*, Géologie, 127-136, Bucureşti.

SAYN, G. (1907). – Les ammonites pyriteuses des marnes valanginiennes du sud-est de la France. *Mémoires de la Societé géologique de France, Paléontologie*, **23**, 5, 29-66, Paris.

SĂNDULESCU, M. (1984). – Geotectonics of Romania. 334 pp. Editura Tehnică, Bucureşti (rumanian, english abstract).

SCHAFFARZIK, F. (1894). – Die geologischen Verhältnisse der Umgebungen von Eibenthal-Ujbanya, Tiszovicza und Svinyicza. *Jahrbuch der k. ungarn geologischen Anstalt* 1892, 140-159, Budapest.

TIETZE, E. (1872). – Geologische und paläontologische Mittheilungen aus dem südlichen Theil des Banater Gebirgsstockes. *Jahrbuch der k. k. geologische Reichsanstalt*, **22**, 35-142, Wien.

UHLIG, V. (1902). – Uber die Cephalopodenfauna der Teschener und Grodischter Schichten. *Denkschriften d. matematisch-nalturwissenschaftlischen Klasse d. kaiserlischen Akademie der Wissenschaften*, **72**, 1-87, Wien.

VAŠÍČEK, Z. (1975). – Zur Revision der Ammoniten von der Oberen Těšin-Schichten (Valendis-Stufe). *Sbornik geologickych věd, Paleontologie*, **17**, 71-105.

Plate 1

Valanginian ammonite assemblage

Fig. 1 — *Lytoceras* aff. *strambergense* ZITTEL. Late Valanginian. Vodiniciki valley, bed 31. **x 1.**

Fig. 2 — *Protetragonites* cf. *quadrisulcatus* (D'ORBIGNY). Early Valanginian. Right slope of the Murguceva valley, M023. **x 1.**

Fig. 3 — *Bochianites* cf. *neocomiensis* (D'ORBIGNY). Late Valanginian ? Right slope of the Murguceva valley, M036. **x 1.**

Fig. 4 — *Oosterella* cf. *gaudryi* (NICKLES). Late Valanginian. Vodiniciki valley, bed 32. **x 1.**

Fig. 5 — *Rodighieroites* cf. *rutimeyeri* (OOSTER). Late Valanginian. Vodiniciki valley, bed 31. **x 1.**

Fig. 6 — *Kilianella retrocostata* (SAYN). Early Valanginian. Right slope of the Murguceva valley, M028-M029. **x 1.**

Fig. 7, 8 — *Kilianella* aff. *roubaudiana* (D'ORBIGNY). Early Valanginian. 7 : from the right slope of the Murguceva valley, M024 ; 8 : from the lower course of the Murguceva valley, 120 m upstream its mouth. **x 1.**

Fig. 9 — *Kilianella* cf. *pexiptycha* (UHLIG). Early Valanginian. Lower course of the Murguceva valley, 120 m upstream from its mouth. **x 1.**

Fig. 10, 11 — *Kilianella* cf. *lucensis* (SAYN). Early Valanginian. 10, Orşova-Moldova Nouă highway, 190 m NW of the Iordumovacia valley ; 11 : lower course of the Murguceva valley, 120 m upstream from its mouth. **x 1.**

Fig. 12 — *Luppovella paquieri* (SAYN *non* SIMIONESCU). Late Valanginian. Vodiniciki valley, bed 31. **x 1.**

Fig. 13 — *Neocomites (Neocomites) neocomiensis* (D'ORBIGNY). Early Valanginian. Right slope of the Murguceva valley, M0240. **x 1.**

Fig. 14 — *Neocomites (Teschenites) neocomiensiformis* (UHLIG). Early Valanginian. Orşova-Moldova Nouă highway, 100 m SE of the Murguceva valley. **x 1.**

Fig. 15 — *Neocomites (Teschenites) teschenensis* (UHLIG). Late Valanginian. Vodiniciki valley, bed 31. **x 1.**

Fig. 16 — *Neocomites (Teschenites)* cf. *flucticulus* THIEULOY. Late Valanginian. Right slope of the Murguceva valley, bed M041. **x 1.**

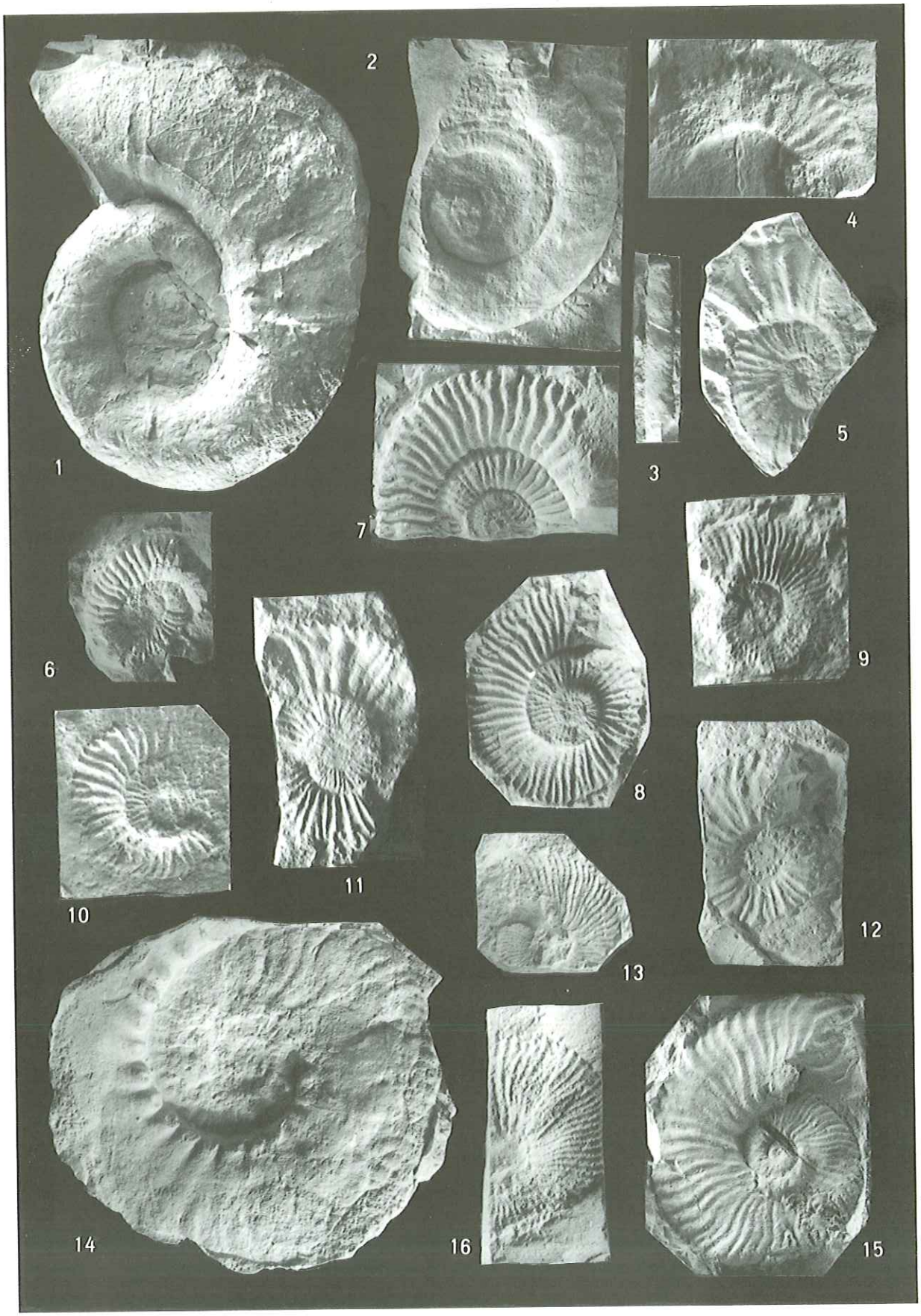

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

Plate 2

Valanginian ammonite assemblage

Fig. 1a, 1b — *Neocomites (Teschenites) pachydicranus* THIEULOY. Valanginian-Hauterivian boundary. Right slope of the Murguceva valley, bed M042. **x 1.**

Fig. 2 — *Neocomites (Teschenites)* cf. *callidiscus* THIEULOY. Late Valanginian. Vodiniciki valley, bed between 32 and 33. **x 1.**

Fig. 3 — *Thurmanniceras* cf. *otopeta* THIEULOY. Orşova-Moldova Nouă highway, 185 m NW of the Iordumovacia valley. **x 1.**

Fig. 4 — *Thurmanniceras* cf. *thurmanni* (PICTET & CAMPICHE). Early Valanginian. Lower course of the Murguceva valley, 120 m upstream from its mouth. **x 1.**

Fig. 5 — *Busnardoites campylotoxus* (UHLIG). Early Valanginian. Orşova-Moldova Nouă highway, 100 m SE of the Murguceva valley. **x 1.**

Fig. 6 — *Olcostephanus* cf. *drumensis* (KILIAN). Early Valanginian. Orşova-Moldova Nouă highway, 200 m NW of the Iordumovacia valley. **x 1.**

Fig. 7, 8, 9 — *Olcostephanus* aff. *catulloi* (RODIGHIERO). Valanginian. 7, 8 : Right slope of the Murguceva valley, beds M037–M032 ; 9 : Orşova-Moldova Nouă highway, 25 m SE of the Murguceva valley. **x 1.**

Fig. 10 — *Olcostephanus* cf. *sayni* (KILIAN). Late Valanginian ? Right slope of the Murguceva valley, bed M034 M035. **x 1.**

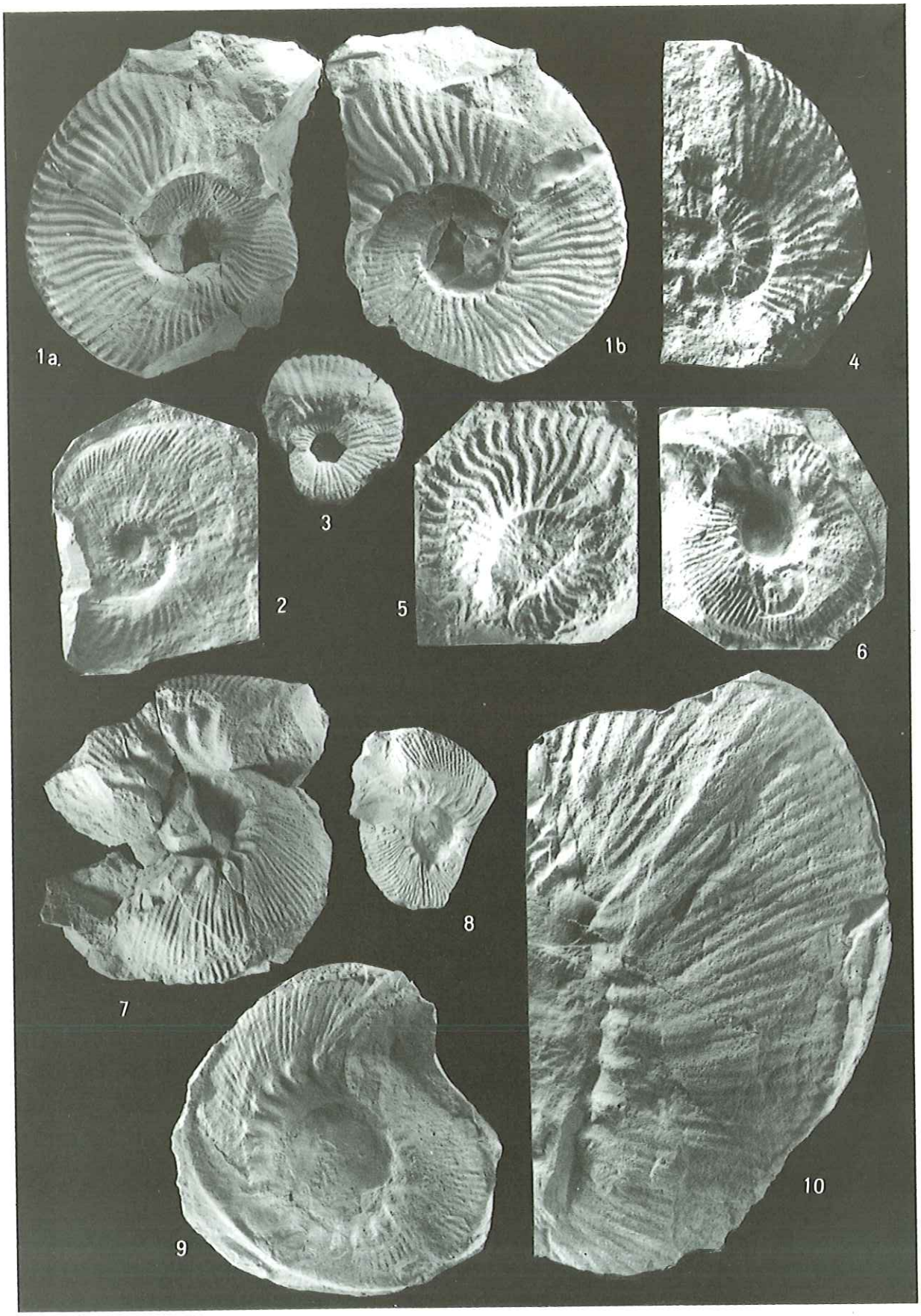

1a.
1b
4
3
2
5
6
8
7
10
9

Plate 3

Hauterivian ammonite assemblage

Fig. 1 — *Phyllopachyceras infundibulum* (D'ORBIGNY). Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V5. **x 1.**

Fig. 2 — *Phyllopachyceras ladinum* (UHLIG). Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V5. **x 1.**

Fig. 3a, 3b — *Phyllopachyceras bulgaricum* DIMITROVA. Early (?) Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V3. **x 1.**

Fig. 4 — *Lytoceras subfimbriatum* (D'ORBIGNY). Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V5. **x 1.**

Fig. 5 — *Paraspinoceras jourdani* (ASTIER). Early Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V1. **x 1.**

Fig. 6 — *Paraspinoceras pulcherrimum* (D'ORBIGNY). Late Hauterivian ? Watershed between the Murguceva and Vodiniciki valleys, site 68. **x 1.**

Fig. 7 — *Acrioceras* sp. aff. *A. tabarelli* (ASTIER). Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V7/1. **x 1.**

Fig. 8 — *Euptychoceras inornatum* (SIMIONESCU). Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V5. **x 1.**

Fig. 9 — *Anahamulina* sp. aff. *A. subcincta* (UHLIG). Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V8/1. **x 1.**

1
2
3b
3a
4
6
5
7
8
9

Plate 4

Hauterivian ammonite assemblage

Fig. 1a, 1b — *Acrioceras seringei* (ASTIER). Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V4. **x 1.**

Fig. 2 — *Hamulina astieriana* D'ORBIGNY. Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V7/1. **x 0.75.**

Fig. 3 — *Hamulina* cf. *astieriana* D'ORBIGNY. Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V 7/3. **x 1.**

Fig. 4 — *Hamulina* cf. *alpina* D'ORBIGNY. Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V7/4. **x 0.75.**

1a
1b
2
3
4

Plate 5

Hauterivian ammonite assemblage

Fig. 1, 2 — *Euptychoceras* cf. *teschenense* (HOHENEGGER *in* UHLIG). Early Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V2. **x 1.**

Fig. 3 — *Haploceras (Neolissoceras) grasianum* (D'ORBIGNY). Late Hauterivian. Orşova-Moldova Nouă highway, between the sites 4 and 5. **x 1.**

Fig. 4 — *Crioceratites* cf. *duvali sarasini* (SARKAR). Early Hauterivian. 4 : Orşova-Moldova Nouă highway, 140 m NW of the Murguceva valley ; 5 : Vodiniciki valley, site V2. **x 1.**

Fig. 6, 7 — *Crioceratites matsumotoi* (SARKAR). 6 : Ordinarily ribbed variety, gathered from the right slope of the Murguceva valley, bed M050 ; 7 : thin ribbed variety, from the Vodiniciki valley, bed V1. **x 1.**

Fig. 8, 9 — *Crioceratites* aff. *matsumotoi* (SARKAR). Early Hauterivian. 8 : Orşova-Moldova Nouă highway,140 m NW of the Murguceva valley ; 9 : Vodiniciki valley, site V2. **x 1.**

1
2
3
4
5
6
7
8
9

Plate 6

Hauterivian ammonite assemblage

Fig. 1, 2, 3 — *Crioceratites quenstedti* (OOSTER). 1 : Early Hauterivian, Orşova-Moldova Nouă highway, 140 m NW of the Murguceva valley. 2, 3 : Late Hauterivian ? Watershed between the Murguceva and Vodiniciki valleys, sites 67 and 69 + 25, respectively. **x 1.**

Fig. 4 — *Crioceratites balearis* (NOLAN). Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V5. **x 1.**

Fig. 5 — *Crioceratites mandovi* nom. nov. [= *Crioceratites villersianum bituberculatum* (SARKAR), *in* MANDOV, 1976]. Early Hauterivian. Vodiniciki valley, site V2. **x 1.**

Fig. 6 — *Crioceratites majoricensis* (NOLAN). Early Hauterivian. Vodiniciki valley, bed VI. **x 1.**

Fig. 7, 8 — *Crioceratites nolani* (KILIAN). Late Hauterivian. 7 : Vodiniciki valley, site V7/2 ; 8 : Vodiniciki valley, site V4. **x 1.**

Fig. 9 — *Crioceratites trituberculatus* (SARKAR). Late Hauterivian ? Right slope of the Murguceva valley, bed M049. **x 1.**

1
2
3
4
5
6
7
8
9

Plate 7

Hauterivian ammonite assemblage

Fig. 1 — *Crioceratites trituberculatus* (SARKAR). 1 : Late Hauterivian ? Right slope of the Murguceva valley, bed M050 ; 2 : Early Hauterivian, Vodiniciki valley, site V2. **x 1.**

Fig. 3 — *Crioceratites basseae* (SARKAR). Late Hauterivian. Vodiniciki valley, site V4/2. **x 1.**

Fig. 4 — *Crioceratites* cf. *binelli* ASTIER. Late Hauterivian ? Watershed between the Murguceva and Vodiniciki valleys, site 66 + 45. **x 1.**

Fig. 5, 6a, 6b — *Crioceratites sornayi* (SARKAR). 5 : Late Hauterivian ? Watershed between the Murguceva and Vodiniciki valleys, site 69 ; 6 : Late Hauterivian, Vodiniciki valley, bed V7/2 **x 1.**

Fig. 7 — *Crioceratites piveteaui* (SARKAR). Late Hauterivian ? Right slope of the Murguceva valley, bed M049. **x 1.**

Fig. 8 — *Crioceratites emerici* LEVEILLÉ. Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V7/1. **x 1.**

Fig. 9 — *Crioceratites thiollierei* (ASTIER). Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V8/1. **x 1.**

1
2
3
4
5
6 a
6 b
7
8
9

Plate 8

Hauterivian ammonite assemblage

Fig. 1 — *Crioceratites ?* aff. *astierianus* (D'ORBIGNY). Late Hauterivian ? Watershed between the Murguceva and Vodiniciki valleys, site 68. **x 1.**

Fig. 2 — *Pseudothurmannia* cf. *belimelense* DIMITROVA. Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V7/4. **x 1.**

Fig. 3, 4 — *Pseudothurmannia* cf. *pseudomalbosi* (SARASIN & SCHÖNDELMAYER). Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V7/5. **x 1.**

Fig. 5, 6, 7 — *Pseudothurmannia picteti* SARKAR. Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V8/1. **x 1.**

Fig. 8 — *Pseudothurmannia* aff. *picteti* Sarkar. Late Hauterivian. Orşova-Moldova Nouă highway, site 3. **x 1.**

Fig. 9, 10 — *Pseudothurmannia biassalense* DIMITROVA. Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V8/l. **x 1.**

1
2
3
4
5
6
9
7
8
10

Plate 9

Hauterivian ammonite assemblage

Fig. 1a, 1b, 2 — *Pseudothurmannia* cf. *angulicostata* (D'ORBIGNY). Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V8/1. **x 1.**

Fig. 3 — *Pseudothurmannia* cf. *catulloi* (PARONA). Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V8/1. **x 1.**

Fig. 4a, 4b, 5a, 5b — *Spitidiscus* cf. *incertus* (D'ORBIGNY). Early Hauterivian. 4 : Right slope of the Murguceva valley, corelated with the site 8 from the Orşova-Moldova Nouă highway ; 5 : Vodiniciki valley, site V1. **x 1.**

Fig. 6 — *Lyticoceras* cf. *cryptoceras* (D'ORBIGNY). Early Hauterivian. Orşova-Moldova Nouă highway, 150 m NW from the Murguceva valley. **x 1.**

Fig. 7 — *Paraspiticeras pachycyclum* (UHLIG). Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V7/2. **x 1.**

Fig. 8 — *Paraspiticeras guerinianum* (D'ORBIGNY). Late Hauterivian. Vodiniciki valley, bed V8/1. **x 1.**

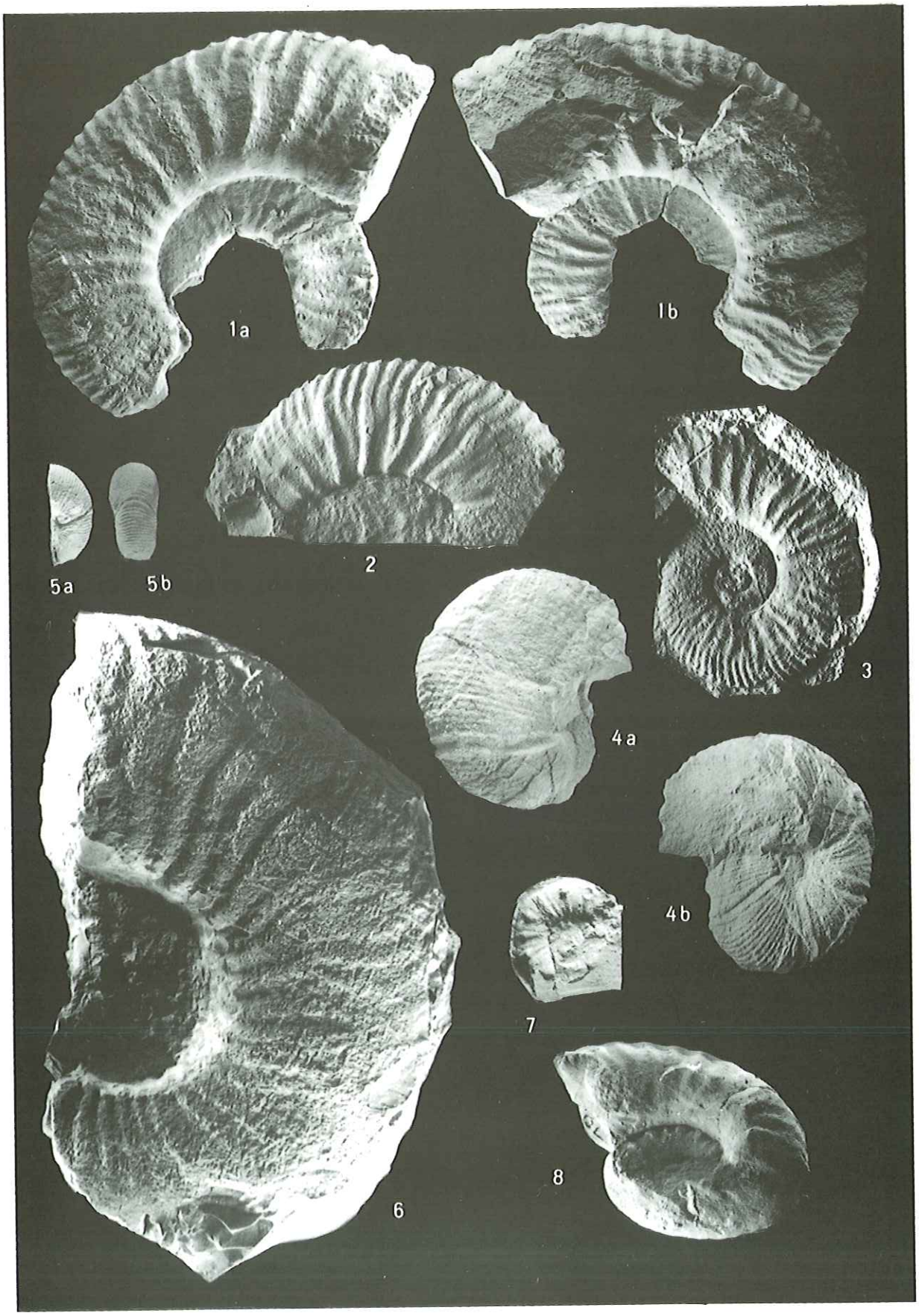

1a
1b
2
3
4a
4b
5a
5b
6
7
8

Plate 10

Barremian ammonite assemblage

Fig. 1a, 1b — *Hypophylloceras barremense* (BUSNARDO). Late Barremian. Tiganski valley, bed T8/8. **x 1.**

Fig. 2, 3, 4 — *Holcophylloceras* ? aff. *tethys* (D'ORBIGNY). 2 : Early Barremian, Temeneacia valley (site A) ; 3 and 4 : Late Barremian, from the Orşova-Moldova Nouă highway (2+40) and from the Tiganski valley, respectively. **x 1.**

Fig. 5a, 5b, 6a, 6b, 7 — *Holcophylloceras ponticuli* (ROUSSEAU) n. ssp.. 5 : Early Barremian, Temeneacia valley (site A) ; 6 and 7 : Late Barremian, route Orşova-Moldova Nouă, from the sites 2 and 2+40, respectively. **x 1.**

Fig. 8 — *Holcophylloceras* cf. *sabliense* (Karakasch). Late Barremian. Tiganski valley, bed T2/2. **x 1.**

Fig. 9, 10a, 10b, 11a, 11b — *Holcophylloceras ernesti* (UHLIG) n. ssp.. Late Barremian. 9 : Orşova-Moldova Nouă highway at the site 2 + 40 ; 10 and 11 : Danube bank (O), and Danube slope (L) at the same level. **x 1.**

Fig. 12, 13 — *Holcophylloceras* aff. *ernesti* (UHLIG). Late Barremian. Tiganski valley (beds T8/11 and T2/2, respectively). **x 1.**

Fig. 14 a, 14b, 14c — *Phyllopachyceras ladinum* (UHLIG). Late Barremian. Orşova-Moldova Nouă highway (site 2+40). **x 1.**

Fig. 15a, 15b, 16a, 16b — *Phyllopachyceras bulgaricum* DIMITROVA. Late Barremian. Orşova-Moldova Nouă highway (site 2+40) and the Danube bank (O) at the same level. **x 1.**

Fig. 17a, 17b — *Phyllopachyceras eichwaldi occidentale* WIEDMANN. Late Barremian. Danube bank (site O). **x 1.**

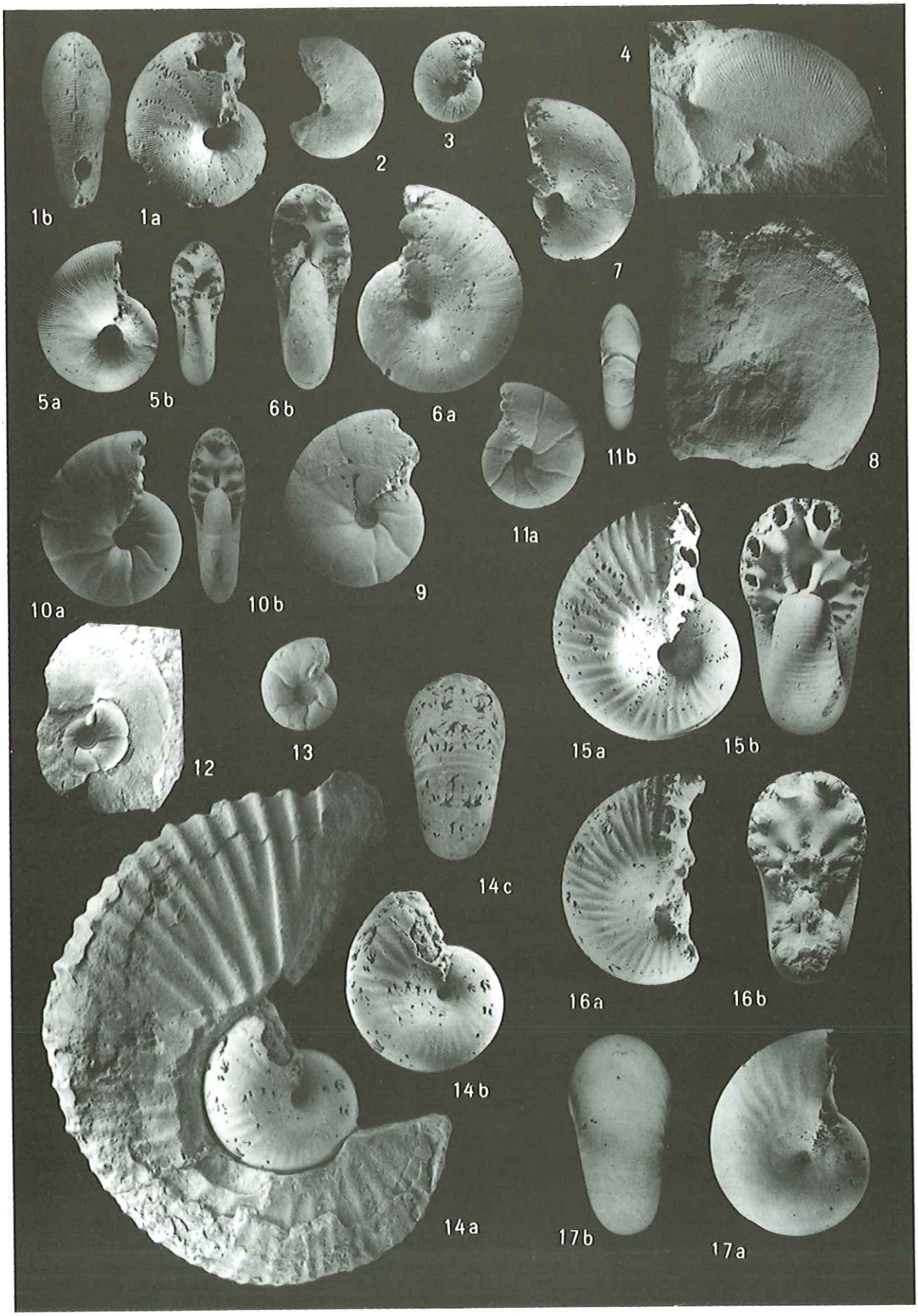

1b
1a
2
3
4
5a
5b
6b
6a
7
11b
8
11a
10a
10b
9
12
13
15a
15b
14c
16a
16b
14b
14a
17b
17a

Plate 11

Barremian ammonite assemblage

Fig. 1, 2 — *Phyllopachyceras oregonense* (ANDERSON), Late Barremian. Tiganski valley (sites T3/8 and T2/4, respectively). **x 1.**

Fig. 3 — *Phyllopachyceras bontshevi* MANOLOV. Late Barremian. Tiganski valley (site T2/2). **x 1.**

Fig. 4a, 4b, 4c, 5 — *Phyllopachyceras stuckenbergi* (KARAKASCH). Late Barremian. Orşova-Moldova Nouă highway (site l). **x 1.**

Fig. 6 — *Phyllopachyceras ? segne*.DRUSHCHITS. Late Barremian, from the Danube left slope (site L). **x 1.**

Fig. 7a, 7b, 8 — *Phyllopachyceras hourqui* (COLLIGNON). Late Barremian. 7 : the Danube bank (site O) ; 8 : Tiganski valley (T2/3). **x 1.**

Fig. 9 — *Lytoceras* cf. *sauclum* (DRUSHCHITS). Late Barremian. Tiganski valley (bed T6/1). **x 1.**

Fig. 10 — *Lytoceras striatum* (DRUSHCHITS). Late Barremian. Tiganski valley (bed T8/8). **x 1.**

Fig. 11 — *Lytoceras* aff. *striatum* (DRUSHCHITS). Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig. 12 — *Lytoceras anisoptychum* (UHLIG). Late Barremian. Tiganski valley (bed T8/10). **x 1.**

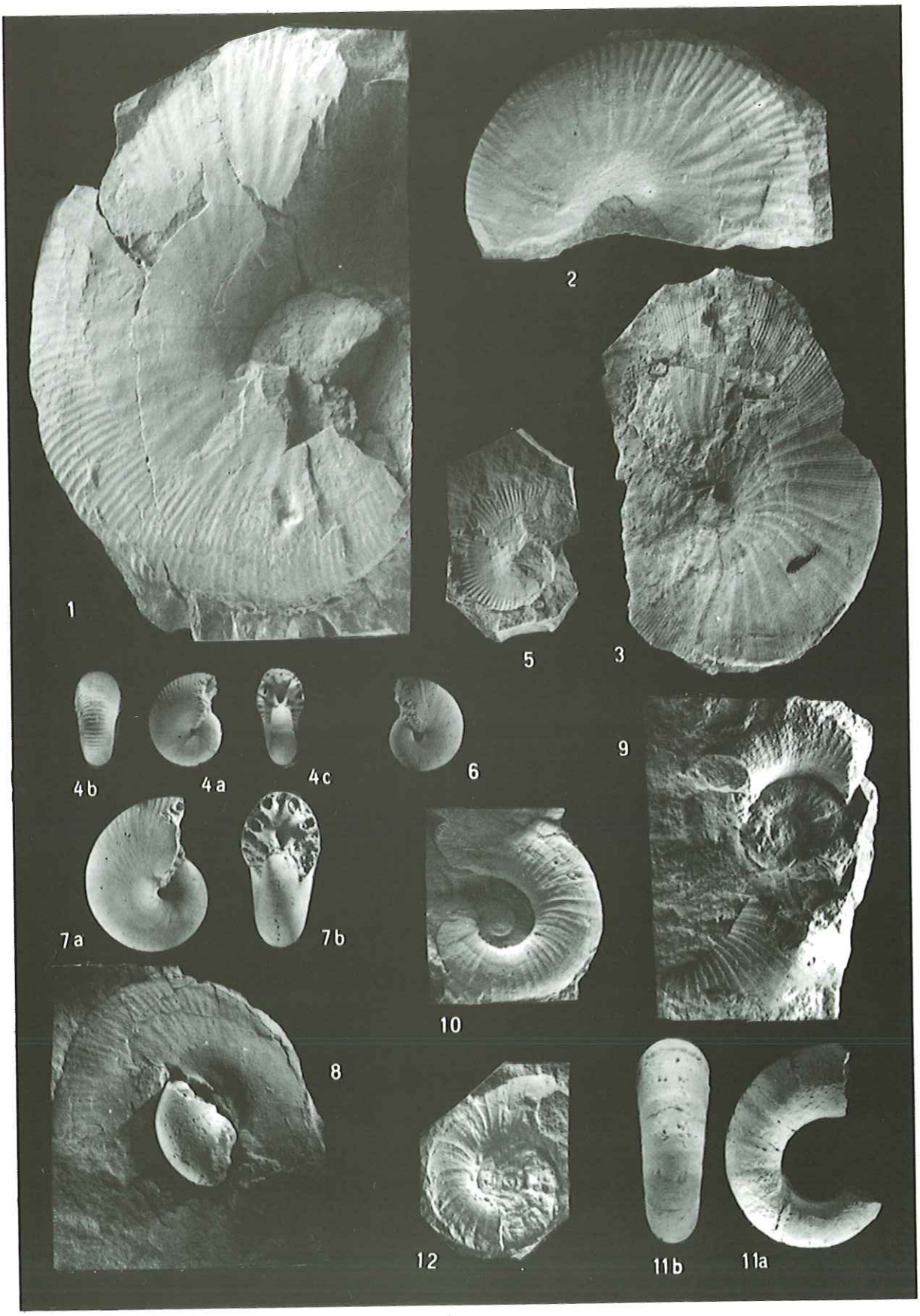

1
2
3
5
4b
4a
4c
6
9
7a
7b
10
8
12
11b
11a

Plate 12

Barremian ammonite assemblage

Fig. 1, 2a, 2b, 3a, 3b — *Eulytoceras phestum* (MATHERON). Late Barremian. 1 : Tiganski valley (bed T8/10) ; 2 : Orşova-Moldova Nouă highway (site 2+40) ; 3: the same level, at the Danube bank (O). **x 1.**

Fig. 4a, 4b, 4c, 5a, 5b — *Eulytoceras* aff. *intemperans* (MATHERON). Late Barremian. 4 : from the right slope of the Vodiniciki valley [below *Imerites giraudi* (KILIAN)] ; 5 : left slope of the Danube (site L). **x 1.**

Fig. 6 — *Eulytoceras* aff. *rosii* (PARONA). Late Barremian. Tiganski valley (bed T8/8). **x 1.**

Fig. 7 — *Eulytoceras* aff. *raricinctum* (UHLIG). Late Barremian. Vodiniciki valley (site V11). **x 1.**

Fig. 8a, 8b, 9 — *Protetragonites crebrisulcatus* (UHLIG). Late Barremian. 8 : Vodiniciki valley (site Vll) ; 9 : Orşova-Moldova Nouă highway (site 2). **x 1.**

Fig. 10a, 10b — *Costidiscus recticostatus* (D'ORBIGNY). Late Barremian, from the highway Orşova-Moldova Nouă (site 2+40). **x 1.**

Fig. 11 — *Costidiscus olcostephanoides* UHLIG. Late Barremian, Tiganski valley. **x 1.**

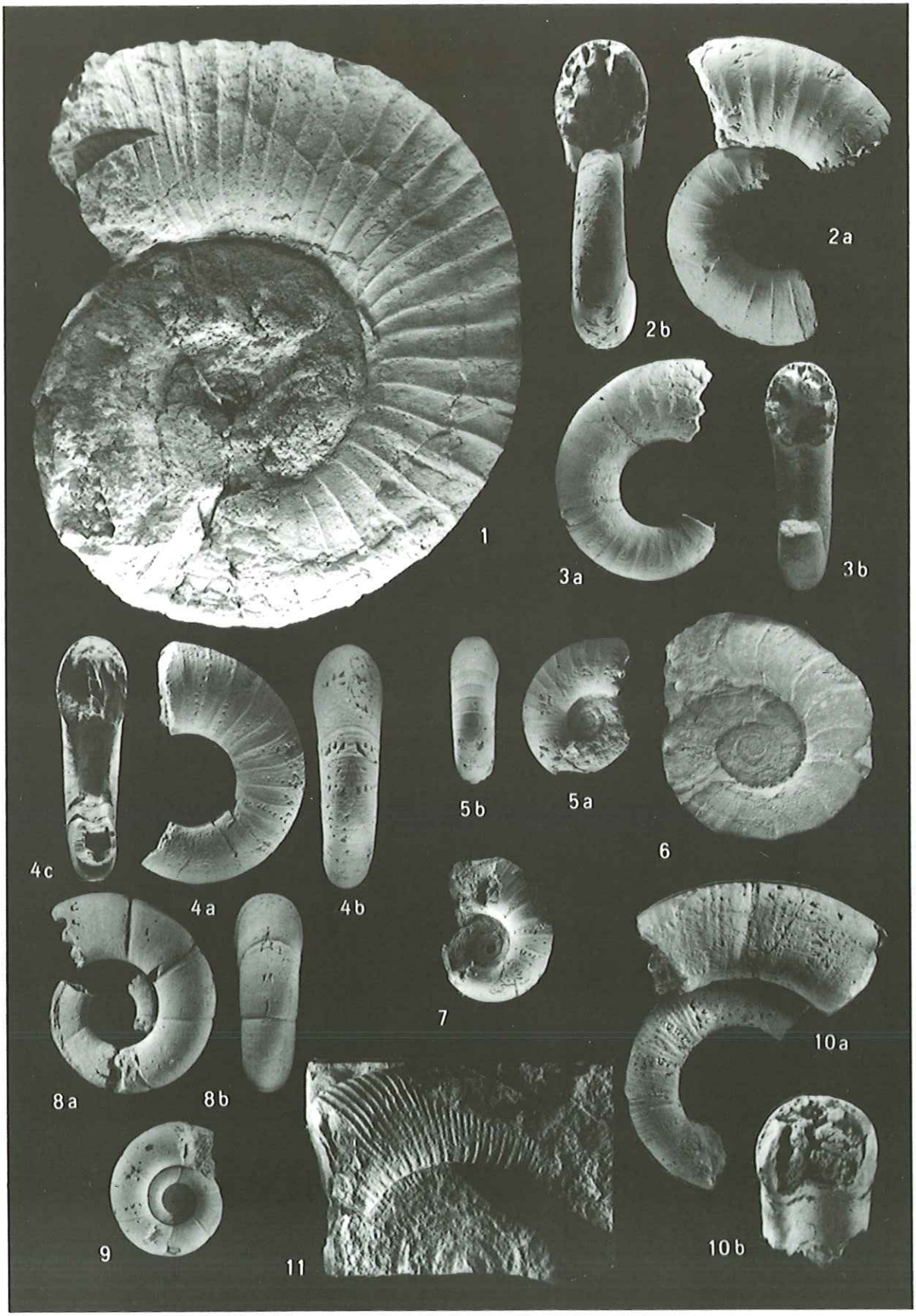

1
2a
2b
3a
3b
4c
4a
4b
5b
5a
6
7
8a
8b
9
10a
10b
11

Plate 13

Barremian ammonite assemblage

Fig. 1 — *Costidiscus recticostatus* (D'ORBIGNY). Late Barremian. Temeneacia valley (bed S4). **x 1.**

Fig. 2 — *Costidiscus* cf. *rakusi* UHLIG. Late Barremian. Vodiniciki valley (site V11). **x 1.**

Fig. 3a, 3b, 4 — *Costidiscus* aff. *nodosostriatus* UHLIG. Late Barremian. 3 : Orşova-Moldova Nouă highway (site 2+40) ; 4 : Tiganski valley (bed T8/8). **x 1.**

Fig. 5 — *Costidiscus tardus* AVRAM. Late Barremian. Tiganski valley (bed T2/2). **x 1.**

Fig. 6 — *Macroscaphites binodosus* UHLIG. Late Barremian. Tiganski valley (bed T2/4). **x1.**

Fig. 7, 8a, 8b, 9 — *Macroscaphites perforatus* AVRAM. Late Barremian. 7 : left bank of the Danube (site O) ; .8 : (holotype) and 9 : the same section, site R. **x 1.**

Fig. 10a, 10b, 11 — *Macroscaphites ectotuberculatus* AVRAM. Late Barremian. 10 : left bank of the Danube (site R) ; 11 : Tiganski valley (bed T6/3). **x 1.**

Fig. 12a, 12b, 13a, 13b — *Macroscaphites tirolensis* UHLIG. Late Barremian. Orşova-Moldova Nouă highway (site 2+40) and the left bank of the Danube (site O) at the same level. **x 1.**

1
2
3a
3b
4
5
6
7
8a
8b
9
10a
10b
11
12b
12a
13a
13b

Plate 14

Barremian ammonite assemblage

Fig. 1, 2 — *Imerites giraudi* (KILIAN). Late Barremian. 1 : Temeneacia valley (S4) ; 2 : Orşova-Moldova Nouă highway (site 1). **x 1.**

Fig. 3 — *Imerites giraudi multicostatus* TOVBINA. Late Barremian. Temeneacia valley (bed S4). **x 1.**

Fig. 4 — *Eristavia dichotoma* (ERISTAVI). Late Barremian. Temeneacia valley (bed S4). **x 1.**

Fig. 5 — *Argvethites* cf. *lashensis* ROUCHADZE. Late Barremian. Tiganski valley (bed T3/8). **x 1.**

Fig. 6 — *Lithancylus* cf. *tirolensis* CASEY. Late Barremian. Vodiniciki valley (bed V9/2). **x 1.**

Fig. 7 — *Acrioceras* sp. aff. *A. tabarelli* (ASTIER). Late Barremian. Tiganski valley (bed T6/4). **x 1.**

Fig. 8a, 8b, 9 — *Anahamulina* aff. *paxilosa* (UHLIG). Late Barremian. 8 : Tiganski valley (bed T8/8) ; 9 : Orşova-Moldova Nouă highway (site 2+60). **x1.**

Fig. 10a, 10b, 11 — *Anahamulina boutini* (COQUAND *in* MATHERON). Late Barremian. Tiganski valley (beds T2/3 and T8/10, respectively). **x 1.**

Fig. 12 — *Anahamulina distans* (HOHENEGGER) VAŠÍČEK. Tiganski valley (bed T3/8). **x 1.**

Fig. 13, 14 — *Anahamulina* cf. *subcylindrica* (D'ORBIGNY). 13 : Late Barremian. Tiganski valley (bed T8/6) ; 14 : Early Barremian, Temeneacia valley (site C). **x 1.**

Fig. 15, 16 — ? *Anahamulina* cf. *silesiaca* (UHLIG). Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

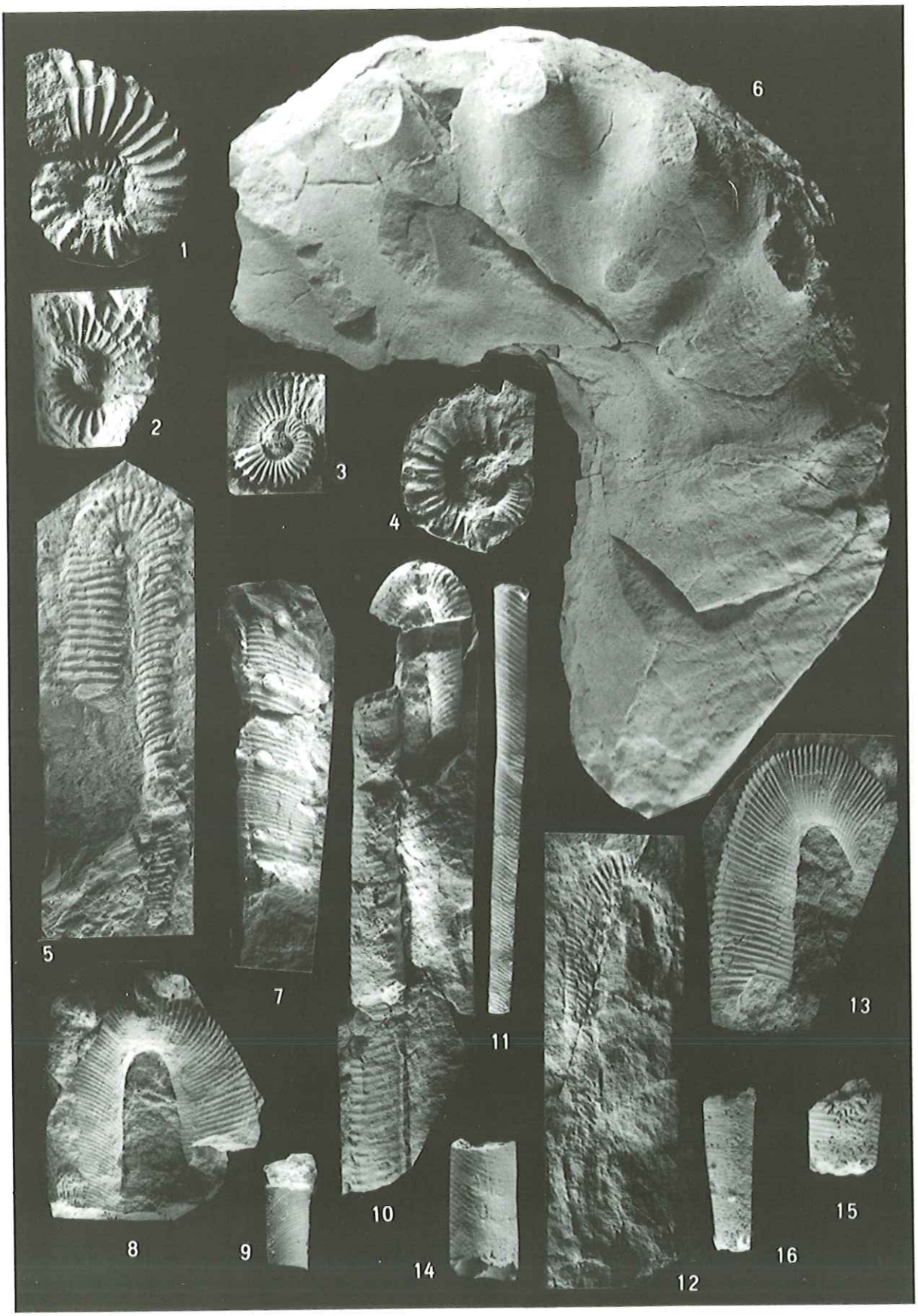

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

Plate 15

Barremian ammonite assemblage

Fig. 1 — *Anahamulina crassicostata* (KARAKASCH). Early Barremian. Temeneacia valley (Site A). **x 1.**

Fig. 2 — ? *Anahamulina* sp. aff. *A. rothi* VASICEK. Late Barremian. Orşova-Moldova Nouă highway (site 2+40). **x 1.**

Fig. 3, 4, 5 — *Dissimilites trinodosus* (D'ORBIGNY). 3 : Early Barremian. Temeneacia valley (site C) ; 4 : Late Barremian, Orşova-Moldova Nouă highway (site 2+100) ; 5 : Late Barrenian, Tiganski valley (bed T8/13). **x 1.**

Fig. 6, 7 — *Ptychoceras puzosianum* D'ORBIGNY. Late Barremian. Tiganski valley (beds T8/8 and T8/3, (respectively). **x 1.**

Fig. 8 — *Ptychoceras* sp. aff. *P. laevigatum* EGOIAN. Late Barremian. Tiganski valley (bed T2/3). **x 1.**

Fig. 9 — *Hemibaculites* cf. *saharievae* MANOLOV. Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig. 10 — *Eoleptoceras parvulum* (UHLIG). Earliest Barremian. Orşova-Moldova Nouă highway (top of the site 3). **x 1.**

Fig. 11 — *Eoleptoceras wrighti* MANOLOV. Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig. 12a, 12b — *Ancyloceras* cf. *vandenheckii* ASTIER. Late Barremian. Tiganski valley (bed T2/2). **x 1.**

Fig. 13 — *Ancyloceras* ? aff. *barremense* (KILIAN). Late Barremian. Tiganski valley (bed T2/2). **x 1.**

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12 a
12 b
13

Plate 16

Barremian ammonite assemblage

Fig. 1 — *Ancyloceras* ? aff. *barremense* (KILIAN). Late Barremian. Tiganski valley (bed T8/8). **x 1.**

Fig. 2, 3 — *Ancyloceras* ? cf. *orbignyi* (MATHERON). Late Barremian. Tiganski valley (bed T2/4). **x 1.**

Fig. 4 — *Acrioceras* aff. *breistrofferi* SARKAR. Late Barremian. Orşova-Moldova Nouă highway (site 2). **x 1.**

Fig.5a, 5b, 6a, 6b — *Crioceratites* ? sp. aff. *C. munieri* (SARASIN & SCHÖNDELMAYER). Late Barremian. 5 : Vodiniciki valley (bed V8/4) ; 6 : Orşova-Moldova Nouă highway (site 2+ 60). **x 1.**

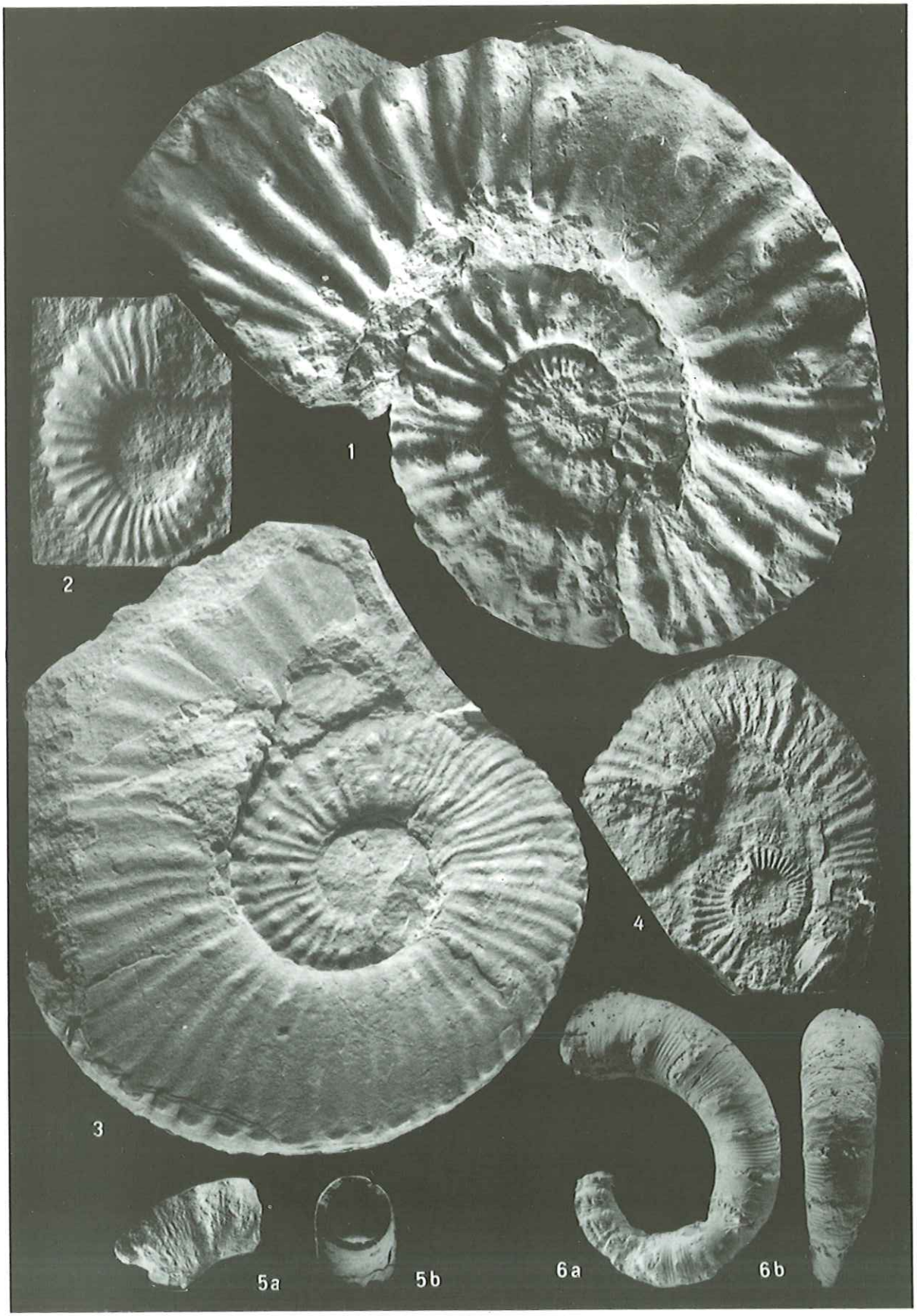

1
2
3
4
5a
5b
6a
6b

Plate 17

Barremian ammonite assemblage

Fig. 1, 2 — *Crioceratites* n. sp. aff. *C. emerici* LEVEILLÉ. Late Barremian. Tiganski valley (bed T8/10). **x 1.**

Fig. 3, 4 — *Silesites seranonis seranonis* (D'ORBIGNY). Late Barremian. Temeneacia valley (bed S3) ; 4 : left bank of the Danube (site 0). **x 1.**

Fig. 5, 6 — *Silesites seranonis trajani* (TIETZE). Late Barremian. 5 : Orşova-Moldova Nouă highway (site 2+40) ; 6 : Vodiniciki valley (bed V9/3). **x 1.**

Fig. 7 , 8, 9 — *Silesites* aff. *seranonis* (D'ORBIGNY). Late Barremian. 7, Tiganski valley (bed T2/3) ; 8, Temeneacia valley (bed S4) ; 9 : Orşova-Moldova Nouă highway (site 2). **x 1.**

Fig. 10a, 10b, 11a, 11b — *Silesites vulpes* (COQUAND). Late Barremian. 10 : Tiganski valley (site T8) ; 11 : Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig. 12a, 12b, 13 — *Silesites* aff. *vulpes* (COQUAND). 12 : Early Barremian. Temeneacia valley (site A) ; 13 : Late Barremian, Tiganski valley (bed T8/8). **x 1.**

Fig. 14a, 14b, 15a, 15b — *Patruliusiceras lateumbilicatum* AVRAM. 14 : holotype ; both of them, Early Barremian. Temenacia valley (site A). **x 1.**

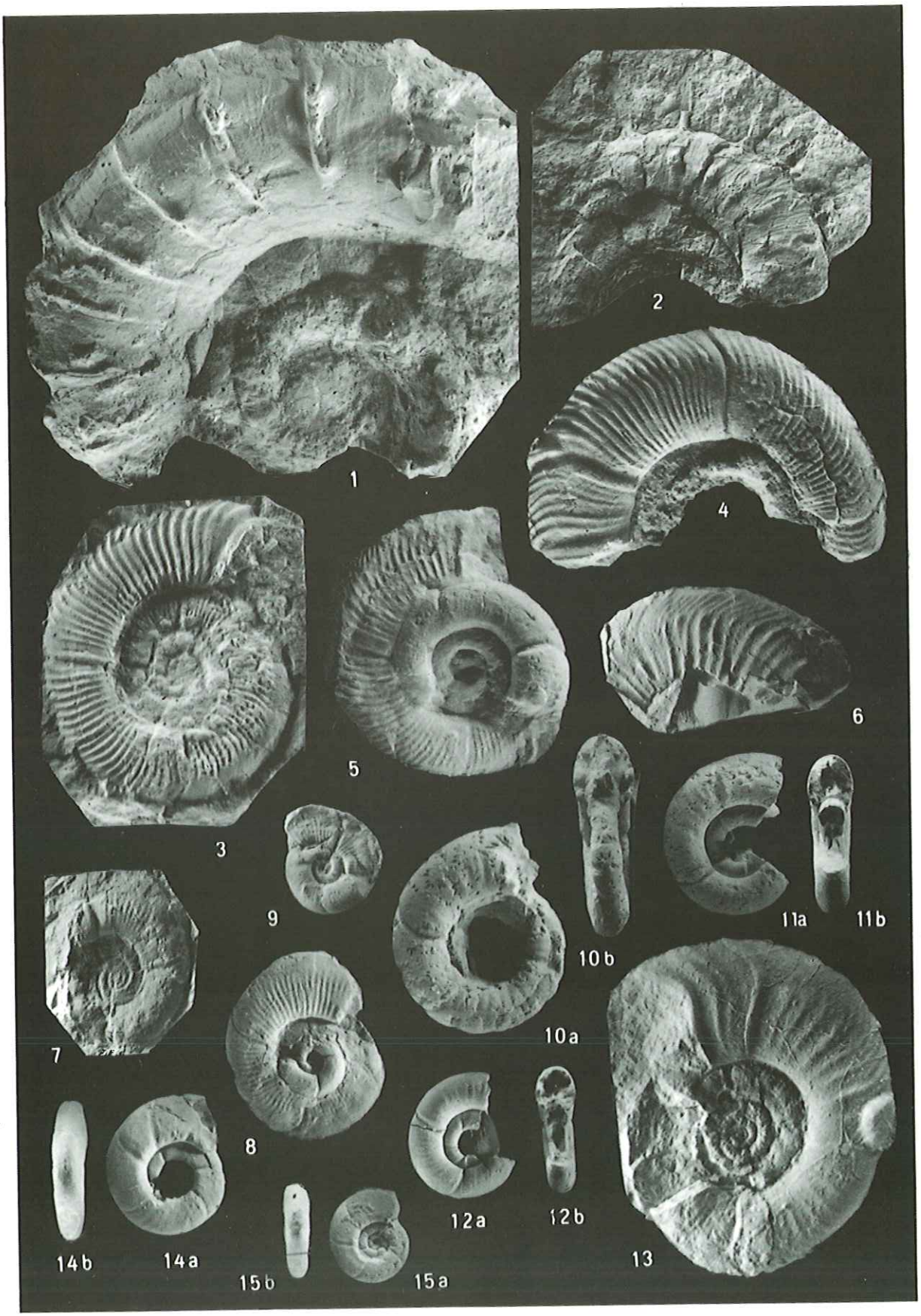

1
2
4
3
5
6
9
10b
11a
11b
7
10a
8
12a
12b
13
14b
14a
15b
15a

Plate 18

Barremian ammonite assemblage

Fig. 1a, 1b, 2a, 2b, 3 — *Patruliusiceras uhligi* AVRAM. 1 : holotype. All of them, Late Barremian from the Tiganski valley : 1 and 2 : bed T8/4 ; 3 : bed T2/3. **x 1.**

Fig. 4a, 4b — *Patruliusiceras* aff. *uhligi* AVRAM. Late Barremian. Orşova-Moldova Nouă highway (site 2+40). **x 1.**

Fig. 5a, 5b, 6 — *Patruliusiceras rigidum* AVRAM. 5 : holotype. Both of them, Late Barremian. 5 : from the left slope of the Danube (site L) ; 6 : from the Tiganski valley (bed T8/l0). **x 1.**

Fig. 7a, 7b, 8 — *Patruliusiceras sulcistriatum* (KARAKASCH). Late Barremian. Tiganski valley (beds T8/10 and T6/5, respectively). **x 1.**

Fig. 9a, 9b, 10 — *Patruliusiceras* aff. *sulcistriatum* (KARAKASCH). Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig. 11 — *Patruliusiceras gracile* AVRAM. Holotype. Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig. 12, 13a, 13b — *Patruliusiceras striatum* AVRAM. 12 : holotype. Both of them, from the Danube left bank (site O). **x 1.**

Fig. 14a, 14b, 15a, 15b, 16a, 16b, 17 — *Patruliusiceras crenelatum crenelatum* AVRAM. 14 : holotype. All of them, Late Barremian. 15 and 17 : from the Tiganski valley, site T8/10 and T8/8, respectively ; 14 : from the Danube left bank (between the sites O-R) ; 15 : from the Orşova-Moldova Nouă highway (site 2+100). **x 1.**

Fig. 18, 19a, 19b — *Patruliusiceras crenelatum plurisulcatum* AVRAM. 19 : holotype. Late Barremian. 18 : Tiganski valley (bed T8/10) ; 19 : Orşova-Moldova Nouă highway (site 2+40). **x 1.**

Fig. 20a, 20b — *Patruliusiceras crenelatum robustum* AVRAM. Holotype. Late Barremian. Left bank of the Danube, site O. **x 1.**

Fig. 21a, 21b — *Patruliusiceras* ? *crassum* AVRAM. Holotype. Late Barremian. Left bank of the Danube, between the sites O-R. **x 1.**

Fig. 22a, 22b, 23 — *Patruliusiceras* ? *trapezoidale* AVRAM. Early Barremian. Temeneacia valley (site C). **x 1.**

Fig. 24a, 24b, 25a, 25b — *Holcodiscus caillaudianus* (D'ORBIGNY). Early Barremian. Temeneacia valley (sites A and C, respectively). **x 1.**

Fig. 26a, 26b — *Holcodiscus karakaschi* BRESKOVSKI. Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig. 27a, 27b — *Holcodiscus* aff. *cadoceroides* (KARAKASCH). Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig. 28 — *Holcodiscus* aff. *nodosus* KARAKASCH. Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig. 29 — *Holcodiscus ziczac* (KARAKASCH). Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig. 30a, 30b — *Holcodiscus* cf. *diversecostatus* (COQUAND). Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

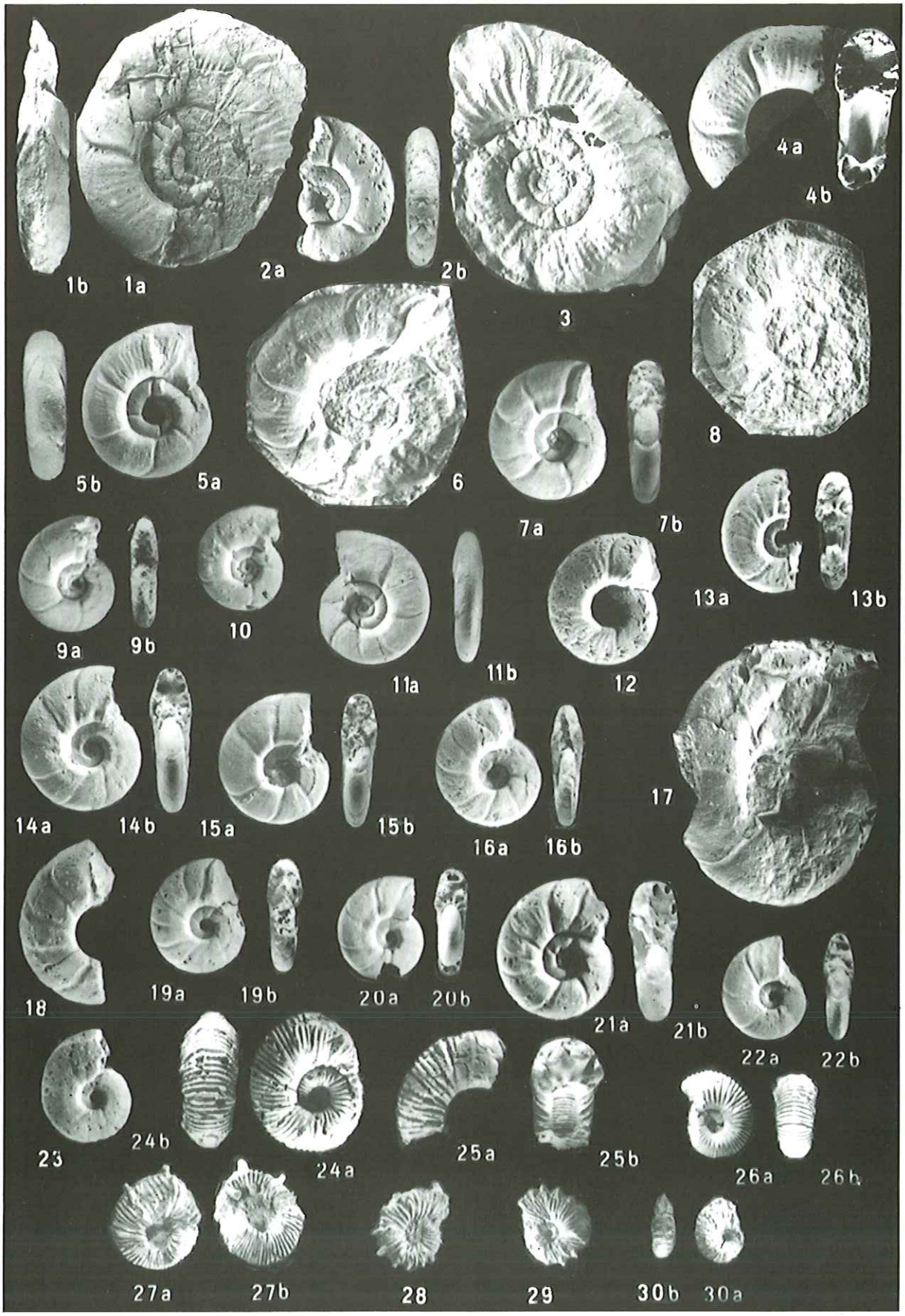

1b
1a
2a
2b
3
4a
4b
5b
5a
6
7a
7b
8
9a
9b
10
11a
11b
12
13a
13b
14a
14b
15a
15b
16a
16b
17
18
19a
19b
20a
20b
21a
21b
22a
22b
23
24b
24a
25a
25b
26a
26b
27a
27b
28
29
30b
30a

Plate 19

Barremian ammonite assemblage

Fig. 1a, 1b , 2a, 2b – *Spitidiscus* cf. *hugii* (OOSTER). Early Barremian. Temeneacia valley (site C and A, respectively). **x 1.**

Fig. 3, 4 – *Spitidiscus gastaldianus* (D'ORBIGNY). Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig.5 a, 5b, 5c – *Spitidiscus* cf. *andrussowi* (KARAKASCH). Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig. 6a, 6b – *Spitidiscus* cf. *seunesi* (KILIAN). Early Barremian. Temeneacia valley (site A.). **x 1.**

Fig. 7 – *Astieridiscus* aff. *morleti* (KILIAN). Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig. 8a, 8b – *Haplobrancoceras subquadratum* AVRAM. Holotype. Late Barremian. Tiganski valley (bed T8/8). **x 1.**

Fig. 9, 10 – *Psilotissotia favrei* (OOSTER). Early Barremian. 9 : Orşova-Moldova Nouă highway (top of the site 3) ; 10 : Vodiniciki valley (bed V8/4). **x 1.**

Fig. 11a, 11b – *Subpulchellia nicklesi* HYATT. Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig. 12a, 12b – *Subpulchellia sauvageaui* (HERMITE). Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig. 13 – *Heinzia (Heinzia) matura* HYATT. Late Barremian. Vodiniciki valley (bed V9/2). **x 1.**

Fig. 14 – *Heinzia (Gerhardtia) galeatoides* (KARSTEN). Late Barremian. Vodiniciki valley (bed V9/3). **x 1.**

Fig.15 a, 15b, 15c – *Melchiorites uhligi* (HAUG). Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig.16, 16b, 16ac – *Melchiorites tenuicinctus* (SARASIN & SCHÖNDELMAYER). Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig. 17a, 17b – *Melchiorites cassidoides* (UHLIG). Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

Fig. 18a, 18b – *Melchiorites* aff. *fallaciosus* (KILIAN). Early Barremian. Temeneacia valley (site A). **x 1.**

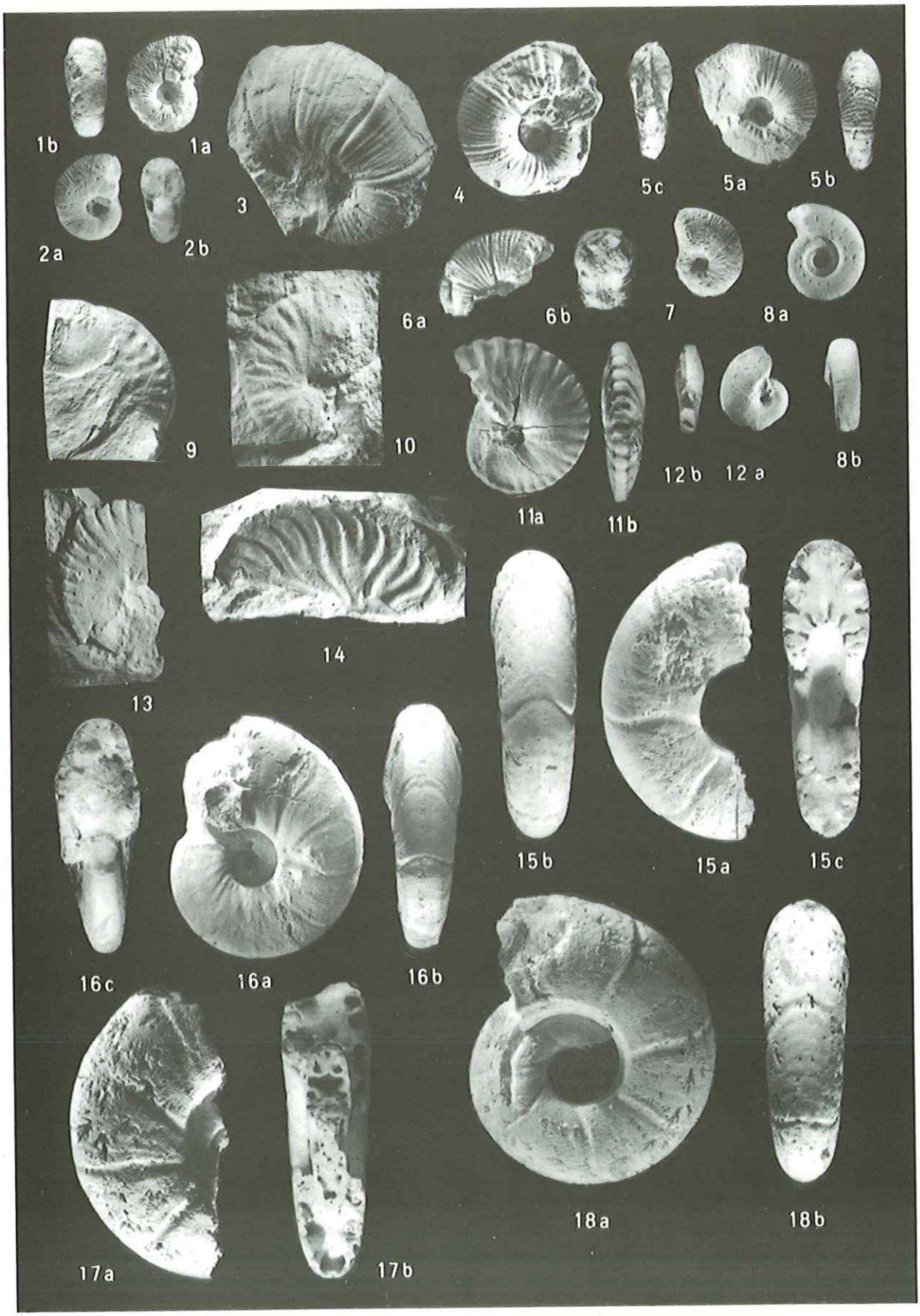

1b
1a
3
4
5c
5a
5b
2a
2b
6a
6b
7
8a
9
10
11a
11b
12b
12a
8b
13
14
15b
15a
15c
16c
16a
16b
18a
18b
17a
17b

Plate 20

Aptian ammonite assemblage

Fig. 1 — *Pseudohaploceras* sp. ex gr. *P. douvillei* (FALLOT). Jetty of the Sviniţa village (S1). **x 1.**

Fig. 2 — *Turkmeniceras* cf. *longicostatum* TOVBINA. Orşova-Moldova Nouă highway, site D_3. **x 1.**

Fig. 3 — *Prochelonicerας* sp. ex gr. *P. albrechtiaustriae* (UHLIG). Orşova-Moldova Nouă high-way, site D_3. **x 1.**

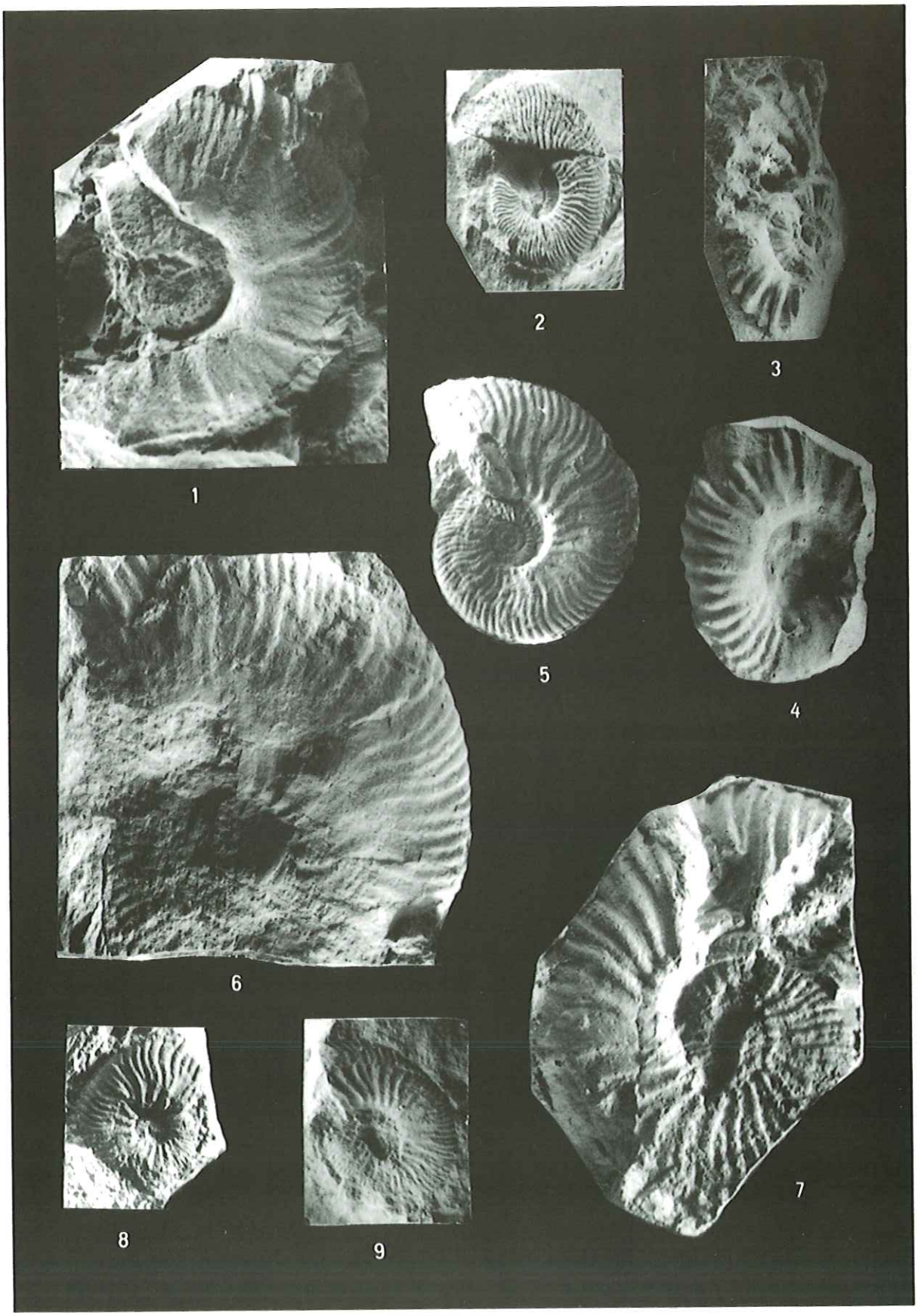
Fig. 4 — *Prodeshayesites bodei* CASEY. Orşova-Moldova Nouă highway, site D_3. **x 1.**

Fig. 5, 6 – *Deshayesites* cf. *weissi* (NEUMAYR & UHLIG). Jetty of the Sviniţa village (S1). **x 1.**

Fig. 7 — *Deshayesites* cf. *forbesi* CASEY. Jetty of the Sviniţa village (S1). **x 1.**

Fig. 8 — *Deshayesites* cf. *gracilis* CASEY. Orşova-Moldova Nouă highway, site D_1. **x 1.**

Fig. 9 — *Deshayesites* cf. *planus* CASEY. Jetty of the Sviniţa village (S1). **x 1.**


1
2
3
4
5
6
7
8
9

Géologie Alpine, 1994, Mém. H.S. n° 20, p. 169-189

Lower Cretaceous ammonite biostratigraphy in the Western Carpathians (The Czech and Slovak Republics)

par Zdeněk VAŠÍČEK

ABSTRACT. — The Lower Cretaceous ammonite fauna occurring in the sequence of strata on sedimentary basins of the Western Carpathians which represent a segment of the Alpine mountain belt in Middle Europa is – except for some individual cases – of mediterraneous character. From the above given reason, the ammonite assemblages of the Slovakian Central Carpathians, distributed before the alpine orogenesis in the northern part of Tethys coming from the Lower Valanginian up to the Lower Barremian are well comparable with similar assemblages of the classic tethyan regions and may be classed with the mediterranean ammonite zones ranging from the Busnardoites campylotoxus zone up to the Spitidiscus hugii zone. However, the predominantly deep-water Lower Cretaceous sediments of the Central Carpathians show certain pecularities as well as gaps, which (as follows from the present contribution) so far have not allowed to carry out the continuous ammonite zonation of the whole Lower Cretaceous sequence of strata.

KEY WORDS. — Western Carpathians, ammonite zonation, Valanginian, Hauterivian.

Biostratigraphie des ammonites du Crétacé inférieur dans les Carpathes occidentales (Républiques Tchèque et Slovaque)

RÉSUMÉ. — Les séries des bassins sédimentaires des Carpathes occidentales, qui représentent un segment de la chaîne alpine en Europe centrale, renferment des ammonitofaunes à caractères méditerranéens, à de rares exceptions près. De ce fait, les assemblages d'ammonites des Carpathes centrales slovaques qui, avant le plissement alpin, appartenaient à la partie nord de la Téthys, depuis le Valanginien inférieur juqu'au Barrémien inférieur, sont très comparables aux assemblages contemporains des régions téthysiennes classiques. Ils peuvent ainsi se replacer aisément par rapport à la zonation méditerranéenne des ammonites, allant de la Zone à Campylotoxus à la Zone à Hugii. Toutefois, les sédiments du Crétacé inférieur des Carpathes centrales, déposés principalement en eaux profondes, montrent certaines particularités notamment des lacunes. Définies pour la première fois dans cette note, elles n'avaient pas permis jusqu'ici l'identification de l'ensemble des zones d'ammonites des séquences du Crétacé inférieur.

MOTS CLÉS. — Carpathes occidentales, zonation d'ammonites, Valanginien, Hauterivien.

1. – INTRODUCTION

The area of the Western Carpathians palaeogeographically belonging to the northern areas of the Mediterranean Tethys is a part of the Middle-European Alpine belt characteristic for its nappe structure arosen during the palaeoalpine and neoalpine orogenesis. From the geological point of view, the Western Carpathians consist of the Outer (Flysh) Carpathians, i.e. externides, the Central Carpathians (with northwards shifted nappes), and of the Inner Carpathians (with southwards shifted nappes) as internides of the Carpathian Mountains (fig. 1).

* Katedra geologie, mineralogie a geochemie, hornicko-geologická fakultare. Vysoké školy báňské, Tř. 17. listopadu. CZ-708 33 Ostrava-Poruba. Czech Republic.

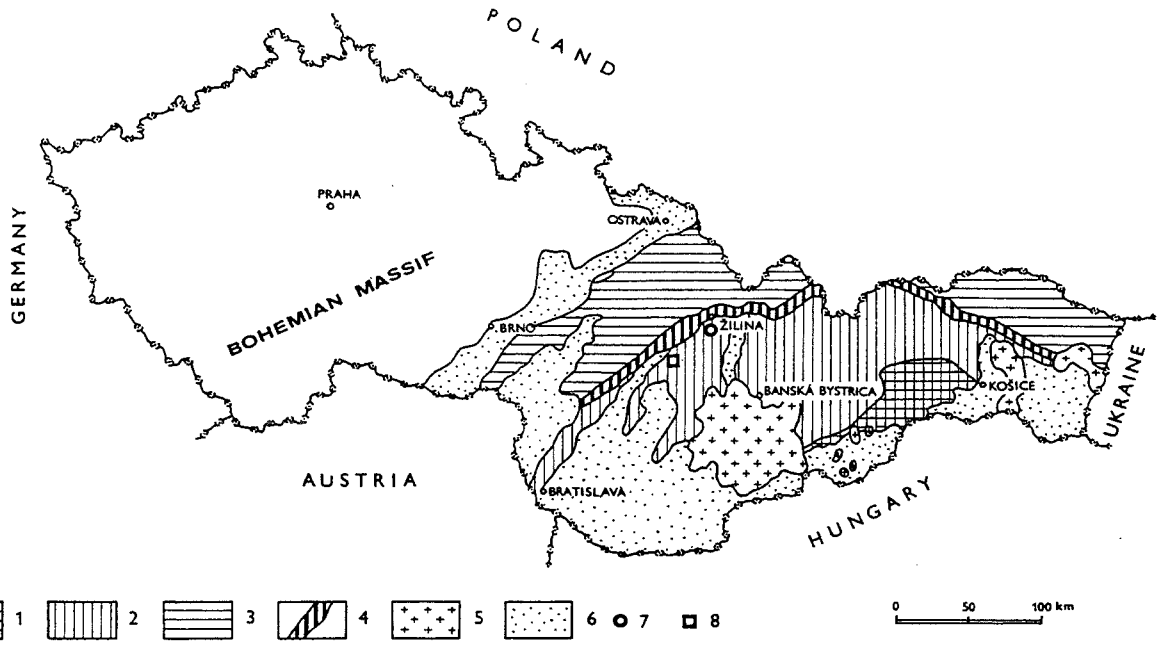


FIG. 1. – 1 : Inner Carpathians ; 2 : Central Carpathians ; 3 : Outer Carpathians ; 4 : Klippen Belt ; 5 : Neovolcanites ; 6 : Neogene Basins ; 7 : Polomec quarry ; 8 : Butkov quarry.

The sediments of the Uppermost Jurassic and the Lower Cretaceous in the area of the Western Carpathians participate outstandingly in the geological structure of the Czech and Slovak territories. They take a relatively big part of the earth surface both in the nappes of the Czech part of the Outer Carpathians and in the nappes of the western part of the Central Carpathians. This fact offers relatively favourable conditions for studying the above mentioned sediments in the natural and artificial outcrops.

The exclusively marine, predominantly monotonous Lower Cretaceous sediments of the western part of the Czech and Slovak Carpathians may be – in a simplified way – divided into the following two facies :

a) the facies of grey to black-grey pelites, designated sometimes as black Cretaceous which is characteristic for the Silesian unit of the Outer Carpathians ;

b) the facies of the light grey marly-lime pelagic sediments designated usually as Neocomian and developed in the Central Carpathians and the inner part of the Outer Carpathians.

For both the facies relatively abundant occurrence of fossil cephalopods are characteristic, while other macrofaunistic groups are rare or missing. The most frequent component of the cephalopod fauna are usually ammonites which are of essential importance both for local and international stratigraphy and correlation of the Cretaceous sediments.

The Lower Cretaceous sediments of the Carpathian sedimentary spaces have been investigated on the Czech and Slovak territories for approximately 150 years. After the first phase of the basic investigations in the Outer Carpathians [Hohenegger, 1852, 1855, 1861 ; Uhlig, 1882, 1883, 1902, 1903, etc.] and in the Central Carpathians [Stur 1860, 1861 ; Fötterle 1864 ; Paul 1864, 1868 and others] in the last century, further basic geological survey followed in the period after the World War I [Andrusov, 1927, 1931, 1933, 1938 etc. ; Oppenheimer, 1927 and others] and especially in the period after the World War II, to which also the geological survey and the raw deposit investigations of the Carpathian area on the Czech and Slovak territories belong.

For the investigations in the Outer Carpathians, let us mention especially such names as Roth and Matějka [1953], Roth and Hanzlíková [1968], Eliáš [1979], Vašíček [1971, 1972, 1973 a, b, 1975, 1979, 1980], Menčík *et al.* [1983] and many others. For investigations in the Central Carpathians and the Klippen zone, there are Andrusov [1953, 1965, etc.], Maheľ [1962, 1978, etc.], Eristavi [1961], Scheibner [1968] and others, who dominate.

The last twenty years are characteristic for expanding biostratigraphic investigations of the Lower Cretaceous in the area of the Central Carpathians. Except for the classic methods there are also the methods of microfacial and microbiostratigraphical investigations, the methods of complex biostratigraphy,

geochemical methods and others which have been applied with increasing frequency [Borza, 1984 ; Borza *et al.* 1980, 1984, 1987 ; Adamíková *et al.*, 1983, Michalík and Vašíček, 1984, 1989 ; Vašíček and Michalík 1981, 1986, 1988 ; Vašíček *et al.* 1983 ; Duraj *et al.* 1990 and others].

Except for the results attained by the Czech and Slovak experts, there are also polish geologists who bring new biostratigraphic facts based on the outcrops of the Slovak part of the Western Carpathians (Birkenmajer 1977 ; Lefeld *et al.*, 1985 ; etc.]. In the above mentioned period of time regional maps of Slovakia in the scale 1 : 50 000 have been successively edited and significant summarizing monographies [Maheľ 1985, 1986], the results of project IGCP No. 198 [Rakús *et al.*, 1988-1990 ; Dercourt *et al.* 1990] etc. have been issued.

The predominant part of data concerning the abundance and chronological sequence of the Carpathian Lower Cretaceous ammonites (from Valanginian up to Barremian) presented in this paper comes from my own field experiences and collections. Recently a detailed state of the Carpathian Lower Cretaceous biostratigraphy dealing not only with ammonites but also with aptychi and belemnites has been presented in the author's thesis [Vašíček, 1991].

2. – Western Carpathian Synthesis

Based on the data known from literature as well on my own study of over one hundred localities and about 30 profiles in the Czech and Slovak part of the Western Carpathians it may be stated that in the period of time beginning with the Uppermost Jurassic and ending with the Albian stage, the ammonites occur very unequally in the Carpathian basins. They are more abundant usually from the Lower Valanginian up to the Lower Barremian in the Central Carpathians, in the Barremian up to the Lowermost Aptian in the Outer Carpathians, respectively.

Following the present claims for the exactness of the biostratigraphic investigation, there are only Lower Cretaceous localities from the Central Carpathian region which fulfil the basic presumptions and where more or less continuous profiles are exposed enabling a detailed documentation and especially collecting the macrofauna using the bed by bed method, on the contrary to the Lower Cretaceous deposits in the Silesian Unit (Outer Carpathians) in the past known for their rich abundance of ammonites [see especially Uhlig, 1883]. Dark soft pelites of the Silesian Unit, in this century unutilizable as raw material, in humid geographic zone with rich vegetation and with regulated water streams do not give any natural exposures of greater dimensions.

Out of the profiles under study from the Central Carpathian area the most perfect ones are convected with the Manín and Krížna nappes (Fatric domain). From them, there are the profile Butkov (the Manín nappe) and the profile Polomec by Lietavská Lúčka (the Krížna nappe) the best of which are presented here (fig. 2 and 3). Their palinspastic position in the complicated Carpathian system follows e.g. from the contribution by Michalík and Soták [1990, fig. 1-3].

The oldest supported mediterranean ammonite zone in the Outer Carpathians is the Lower Valanginian Thurmanniceras pertransiens zone, the Busnardoites campylotoxus. As *B. campylotoxus* (pl. 1, fig. 1) occurs both in the Outer and Central Carpathians, this species may be utilized when determining the oldest ammonite zone of the same name for the whole Czecho-Slovakian Carpathians. Except for the zonal species given here, the Lower Valanginian is also well characterized by the help of *Kilianella* specimens (pl. 1, fig. 2) not occuring above the B. campylotoxus zone.

Saynoceras verrucosum has not been hitherto found in the Czecho-Slovakian Carpathians. In Czech and Slovak deposits we have not hitherto succeeded in finding another equivalent species which would be restricted only to the deposits of this zone, and that is why the zone must remain unnamed. It is supported indirectly especially by ammonites *Neocomites teschenensis* (pl. 1, fig. 3, the occurrence of which – in accordance with Company [1987] – begins already in the previous zone) and *Bochianites neocomiensis*, the occurrence of which culminates in the Saynoceras verrucosum zone and continues up to the Hauterivian basis. In the Slovak Klippen Zone the Verrucosum Zone has been supported by the hitherto single discovery of *Eristavites platycostatus* (Sayn) which is related with *N. teschenensis.*

The Himantoceras trinodosum zone is supported in Czecho-Slovakia both by the occurring of the index species (pl. 1, fig. 8) and even by the French subzonal species *Olcostephanus nicklesi* (in the lower part – pl. 1, fig. 6) and sporadically by *Criosarasinella furcillata* (in the upper part – pl. 2, fig. 1).

Neocomites (Teschenites) callidiscus (Thieuloy), the zonal species of the Uppermost Valanginian has not hitherto been found in the Central Carpathians, although this species was defined for the first time in the deposits of the Silesian Unit of the Outer Carpathians [Uhlig 1902]. In the Central Carpathians this zone is usually indicated by the occurrence of ammonites belonging to *Criosarasinella. Criosarasinella heterocostata* (pl. 2, fig. 2) is of index value for the Uppermost Valanginian. In this zone the representants of *Ptychophylloceras* (which is as a genus of subordinate importance) occur for the last time, while *Eleniceras (E. spinigerum* Koenen) occurs here for the first time. In its uppermost part more advanced *Neocomites (Teschenites)* are observed here for the first time more abundantly *(Teschenites*

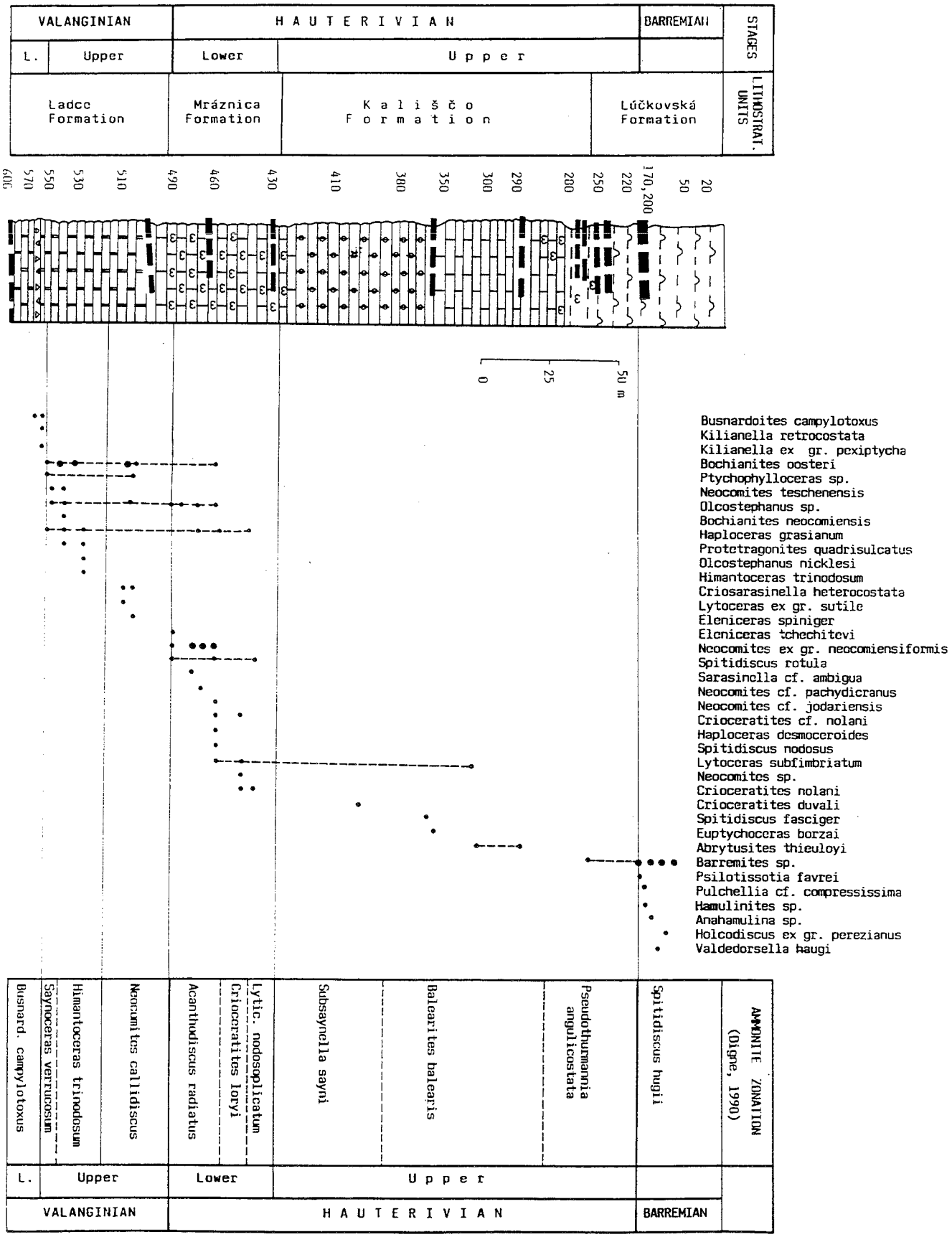
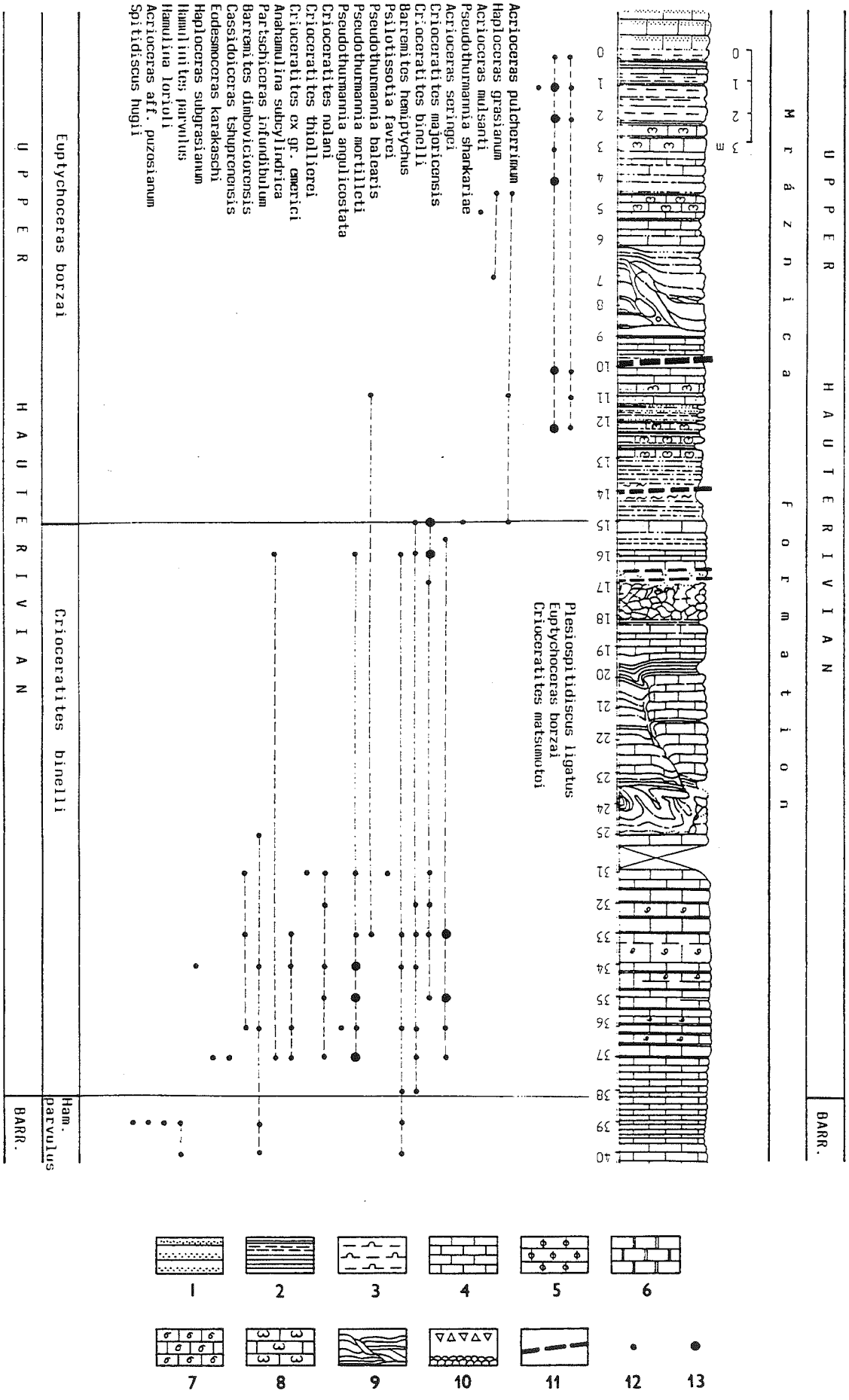


FIG. 2. – (Butkov, 8th. level) and FIG. 3 (opposite page). – (Polomec Quarry) : lithology and ammonite distribution.
1 : calciturbidite ; 2 : marlite and claystone ; 3 : marly limestone ; 4 : gray and brownish micrital limestone ; 5 : cherty limestone ; 6 : pale sublithographic limestone ; 7 : ammonite limestone ; 8 : spotted limestone ; 9 : slumping beds ; 10 : breccias ; 11 : dislocations ; 12 : rare ; 13 : abundant ammonites.


U P P E R H A U T E R I V I A N
BARR.
M r á z n i c a f o r m a t i o n
Acrioceras pulcherrimum
Haploceras grasianum
Acrioceras multanti
Pseudothurmannia shankariae
Acrioceras seringei
Crioceratites majoricensis
Crioceratites binelli
Barremites hemiptychus
Psilotissotia favrei
Pseudothurmannia balearis
Pseudothurmannia mortilleti
Pseudothurmannia angulicostata
Crioceratites nolani
Crioceratites thiollierei
Crioceratites ex gr. emerici
Anahamulina subcylindrica
Partschiceras infundibulum
Barremites dimbovicioronsis
Cassidoiceras tshupronensis
Eodesmoceras karakaschi
Haploceras subgrasianum
Hamulinites parvulus
Hamulina torioli
Acrioceras aff. puzosianum
Spitidiscus hugii
Plesiospitidiscus ligatus
Euptychoceras borzai
Crioceratites matsumotoi
Euptychoceras borzai
Crioceratites binelli
Ham. parvulus
U P P E R H A U T E R I V I A N
BARR.
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

flucticulus – pl. 1, fig. 7, *T.* ex gr. *neocomiensiformis* UHLIG).

The Lower Hauterivian is nearly world-wide connected with the *Acanthodiscus radiatus* (BRUGUIERE). However, *Acanthodiscus* is bound to shallow-water deposits, while in deep-water sediments it occurs only sporadically which is proved in the Carpathian sediments. Houša [1976, p. 78] presents only one single specimen of *Acanthodiscus radiatus* from Štramberk (the Outer Carpathians) while in the Central Carpathians one shell fragment determinable only as *Acanthodiscus* sp. (pl. 2, fig. 4) has been found. The bed section corresponding to the Acanthodiscus radiatus zone may be therefore only temporarily designed as deposits with *Acanthodiscus* sp.. Deposits equivalent to this zone are characterized by a high quantity of shells belonging to several (usually only uneasily differentiable) species of *Teschenites* in the Central Carpathians, also *Eleniceras (E. tchechitevi* BRESKOVSKI) occurs here. In the Fatric domain also the leading species *Breistroffella castellanensis* (D'ORBIGNY) should occur, the discovery of which in the Slovakian Carpathians is presented by Eristavi (1961). However, we have not hitherto managed to verify its occurrence.

Similar *Teschenites* species and analogous specimens of *Eleniceras* in the Uppermost Valanginian make the demarcation between Valanginian and Hauterivian in the Carpathians even more difficult. In the Butkov locality (the Manín Unit) the Hauterivian basis may be connected with the first occurrence of specimens belonging to *Spitidiscus* KILIAN, as the mentioned genus begins with the Hauterivian. However, the first occurrence belong to the poorly preserved specimens of the long living *Spititidiscus rotula* (SOWERBY) which is not very frequently found in the whole Lower Hauterivian. In a little higher position, at the boundary between the zone with *Acanthodiscus* sp. and *Crioceratites loryi*, also the outstandingly big shells of *Spitidiscus nodosus* MANDOV and *Spitidiscus cankovi* VAŠÍČEK & MICHALÍK occur.

Another zone – *Crioceratites loryi* (pl. 2, fig. 6) – proves a not very frequent occurrence of the zonal species in the Central Carpathians. The whole ammonite assemblage does not differ from the underlying zone distinguishly. The number of *Teschenites* (represented especially by *T.* cf. *jodariensis* DOUVILLÉ) decreases, however, crioceratids (also *Crioceratites nolani* KILIAN) are more abundant, smooth shells of *Bochianites oosteri* SARASIN & SCHÖNDELMAYER occur for the last time, while in the lowermost part the last specimens of *Olcostephanus* NEUMAYR are found. In the upper part of the given zone, *Olcostephanus (J.) jeannoti* (D'ORBIGNY) should occur, sometimes regarded as an independent zonal or subzonal species. However, we have never seen the species when collecting.

In the whole Czech and Slovak Carpathians deposits with rare discoveries of stratigraphically insignificant ammonites follow. The section corresponds to the French ammonite zones with *Lyticoceras nodosoplicatum* and *Subsaynella sayni* (the Uppermost Lower and Lowermost Upper Hauterivian). In the whole complex of the Carpathian localities we have succeeded in finding up to now only two not very well preserved shells of the zonal species *Subsaynella sayni* (pl. 2, fig. 5) in one case together with a fragment of *Euptychoceras borzai.*

In the overlying bed of the given section in the Central Carpathians there are usually deposits of marly character which are typical for their heteromorphic shells of *Euptychoceras borzai* (pl. 3, fig. 1 and 2) [or *Ptychoceras borzai* after new systematic investigations of suture from Wiedmann, Kakabadze and Sharikadze, 1990]. Recently we managed to prove that in the Central Carpathians the given species occurs together with the French zonal species *Plesiospitidiscus ligatus* (pl. 3, fig. 6 and 7) and *Pseudothurmannia balearis,* (pl. 3, fig. 3) and as presently given information on the common occurrence with *Subsaynella sayni* suggests, it interferes into the previous zone. In the Carpathians *Euptychoceras borzai* appears as advantageous and easily determinable zonal species of the Upper Hauterivian which does not transfer into the overlying zone with pseudothurmannias (however, in which the moment of its first occurrence has not been known).

The Uppermost Hauterivian is connected with the occurrence of *Pseudothurmannia* SPATH. Introducing the classical Pseudothurmania angulicostata zone we must mention here that the imperfectly preserved ammonites of *Pseudothurmannia* are very difficult to be determined as species. Their sculptured shells are interconnected through transitive types both with forms in which the whorls are close together (sometimes considered as independent genera *Balearites, Sornayites)* and with forms the whorls of which are undistinguishly free coiled in the juvenile stage (sometimes considered as *Binelliceras*) as well as with forms of markedly free coiled shells (*Crioceratites*, or *Emericiceras*, respectively). At present we miss a thorough revision of these markedly sculptured ammonites which may bear unmarked, or vice versa, markedly developed main ribs, the letter possibly without any tubercles or with maximally three rows of tubercles. In addition to it, during their genesis individual types usually substitute a simple sculpture by a more complicated sculpture, and vice versa. Thus, for a safe determination both the juvenile (possibly the most juvenile) whorls and adult whorls must be preserved, and for a possible revision it is necessary to know the type material. These circumstances explain the hitherto unsolved systematics and frequent experiments to substitute the classic species *Pseudothurmannia angulicostata* (the holotype of which has no juvenile whorls preserved and is considered as problematical) by another more easily determinable species.

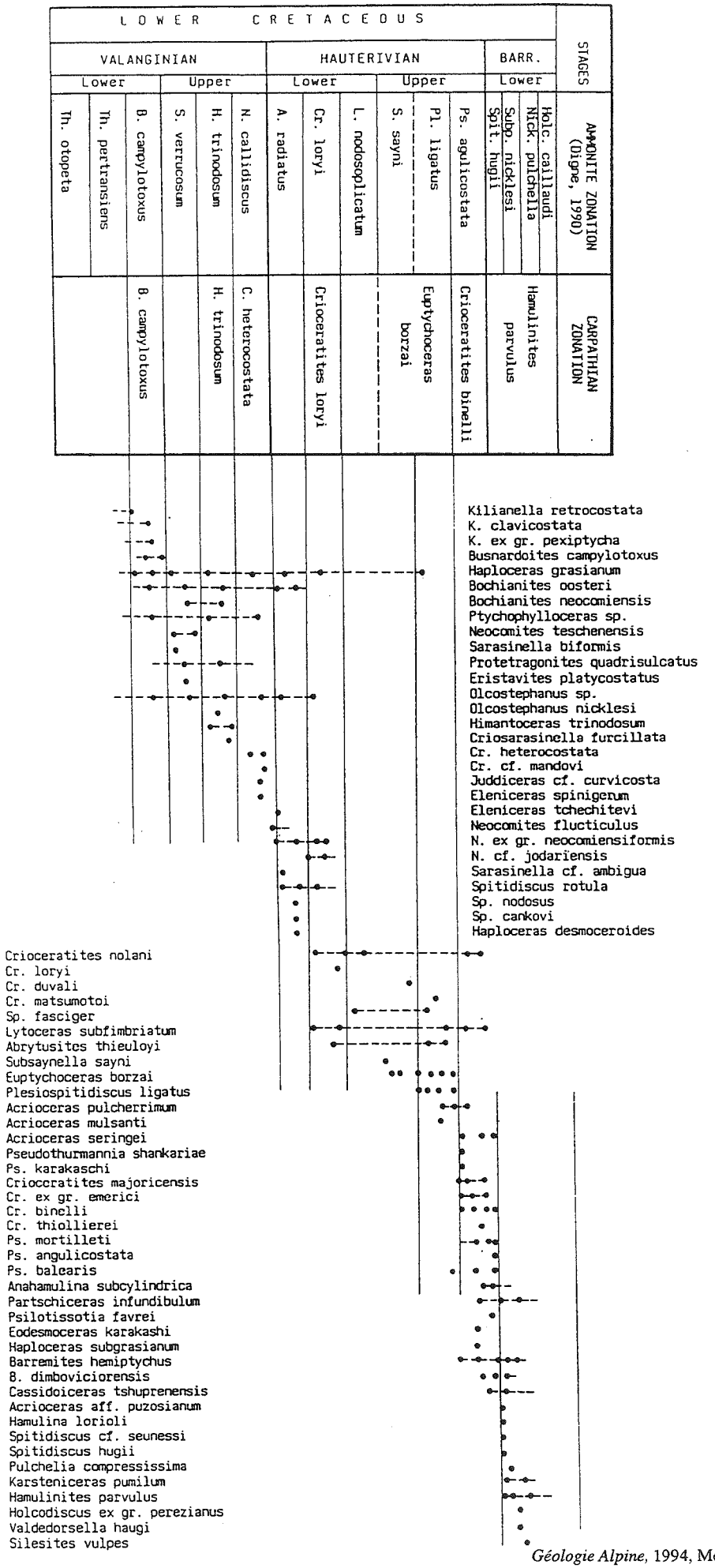


FIG. 4. – Lower Cretaceous Ammonoidea in the Central Western Carpathians.

The Pseudothurmannia angulicostata zone is documented only in one part of the Fatric domain (in the Manín nappe unascertainable) in the Czechoslovak Central Carpathians by a surprisingly sudden and abundant occurrence of shells belonging to *Pseudothurmannia* and *Crioceratites*. Their shells frequently only very purely preserved occur in one, respectively in two separate faunistic horizons. I was searching for a common species which would occur in both horizons and at the same time would not exceed into the overlying deposits. One of the possible species was *Pseudothurmannia mortilleti* (PICTET & DE LORIOL). However, its systematic value (again the problem of *Pseudothurmannia*) was seriously doubted at the session in Digne last years. As its shells, which should be equivalents of the given species, are only imperfectly preserved in the lower horizon with *Pseudothurmannia*, and hence more unstable from the systematical point of view, I had to give up its application. Another possibility of the zonal species is *Acrioceras seringei* (ASTIER), which, however, was found in the lower horizon with pseudothurmannias only in debris and as a single specimen. From the above mentioned reasons, I chose *Crioceratites binelli* (pl. 4, fig. 3 and 4) as the zonal species of the Uppermost Hauterivian, which occurs frequently enough in both partial horizons.

The main differences between the ammonite assemblages in the lower and upper parts of Crioceratites binelli zone consists in the fact that *Pseudothurmannia shankariae* (pl. 4, fig. 1) is occurring in the lower part of the zone, and vice versa in its upper part only *Pseudothurmannia angulicostata* (pl. 5, fig. 2), *Psilotissotia favrei* (pl. 5, fig. 4), *Partschiceras infundibulum* (D'ORBIGNY), *Barremites dimboviciorensis* (BRESKOVSKI), *Cassidioceras tshuprenensis* DIMITROVA and the first specimens of *Anahamulina* HYATT which is characteristic especially for Barremian, occur.

In the whole section with pseudothurmannias (and not only there) *Crioceratites majoricensis* (pl. 4, fig. 2), *Cr. nolani* and probably also *Cr. emerici* (pl. 5, fig. 1) and *Barremites hemiptychus* (KILIAN) are more abundant generally in the upper part of the given zone.

In the uppermost part of deposits with *Cr. binelli* and pseudothurmannias the haploceratids (*H. subgrasianum* DRUZCZIC) and aptychi (the group of *Lamellaptychus angulicostatus* PICTET & DE LORIOL) occur for the last time.

Basal Barremian is connected with the Spitidiscus hugii zone in France. In the Slovak Carpathians the given zonal species has been hitherto found only as juvenile specimens by Lietavská Lúčka. For the basal Barremian in the Čzech and Slovak territories the total absence of *Crioceratites* and *Pseudothurmannia* is characteristic which is a particularity if compared with other sedimentary spaces in the Mediterranean region (where the Lower Barremian is usually connected with the Crioceratites emerici zone). The Carpathian Barremian basis is more outstandigly connected with other new species, e.g. *Hamulinites parvulus* (pl. 5, fig. 2), *Karsteniceras pumilum* (UHLIG), *Hamulina lorioli* (pl. 5, fig. 4) then with *Spitidiscus hugii* (pl. 5, fig. 6). In the Silesian Unit (Outer Carpathians) where we have no suitable profile for transient fossiliferous deposits from Hauterivian to Barremian, there are also marked representants of *Anahamulina* and *Karsteniceras* and *Hamulinites*. The most frequent faunistic element of Barremian are usually *Barremites* which are – the same as in the Central Carpathians – only very uneasily determinable and their representants occur in the Uppermost Hauterivian already.

From the given characteristic genera and species of basal Barremian, *Hamulinites parvulus* and *Karsteniceras pumilum* (or other allied representants of the given genus, respectively) survive up to the whole Lower Barremian and some new other genera occur. In the Central Carpathians they occur more or less in spots, in the Silesian Unit (where there is a lack of suitable profiles) it is difficult to carry out a detailed division into the recommended mediterranean ammonite zones in the Carpathians and therefore I suggest to define the whole Lower Barremian as a *Hamulinites parvulus* "superzone" which has the character of an extent zone.

3. – CONCLUSIONS

Solving the detailed stratigraphy of the Carpathian sequence of strata is rather difficult because of the complicated structure of the Carpathian system connected with a high stage of the tectonic stress and the predominantly deep-water Lower Cretaceous sediments.

However, in spite of the above mentioned difficulties, we rarely managed to collect a considerably great quantity of Cephalopoda on the Carpathian profiles represented only by mediterranean ammonites in the Central Carpathians, while in the Silesian Unit of the Outer Carpathians except for the mediterranean ammonites also unambiguous boreal elements occur periodically but subordinately in the period beginning with the Lower Valanginian up to the Upper Hauterivian [Uhlig, 1902 ; Vašíček, 1975, 1979 ; Houša *in* Menčík *et al.*, 1983].

The abundant ammonites (in the period from Valanginian up to the Lower Barremian enable to compare the Carpathian ammonite assemblages with classic developments in the Mediterranean region and especially from the south-eastern France (from the Vocontian trough) and from Spain and to apply the Mediterranean ammonite zones in the Czecho-Slovakia Carpathians as they were designed at the session in Digne [Hoedemaeker and Bulot, 1990], and in Mula

1992, respectively This resulted in a design of ammonite zones for the Central Carpathians (illustrated in fig. 4) completed by the generally founded ammonite content with demarcating their stratigraphic position and the supposed chronological extent, respectively. However, a continuous zonation has hitherto not been possible.

Generally, it may be stated that ammonites in the sequences of strata in the Central Carpathians begin to be abundant with the Himantoceras trinodosum zone. It is interesting that the Valanginian sediments are generally poor in neocomitids. In the later Upper Valanginian there are especially the rare discoveries of *Criosarasinella* which are stratigraphically utilizable. Palaeogeographically, sporadic discoveries of the imperfectly preserved shells of *Paquiericeras (Julianites)* cf. *undulatum* THIEULOY and *Juddiceras* cf. *curvicosta* (KOENEN) are very interesting (pl. 1, fig. 4 ; pl. 2, fig. 3).

Only in the Uppermost Valanginian the specimens of *Teschenites* THIEULOY begin to be conspicuously abundant, their abundance is kept also throughout the early Lower Hauterivian. The Hauterivian base thanks to the ammonite assemblages is closely related to the Uppermost Valanginian, seeing that the *Acanthodiscus* being only exceptionally found in the Carpathians. The base may be indicated by the first occurrences of *Spitidiscus*.

The sediments along the Lower and Upper Hauterivian boundary are poor in ammonites, and stratigraphically significant species are loosing. However, this boundary is well definable in the Central Carpathians because of the fact that the Lower Hauterivian aptychi belonging to *Lamellaptychus seranonis* (COQUAND) and *L. didayi* (COQUAND) disappear here.

Also the Upper Hauterivian is at the beginning poor in ammonites. Mediterranean species of index character, e.g. *Subsaynella sayni*, *Plesiospitidiscus ligatus* and *Pseudothurmannia balearis* occur only sporadically, and because of that they cannot be utilized as zone species. On the other hand, *Euptychoceras borzai* VAŠÍČEK & MICHALÍK always occur in the above mentioned sediments and that is why it was used for determining the Carpathian ammonite zone of the same name (as to its character even a superzone). The occurrence of *Euptychoceras borzai* finished closely under the level of the first occurrence of the genus *Pseudothurmannia*. Because of the difficulties when determining the specimens of *Pseudothurmannia*, and especially of the fact that ammonites in the base position with pseudothurmannias are less perfectly preserved in the Carpathians, the Crioceratites binelli zone is suggested as equivalent to the Pseudothurmannia angulicostata zone for the Central Carpathians. As already mentioned, the occurrence of pseudothurmannias and crioceratids finished suddenly in the Carpathians before Barremian without any evident interruption of sedimentation or any lithological change in the sequence of strata.

It is also necessary to emphasize here that in the uppermost part of the deposits with *Crioceratites binelli* in the whole Carpathians the hitherto single specimen of *Pseudothurmannia angulicostata* (D'ORBIGNY) corresponding to the d'Orbigny's holotype as well as the last specimens of *Pseudothurmannia balearis* (NOLAN) and *Pseudothurmannia mortilleti* (PICTET & DE LORIOL) together with the last lamellaptychi were found.

Except for the predominant barremitids, the Lower Barremian proves new ammonite species from the range of *Spitidiscus hugii* (OOSTER), *Hamulina lorioli* UHLIG, and especially *Hamulinites parvulus* (UHLIG), which is characteristic also for the later Lower Barremian, where species used for a detailed zonation of the Lower Barremian of the Mediterranean area are loosing. *Hamulinites parvulus* was therefore utilized as a superzonal species which is presented not only in the Central Carpathians, but which is extraordinally abundant also in the Silesian Unit of the Czech Outer Carpathians.

ACKNOWLEDGEMENTS

The Author is much indebted to Mrs. M. Grmelová, and Mrs. K. Mezihoráková and Mr. D. Korn for the quality of photographs, to Mrs. B. Vavrušáková for preparing the figures and to Dr. M. Weberová for translating the whole text into English.

References

ADAMÍKOVÁ, G., MICHALÍK, J. & VAŠÍČEK, Z. (1983). – Composition and ecology of the "Pseudothurmannia-fauna", Lower Barremian of the Krížna-Nappe in the Strážovské Vrchy Mts. *Geologický zborník Geologica carpathica*, **34**, 5, 591-615, Bratislava.

ANDRUSOV, D. (1927). – Compte rendu préliminaire sur les recherches géologiques exécutées dans la zone des Klippes internes de la Slovaquie (1925-1926). *Věstník Státního geologického ústavu Československé republiky*, **3**, 2-3, 126-152, Praha (Czech, French abstract).

ANDRUSOV, D. (1931). – Sur la subdivision stratigraphique du Crétacé inférieur de la nappe subtatrique inférieure de la Slovaquie centrale. *Věstník Státního geologického ústavu Československé republiky*, **7** 152-160, Praha (Czech, French abstract).

ANDRUSOV, D. (1933). – Communications sommaires sur la géologie des Carpathes moravo-silésiennes. *Věstník Státního geologického ústavu Československé republiky*, **9**, 194-199, Praha (Czech, French abstract).

ANDRUSOV, D. (1938). – Géologie de la Slovaquie. *Sborník pro výzkum Slovenska a Podkarpatské Rusi při Slovanském Ústavu*, 111 pp., Praha (Czech, French abstract).

ANDRUSOV, D. (1953). – Étude gélogique de la zone des klippes internes des Carpathes occidentales. IV.- Stratigraphie du Dogger et du Malm, V. - Stratigraphie du Crétacé. *Geologické práce, Zošity*, **34**, 1-147, Bratislava.

ANDRUSOV, D. (1965). – Apercu général sur la géologie des Carpathes occidentales. *Bull. Soc. Géol. France*, (7), **7**, 1029-1062, Paris.

BIRKENMAJER, K. (1977). – Jurassic and Cretaceous lithostratigraphic units of the Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Poland. *Studia Geologica Polonica*, **45**, 1-159, Warszawa.

BORZA, K. (1984). – The Upper Jurassic - Lower Cretaceous parabiostratigraphic scale on the Basis of *Tintinninae*, *Cadosinidae*, *Stomiosphaeridae*, *Calcisphaerulidae* and other microfossils from the West Carpathians. *Geologický zborník Geologica carpathica*, **35**, 5, 539-550, Bratislava.

BORZA, K., GAŠPARÍKOVÁ, V., MICHALÍK, J. & VAŠÍČEK, Z. (1980). – Upper Jurassic-Lower Cretaceous sequence of the Krížna-nappe (Fatric) in the Strážovské section, Strážovské vrchy Mts. (Western Carpathians). *Geologický zborník Geologica carpathica*, **31**,4, 541-562, Bratislava.

BORZA, K., MICHALÍK, J., GAŠPARÍKOVÁ, V. & VAŠÍČEK, Z. (1984). – The biostratigraphy of the Hauterivian/Barremian boundary beds in the Krížna Nappe, Western Carpathians (Czechoslovakia). - *Cretaceous Research*, **5**, 349-356, London.

BORZA, K., MICHALÍK J. & VAŠÍČEK, Z. (1987). – Lithological, biofacial and geochemical characterization of the Lower Cretacous pelagic carbonate sequence of Mt. Butkov (Manín Unit, Western Carpathians). *Geologický zborník Geologica carpathica*, **38**, 3, 323-348, Bratislava.

COMPANY, M. (1987). – Los Ammonites del Valanginiense del sector oriental de las Cordilleras Béticas (SE de España). Tesis Doctoral. Universidad de Granada, 294 pp., Granada.

DERCOURT, J., RICOU, L.E., ADAMIA, S. *et al.* (1990). – Paleogeographical Maps 1:10 000 000. - I.G.C.P. 198, Northern Margin of Tethys. GÚDŠ, Bratislava.

DURAJ, M, FILÁK, P. & VAŠÍČEK, Z. (1990). – Ammonites des Desmoceratentyps aus Ablagerungen der Hauterive-Barreme-Grenze von der Lokalität Lietavská Lúčka bei Žilina (Westkarpaten, Krížna-Decke). Sborník "Biostratigrafické a sedimentologické studie v mezozoiku Českého masívu a Západních Karpat". *Knihovnička Zemního plynu a nafty*, **9a**, 55-68, Hodonín.

ELIÁŠ, M. (1979). – Facies and paleogeography of the Silesian unit in the western part of Czechoslovak flysch Carpathians. *Věstník Ústředního ústavu geologického*, **54**, 6, 327-339, Praha.

ERISTAVI, M. S. (1961). – Einige Cephalopodenarten aus der unteren Kreide der Zentralkarpaten. *Geologické práce, Zprávy* , **21**, 81-108, Bratislava (Russian, German abstract).

FÖTTERLE, F. (1864). – Geologische Aufnahmskarte des Trentschiner Comitates. *Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, **14**, 224-226, Wien.

HOEDEMAEKER, P.J. & BULOT, L. (1990). – Preliminary ammonite zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean region. *Géologie Alpine*, **66**, 123-127, Grenoble.

HOHENEGGER, L. (1852). – Geognostische Skizze der Nordkarpathen von Schlesien und den nächsten Angrenzungen (nach dem gegenwärtigen Standpunkte meiner Erfahrung). *Jahrbuch der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, **3**, 3, 135-148, Wien.

HOHENEGGER, L. (1855). – Neuere Erfahrungen aus den Nordkarpathen. *Jahrbuch der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, **6**, 2, 304-313, Wien.

HOHENEGGER, L. (1861). – Die geognostischen Verhältnisse der Nordkarpathen in Schlesien und den angrenzenden Theilen von Mähren und Galizien als Erläuterung zu der geognostischen Karte der Nordkarpathen. 50 pp., Gotha.

HOUŠA, V. (1976). – The Lower Cretaceous formations accompanying the Tithonian limestone bodies near Štramberk. *Časopis Slezského muzea, Vědy přírodní*, Sér. A, **25**, 63-85, 119-131, (2), Opava (Czech, English abstract).

LEFELD, J., GAZDZICKI, A., IWANOW, A., KRAJEWSKI, K. & WOJCZIK, K. (1985). – Jurassic and Cretaceous lithostratigraphic units of the Tatra Mts. *Studia Geologica Polonica*, **84**, 1-93, Warszawa.

MAHEĽ, M. (1962). – Stratigraphische Fortschritte beim Studium des Jura und der Unterkreide in den Zentralkarpaten. - *Geologické práce, Zošity*, **62**, 187-204, Bratislava, (Slovak, German abstract).

MAHEĽ, M. (1978). – Development model of the West Carpathians. *Mineralia slovaca*, **10**, 1, 1-16, Bratislava, (slovak, english abstract).

MAHEĽ, M. (1985). – Geological structure of the Strážovské vrchy Mountains. 221 pp., GÚDŠ, Bratislava (Slovak, English abstract).

MAHEĽ, M. (1986). – Geological structure of the Czechoslovakian Carpathians. Paleoalpine units 1. 503 pp., Veda, Bratislava (Slovak).

MENČÍK, E., ADAMOVÁ M., DVOŘÁK J. *et al.* (1983). – Geology of the Moravskoslezské Beskydy Mts. and the Podbeskydská pahorkatina Upland. 304 pp., Academia, Praha (Czech, English abstract).

MICHALÍK J. & SOTÁK, J. (1990). – Lower Cretaceous shallow marine buildups in the Western Carpathians and their relationship to pelagic facies. *Cretaceous Research*, **11**, 211-227, London.

MICHALÍK J. & VAŠÍČEK, Z. (1984). – To the early Mid Cretaceous West Carpathian develoment: the age and environmental position of the "Skalica breccia". *Geologický zborník Geologica carpathica*, **35**, 5, 559-581, Bratislava.

MICHALÍK J. & VAŠÍČEK, Z. (1989). – Lower Cretaceous stratigraphy and paleogeography of the Czechoslovakian Western Carpathians. *In* : Cretaceous of the Western Tethys, WIEDMANN, J. (Ed.), Proc. 3rd International Cretaceous Symposium (Tübingen 1987), 505-523, Stuttgart.

OPPENHEIMER, J. (1927). – Beiträge zur Geologie der Klippenzone der Orava. *Sborník Státního geologického ústavu Československé republiky*, **7**, 237-261, Praha.

PAUL, M.C. (1864). – Geologische Verhältnisse des Gebietes zwischen Sillein, Fačkov und Waag-Bistritz. *Jahrbuch der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, **14**, Verhandlungen, 227-228, Wien.

PAUL, M.C. (1868). – Die nördliche Arva. *Jahrbuch der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, **18**, 201-246, Wien.

RAKÚS, M., DERCOURT, J. & NAIRN, A.E.M. (1988, 1989, 1990). – Evolution of the Northern Margin of Tethys. *Mém. Soc. Géol. France*, Nouv. Sér. 154, I - 244 pp., II - 214 pp., III - 220 pp., Paris.

ROTH, Z. & HANZLÍKOVÁ, E. (1968). – The western part of the West-Carpathian flysch belt. *In* : Regional geology of Czechoslovakia II - The West Carpathians, MAHEĽ, M., BUDAY, T. (Eds.), 379-430, Academia, Praha.

ROTH, Z. & MATĚJKA, A. (1953). – The pelosiderites of the Moravosilesian Beskydy, their historical importance, geological occurrence, petrographical and chemical nature, and their origin. *Geotechnica*, **16**, 110 pp., Praha.

SCHEIBNER, E. (1968). – The Klippen Belt of the Carpathians. *In* : Regional Geology of Czechoslovakia II - The West Carpathians, MAHEĽ, M., BUDAY, T., (Eds.), 304-371, Praha.

STUR, D. (1860). – Bericht über die geologische Übersichtsaufnahme des Wassergebietes der Waag und Neutra. *Jahrbuch der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, **11**, 1, 17-151, Wien.

STUR, D. (1868). – Bericht über die geologische Aufnahme im oberen Waag und Gran-Thale. *Jahrbuch der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, **18**, 3, 337-425, Wien.

UHLIG, V. (1882) – Die Wernsdorfer Schichten und ihre Äquivalente. *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, math.-naturwiss. Klasse*, **76**, 1-32, Wien.

UHLIG, V. (1883). – Die Cephalopodenfauna der Wernsdorfer-schichten. *Denkschriften der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, math.-naturwiss. Klasse*, **46**, 127-290, Wien.

UHLIG, V. (1902). – Über die Cephalopodenfauna der Teschener und Grodischter Schichten. *Denkschriften der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, math.-naturwiss. Klasse*, **72**, 1-87, Wien.

UHLIG, V. (1903). – Bau und Bild der Karpaten. *In* : Bau und Bild Österreichs. 651-911, Wien-Leipzig.

VAŠÍČEK, Z. (1971). – Zur Biostratigraphie des tieferen Teils (Malm-Alb) der Schlesischen Einheit (Beskiden, Tschechoslowakei). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. Abhandlungen*, Monatshefte, **3**, 181-192, Stuttgart.

VAŠÍČEK, Z. (1972). – Ammonoidea of the Těšín-Hradiště Formation (Lower Cretaceous) in the Moravskoslezské Beskydy Mts. *Rozpravy Ústředního ústavu geologického*, **38**, 1-103, Praha.

VAŠÍČEK, Z. (1973a). – Über einige von V. Uhlig (1883) beschriebene Unterkreide - Ammoniten. *Sborník geologických věd, Řada paleontologie*, **15**, 49-73, Praha.

VAŠÍČEK, Z. (1973b). – Zur Barreme-Apt Grenze in der Schlesischen Einheit. *Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské, Řada hornicko-geologická*, **18**, 4, 101-107, Ostrava.

VAŠÍČEK, Z. (1975). – Zur Revision der Ammoniten von den Oberen Těšín-Schichten. *Sborník geologických věd, Řada paleontologie*, **17**, 71-107, Praha.

VAŠÍČEK, Z. (1979). – Die Cephalopoden der schlesischen Unterkreide und ihre paläogeographische Bedeutung. *In* : Aspekte der Kreide Europas, WIEDMANN, J. (Ed.), IUGS Ser, A, **6**, 323-334, Stuttgart.

VAŠÍČEK, Z. (1980). – Biostratigraphie des Mesozoikums der Silesischen Einheit in Nordost-Mähren. *Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské, Řada hornicko-geologická*, **24**, 1-28, Ostrava.

VAŠÍČEK, Z. (1991). – Cephalopod biostratigraphy of the Lower Cretaceous deposits in the Czechoslovakian Western Carpathians. Thesis, 138 pp., Mining University, Ostrava (Czech, unpublished).

VAŠÍČEK, Z., MICHALÍK, J. (1981). – Remarks to the Lower Cretaceous stratigraphy and paleogeography of the northern part of the Western Carpathians. *Geologický zborník Geologica carpathica*, **32**, 1, 143-153, Bratislava.

VAŠÍČEK, Z. & MICHALÍK, J. (1986). – The Lower Cretaceous ammonites of the Manín Unit (Mt. Butkov, West Carpathians). *Geologický zborník Geologica carpathica*, **37**, 4, 449-481, Bratislava.

VAŠÍČEK, Z. & MICHALÍK, J. (1988). – Some heteromorphic ammonites from Polomec (Hauterivian-Barremian, Central Western Carpathians, Czechoslovakia). *Geologický zborník Geologica carpathica*, **39**, 6, 655-674, Bratislava.

VAŠÍČEK, Z., MICHALÍK, J. & Borza, K. (1983). – To the "Neocomian biostratigraphy in the Krížna-Nappe of the Strážovské Vrchy Mountains (Northwestern Central Carpathians). *Zitteliana*, **10**, 467-483. München.

WIEDMANN, J., KAKABADZE, M.V. & SHARIKADZE, M.Z. (1990). – Suture ontogeny in *Ptychoceras* d'Orbigny and its implications for the systematics of Cretaceous heteromorphs. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, Abhandlungen, Monatshefte, **6**, 367-384, Stuttgart.

Plate 1

Fig. 1 – *Busnardoites campylotoxus* (UHLIG). Spec. Št 10/94, Prospecting gallery No. 10, 94 m, Butkov quarry. Manín Nappe, Ladce Formation. Lower Valanginian, Campylotoxus Zone. Strong corroded and deformed specimen. **x 1.**

Fig. 2 – *Kilianella clavicostata* NIKOLOV. Spec. BK 12-4/20. 12th level of the quarry Butkov. Manín Nappe, Ladce Formation. Lower Valanginian, Campylotoxus Zone. **x 1.**

Fig. 3 – *Neocomites (N.) teschenensis* (UHLIG). Spec. BK 12-2/13. 12th level of the Butkov quarry. Manín Nappe, Ladce Formation. Upper Valanginian, Verrucosum Zone. **x 1.**

Fig. 4 – *Paquiericeras (Julianites)* cf. *undulatum* THIEULOY. Spec. Mm 650/9. Creek below the Mráznica Hill, 650 m. Krížna Nappe, Mráznica Formation. Upper Valanginian, Verrucosum Zone. **x 1.**

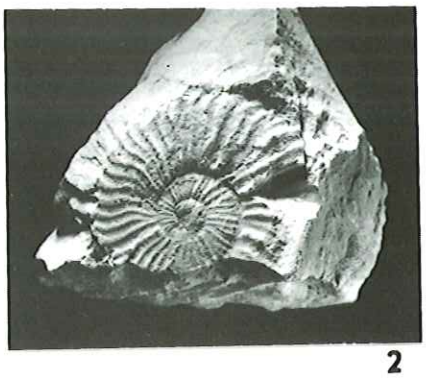
Fig. 5 – *Neocomites (N.) beaumugnensis* SAYN. Spec. BK 12-2/26. 12th level of the Butkov quarry. Manín Nappe, Ladce Formation. Upper Valanginian, Verrucosum Zone. **x 1.**

Fig. 6 – *Olcostephanus (O.) nicklesi* WIEDMANN & DIENI. Spec. BK 12-2/36. 12th level of the Butkov quarry. Manín Nappe, Ladce Formation. Upper Valanginian, Trinodosum Zone. **x 1.**

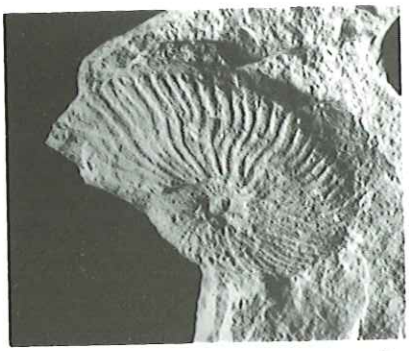
Fig. 7 – *Neocomites (Teschenites) flucticulus* THIEULOY. Spec. BK 12-5/10. 12th level of the Butkov quarry. Mráznica Formation. Uppermost Valanginian. **x 1.**

Fig. 8 – *Himantoceras trinodosum* THIEULOY. Spec. SNM Z - 19438. 8th level, 530 m, Butkov quarry. Manín Nappe, Ladce Formation. Upper Valanginian, Trinodosum Zone. **x 1.**

1



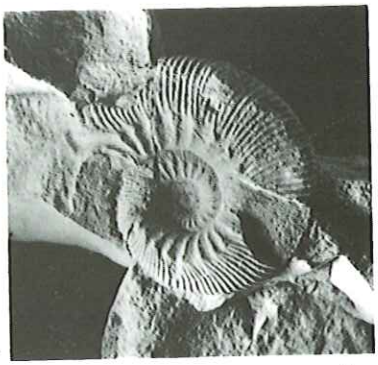
2



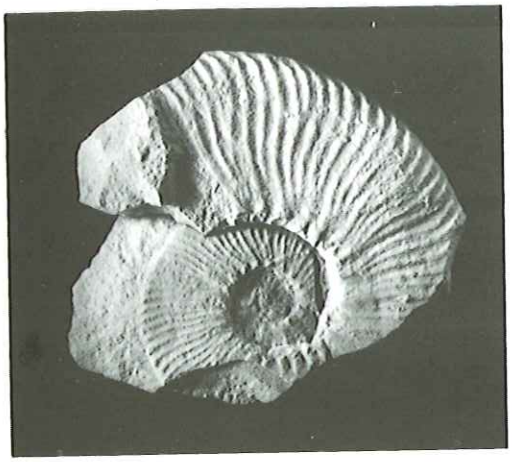
3

4

5



6



7

8

Plate 2

Fig. 1 – *Criosarasinella furcillata* THIEULOY. Spec. BK 12/92. Prospecting gallery No. 12, 92 m, Butkov quarry. Manín Nappe, Ladce Formation, Upper Valanginian, Trinodosum Zone. **x 1.**

Fig. 2 – *Criosarasinella heterocostata* (MANDOV). Spec. SNM Z- 19450. 8th level, 510 m, Butkov quarry. Manín Nappe, Ladce, Formation, Upper Valanginian, Heterocostata Zone. **x 1.**

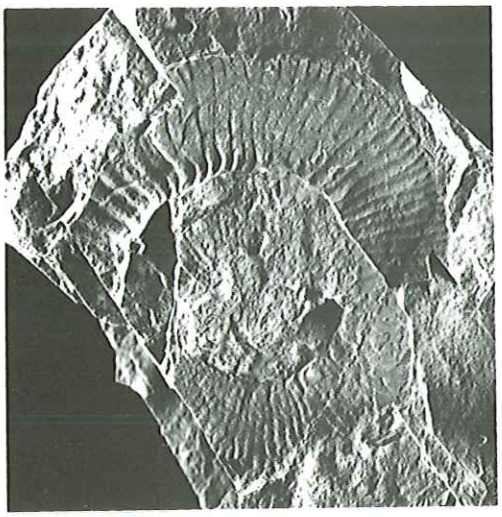
Fig. 3 – *Juddiceras* cf. *curvicosta* (KOENEN). Spec. S 2522/1. Strážovce section, 2522 m. Kríæna Nappe, Mráznica Formation, Upper Valanginian. **x 1.**

Fig. 4 – *Acanthodiscus* sp. Spec. SNM Z-19453. 5th level, 200 m, Butkov quarry. Manín Nappe, Mráznica Formation, Lower Hauterivian, Radiatus Zone. **x 1.**

Fig. 5 – *Subsaynella sayni* (PAQUIER). Spec. Km 30/1. Kamenná Hill section, 30 m. Krížna Nappe, Mráznica Formation, Upper Hauterivian. **x 1.**

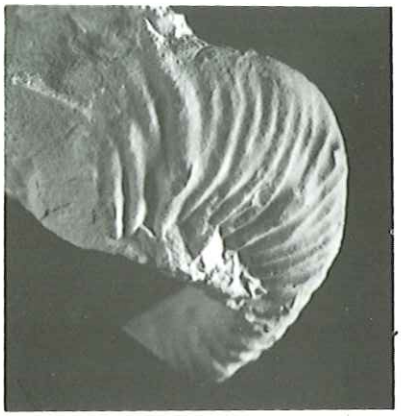
Fig. 6 – *Crioceratites loryi* (SARKAR). Spec. SNM Z - 19440. 6th level, 60 m, Butkov quarry. Manín Nappe, Mráznica Formation, Lower Hauterivian, Loryi Zone. **x 1.**

1



2

3



4

5

6

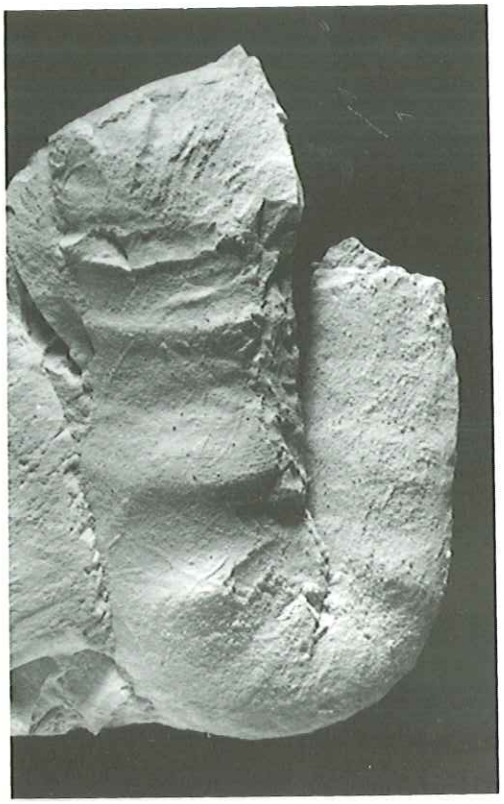
Plate 3

Fig. 1, 2 – *Euptychoceras borzai* VAŠÍČEK & MICHALÍK. 1 : Spec. SNM Z - 20036, holotype. 2 : Spec. SNM Z - 20033, juvenile limbs. 4th level, 280 m, Polomec quarry. Roof of the Strážovce Turbidite Formation. Krížna Nappe, Mráznica Formation, Upper Hauterivian, Borzai Zone. **x 1.**

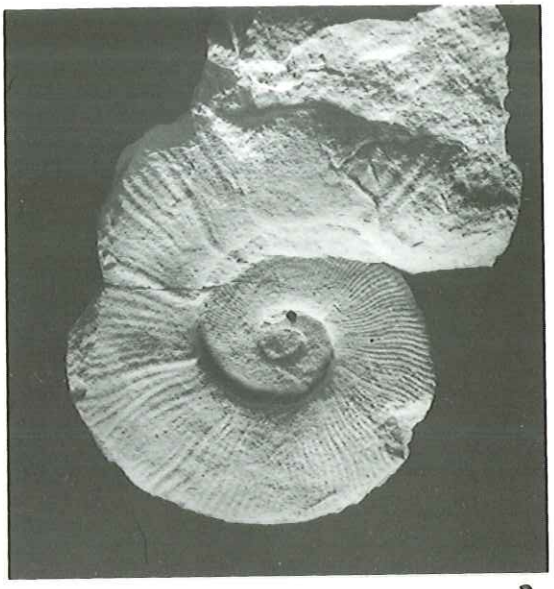
Fig. 3 – *Pseudothurmannia balearis* (NOLAN). Spec. LL IV - 40/8. 4th level, 40 m, bed no. 8. Polomec quarry. Krížna Nappe, Mráznica Formation, Upper Hauterivian, Borzai Zone. **x 1.**

Fig. 4, 5 – *Acrioceras pulcherrimum* (D'ORBIGNY). 4 : Spec. Laz - 90/4, juvenile part. Laz quarry, roof of the Strážovce Turbidite Formation. 5 : spec. SNM - Z 20031, adult part. 4th level, 40 m, bed no. 9, Polomec quarry. Krížna Nappe, Mráznica Formation, Upper Hauterivian, Borzai Zone. **x 1.**

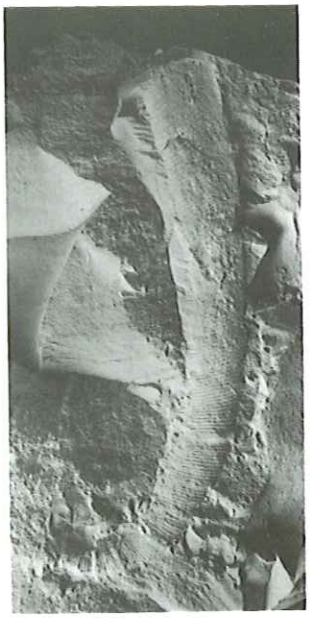
Fig. 6, 7 – *Plesiospitidiscus ligatus* (D'ORBIGNY). Spec. BK 11-12. 6 : the right-hand side 7 : the left-hand side. Beds between the 11th and 12th prospecting galleries, Butkov quarry. Manín Nappe, Kališčo Formation. Upper Hauterivian, Borzai Zone. **x 1.**



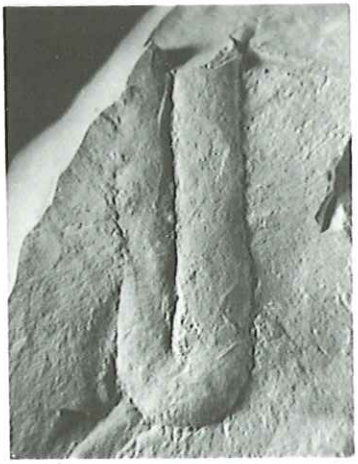
1



3



5



2

4

6

7

Plate 4

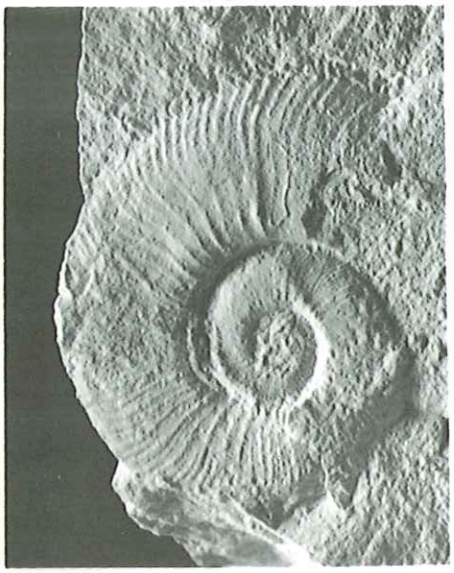
Fig. 1 – *Pseudothurmannia (Pseudothurmannia) shankariae* (SARKAR). Spec. LL IV - 40/6. 4th level, 40 m, Polomec quarry. Krížna Nappe, Mráznica Formations. Upper Hauterivian, lower part of the Binelli Zone. **x 2.**

Fig. 2, 3 – *Crioceratites binelli* (ASTIER). 2 : Spec. LL V - 500/33/1. **x 1.** 3 : spec. LL V - 500/33/15. **x 2,** detail of ribbing on the inner whorls. 5th level, 500 m, bed No. 33, Polomec quarry. Krížna Nappe, Mráznica Formations. Uppermost Hauterivian, upper part of the Binelli Zone.

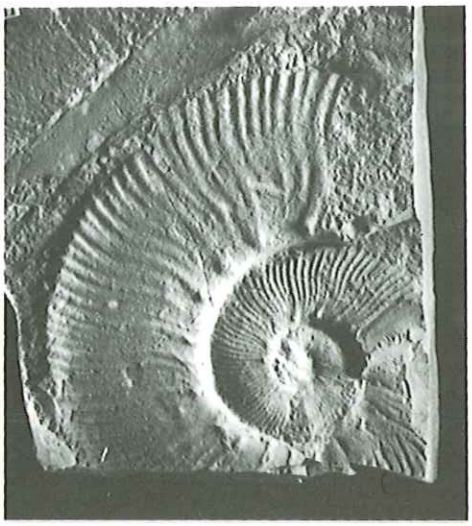
Fig. 4 – *Crioceratites majoricensis* (NOLAN). Spec. LL V - 250/40. 5th level, 250 m, debris, Polomec quarry. Krížna Nappe, Mráznica Formations. Upper Hauterivian, upper part of the Binelli Zone. **x 1.**

Fig. 5 – *Pseudothurmannia (Balearites) balearis* (NOLAN). Spec. LL V - 500/33/13. 5th level, 500 m, bed No. 33, Polomec quarry. Krížna Nappe, Mráznica Formations. Uppermost Hauterivian, the uppermost part of the Binelli Zone. **x 1.**

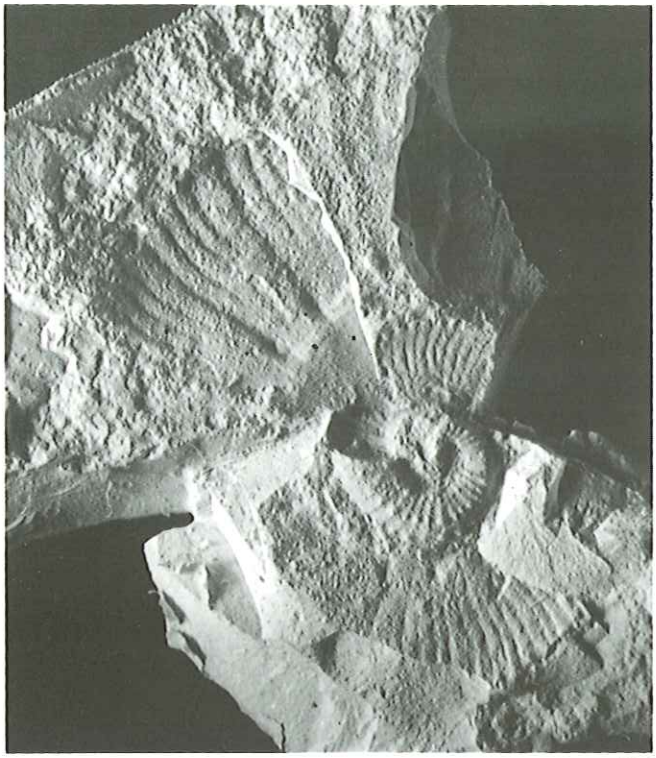
Fig. 6 – *Pseudothurmannia (Pseudothurmannia) mortilleti* (PICTET & DE LORIOL). Spec. Pl IIIA - 11/5. 5th level, 250 m, bed No. 11, Polomec quarry. Krížna Nappe, Mráznica Formations. Uppermost Hauterivian, upper part of the Binelli Zone. **x 1.**



1



2



3

4

5

6

Plate 5

Fig. 1 – *Crioceratites emerici* LÉVEILLÉ. Spec. Drn - 1/1. Outcrop Drienovica near Lietavská Lúčka. Uppermost Hauterivian, upper part of the Binelli Zone. **x 1.**

Fig. 2 – *Pseudothurmannia (Pseudothurmannia) angulicostata* (D'ORBIGNY). Spec. LL V - 260/H/7. 5th level, 260 m, Polomec quarry. Uppermost Hauterivian, the uppermost part of the Binelli Zone. **x 1.**

Fig. 3 – *Hamulinites parvulus* (UHLIG). Spec. LL V - 320/7. 5th level, 320 m, Polomec quarry. Lower Barremian, lower part of the Parvulus Zone. **x 1,5.**

Fig. 4 – *Psilotissotia favrei* (OOSTER). Spec. LL V - 0/3. 5th level, 0 m, Polomec quarry. Upper Hauterivian, upper part of the Binelli Zone. **x 1.**

Fig. 5 – *Hamulina lorioli* UHLIG. Spec. Pl - 1 - 4/8, Zabukovinské quarry near Lietavská Lúčka. Lowermost Barremian, Hugii Zone. **x 1.**

Fig. 6 – *Spitidiscus seunesi* (KILIAN). Spec. Drn - 2/1. Outcrop Drienovica. Lowermost Barremian, Hugii Zone. **x 1.**

Fig. 7 – *Spitidiscus hugii* (OOSTER). Spec. Pl - 1 - 4/5, Zabukovinské quarry. Lowermost Barremian, Hugii Zone. All specimens in figures 1-7 come from the Krížna Nappe, Mráznica Formation. **x 2.**

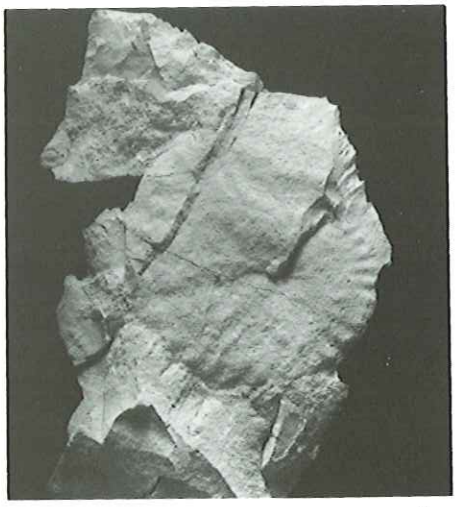
Fig. 8 – *Hamulinites parvulus* (UHLIG). Spec. B 13033. Shaft Frenštát 4, deep 410 m. Silesian Nappe (Outer Carpathians), Těšín-Hradiště Formation. Lower Barremian. **x 1.**

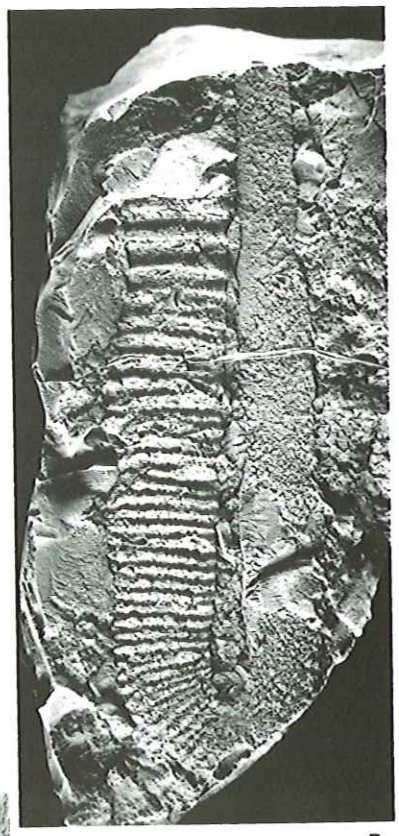
The specimens with the initial sign SNM - Z are deposited in the collections of the Slovak National Museum in Bratislava, those with the initial sign B in the collections of the Ostrava City Museum in Ostrava, the rest belongs to the collections of the Department of Geology, Mineralogy and Geochemistry of the Mining University in Ostrava (under the given depository or inventory numbers). The shells were bleached with ammonium chloride before photographing. Photos M. Grmelová and K. Mezihoráková, Ostrava, D. Korn (pl. 4, fig. 6), University Tübingen.

1

2

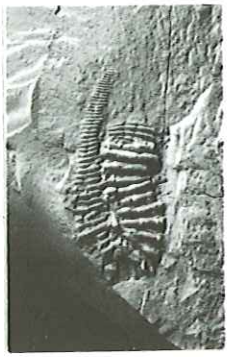
3


4


5

6

7


8

Géologie Alpine, 1994, Mém. H.S. n° 20, p. 191-203

Nuevos datos sobre el Valanginiano en el nor-noreste de México

per Celestina GONZÁLEZ-ARREOLA*, Federico OLÓRIZ** y Ana Bertha VILLASEÑOR*

RÉSUMEN. — La presente investigación da a conocer los datos paleontólogicos de dos secciones del Valanginiano, en el Cañón de Taraises y en el Cerro de Las Prietas localizadas al nor-noreste de México y donde se han recolectado especimenes de amonites. El material estudiado ha sido aproximadamente de 350 ejemplares de amonites, sin incluir otros grupos de menor significación ecológica como braquiópodos, pelecipodos y belemnites. Las familias reconocidas han sido Olcostephanidae, Neocomitidae, Ancyloceratidae y Bochianitidae.

En estas secciones se han identificado diferentes horizontes de amonites y en base a los datos obtenidos proponemos la reinterpretación bioestratigráfica de la hipótesis tradicionalmente aceptada en relación al Miembro Superior de la Formación Taraises, tanto en la localidad tipo como en equivalentes laterales correlacionables. La reinterpretación bioestratigráfica de las asociaciones de amonites registradas abren nuevas vías paracorrelaciones entre las cuencas mexicanas y las del Tethys, aunque no se descarta la existencia de ligeras diferencias entre los registro de amonites tethianos en México y los de otras partes del mundo.

El estudio realizado en el Cañón de Taraises ha permitido une mejor aproximación para la reinterpretación bioestratigráfia. En base al estudio de los amonites y los primeros datos publicados se propone que la Formación de Teraises va del Berriasiano inferior (no basal) al Valanginiano superior.

Este estudio debe considerarse como un primer paso que indicirá en las actuales investigaciones y en trabajos futuros que abordarán temas paleobiológicos y evolutivos cuyo propósito es establecer una bioestratigrafia causal en el Cretácico Inferior de México.

PALABRAS CLAVE. — Amonites, Valanginiano, Bioestratigrafía, México.

New information on the Valanginian in north-northeastern Mexico

ABSTRACT. — A detailed sampling of two Valanginian sections at the Cañón de Taraises and the Cerro de Las Prietas which are located in north-northeastern Mexico yielded specimens of ammonites. The material studied consists of approximately 350 ammonites specimens, not including other groups of a rather ecologic significance such as brachiopods, pelecypods and belemnites. Regarding ammonites components of the Olcostephanidae, Neocomitidae, Ancyloceratidae and Bochianitidae families have been recognized.

Ammonite horizons have been recognized in these sections and on the basis of the obtained data we propose the reinterpretation of traditional biostratigraphic hypotheses concerning the Upper Member of the Taraises Formation in the type locality as well as its correlation with possible lateral equivalents. The biostratigraphic reinterpretation of ammonite associations opens new ways for correlations between Mexican basins and the Tethys, but slight biostratigraphic differences could exist between the record of Tethyan ammonites in Mexico and in other parts of the world.

It was the study carried out in the Cañón de Taraises that has permitted better approach to the biostratigraphical reinterpretation. On the basis of the study of ammonites, and the data published early the Taraises Formation in the Cañón de Taraises ranges from lower (not basal) - middle Berriasian to upper Valanginian.

The realized study should be considered as a first step on which to base current as well as future studies dealing with paleobiological, paleoecological and evolutionan matters, with the purpose of establishing a causal biostratigraphy in the Lower Cretaceous of Mexico.

KEY WORDS. — Ammonites, Valanginian, Biostratigraphy, Mexico.

* Instituto de Geología, Depto. de Paleontología, UNAM, 04510 México, D. F.

** Facultad de Ciencias, Depto de Estratigrafía y Paleontología, Univ. de Granada, 18002 Granada, España.

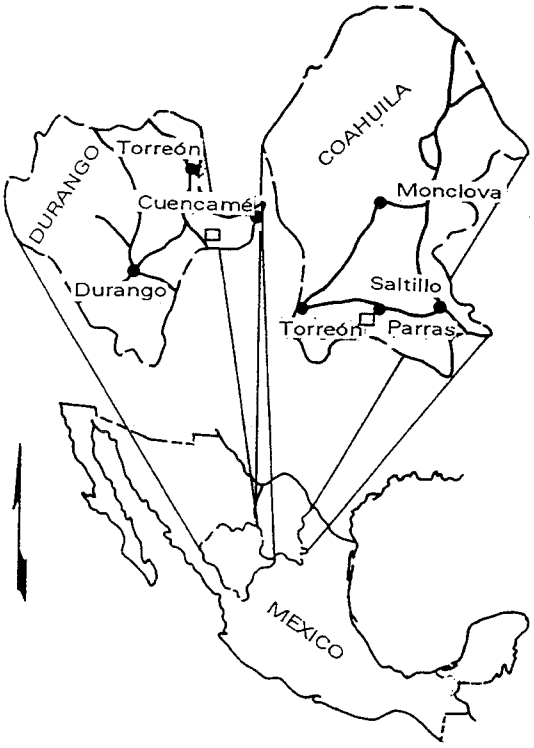


FIG. 1. – Localización de las áreas estudiadas.
FIG. 1. – *Location of the two localities studied.*

1. – INTRODUCCIÓN

La investigación comprende el estudio de las asociaciones de amonites recolectados en dos perfiles pertenecientes a la Formación Taraises. Con este trabajo se inicia la reinterpretación cronoestratigráfica de algunas de las asociaciones de amonites que se ha venido mencionando en diferentes trabajos de carácter geológico-paleontológico. En la mayoría de ellos se considera la propuesta bioestratigráfica comúnmente aceptada de Imlay [1938].

Del mismo modo, en las aportaciones previas a esta contribución se ha llevado a cabo un análisis crítico y se infiere que el poco desarrollo y precisión de los estudios bioestratigráficos del Valanginiano de México se deban a la ausencia de muestreos realizados estrato a estrato, la carencia de análisis bioestratigráficos detallados y a la escasez de investigaciones interdisciplinarias y coordinadas de apoyo.

Una semblanza de las aportaciones de carácter paleontológico que anteceden al desarrollo de esta labor dan al lector una respuesta para la defensa de este ensayo.

Asimismo, se considera pertinente señalar que Imlay [1936] da a conocer la presencia de algunos géneros de las familias Olcostephanidae y Neocomitidae en rocas

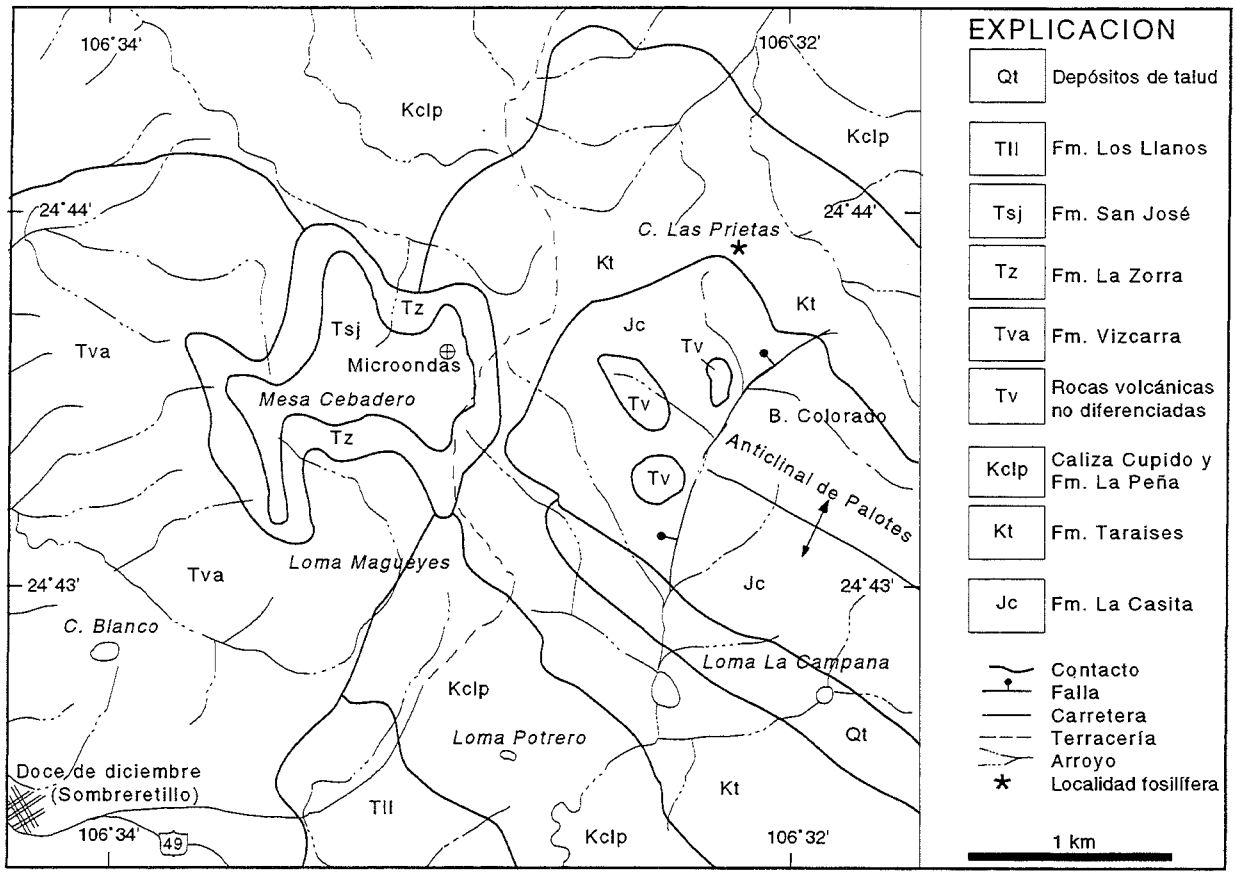


FIG. 2. – Mapa geológico simplificado donde se ubica el afloramiento de Las Prietas [modificado de Enciso de la Vega, 1968].
FIG. 2. – *Geological map showing the location of the Las Prietas outcrop [according to Enciso de la Vega, 1968].*

del Valanginiano-Hauteriviano inferior. Cantú-Chapa, A [1966, 1972, 1976], reconoce nuevas localidades de este tiempo geológico y delimita el Valanginiano de México en inferior y superior. Cantú-Chapa, C. [1976] da a conocer fauna de amonites en una nueva localidad del Cretácico inferior. Contreras y Montero [1977] establece unidades con Olcostephanus, Leopoldia y Oosterella. Trejo [1980] en su trabajo sobre calpionélidos mesozoicos mexicanos establece una zonación y propone la utilización de ella para la solución de problemas de correlación intercontinental en el área del Tethys.

También, González-Arreola y Comas [1981] dan a conocer amonites del Valanginiano-Hauteriviano. Ortega-Gutiérrez y González-Arreola [1985] reconocen el Valanginiano con la presencia del género *Olcostephanus* sp., en rocas deformadas. Young [1988] informa sobre asociaciones de amonites de la Formación Taraises en el norte de México que caracterizan el Valanginiano superior.

Las dos últimas publicaciones sobre el Cretácico inferior son las de Adatte *et al.* [1992] que aportan datos para definir con exactitud el límite Jurásico-Cretácico en el noreste y centro de México, basándose en el estudio de la sucesión de amonites y calpionélidos, y González-Arreola *et al.* [1992] abordan aspectos bioestratigráficos y cronológicos de la Formación Taraises en su área tipo.

Esta investigación es parte del proyecto Ecoestratigrafía del Mesozoico de México IN203792 y ha sido financiada por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA), de la Universidad Nacional Autónoma de México y por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

2. – Localización del área

Los perfiles se localizan en la parte nor-noreste de México (fig. 1). El primero llamado «Las Prietas» se localiza al sur de Cuencamé, estado de Durango, entre una serie de lomeríos, correspondientes al Anticlinal de Palotes, Mesa del Cebadero y las lomas Magueyes, Potrero y La Campana [Enciso de la Vega, 1968], que se extienden en dirección NW-SE. El área de donde procede el material recolectado está limitada por las coordenadas 24° 43' y 25° 44' latitud N y 106° 32' y 106° 34' longitud W (fig. 2).

El segundo perfil «Rancho Los Taraises» se trata del ya referido por los autores [González-Arreola *et al.*,

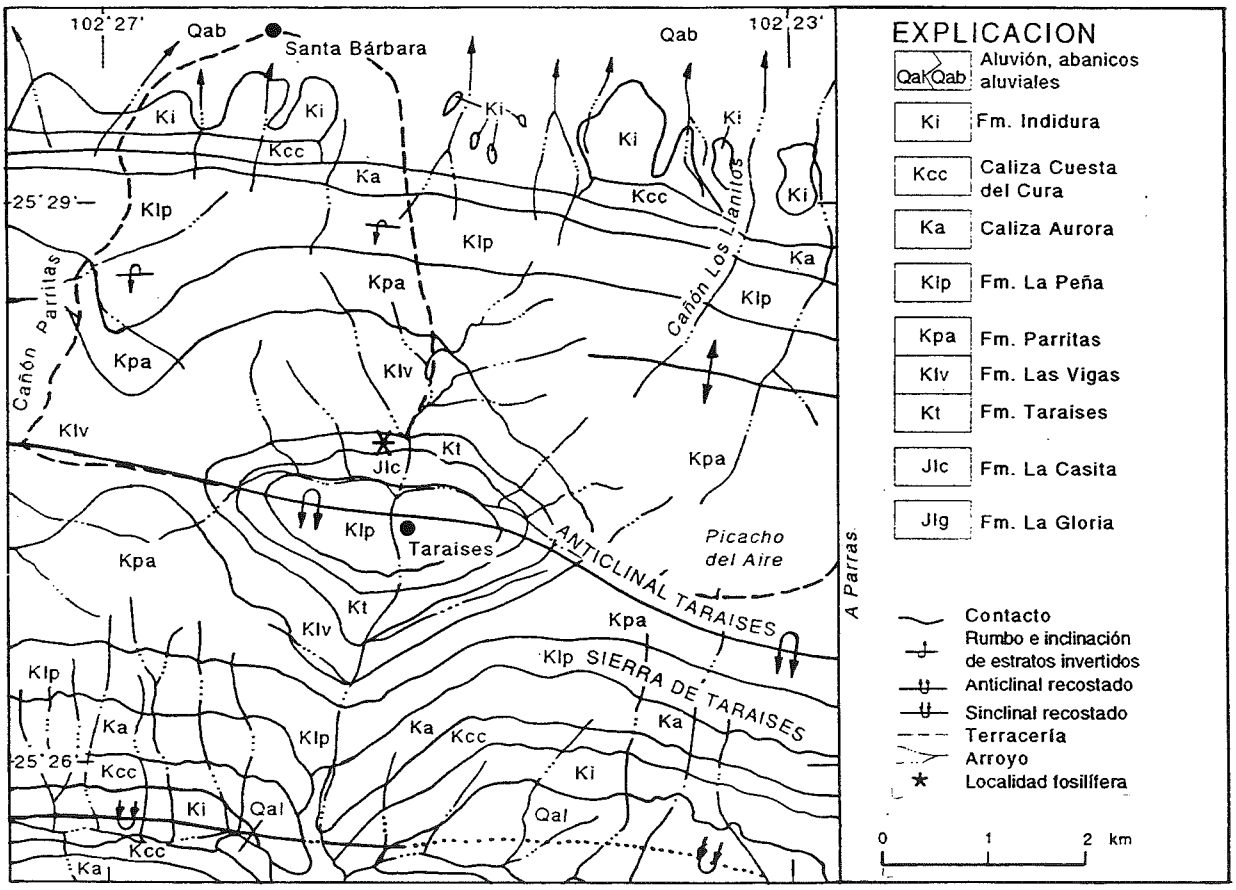


FIG. 3. – Mapa geológico simplificado donde se ubica el afloramiento de Rancho Los Taraises [modificado de Ledesma-Guerrero, 1967].

FIG. 3. – *Geological map showing the location of the Rancho Los Taraises outcrop [according to Ledesma-Guerrero, 1967].*

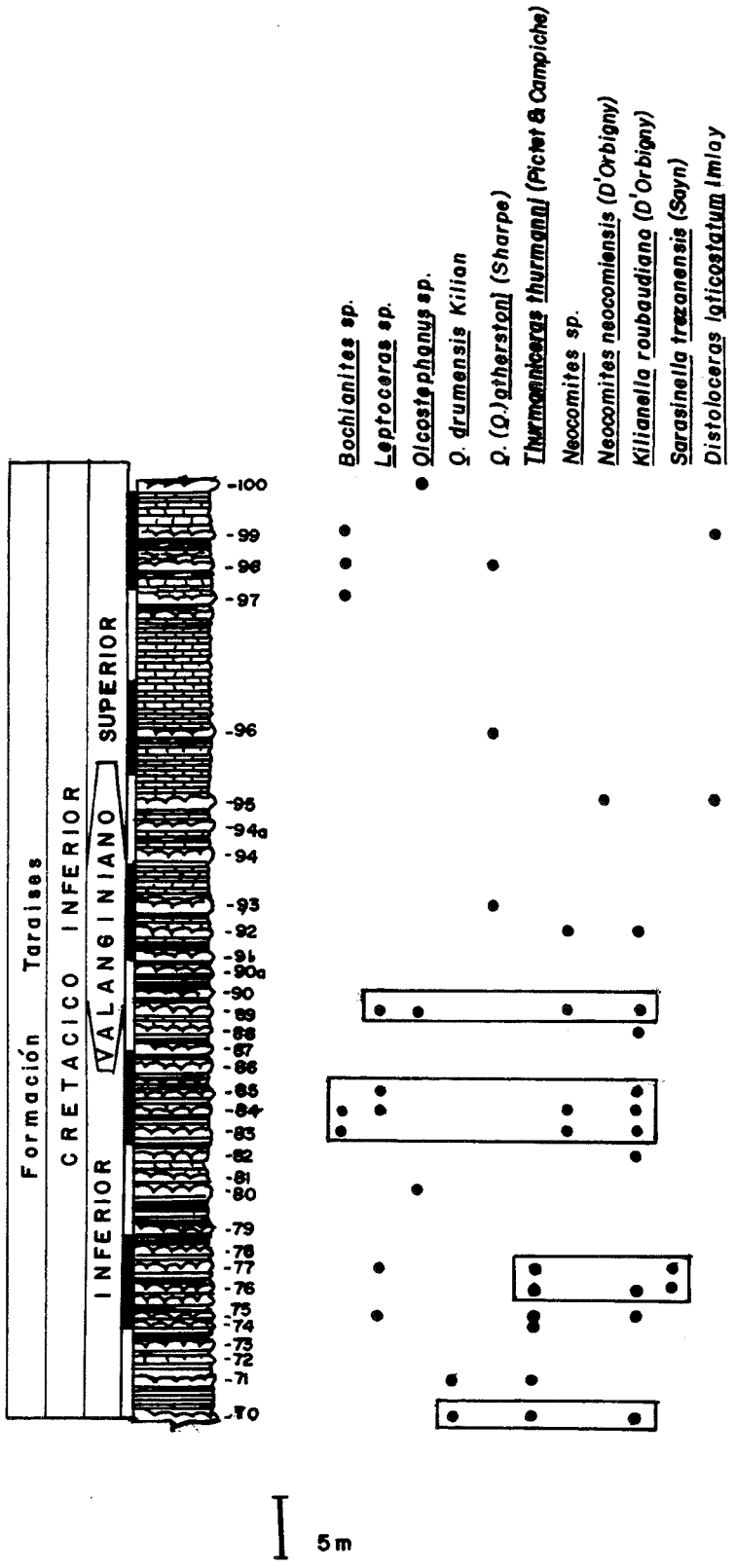


FIG. 4. – Distribución bioestratigráfica de los amonites y asociaciones faunísticas en el perfil Las Prietas.
FIG. 4. – *Biostratigraphic range of ammonites and faunistic assemblages : Las Prietas section.*

1992] en donde se describen sus características litológicas. Se trazó al sur de la Ciudad de Parras, estado de Coahuila, en la parte occidental de la sierra del mismo nombre, limitado al sureste por el Anticlinal de Taraises y el Cañón Parritas al norte. Las coordenadas de referencia son 25° 26' y 25° 29' latitud norte y 102° 23' y 102° 27' longitud W [Ledezma, 1967] (fig. 1 y 3).

3. – Características geológicas de los perfiles estudiados y procedimiento de muestreo

La Formación Taraises, en el área de Cuencamé, Durango, cubre una superficie de 15 km² [Enciso de la Vega, 1968] y aflora en el anticlinorio de Palotes, suprayace concordantemente a (las capas) la lutita, yeso y limolita de la Formación La Casita. En el perfil de «Las Prietas» (fig. 4) no se reconoce el contacto con esta formación. La litología está compuesta por calizas micríticas (mudstone) en estratos de 40-60 cm de espesor, se intercalan niveles finamente estratificados de margocalizas y margas. Con una potencia total de 54 m. El color dominante es gris con intemperismo a gris crema. En los niveles inferiores (70-79) totalmente crema. Los niveles (80, 81, 84, 89 y 90) presentan concreciones ferruginosas y tonalidades rosadas dominantes.

El muestreo en el perfil de «Las Prietas» se realizó estrato a estrato, según una transversal de dirección 10° oeste-suroeste. El buzamiento general es de 15° este. En la ladera se observan pliegues en «Z» con ejes sensiblemente verticalizados e inclinados hacia el noroeste. El flanco común de los pliegues cutiforme-siciforme de dicho pliegue se orienta apreciablemente norte-sur (N 50 W). En consecuencia ha sido necesario eliminar las verticales de muestreo en esta ladera, con el objetivo de obtener información estratigráficamente controlada.

El segundo perfil estudiado llamado «Rancho Los Taraises», es el publicado por González-Arreola *et al.* [1992, p. 261-262], en donde los autores precisan la bioestratigrafía de la Formación Taraises y hacen la descripción geológica del perfil. El muestreo, al igual que en el perfil «Las Prietas» se llevó a cabo estrato a estrato (fig. 5) y la litología esta constituida por caliza de color gris-negro dominante, con textura micrítica y estratificada en bancos de 20 a 40 cm. Los últimos cinco metros del perfil «Rancho Los Taraises» se caracterizan por la presencia de caliza y caliza arcillosa de aspecto noduloso. Los restos orgánicos están distribuidos en varios planos. Los últimos 15 m observables en el perfil medido están constituidos de calizas calcilutíticas y margocalizas con intercalaciones margo-lutíticas de un color gris intemperizando a ocre amarillo.

4. – Marco cronoestratigráfico

De una manera resumida se presentan en la Tabla I las interpretaciones cronoestratigráficas que diversos autores han publicado para el Valanginiano y Hauteriviano inferior de México.

La principal crítica a las aportaciones previamente mencionadas respecto al Valanginiano de México, sin detrimento de su valor, es la tendencia generalizada a mantener las interpretaciones tradicionales generalmente poco exactas, y la carencia de referencias concretas y precisas de los horizontes fosilíferos de los que proceden los materiales recolectados. Un ejemplo de ello puede ser el término «capa», frecuentemente utilizado, con diferentes acepciones.

5. – Resultados

Los resultados obtenidos en los perfiles estudiados (fig. 4 y 5) proporcionan información valiosa sobre la sucesión de amonites de importancia para la comparación.

De las sucesiones faunísticas reconocidas en el perfil «Las Prietas» sobresale la precisión del registro de *Olcostephanus (O.) atherstoni* (Sharpe) a partir del nivel 93 (fig. 4). Esta especie ha sido recientemente reconocida en el Valanginiano superior de Sudáfrica [Cooper, 1981] y caracteriza a este mismo tiempo en asociación con *Olcostephanus (O.) baini* (Sharpe), *Bochianites* sp. cf. *thieuloidis* Cantú y *Karakaschiceras biassalense* (Karakasch) en el norte de México según Young [1988].

El resto de las especies en este perfil complementan la información y comprende la distribución de *Kilianella roubaudiana* (d'Orbigny) desde el nivel 70 al 92, 170 cm aproximadamente por debajo del primer registro de *Olcostephanus (O.) atherstoni* (Sharpe). Por lo que la edad de este sector del perfil es Valanginiano inferior. Además, llaman la atención las asociaciones registradas en los primeros niveles (70 a 77) : a) *Kilianella roubaudiana* (d'Orbigny), *Thurmanniceras thurmanni* (Pictet & Campiche) y *Olcostephanus drumensis* Kilian ; y b) *Kilianella roubaudiana* (d'Orbigny), *Thurmanniceras thurmanni* (Pictet & Campiche) y *Sarasinella trezanensis* (Sayn). Estas asociaciones ubican a estos estratos dentro de la Zona Pertransiens, Valanginiano inferior.

Resulta interesante el relevo observado entre *Kilianella roubaudiana* (d'Orbigny) y *Olcostephanus (O.) atherstoni* (Sharpe) en relación con la ausencia de *Kilianella* en el perfil «Rancho Los Taraises».

Asimismo, un especial interés adquieren las asociaciones de amonites reconocidas en el perfil «Rancho Los Taraises». Estas se han obtenido esencialmente del discutido Miembro Superior de la Formación Taraises (fig. 5). El análisis de ellas permite

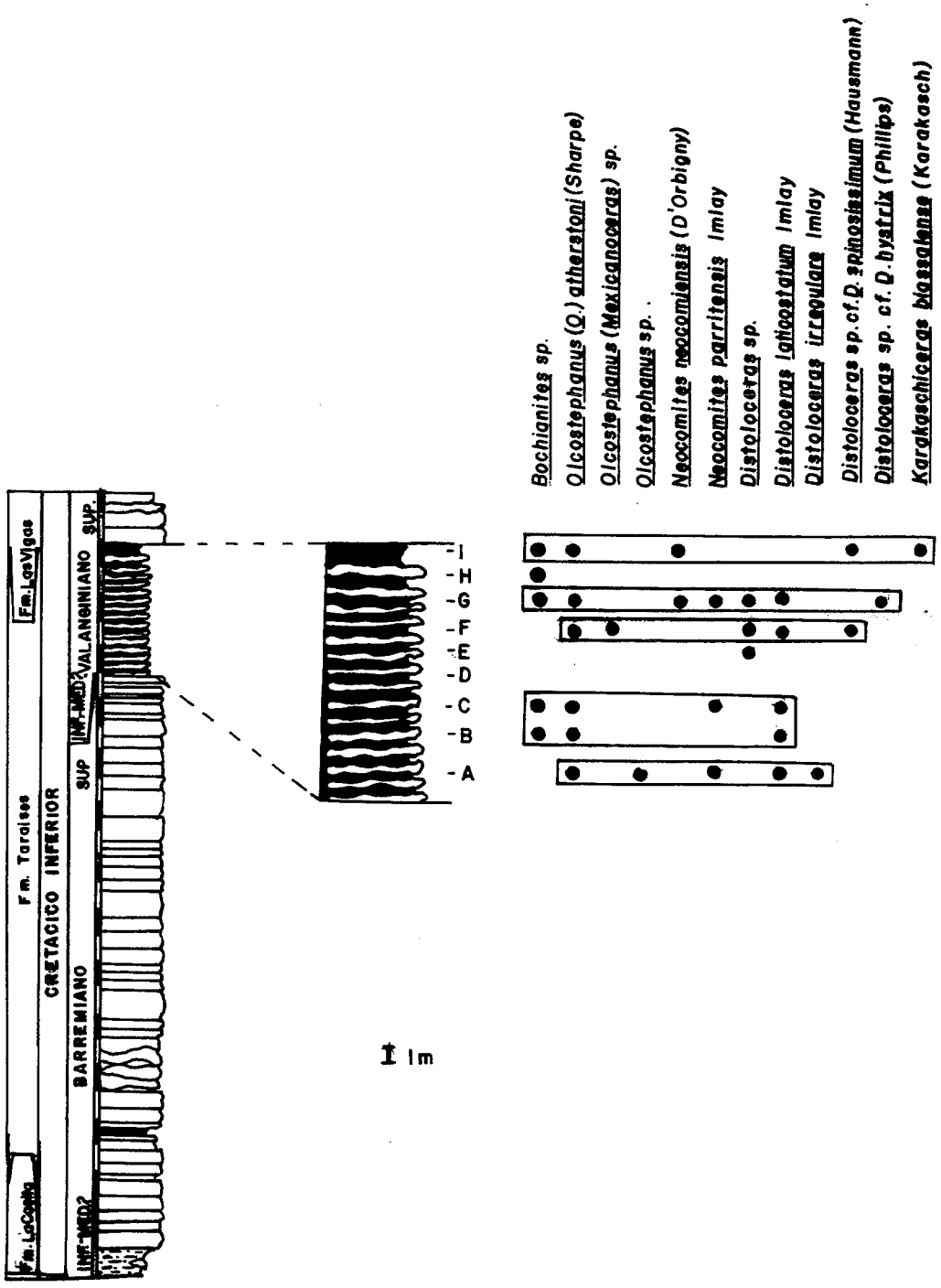


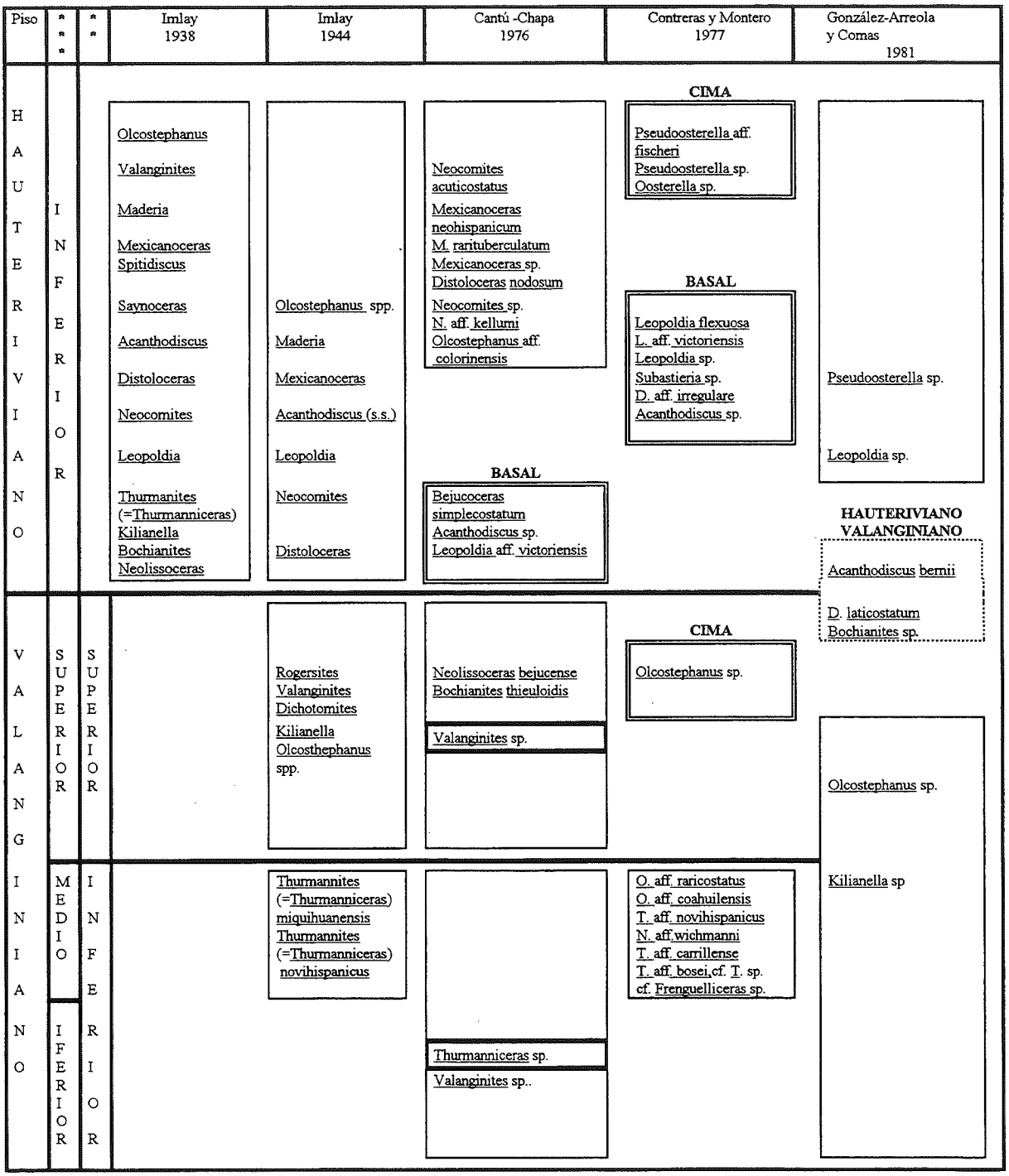
FIG. 5. – Distribución bioestratigráfica de los amonites y asociaciones faunísticas en el perfil Rancho Los Taraises (Coahuila).
FIG. 5. – *Biostratigraphic range of ammonites and faunistic assemblages from Rancho Los Taraises, section.*

las siguientes consideraciones :

a) El intervalo estudiado se caracteriza por la asociación de *Bochianites* sp., *Olcostephanus (O.) atherstoni* (SHARPE), *Distoloceras* spp. y *Neocomites parritensis* IMLAY.

b) El registro de *Karakaschiceras biassalense* (KARAKASCH), *Olcostephanus (O.) atherstoni* (SHARPE), *Neocomites neocomiensis* (D'ORBIGNY) y *Distoloceras spinosissimum* (HAUSMANN) en el Nivel I, permite confirmar la edad de Valanginiano tardío para el Miembro Superior de la Formación Taraises.

Cabe aclarar que una asociación semejante que caracteriza al Valanginiano superior del Norte de México ha sido reconocida por Young [1988], aunque este autor incluye a *Acanthodiscus magnificus* IMLAY y *A.* cf. *magnificus* IMLAY (género típico del Hauteriviano



TABL. I. – Resumen de las interpretaciones cronoestratigráficas existentes para el Valanginiano-Hauteriviano Inferior de México (1938-1981).

*** División tripartita del Valanginiano de México según Imlay [1938].

** División bipartita del Valanginiano de México según Cantú [1976].

Asignación de edad sin especificar en que parte del piso o subpiso se encuentra la fauna.

Referencia del autor a una ubicación exacta dentro del piso o subpiso.

Fauna que según el autor comparte dos pisos, no especifica posición exacta.

Señala la contradicción referida en el texto.

Nota : el orden presentado de los géneros y especies no implica alguna referencia cronoestratigráfica. Se consideró el orden mencionado por cada autor.

TABL. I. – *Summary of the chronostratigraphic interpretations existing for the Valanginian - lower Hauterivian in Mexico (1938-1981).*

*** *Tripartite division of the Valanginian for Mexico according to Imlay (1938).*

** *Bipartite division of the Valanginian for Mexico according to Cantú (1976).*

Age assigned without specifying in wich part of the stage or substage the fauna is found.

Author's reference to an exact location within a stage or substage.

Fauna that, according to the author, shares two stages, exact position not specified.

Shows the contradiction referred to in the text.

Note : the order in which the genera or species are presented does not have any chronostratigraphic significance but rather is based on the order in which the genera or species are mentioned by each author.

inferior) ; sin embargo Young menciona que el ejemplar asignado a *Acanthodiscus magnificus* IMLAY (Lámina 1, fig. 7 y 10) se encontró rodado. Esta categórica afirmación le resta validez a su presencia en la asociación con *Bochianites* sp. cf. *thieuloidis* CANTÚ. Sus ejemplares asignados a *A.* cf. *magnificus* IMLAY (Lámina 1, fig. 6 y 12) bien podrían tratarse de formas juveniles de *Distoloceras laticostatum* IMLAY o *Distoloceras parritensis* IMLAY.

6. – DISCUSIÓN

De lo expuesto, es evidente que las diferencias de opinión con respecto a la edad de la Formación Taraises residen fundamentalmente, en lo que a los amonites se refiere, en la supuesta presencia de los géneros *Leopoldia, Subastieria, Valanginites, Oosterella, Pseudoosterella* y *Acanthodiscus* para el Miembro Superior de esta formación, con una edad del Hauteriviano temprano.

Respecto a las «Leopoldias» de Imlay (*flexuosa, victoriensis* y formas afines), recientemente han sido incluidas en *Karakaschiceras biassalense* (KARAKASCH) y referidas al Valanginiano superior mediterráneo por Company [1987] y a esta misma edad para el norte de México por Young [1988] y Rawson *et al.* [1991].

La referencia a la limitación de *Subastieria* al Hauteriviano inferior es invalidada en la revisión de los Olcostephanidae del Valanginiano superior realizada por Cooper [1981] en la que además *Subastieria* se considera subgénero de *Olcostephanus*, con un rango que va del Valanginiano superior al Hauteriviano inferior.

El género *Valanginites* se reconoce para el Valanginiano superior, por lo que la supuesta presencia en el Hauteriviano inferior o en el Valanginiano inferior es incorrecta.

En relación a *Oosterella* y *Pseudoosterella* [presumiblemente sinónimo de *Oosterella*, Company, 1987] Contreras y Montero [1978] no dudó en considerarlas del Hauteriviano inferior aún reconociendo que su alcance abarca el Valanginiano superior (en otras partes del mundo).

Respecto a *Acanthodiscus*, incluido en las diferentes asociaciones señaladas en el resumen cronoestratigráfico Tab. I) y considerando el análisis arriba mencionado, es recomendable, para eliminar las dudas que su presencia implica, realizar un estudio amplio con base en un muestreo con estricto control estratigráfico en las localidades de México en donde ha sido reportado.

7. – CONCLUSIONES

1. La caracterización bioestratigráfica detallada y precisa de los amonites mexicanos del Cretácico Inferior debe considerarse que no inicia hasta 1980. Cabe esperar que con la adopción de mejores métodos de muestreo se superen las dificultades e imprecisiones que se han detectado en la revisión del marco cronoestratigráfico.

2. La distribución de *Kilianella roubaudiana* (D'ORBIGNY), *Olcostephanus (O.) atherstoni* (SHARPE), *O. drumensis* KILIAN, *Sarasinella trezanensis* (SAYN), *Thurmanniceras thurmanni* (PICTET & CAMPICHE), *Neocomites neocomiensis* (D'ORBIGNY), *N. parritensis* IMLAY, *Karakaschiceras biassalense* (KARAKASCH), *Distoloceras* sp. cf. *D. spinosissimum* (HAUSMANN), *D. laticostatum* IMLAY y *D.* sp. cf. *D. hystrix* (PHILLIPS) reconstruida por el muestreo detallado en los dos perfiles, proporciona información determinante sobre la sucesión de las asociaciones de amonites del Valanginiano.

3. El análisis bioestratigráfico desarrollado permite proporcionar una información detallada y fácilmente reconocible, sobre los intervalos de registro de amonites en los perfiles estudiados. Además, ha facilitado la reinterpretación de las hipótesis bioestratigráficas tradicionales referentes al Miembro Superior de la Formación Taraises.

4. De la correlación estratigráfica basada en la distribución de amonites, se concluye que los últimos 5m del perfil «Rancho Los Taraises» se corresponde con la parte superior del perfil «Las Prietas». Específicamente, los niveles 70 a 92 de este perfil son equivalentes, parcialmente, al Miembro Inferior de la Formación Taraises.

5. Los resultados obtenidos permiten reafirmar que el Miembro Inferior de la Formación Taraises se depositó en un intervalo de tiempo Berriasiano inferior (no basal) - medio [González-Arreola *et al.*, 1992, p. 264] al Valanginiano inferior. El Miembro Superior es sin duda del Valanginiano superior.

6. Los resultados y propuestas aquí presentadas, parte de un amplio proyecto que pretende precisar la bioestratigrafía del Cretácico Inferior de México, habrán de reevaluarse en la medida en que se reconozcan asociaciones de amonites semejantes o diferentes, en otras localidades y formaciones de la misma edad.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro reconocimiento a la Ing. Geol. Barbara Martiny por su asesoría en el idioma inglés y al M. en C. Arturo Gómez Caballero en el diseño de las figuras.

Referencias

ADATTE, T. *et al.* (1992). – The Jurassic-Cretaceous boundary in northeastern and central Mexico. A multistratigraphical approach. III Congr. Geol. de España y VII Congr. Latinoamericano de Geología. Salamanca, 1992, Actas tomo 4, 23-29.

CANTÚ-CHAPA, A. (1966). – Se propone una Subdivisión de la Familia Olcostephanidae (Ammonoidea) del Cretácico inferior (Taraisitinae Subfam. nov. y Taraisites gen. nov.). *Ingeniería Petrolera*, **6**, n. m. 12, 15-17, México.

CANTÚ-CHAPA, A. (1972). – Amonitas del Valanginiano Superior del Pozo Calichoso No. 1 (Noreste de México). *Rev. Inst. Mexicano Petról.*, **IV**, n. m. 3, 88-89, México.

CANTÚ-CHAPA, A. (1976). – El Contacto Jurásico-Cretácico, la estratigrafía del Neocomiano el Hiato-Hauteriviano Superior-Eoceno inferior y las Amonitas del Pozo Bejuco 6 (Centro-Este de México). *Bol. Soc. Geol. Mexicana*, **37**, 60-83, México.

CANTÚ-CHAPA, C. M. (1974). – Una nueva localidad del Cretácico inferior en México. *Rev. Inst. Mexicano del Petróleo*, **I**, n. m. 4, 51-54, México.

COMPANY, M. (1987). – Los ammonites del Valanginiese del sector oriental de las Cordilleras Béticas (S.E. de España). Univ. Granada, Fac. de Ciencias, Depto. de Estratigrafía y Paleontología, Tesis Doctoral, 294 p.

CONTRERAS Y MONTERO, B. (1977). – Bioestratigrafía de las Formaciones Taraises y La Peña (Cretácico-Inferior) de la Goleta, Coahuila y Mirillas, Nuevo León. *Rev. Inst. Mexicano del Petróleo*, **IX**, n. m 1, 8-29, México.

COOPER, M.R. (1981). – Revision of the Late Valanginian cephalopoda from the Sundays River Formation of South Africa, with special reference to the genus *Olcostephanus*. *Ann. South African Mus.*, **83**, parte 7, 366 p.

ENCISO DE LA VEGA, S. (1968). – Hoja Cuencamé 13R(7), con resumen de la geología de la hoja Cuencamé, Estado de Durango. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Carta Geológica de México, Serie de 1:100,000, mapa con texto al reverso.

GONZÁLEZ-ARREOLA, C. Y COMAS, O. (1981). – Una nueva localidad del Cretácico Inferior (Neocomiano) en el Estado de Oaxaca. *Bol. Soc. Geol. Mexicana*, **XLII**, 1 y 2, 69-77, México.

GONZÁLEZ-ARREOLA, C. *et al.* (1992). – Precisiones Bioestratigráficas sobre la Formación Taraises en el área tipo (Sierra de Parras, Coahuila, México). III Congr. Geol. de España y VII Congr. Latinoamericano de Geología. Salamanca, 1992, Actas tomo 4, 260-265.

IMLAY, R.W. (1936). – Geology of the western part of the Sierra Parras. *Bull. Geol. Soc. America*, **47**, 1091-1152.

IMLAY, R.W. (1938). – Ammonites of the Taraises Formation of the Northern México. *Bull. Geol. Soc. America*, **49**, 539-602.

IMLAY, R.W. (1944). – Correlation of the Cretaceous formations of The Greater Antillas, Central America, and Mexico. *Bull. Geol. Soc. America*, **55**, 1005-1045. Reprinter 1964.

LEDEZMA, O. (1967). – Hoja Parras 13R(6), con Resumen de la geología de la Hoja Parras, Estado de Coahuila. Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Carta Geológica de México, Serie de 1:100,000, mapa con texto al reverso.

ORTEGA-GUTIÉRREZ, F. Y GONZÁLEZ-ARREOLA, C. (1985). – Una edad cretácica de las rocas sedimentarias deformadas de la Sierra de Juárez, Oaxaca. *Inst. Geol. México Rev.*, **6**, 1, 100-101, México.

RAWSON, P. F. *et al.*, (1991). – A mid-Valanginian sea level rise and the spread of *Karakaschiceras*. Syst. Assoc. Symposium. The Ammonoidea : Evolution, Ecology and Environmental Change. Univ. College London. Weymouth, Dorset.

TREJO, M. (1980). – Distribución estratigráfica de los Tintínidos Mesozoicos mexicanos. *Rev. Inst. Mexicano Petról.*, **2**, 4-13, México.

YOUNG, K. (1988). – *Karakaschiceras* and the Late Valanginian of Northern Mexico and Texas. *In* : Wiedmann, J. & Kullmann, J. (Eds.), International Cephalopod Symposiun Cephalopods Present and Past. Stuttgart, 621-632.

Lámina 1

Fig.1 – *Bochianites* sp. Hipotipo IGM 3379, (nivel PT B-5) X2, vista lateral, Valanginiano superior, Cañón de Taraises (Coahuila). **x 1.**

Fig. 2 – *Leptoceras* sp. Hipotipo IGM 3811a, (nivel CU 84a) vista lateral, Valanginiano inferior, Cerro Las Prietas (Durango). **x 1.**

Fig. 3 – *Olcostephanus (Mexicanoceras)* sp. Hipotipo IGM 3821, (nivel PT F) completo. Valanginiano superior, Cañón de Taraises (Coahuila). **x 1.**

Fig. 4, 6, 9 y 13 – *Olcostephanus (O.) atherstoni* (SHARPE). 4 : Hipotipo IGM 3815, (nivel CU 96) **x 1** ; 13 : Hipotipo IGM 3812 (nivel CU 98) vista lateral. Valanginiano superior, Cerro Las Prietas (Durango) ; 6 : Hipotipo IGM 3818, (nivel PT I) relleno **x 1** ; 9 : Hipotipo IGM 3820, (nivel PT G), relleno. Valanginiano superior. Cañón de Taraises (Coahuila). **x 1,4.**

Fig. 5 y 10 – *Neocomites neocomiensis* (D'ORBIGNY). 5 : Hipotipo IGM 3826, (nivel CU 95) impresión. Valanginiano superior, Cerro Las Prietas (Durango). **x 1** ; 10 : Hipotipo IGM 3824, (nivel PT I) molde. Valanginiano superior, Cañón de Taraises (Coahuila). **x 1.**

Fig. 7 – *Sarasinella trezanensis* (SAYN). Hipotipo IGM 3823, (nivel CU 77). Valanginiano inferior, Cerro Las Prietas (Durango). **x 1.**

Fig. 8 – *Olcostephanus drumensis* (PICTET & CAMPICHE). Hipotipo IGM 3816, (nivel CU 71). Valanginiano inferior, Cerro Las Prietas (Durango). **x 1.**

Fig. 11 y 15 – *Kilianella roubaudiana* (D'ORBIGNY). 11 : Hipotipo IGM 3813, (nivel CU 87) varios ejemplares incluidos en la roca. **x 1** ; 15 : Hipotipo IGM 3810, (nivel CU 75) vista lateral. Valanginiano inferior, Cerro Las Prietas (Durango). **x 1.**

Fig. 12 – *Thurmanniceras thurmanni* (PICTET & CAMPICHE). Hipotipo IGM 3822, (nivel CU 70) molde, vista lateral. Valanginiano inferior, Cerro Las Prietas (Durango). **x 1.**

Fig. 14 – *Distoloceras laticostatum* IMLAY. Hipotipo IGM 3825, (nivel PT F) X2, fragmocono. Cañón de Taraises. Valanginiano superior. **x 1.**

1

2

3

5

6

7

4

9

10

8

12

13

11

14

15

Lámina 2

Fig. 1 – *Kilianella roubaudiana* (D'ORBIGNY). Hipotipo IGM 3830, (nivel CU 92) molde interno. Valanginiano inferior, Cerro Las Prietas (Durango). **x 1.**

Fig. 2 – *Distoloceras laticostatum* IMLAY. Hipotipo IGM 3827, (nivel PT A) fragmocono. Valanginiano superior, Cañón de Taraises (Coahuila). **x 1.**

Fig. 3 – *Neocomites parritensis* IMLAY. Hipotipo IGM 3828, (nivel PT G) fragmentto de la última vuelta. Valanginiano superior, Cañón de Taraises (Coahuila). **x 1.**

Fig. 4 – *Neocomites* sp. Hipotipo IGM 3814, (nivel CU 84) impresión. Valanginiano inferior, Cerro Las Prietas (Durango) **x 1.**

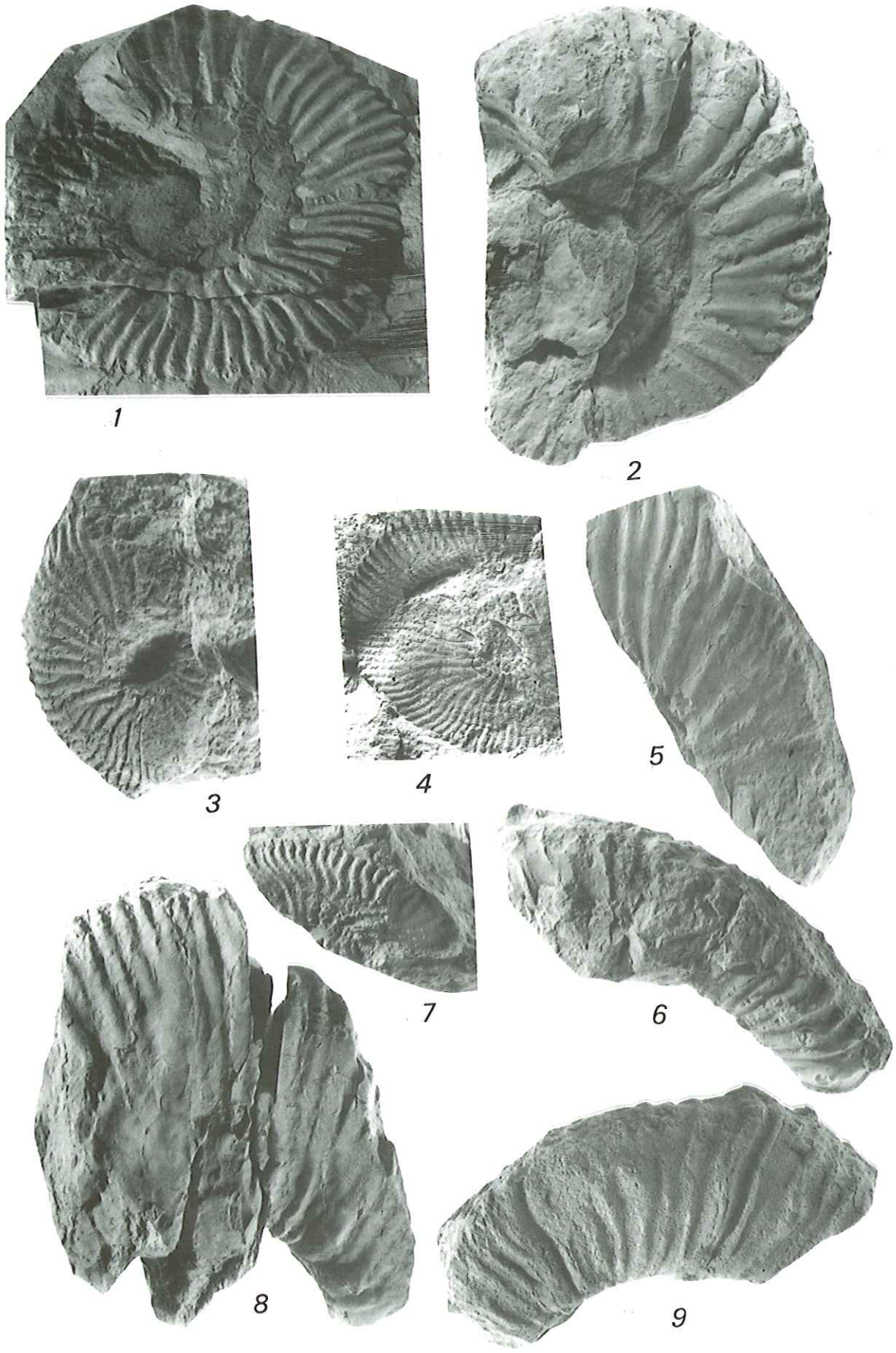
Fig. 5 – *Distoloceras* sp. cf. *D. irregulare* IMLAY. Hipotipo IGM 5081, (nivel PT A) parte del fragmocono. Valanginiano superior, Cañón de Taraises (Coahuila). **x 1.**

Fig. 6 – *Distoloceras* sp. cf. *D. hystrix* (PHILLIPS). Hipotipo IGM 3817, (nivel PT G) X0.9, fragmocono. Valanginiano superior, Cañón de Taraises (Coahuila). **x 1.**

Fig. 7 – *Karakaschiceras biassalense* (KARAKASCH). Hipotipo IGM 5082, (nivel PT techo I), vista oblicua lateral. Valanginiano superior, Cañón de Taraises (Coahuila). **x 1.**

Fig. 8 – *Distoloceras* sp. Hipotipo IGM 3829, (nivel PT F techo E) **x 0,5**, vista lateral del fragmocono, Valanginiano superior, Cañón de Taraises (Coahuila). **x 1.**

Fig. 9 – *Distoloceras* sp. cf. *D. spinosissimum* (HAUSMANN). Hipotipo IGM 3819, (PT F) fragmocono. Valanginiano superior, Cañón de Taraises (Coahuila). **x 1.**


1
2
3
4
5
6
7
8
9

Géologie Alpine, 1994, Mém. H.S. n° 20, p. 205-217

Latest Hauterivian-Barremian Ammonite biostratigraphy in the Umbria-Marche Apennines (Central Italy)

by Fabrizio CECCA* and Giovanni PALLINI**

ABSTRACT. — In this paper we present the preliminary report about biostratigraphic investigations on Late Hauterivian - Barremian levels of the Maiolica formation in Marche Apennines (Central Italy). In this region, the Mount Nerone, Mount Petrano and Mount Tenetra areas have been intensively investigated in order to find the best sections for our purposes. Due to faults and vegetation only two complete sections, Gorgo a Cerbara and Stirpeto (Poggio le Guaine) - respectively east and south of M. Nerone - seem suitable for detailed biostratigraphic studies. We have realized the first correlation between ammonite and magnetic scales in the studied interval of the Tethyan domain. In this domain the magnetic stratigraphy was studied by Lowrie and Alvarez [1984] in the Gorgo a Cerbara section (Umbria-Marche Apennines, Central Italy). The Hauterivian-Barremian boundary falls in chron CM4. The Lower-Upper Barremian boundary falls in chron CM3. The preliminary data from the other investigated sectors are discussed.

KEY WORDS. — Biostratigraphy, Ammonites, Hauterivian, Barremian, Umbria-Marche Apennines, Italy.

Biostratigraphie des Ammonites de l'Hauterivien terminal et du Barrémien dans les Apennins d'Ombrie-Marches (Italie Centrale)

RÉSUMÉ. — Cet article est un résumé préliminaire sur les recherches biostratigraphiques dans les niveaux de l'Hauterivien supérieur - Barrémien de la formation Maiolica des Marches (Apennins, Italie Centrale). Dans cette région, les secteurs des Monts Nerone, Petrano et Tenetra ont été intensément examinés afin de repérer les profils les mieux adaptés à notre recherche. A cause des failles et de la couverture végétale seules deux coupes complètes, Gorgo a Cerbara et Stirpeto (Poggio le Guaine), respectivement à l'est et au sud du Monte Nerone, semblent être prometteuses pour des études biostratigraphiques de détail. Dans la coupe de Gorgo a Cerbara nous avons réalisé la première corrélation dans le domaine téthysien entre les ammonites et la magnétostratigraphie, telle qu'elle fut définie dans cette même coupe par Lowrie et Alvarez [1984], pour l'intervalle de temps considéré. La limite Hauterivien - Barrémien tombe dans le chron CM4, tandis que la limite entre Barrémien inférieur et Barrémien supérieur se trouve au sein de CM3. Les données préliminaires des autres secteurs étudiés sont discutées.

MOTS CLÉS. — Biostratigraphie, Ammonites, Hauterivien, Barrémien, Apennins d'Ombrie et des Marches, Italie.

1. – INTRODUCTION

This paper deals with ammonite biostratigraphy in the latest Hauterivian-Barremian time-interval of Umbria-Marche Apennines. In this region the Lower Cretaceous is represented by two formations [Erba *et al.*, 1989], from bottom to top :

– Maiolica formation, Late Tithonian-earliest Aptian in age, which consists of white, pelagic limestones containing chert beds and nodules ;

– Scisti a Fucoidi formation, Early Aptian-Albian in age, which consists of marls and calcareous marls.

Early Cretaceous ammonite faunas are rare and poorly known in our area. Only Berriasian and

* Servizio Geologico Nazionale, Via Curlatone 3, I-00185 Roma (Italy).
** Università degli Studi "La Sapienza", Dipartimento di Scienze della Terra, piazzale Aldo Moro 5, I-00185 Roma (Italy).

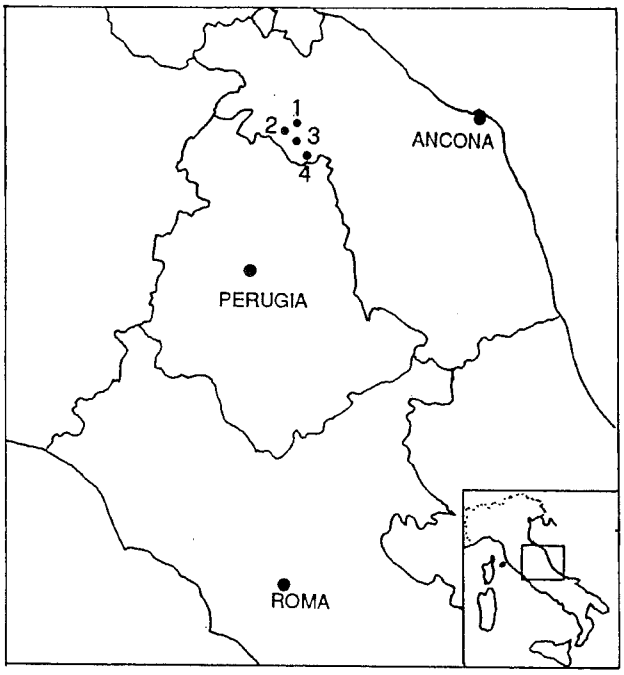


FIG. 1. - Location of the studied localities in Marche Apennines : 1, Gorgo a Cerbara ; 2, Stirpeto ; 3, Mount Petrano ; 4, Mount Tenetra.

Valanginian ammonites are known in the literature [Cecca, 1985], except a single *Pseudothurmannia* specimen (uppermost Hauterivian) figured by Ramaccioni [1939].

In the Upper Tithonian-Lower Valanginian part of the Maiolica formation, the scarcity of ammonites does not prevent the possibility to obtain precise biostratigraphic correlations ; these are realized by means of Calpionellids. After the extinction of Calpionellids the groups used for biostratigraphic purposes are calcareous nannofossils and the first planktonic foraminifer assemblages [Bralower, 1987 ; Coccioni *et al.*, 1992]. Magnetostratigraphy is a further tool.

Our research was concentrated on the Hauterivian - Barremian. We discovered in four localities (fig. 1) some ammonite faunas of great interest for the biostratigraphy of our study area. Two complete sections of the Maiolica formation outcrop at Gorgo a Cerbara and Stirpeto (respectively east and south of Monte Nerone). In fact the boundaries with the underlying Lower Tithonian Calcari a Saccocoma ed Aptici formation and the overlying Scisti a Fucoidi one are exposed. Numerous sections have been bed-by-bed sampled in Mount Tenetra and Mount Petrano, although they only correspond to parts of the Lower Cretaceous sequence, because of bad exposure conditions, faults and vegetation. Nevertheless these portions of sequence, when fossiliferous, are eventually useful because they complement the barren levels of the complete sections.

2. - THE GORGO A CERBARA SECTION (EAST OF MOUNT NERONE)

The studied section, where the typical Jurassic-Tertiary Umbria-Marche series crops out, is located 4 km east of the town of Piobbico in the bed of the Candigliano river (fig. 1) and east of the Mount Nerone. The latter was a Jurassic swell pelagic area, with condensed limestones ; an important sedimentary hiatus exists between Early Bajocian and Early Kimmeridgian [Cecca *et al.*, 1990]. The Gorgo a Cerbara section was a basin sequence, characterized by the occurrence of radiolarites as well as numerous levels with gravity deposits (slumps, debris flows, etc.).

We numbered the section bed-by-bed, starting from the base of the Scisti a Fucoidi formation. The lithologic boundary between the Scisti a Fucoidi and the Maiolica formations is gradational and it has been placed with the uppermost occurrence of black chert in the Maiolica limestones according to Coccioni *et al.* [1987]. We also correlated our beds with the metre numbers used by Lowrie and Alvarez [1984], which are still visible on the beds. Some slumps disturb the normal sedimentation, thus we collected ammonites only in the autochthonous sediments. The ammonites are usually rare in the Maiolica formation. Furthermore they are often badly preserved because they occur as crushed internal moulds affected by bioturbation. This makes sometimes very hard the systematic determinations. However, we were able to recognize some biostratigraphic units.

Concerning previous studies on Lower Cretaceous biostratigraphy, the calcareous nannofossil succession of the Gorgo a Cerbara section has been studied by Bralower [1987] who correlated it with the magnetic stratigraphy already realized by Lowrie and Alvarez [1984], also proposing new correlations between stage boundaries and magnetozones. Coccioni *et al.* [1992] have studied here the uppermost levels of the Maiolica, near the Barremian-Aptian stage boundary, correlating calcareous nannofossils, foraminifers and magneto-zones.

2.1. Ammonites and biostratigraphic results

We follow the ammonite zonation defined by the Cephalopod Team of the Lower Cretaceous Working Group of IGCP 262 during the 2nd meeting of the Group held in Mula (SE Spain) in July 1992 [Hoedemaeker and Company, 1993].

Figure 2 presents the detailed stratigraphic log with the indication of the fossiliferous beds. Figure 3 summarizes the ammonite occurrences, the ammonite zonation and its correlation with the magnetic chrons recognized by Lowrie and Alvarez [1984].

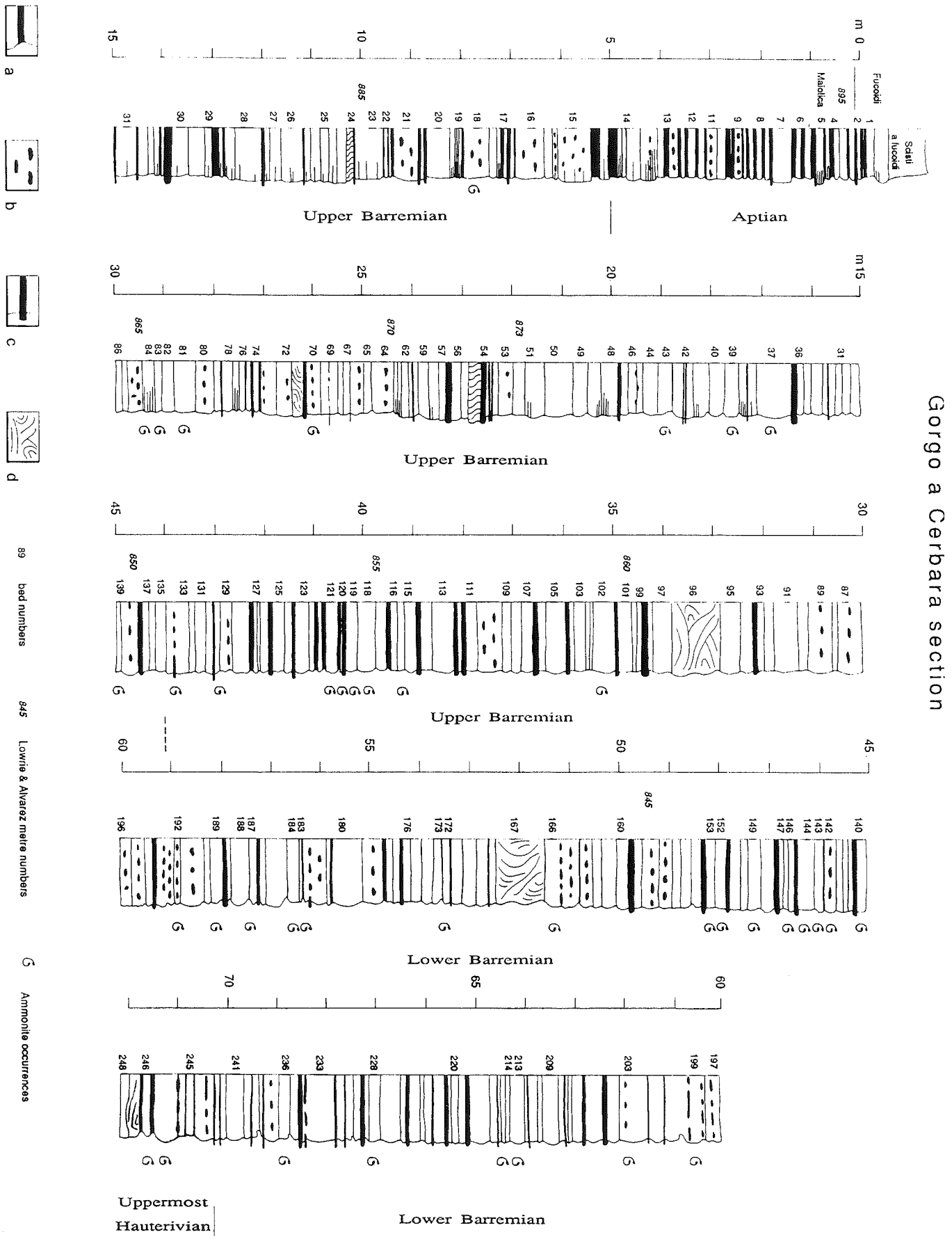


FIG. 2. – Log of the Gorgo a Cerbara section from the base of the Scisti a Fucoidi formation to the uppermost Hauterivian beds of the Maiolica formation ; a : marly level ; b : chert nodules ; c : chert bed ; d : slump.

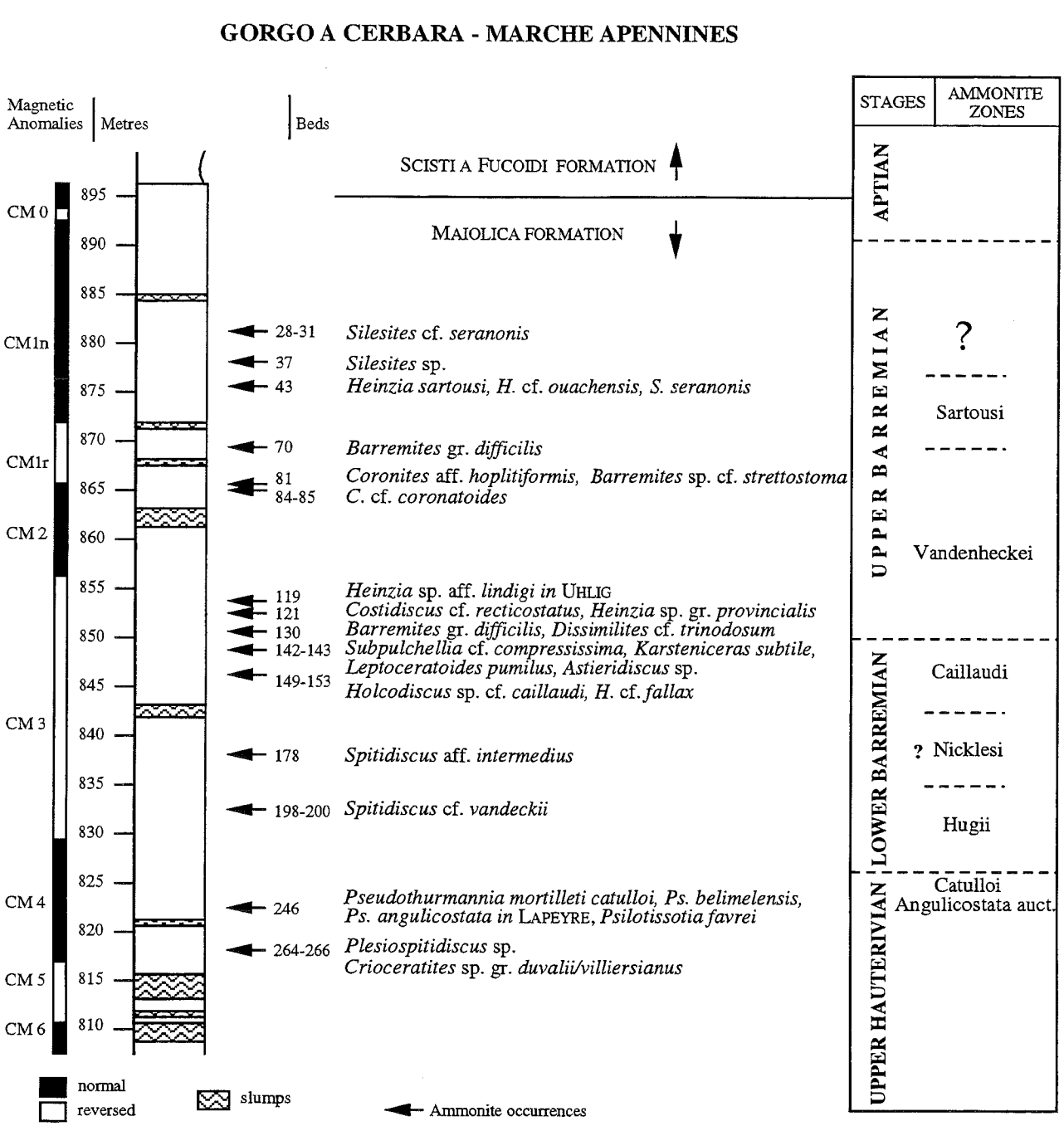


FIG. 3. – Ammonite occurrences and correlation between ammonite Zones and magnetic anomalies in the Upper Hauterivian - Barremian interval of the Gorgo a Cerbara section (Marche Apennines, Central Italy). The metre numbers are those already used by Lowrie and Alvarez [1984] and Bralower [1987]. Due to the homogeneous lithology of the Maiolica formation, lithologic symbols have not been represented.

2.1.1. Hauterivian-Barremian boundary

The ammonite occurrences have been reported in figure 3. The first level, beds 264-266 at 817.5 m, yielding *Crioceratites* sp. gr. *duvalii* LÉVEILLÉ - *villiersianus* (D'ORB.) (pl. 1, fig. 15) and *Plesiospitidiscus* sp., can be ascribed to the Late Hauterivian, earlier than the *angulicostata auct.* zone. The latter, which is the last Hauterivian ammonite zone, is very well represented in bed 246. The fauna seems to indicate the *catulloi* subzone [Hoedemaeker *in* Company *et al.*, 1992]. This is a 18 cm thick repere bed which has been recognized in the other localities of our study area from Mount Nerone to Mount Tenetra (fig. 1). It is easily recognizable because, as an exception, ammonites are abundant, well preserved and not crushed (see § 3.1 for further details). The fauna of the *angulicostata* zone allows us to draw the Hauterivian - Barremian boundary. This falls surely above bed 246, which contains latest Hauterivian faunas, and below beds 198-200 where we collected a

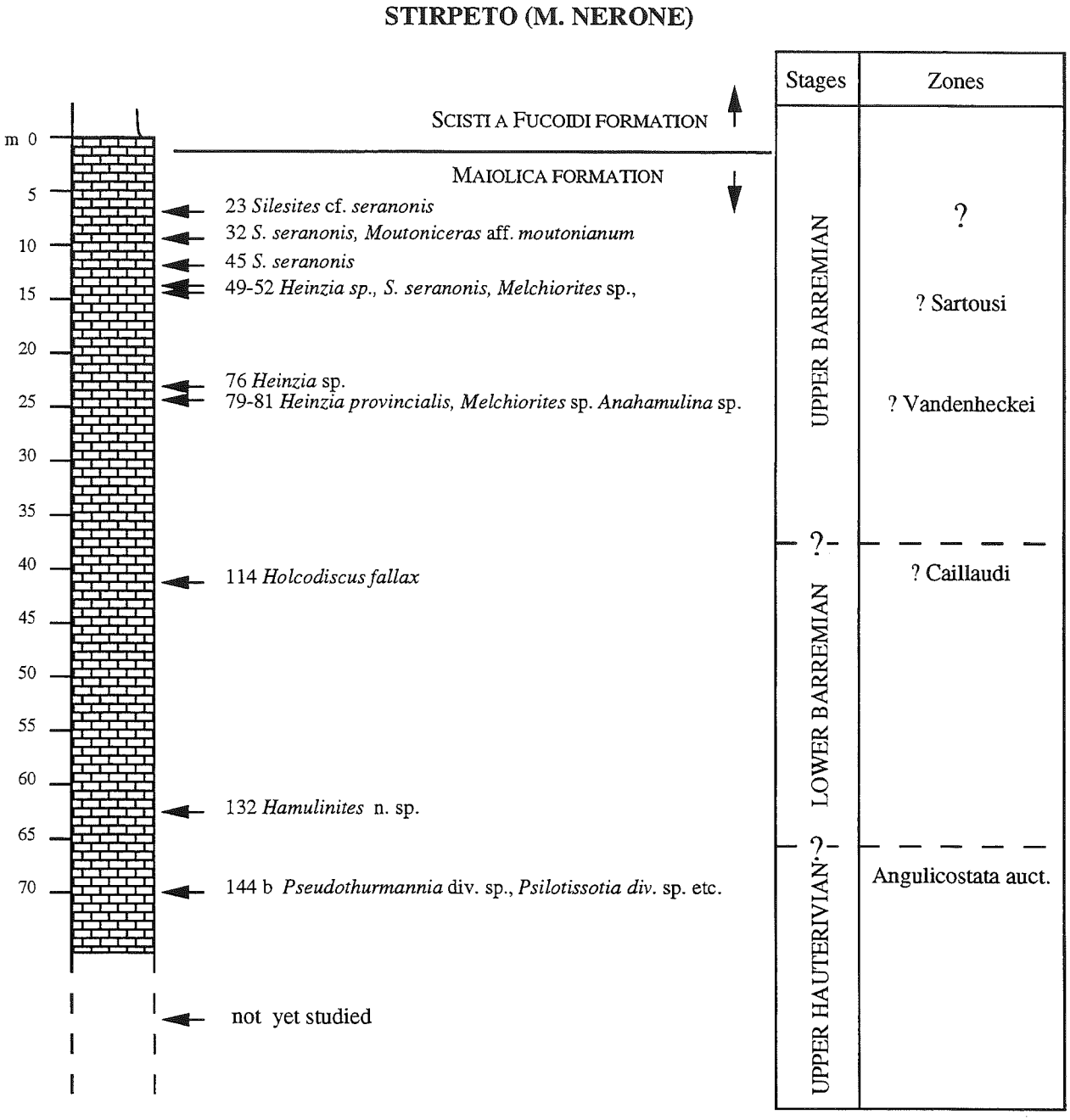


FIG. 4. – Preliminary scheme of the ammonite occurrences and provisional zonal assignments in the Upper Hauterivian - Barremian levels studied in the Stirpeto section. The lithologic symbols have been omitted, the Maiolica formation being represented by homogeneous calcareous beds with chert nodules.

typical Barremian *Spitidiscus* (pl. 1, fig. 6), i. e. an interval between metres 822 and 833 of Lowrie and Alvarez [1984]. In the absence of faunas in the latter interval, the boundary is drawn between metres 824 and 828 on the basis of data from other sections (Mount Petrano, Stirpeto). Then this stage boundary falls in chron CM4.

2.1.2. *Lower Barremian*

Typical Barremian *Spitidiscus* occur between beds 200-178. This interval is assigned to the *hugii* zone, although no other significant Ammonitina have been found. However, it has to be mentioned that *Spitidiscus intermedius* (D'ORB.) also occurs in the *nicklesi* zone [Vermeulen, 1980]. At beds 151-153 occur specimens of the genus *Holcodiscus*, including the zonal index *H. caillaudi* (D'ORB.). The fauna of beds 142-143 is also included in the *caillaudi* zone because of the presence of *Subpulchellia changarnieri* (SAYN), which is limited to the Early Barremian [Vermeulen, 1980 ; Busnardo, 1984 ; Company *et al.*, 1992]. No faunas

have been found in the interval between beds 177 and 154. The sediments inbetween could belong partly to the *hugii* and *caillaudi* zones and partly to the *nicklesi* zone. The Lower Barremian sediments of the Gorgo a Cerbara section are included in chron CM3.

2.1.3. Upper Barremian

The Lower/Upper Barremian boundary has been tentatively drawn between beds 151 and 130. Above the faunas of the *caillaudi* zone no ammonites unambiguously typical of the *vandenheckei* Zone have been found. At bed 130 occur *Dissimilites* cf. *trinodosum* (D'ORB.), which is cited in both the *caillaudi* and *vandenheckei* zones by Company *et al.* [1992], and the long-ranging *Barremites difficilis* (D'ORB.). However, typical Late Barremian ammonites occur at beds 121-119 : *Heinzia* gr. *provincialis* (D'ORB.), *H.* aff. *lindigi* (UHLIG *non* KARSTEN) (pl. 1, fig. 4) and *Costidiscus* sp. cf. *recticostatus* (D'ORB.). *H.* gr. *provincialis* (the taxonomic interpretation of this species can be more or less strict from author to author) is cited both in the *vandenheckei* and *sartousi* zones ["Provincialis Biostratizone" *in* Vermeulen, 1980] or in *vandenheckei* zone only [Company *et al.*, 1992]. In beds 84-85 occurs *Coronites* aff. *coronatoides* (SAYN) (pl. 1, fig. 1-2) and in bed 81 we have found *H.* gr. *provincialis*, *C.* aff. *hoplitiformis* (SAYN) (pl. 1, fig. 3). Company *et al.* [1992] cited *C. hoplitiformis* both in the *caillaudi* and the *vandenheckei* zones whilst Vermeulen [1980] reported the occurrence of a new *Coronites* species (which has never been described so far) in his "Saunieri Biostratizone". The latter seems to correspond to the *caillaudi* zone, although the correlation between Vermeulen's homophyletic scale and the zonation defined in Mula is not realized yet. On the other hand Hoedemaeker (pers. comm.) also found the above mentioned *Coronites* species in the *vandenheckei* zone of the Rio Argos succession. The faunas between beds 130 and 81 are then included in the *vandenheckei* zone. The Pulchellids occurring in bed 43 clearly indicate the *sartousi* zone : *H. sartousi* (D'ORB.) (pl. 1, fig. 16) and *H.* cf. *ouachensis* (SAYN) are quite abundant. It is worth noting that many of the Pulchellid species described by Sayn [1891] from Djebel Ouach (Algeria) occur in our section.

Above bed 43 ammonites become extremely rare and mainly represented by the *Silesites seranonis* (D'ORB.) group (pl. 1, fig. 8), which is poorly significant for biostratigraphic purposes. In Rio Argos (Southern Spain) this species appears at the top of the *vandenheckei* zone (Hoedemaeker, pers. comm.) and still occurs in the Lower Aptian [Company *et al.*, 1992], whilst in our section it appears in the *sartousi* zone, thus in a similar level than in Southern France [Busnardo, 1965]. Above bed 28, i. e. above metre 882, the beds are barren or do not contain significant fossils for biostratigraphic purposes.

2.2. Open questions on Gorgo a Cerbara section and correlation between ammonites and magnetic anomalies

The poor knowledge of the biostratigraphic range of some species makes difficult the definition of the zonal boundaries and the correlation between ammonite zones and magnetic chrons. Nevertheless, the *sartousi* zone, or part of it, can be correlated with the upper part of chron CM1 and part of CM1 normal. The lack of age-diagnostic ammonite species above bed 43 prevented the identification of the other ammonite zones of the Barremian and to correlate the Barremian/Aptian boundary usually drawn in our region with the ammonite biostratigraphic scale. If any other gaps are absent in the section and if the Barremian/Aptian boundary coincides with M0 anomaly [Coccioni *et al.*, 1992 ; Cecca *et al.*, in press] the remaining Late Barremian *feraudi*, *giraudi* and *sarasini* zones should correlate to the upper part of CM1 normal and possibly CM0. The record from Gorgo a Cerbara implies a slower sedimentation rate for the uppermost Barremian and a possible gap of about 1 my at the base of CM0 [Herbert, 1992].

3. – THE STIRPETO SECTION (POGGIO LE GUAINE - SOUTHERN FLANK OF MOUNT NERONE)

This section is a natural exposure located in the South-East part of Mount Nerone, on the left side of the Bosso river valley below Poggio le Guaine. The Scisti a Fucoidi formation outcropping in this locality has been described by Coccioni *et al.* [1987] but the Maiolica formation has not been studied so far. The good exposure of the whole Maiolica formation, from its upper boundary down to its lower boundary with the Upper Jurassic Calcari Diaspregni formation will allow us to study the complete Neocomian series. Nevertheless, this natural outcrop is exposed on a quite steep slope and the worker cannot observe the stratification from the necessary distance allowing him to recognize possible slumped beds. These are quite frequent in the Maiolica outcrops of the surrounding localities.

3.1. Ammonite distribution

The data about this section are very preliminar because our bed-by-bed collections started very recently (april 1992) and further field research is planned for 1993. We measured the section and numbered the beds starting from top (boundary with the Scisti a Fucoidi). The investigated beds are schematically reproduced in figure 4.

At metre 70, in bed 144b we have found the same repere bed of the *angulicostata* Zone, *catulloi* subzone

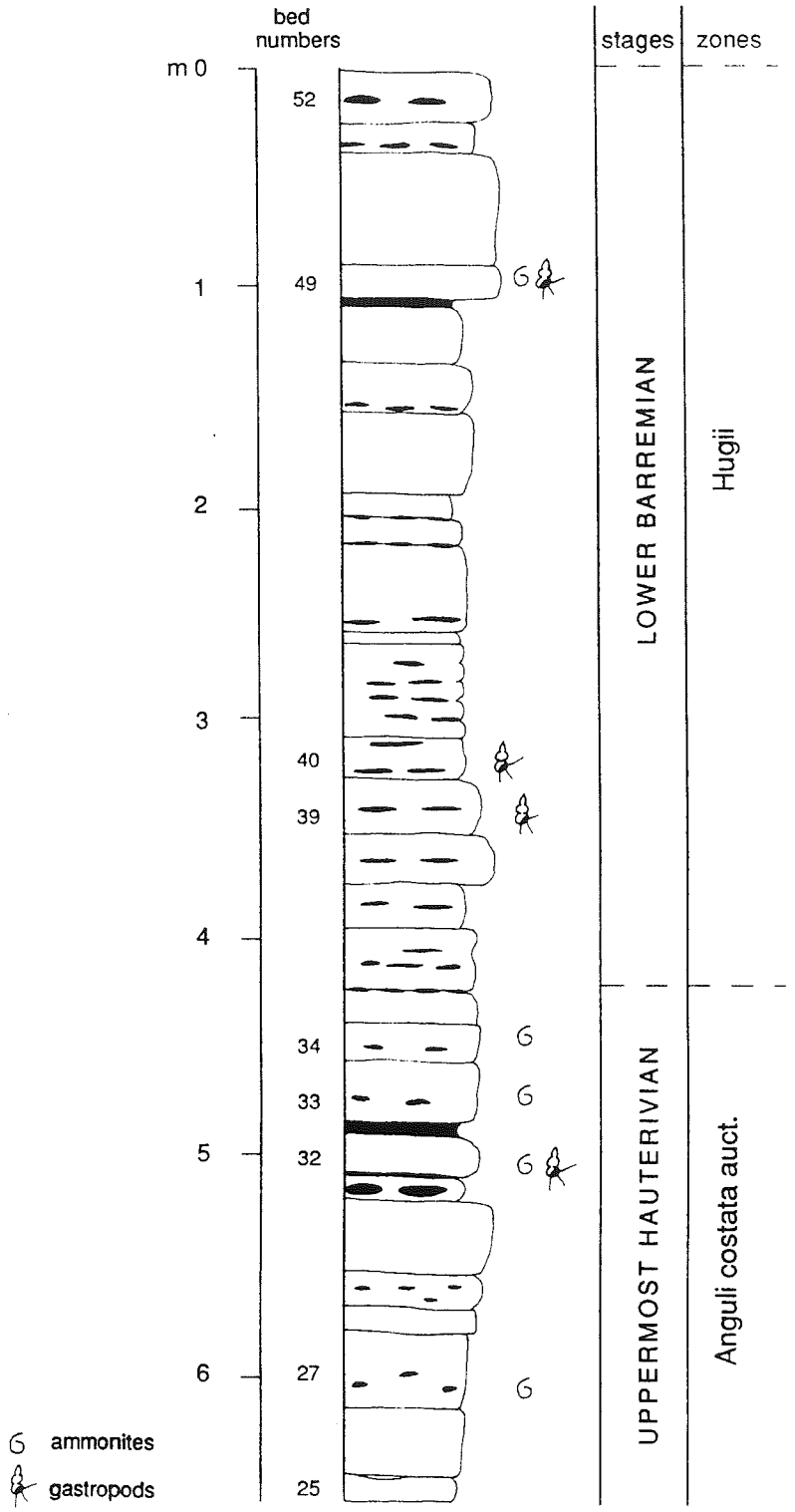


FIG. 5. – Section logged on the road coming from the town of Cagli up to the top of Monte Petrano. See text for faunal list.

[Hoedemaeker *in* Company *et al.*, 1992] recognized in the Gorgo a Cerbara section at metre 822 in bed 246. The preservation is very good because ammonites are not crushed and bear a pseudomorphic test. Very often the phragmocone is partly filled by sparry calcite and partly by micrite, thus corresponding to the geopetal structure. The normal polarity of this structure indicates that shells have not been reworked. We have intensively exploited this important bed for paleontological purposes almost 300 metres east of the place where we numbered the bed succession. The bed is still 18 cm thick but here it is overlain by a 3 cm thick black shale interbed. The very rich and interesting fauna will be described in a paleontological

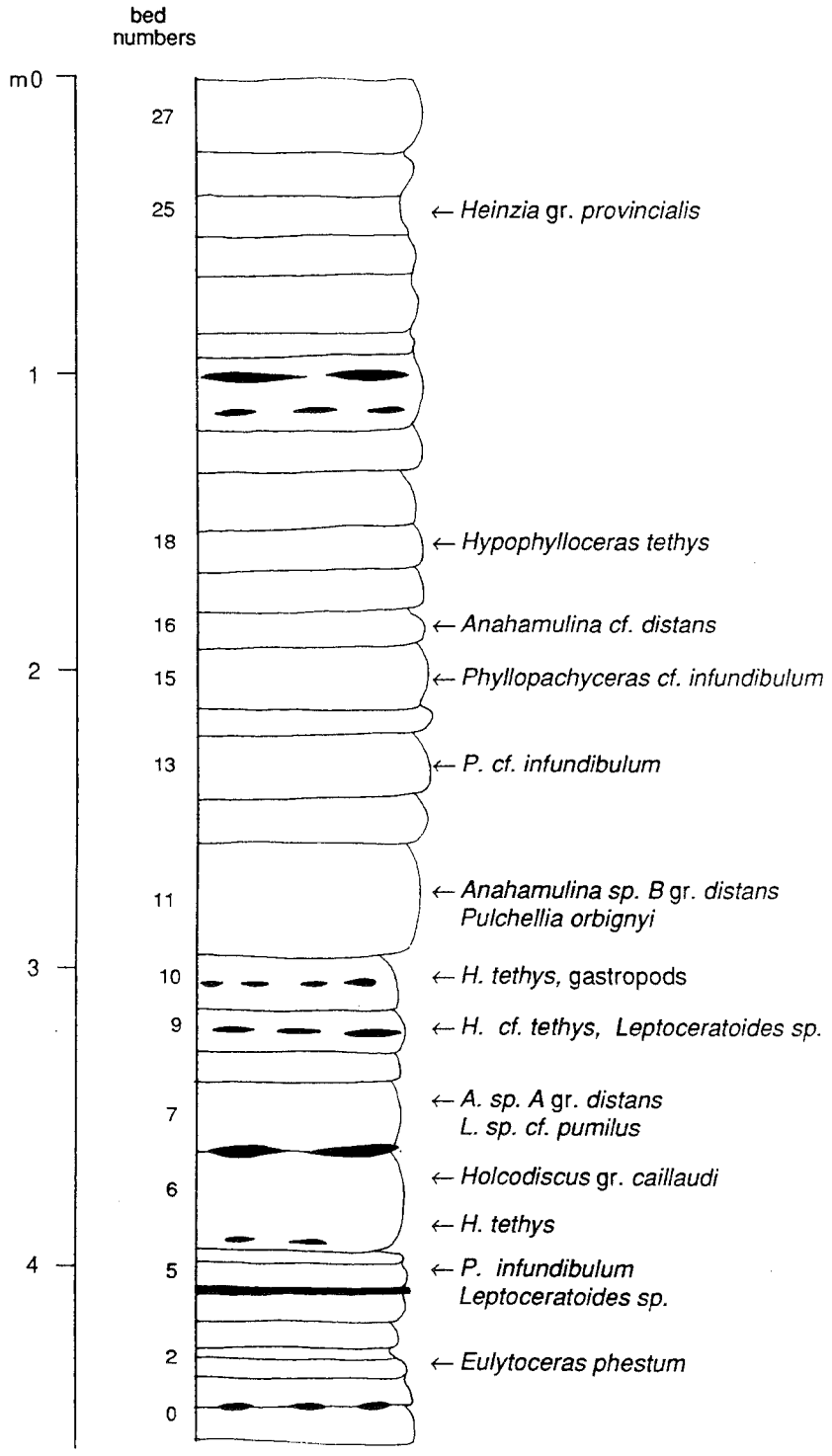


Fig. 6 – Section and ammonite occurrences of "Vetta Tenetra" outcrop, which is located close to the top of the Mount Tenetra.

monograph. Among the identified species we mention : *Phyllopachyceras infundibulum* (D'ORB.), *Hypophylloceras tethys* (D'ORB.), *Eulytoceras anisoptychum* (UHLIG), *Neolissoceras grasi* (D'ORB.), *Hamulinites* aff. *munieri* (NICKLES), *Acrioceras* cf. *tabarelli* (ASTIER), *Emericiceras imlayi* SARKAR, *E.* sp., *Pseudothurmannia angulicostata* (D'ORB.) *in* LAPEYRE 1974 (pl. 1, fig. 11) which corresponds to *P. ohmi* (WINCKLER) according to Hoedemaeker (this volume), *P. sarasini* SARKAR, *P. mortilleti* (PICTET & DE LORIOL) s. str. (pl. 1, fig. 14) and morphotype *catulloi* (PARONA), (pl. 1, fig. 9 and 10) *P. belimelensis* DIMITROVA (pl. 1, fig. 13), *Psilotissotia* n. sp., *P. bertrandi* (NICKLES), *P. reigi* (NICKLES), *P.* (*Burgliceras*) *favrei* (OOSTER), *Valdedorsella* n. sp. microconch / *Valdedorsella* (*Puezalpella*) cf. *haugi* (BRESKOWSKI) macroconch,

"Valdedorsella" compsense (KILIAN) macroconch / *"Valdedorsella" crassidorsata* (KARAKASCH) microconch, *Paraspiticeras* sp. (very rare). The most abundant forms are two major groups of Desmoceratids : the first possibly belongs to the genus *Barremites* whilst the second is composed by ammonites showing almost smooth *Barremites*-like inner whorls and the outer portion of the body chamber with *Plesiospitidiscus* characters (fine ribs between constrictions which corresponds to ridges in the preserved test). The authors stress the difficulties to recognize the specific and generic position of these ammonites. In our opinion there is an enormous taxonomic confusion around "barremitids" due to the number of species existing in the literature, as well as to the bad definition of the genus. The following calcareous bed 33 contains again *Pseudothurmannia.*

The first Barremian level has been found at metre 62 ; in bed 132 occur specimens of heteromorph ammonites showing some morphologic affinities with the group of *Hamulinites sabaudianus* (PICTET & DE LORIOL). At metre 41.5, in bed 114, we have found *Holcodiscus fallax* (D'ORB.). This species also occurs in the Gorgo a Cerbara section at metre 847.

The Late Barremian *Heinzia provincialis* (D'ORB.) occur at metre 24 in bed 79. Specimens of genera *Melchiorites* and *Anahamulina* are relatively frequent in beds 79, 80 and 81. *Heinzia* still occurs in bed 52 at metre 14 and just above, in bed 51, *Silesites seranonis* (D'ORB.) appears. If we do not take into account Phylloceratina, Lytoceratina and a ? *Toxoceratoides* sp. specimen found in bed 32 at metre 9, *S. seranonis* is the only species (pl. 1, fig. 7) occurring in the upper part of the Maiolica formation after the last occurrence of Pulchellids. In fact it occurs in four beds again, up to metre 7. A similar distribution has been observed in Gorgo a Cerbara section.

Above metre 7, no significant ammonites have been found so far.

3.2. Summary

These preliminary results allow us to confirm that, as in Gorgo a Cerbara section, ammonites are absent in the uppermost beds of the Maiolica formation.

S. seranonis is the most abundant, and nearly unique, ammonite occurring between the upper boundary of the Maiolica formation and the last occurrence of Pulchellids. However, at Gorgo a Cerbara the last *Heinzia* occur about 19 metres below the base of the Scisti a Fucoidi formation instead of 14 metres in the Stirpeto section. *Holcodiscus fallax* occurs 48 metres below the base of this formation at Gorgo a Cerbara and 41 metres at Stirpeto. In both sections, the thickness between the repere bed of the *angulicostata* Zone and the top of the Maiolica formation is 70 metres.

4. – MOUNT PETRANO

An intensive field work has been undertaken on Mount Petrano. Eight sections have been sampled on its northern flank, just in front of the Stirpeto outcrop but on the right side of the Bosso river, in order to have more possibilities to exploit levels where macrofaunas are always rare. The taxonomic study of the ammonites is still in progress. In any case these sections are very useful for the study of the Hauterivian - Barremian transition.

4.1. The road Cagli-Monte Petrano

The Hauterivian-Barremian transition is well exposed along the road leading from the town of Cagli up to the top of the mountain in one of the numerous incomplete outcrops of the Maiolica formation. We have logged one of these outcrops (fig. 5).

Bed 32 exactly corresponds to bed 246 at Gorgo a Cerbara and bed 144 b of the Stirpeto section. The typical fauna of the *angulicostata auct.* zone, *catulloi* subzone, is as abundant and well preserved as at Stirpeto and the ammonite species are the same ; some specimens from this section are shown in plate 1, fig. 5, 9-12. This repere bed crops out over 1 km on the northern flank of Mount Petrano. Its thickness is remarkably constant : 18 cm. In the outcrop of figure 4, this peculiar bed is comprised between two black shale interbeds. The upper one is the thicker and it is exactly equivalent to the interbed of the Stirpeto section. Aptychi debris and small fragments of fish-bone remains have been observed. *Pseudothurmannia* specimens have been found in the overlying calcareous beds 33 and 34.

As figure 4 shows, ammonites are absent between beds 35 and 49 and some gastropod specimens occur. These gastropods, which are characterized by very long, fine, hook-shaped spines show some morphologic affinities with the genus *Harpagodes*. They are quite common in the studied outcrops from Gorgo a Cerbara to Mount Tenetra.

In bed 49 we have found a fauna only composed by specimens belonging to a new Leptoceratoidinae species showing some morphologic affinities, especially the type of coiling, with the genus *Karsteniceras*. These forms, which are quite common, occur above the *Pseudothurmannia* beds and may indicate the Lower Barremian. However, their detailed paleontological study must be done in order to clarify the taxonomic relationships between the different morphotypes, as well as their relations with other uncoiled forms such as *Hamulinites* and *Leptoceratoides*.

5. – Mount Tenetra

Five sections have been logged along the road from Acquaviva, east of Cagli, up to the top of Mounts Tenetra and Catria. The first Barremian faunas of Umbria-Marche Apennines have been discovered in the beds exposed along this road. Like at Mount Petrano, Maiolica formation crops out irregularly on the road because it is often covered by vegetation and disturbed by faults. It is impossible to observe the upper boundary of the formation. The different studied sections do not give major informations on biostratigraphy because they are poorly exposed. Furthermore, the faunas are badly preserved.

However, close to the top of the mountain, we were able to sample a 4.5 metres thick section (fig. 6) where faunas show the transition between Lower and Upper Barremian. The beds have been numbered from the base of the outcrop, bed 0 lying just above the road level. The species succession recalls Gorgo a Cerbara because *Holcodiscus* gr. *caillaudi* (bed 6) is followed by *Leptoceratoides* of the *pumilus* (Uhlig) group (bed 7) and finally by *Heinzia* gr. *provincialis* (bed 25). It is impossible to draw a precise boundary between Lower and Upper Barremian but one can note that this species sequence occurs here in 3 metres instead of 6 metres at Gorgo a Cerbara (fig. 3).

The last biostratigraphic information about the area of Mount Tenetra concerns the finding near the top of the mountain of the 18 cm thick *Pseudothurmannia* repere bed, corresponding to bed 246 at Gorgo a Cerbara, bed 144 b at Stirpeto and bed 32 along the road Cagli-Mount Petrano.

It is also worth noting that in all the studied sections of the Mount Tenetra road gastropods (*Harpagodes* - like as mentioned in the previous chapter) and bivalves are quite abundant.

6. – Conclusions

The data presented in this papers are still preliminary. Fossil sampling has to be completed in some sections ; the paleontologic study of the faunas just began in spring 1992. On the other hand, the poor exposure of most of the sections (Mount Petrano and Mount Tenetra), the bad preservation and the rarity of fossils strongly reduce the possibilities to obtain informations as detailed as needed by the modern biostratigraphy. Nevertheless, the data obtained in the Gorgo a Cerbara section provided an important result. Although still incomplete because of the scarcity of ammonites in the uppermost part of the Maiolica formation (see fig. 3), the first correlation between ammonites and magnetic chrons for latest Hauterivian - Barremian interval has been realized. Further samplings are planned in this section, as well as at Stirpeto, in order to get information on the oldest Neocomian levels.

Acknowledgements

We would like to thank P. Bartolocci, M. Beraldini, P. Faraoni, A. Marini, G. Magli and G. Martire for their very important help during the field work. The discussions, the advice and the exchange of reprints and unpublished data with the participants of the 2nd Workshop of the Lower Cretaceous Cephalopod Working Group considerably helped us for the interpretation of our data. This work has been carried out in the framework of the programme CTB CNR "Biostratigrafia ad Ammoniti delle facies mesozoiche dell'Appennino Centrale".

References

BRALOWER T. J. (1987). – Valanginian to Aptian Calcareous Nannofossil Stratigraphy and correlation with the upper M-Sequence magnetic anomalies. *Marine Micropaleontology*, **11**, 293-310.

BUSNARDO R. (1965). – Le stratotype du Barrémien. Lithologie et macrofaune. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, Paris, **34**, 101-116.

BUSNARDO R. (1984). – Crétacé inférieur : échelles biostratigraphiques. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, Paris, **125**, 291-294.

CECCA F. (1985). – Alcune Ammoniti provenienti dalla "Maiolica" dell'Appennino Centrale (Umbria, Marche e Sabina). *Boll. Serv. Geol. Italia*, Roma, vol. **CIII**/1982, 133-162.

CECCA F., CRESTA S., PALLINI G. & SANTANTONIO M. (1990). – Il Giurassico di Monte Nerone (Appennino marchigiano, Italia Centrale) : biostratigrafia, litostratigrafia ed evoluzione paleogeografica. *In* : PALLINI G., CECCA F., CRESTA S. & SANTANTONIO M. (Eds.), Atti II° Convegno "Fossili, Evoluzione, Ambiente", Pergola 1987, 63-139.

CECCA F., PALLINI G., ERBA E., PREMOLI SILVA I. & COCCIONI R. (1994). – Hauterivian-Barremian chronostratigraphy based on ammonites, nannofossils, planktonic foraminifera and magnetic chrons from the Mediterranean domain. *Cretaceous Research*, London, **15**, 4, 457-467.

COCCIONI R., ERBA, E. & PREMOLI-SILVA I. (1992). – Barremian - Aptian calcareous nannoplankton biostratigraphy from the Gorgo Cerbara section (Marche, central Italy) and implications for plankton evolution. *Cretaceous Research*, London, **13**, 517-537.

COCCIONI R., NESCI O., TRAMONTANA M., WEZEL C. F. & MORETTI E. (1987). – Descrizione di un livello guida "Radiolaritico - Bituminoso - Ittiolitico" alla base delle Marne a Fucoidi nell'Appennino Umbro - Marchigiano. *Boll. Soc. Geol. It.*, Roma, **106**, 183-192 .

COMPANY M., HOEDEMAEKER P. J., SANDOVAL J. & TAVERA, J. M. (1992). – Excursion Guide of the 2nd Workshop of the Lower Cretaceous Cephalopod Team, Mula (SE Spain, July 1992) - *I.G.C.P.* 262, 1-34.

ERBA E., COCCIONI R. & PREMOLI-SILVA I. (1989). – Gli Scisti a Fucoidi nell'area Umbro-Marchigiana : Le sezioni della S. S. Apecchiese. *In* : "Stratigrafia del Mesozoico e Cenozoico nell'area umbro-marchigiana ; itinerari geologici sull'Appennino umbro-marchigiano (Italia)", Cresta, S., Monechi, S. & Parisi, G. (Eds.). *Mem. Descr. Carta Geol. Italia*, Roma, **XXXIX**, 146-164.

HERBERT T.D. (1992). – Paleomagnetic calibration of Milankovitch cyclicity in Lower Cretaceous sediments. *Earth and Plan. Sc. Letters*, Amsterdam, **112**, 15-28.

HOEDEMAEKER P. J. (1994, this volume). – Ammonite distribution around the Hauterivian-Barremian boundary along the Rio Argos (Caravaca SE Spain). *In* : *«Ammonite Biostratigraphy of the Western Tethys»*, BULOT L. G., ARGOT M. & ARNAUD H. Eds., *Géol. alpine, Mém. H. S.*, **20**, 219-277.

HOEDEMAEKER J., COMPANY M. (Reporters) and AGUIRRE-URETA M. B., AVRAM E., BOGDANOVA T. N., BUJTOR L., BULOT L., CECCA F., DELANOY G., ETTACHFINI M., MEMMI L., OWEN H. G., RAWSON P. F., SANDOVAL J., TAVERA J. M., THIEULOY J.-P., TOVBINA S. Z. & VAŠÍČEK Z. (1993). – Ammonite zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean region ; basis for the stratigraphic correlations within IGCP-Project 262. *Revista Espanola de Paleontologia*, Madrid, **8** (1), 117-120 .

LOWRIE W. & ALVAREZ W. (1984). – Lower Cretaceous magnetic stratigraphy in Umbrian pelagic limestone sections. *Earth Planet. Sci. Lett.*, Amsterdam **71**, 315-328.

RAMACCIONI, G. (1939). – Fauna giuraliassica e cretacea di Monte Cucco e dintorni (Appennino Centrale). *Palaeontographia Italica*, Pisa, N.S., **9** (39), 143-214.

SAYN, G. (1891). – Description des Ammonites du Barrémien du Djebel Ouach. *Ann. Soc. Agric. Hist. Nat. et Arts utiles*, Lyon, (6), **3** (1890), 135-208.

THIERSTEIN, H. R. (1973). – Lower Cretaceous calcareous nannoplankton biostratigraphy. *Abh. Geol. Bundesanst.*, Wien, **A 29**, 1-52.

VERMEULEN J. (1980). – Etude de la famille des Pulchelliidae. Thèse Univ. Nice, 92 pp., unpublished.

Plate 1

Fig. 1 – *Coronites* aff. *coronatoides* (SAYN). Gorgo a Cerbara, Upper Barremian, *vandenheckei* zone, bed 84, specimen F 177. Note in the internal whorl the small bullae between the umbilical edge and the middle of the whorl height. **x 1.**

Fig. 2 – *Coronites* cf. *coronatoides* (SAYN). Gorgo a Cerbara, Upper Barremian, *vandenheckei* zone, bed 84, specimen F 399. **x 1.**

Fig. 3 – *Coronites* aff. *hoplitiformis* (SAYN). Gorgo a Cerbara, Upper Barremian, *vandenheckei* zone, bed 81, specimen F 171 **x 1.**

Fig. 4 – *Heinzia* aff. *lindigii* (KARSTEN *in* UHLIG). Gorgo a Cerbara, Upper Barremian, *vandenheckei* zone, bed 119, specimen F 176. **x 1.**

Fig. 5 – *Psilotissotia* (*Burgliceras*) *favrei* (OOSTER). Outcrop on the road from Cagli to the top of M. Petrano, uppermost Hauterivian, *angulicostata auct.* zone, *catulloi* subzone, bed 32, specimen A 4. **x 1.**

Fig. 6 – *Spitidiscus* cf. *vandenhecki* (D'ORB.). Gorgo a Cerbara, Lower Barremian, *hugii* zone, bed 199, specimen F 152. **x 1.**

Fig. 7 – *Silesites seranonis* (D'ORB.). Stirpeto, Upper Barremian, bed 32, specimen S 360. **x 1.**

Fig. 8 – *Silesites seranonis* (D'ORB.). Gorgo a Cerbara, Upper Barremian, *sartousi* zone, bed 43, specimen F 414. **x 1.**

Fig. 9 – *Pseudothurmannia mortilleti catulloi* (PARONA). Outcrop on the road from Cagli to the top of M. Petrano, uppermost Hauterivian, *angulicostata auct.* zone, *catulloi* subzone, bed 32, specimen A 6. **x 1.**

Fig. 10 – *Pseudothurmannia mortilleti catulloi* (PARONA). Same section and same bed than fig. 9, specimen A 47. **x 1.**

Fig. 11 – *Pseudothurmannia angulicostata* (D'ORB.) *in* Lapeyre [1974]. Same section and same bed than fig. 9-10, specimen A 2. **x 1.**

Fig. 12 – *Pseudothurmannia sarasini* SARKAR. Same section and same bed than fig. 9-11, specimen A 1. **x 1.**

Fig. 13 – *Pseudothurmannia belimelensis* DIMITROVA. Stirpeto, uppermost Hauterivian, *angulicostata auct.* zone, *catulloi* subzone, lateral equivalent of bed 144b (= bed 32 of M. Petrano), specimen RS 3. **x 1.**

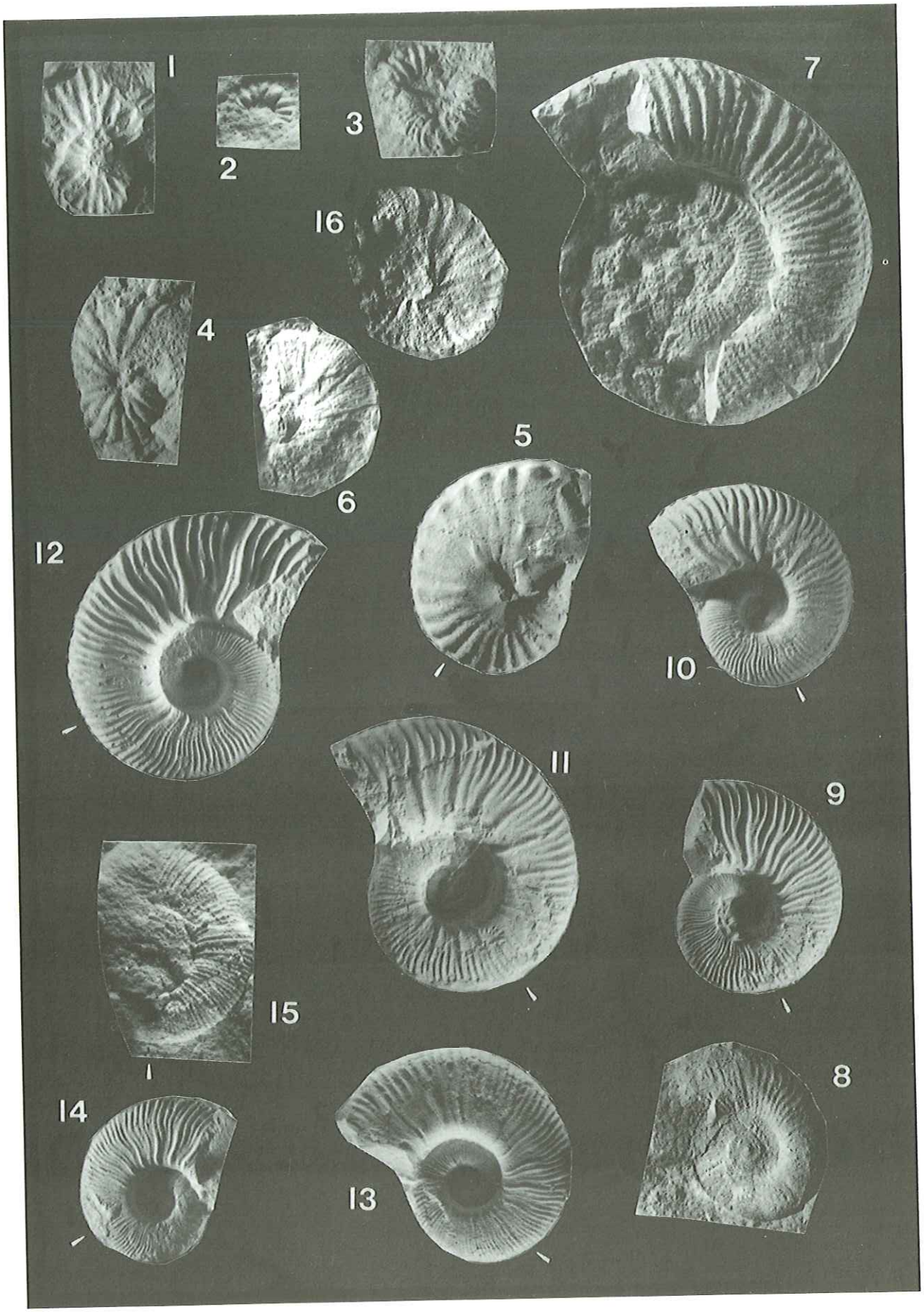
Fig. 14 – *Pseudothurmannia mortilleti* (PICTET & DE LORIOL). Same section and same bed than fig. 13, specimen RS 14. **x 1.**

Fig. 15 – *Crioceratites* gr. *duvali* LÉVEILLÉ - *villiersianus* (d'ORB.). Gorgo a Cerbara, Upper Hauterivian, bed 266, specimen F 178. **x 1.**

Fig. 16 – *Heinzia sartousi* (D'ORB.). Same section, Upper Barremian, *sartousi* zone, bed 43, specimen F 406. **x 1.**

The dash indicates the beginning of the body chamber when visible.

Photos 1 to 15 by F. Abballe (Servizio Geologico Nazionale), 16 by M. Balini (Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Milano).


1
2
3
7
16
4
6
5
12
10
11
9
15
14
13
8

Géologie Alpine, 1994, Mém. H.S. n° 20, p. 219-277

Ammonite distribution around the Hauterivian-Barremian boundary along the Río Argos (Caravaca, SE Spain)

by Philip J. HOEDEMAEKER*

ABSTRACT. — The study of the vertical distribution of the ammonite species in the boundary beds between the Hauterivian and Barremian stages revealed that the Zone of *Pseudothurmannia angulicostata auctorum* (not conspecific with *Ammonites angulicostatus* D'ORBIGNY), which is commonly considered the highest zone of the Hauterivian stage, had better be divided into two zones, the lower Zone of *Pseudothurmannia ohmi* (= senior synonym of *P. angulicostata auctorum)* and the upper Zone of *Pseudothurmannia catulloi*. The boundary between these zones is an oligotaxic minimum, which clearly separates an ammonite fauna wholly consisting of reputedly Hauterivian species from an ammonite fauna almost wholly consisting of reputedly Barremian species. If we discard the notoriously longranging species, the ammonite faunas of the two zones have only 10% of the species in common. It is proposed here to lower the base of the Barremian stage to the base of the Catulloi Zone (= the chronozone based on the biozone of *P. catulloi*). The ammonite species of the boundary beds are shortly described.

KEY WORDS. — Ammonites, Lower Cretaceous, SE Spain, Stage boundary, Sequence stratigraphy.

Répartition des ammonites de la limite Hauterivien-Barrémien dans le Río Argos (Caravaca, SE de l'Espagne)

RÉSUMÉ. — L'étude de la répartition verticale des espèces d'ammonites des couches de passage entre l'Hauterivien et le Barrémien révèle que la Zone à *Pseudothurmannia angulicostata auctorum* (non conspécifique d'*Ammonites angulicostatus* D'ORBIGNY), considérée habituellement comme la plus haute zone de l'Hauterivien, devrait plutôt être divisée en deux zones, l'une inférieure - Zone à *Pseudothurmannia ohmi* (= senior synonyme de *P. angulicostata auctorum*) -, l'autre supérieure - Zone à *Pseudothurmannia catulloi* -. La limite entre ces zones correspond à un minimum oligotaxique qui sépare clairement une faune d'ammonites entièrement constituée d'espèces réputées hauteriviennes, d'une faune d'ammonites constituée dans sa totalité d'espèces réputées barrémiennes. Hormis les espèces de longue durée notoire, ces deux zones n'ont que 10% d'espèces en commun. Il est donc proposé d'abaisser la limite Hauterivien-Barrémien à la base de la Zone à Catulloi (= chronozone fondée sur la biozone à *P. catulloi*). Enfin, les espèces d'ammonites des couches de passage entre l'Hauterivien et le Barrémien sont brièvement décrites.

MOTS CLÉS. — Ammonites, Crétacé inférieur, SE Espagne, Stage boundary, Sequence stratigraphy.

1. - INTRODUCTION

The pelagic succession of the Lower Cretaceous along the Río Argos west of Caravaca (SE Spain) (fig. 1) consists of a monotonous cyclic alternation of marly Nannoconus-coccolite limestone beds and marlstone beds. This about 1500 m thick succession is the subject of an integrated biostratigraphic study («Argos Project», a research project of the National Museum of Natural History of The Netherlands), in which zones based on microfossils are calibrated with ammonite zones. The cyclicity of the Río Argos succession has been studied, and the 20,000, 100,000, and 400,000 year cycles have been indicated [Ten Kate

* National Museum of Natural History, Postbox 9517, 2300 RA Leiden, The Netherlands.

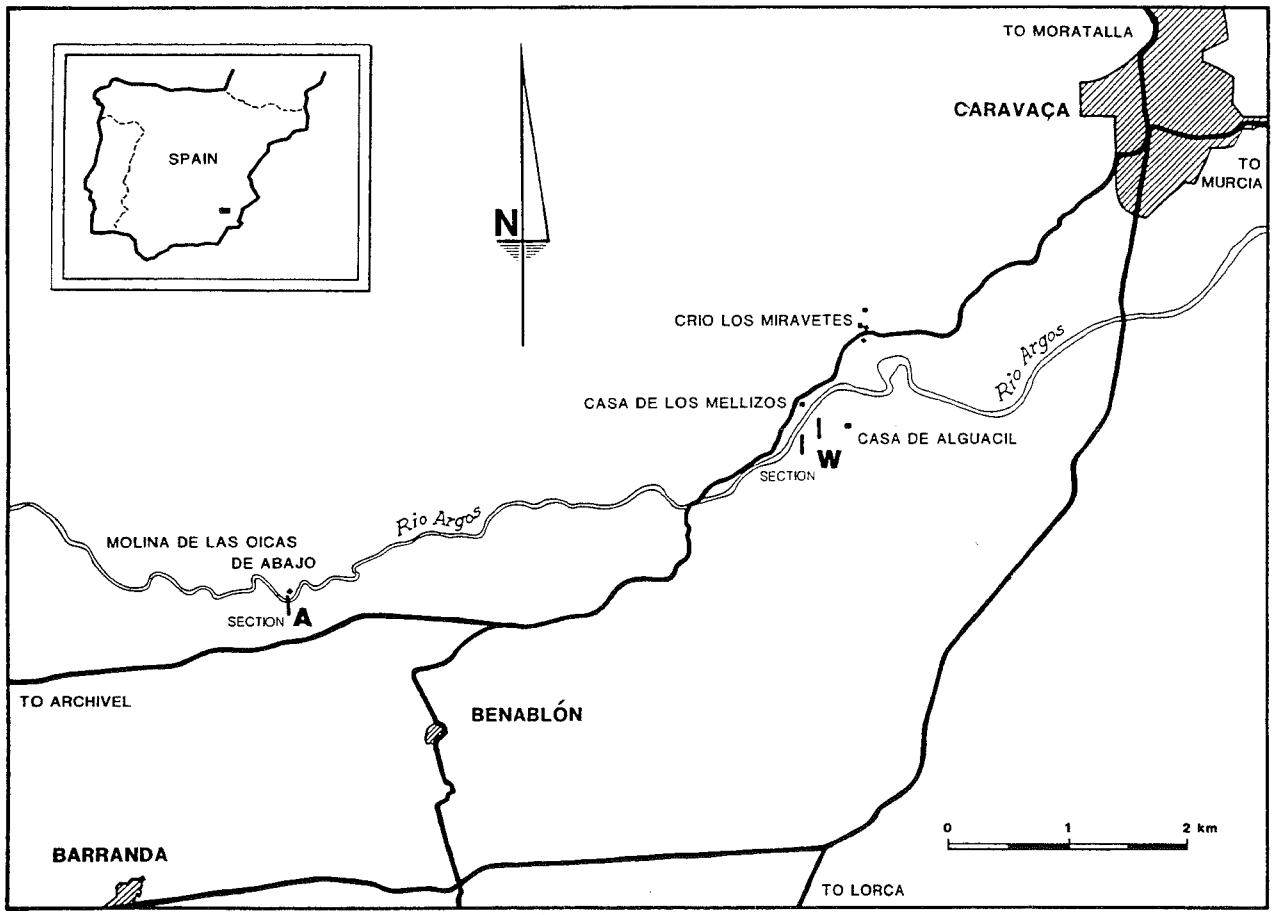


FIG. 1. – Localisation of sections A and W.

and Sprenger, 1989]. The Río Argos succession has also been studied for its sequence stratigraphy [joint study of H. Arnaud, Ph. J. Hoedemaeker, and P. Vail in 1989, 1990 and 1991]. It was possible to accurately date the Lower Cretaceous depositional system tracts. Unfortunately the study of the magnetostratigraphy was not successful because of magneting overprinting of the rocks.

The beds around the Hauterivian-Barremian boundary in the Río Argos succession are very rich in ammonites. Some 3000 identifiable specimens have been sampled from these beds in mainly two sections, A and W, which are about 5 km apart (fig. 2 and 3). The frequency of the ammonites and the richness of the fauna makes these sections especially suited for an accurate study of the vertical ammonite distribution around this stage boundary and enables us to make a well-founded proposal for the stratigraphic position of this boundary.

During the Work-shop on Tethyan Lower Cretaceous ammonite zones held in July 1990 in Digne by the Lower Cretaceous Cephalopod Team of the IGCP-Project 262 «Tethyan Cretaceous Correlation» [Hoedemaeker and Bulot, 1990], the majority of the attendants preferred to retain for the time being the following zonation :

Spitidiscus hugii	Barremian
Pseudothurmannia angulicostata auct.	Hauterivian
Balearites balearis	Hauterivian

This is in essence the zonation proposed by Busnardo in 1984. The only difference is the addition of «*auct.*» behind the name «*angulicostata*», because, since the holotype of *Ammonites angulicostatus* D'ORBIGNY has been found again, it became clear that the neotype designated by Lapeyre [1974] is not conspecific — and in my opinion not even congeneric — with the holotype. The species of Lapeyre had therefore provisionally been referred to as *P. angulicostata auct.* The attendants of the Workshop also preferred to keep the antique Zone of *P. angulicostata auct.* [Paquier, 1900)] in the Hauterivian. This zone comprises the biostratigraphic interval between the first appearance of *P. angulicostata auct.* and the first appearance of *Spitidiscus hugii.* The Digne Workshop provisionally preferred the base of the Barremian stage to coincide with the base of the Hugii Zone (= chronozone based on the biozone of *Spiticeras hugii*). The hitherto first appearance of *S. hugii* in the stratotype section of the Barremian near Angles (France) has been reported from **bed 73** [Busnardo and Vermeulen, 1986, p. 457].

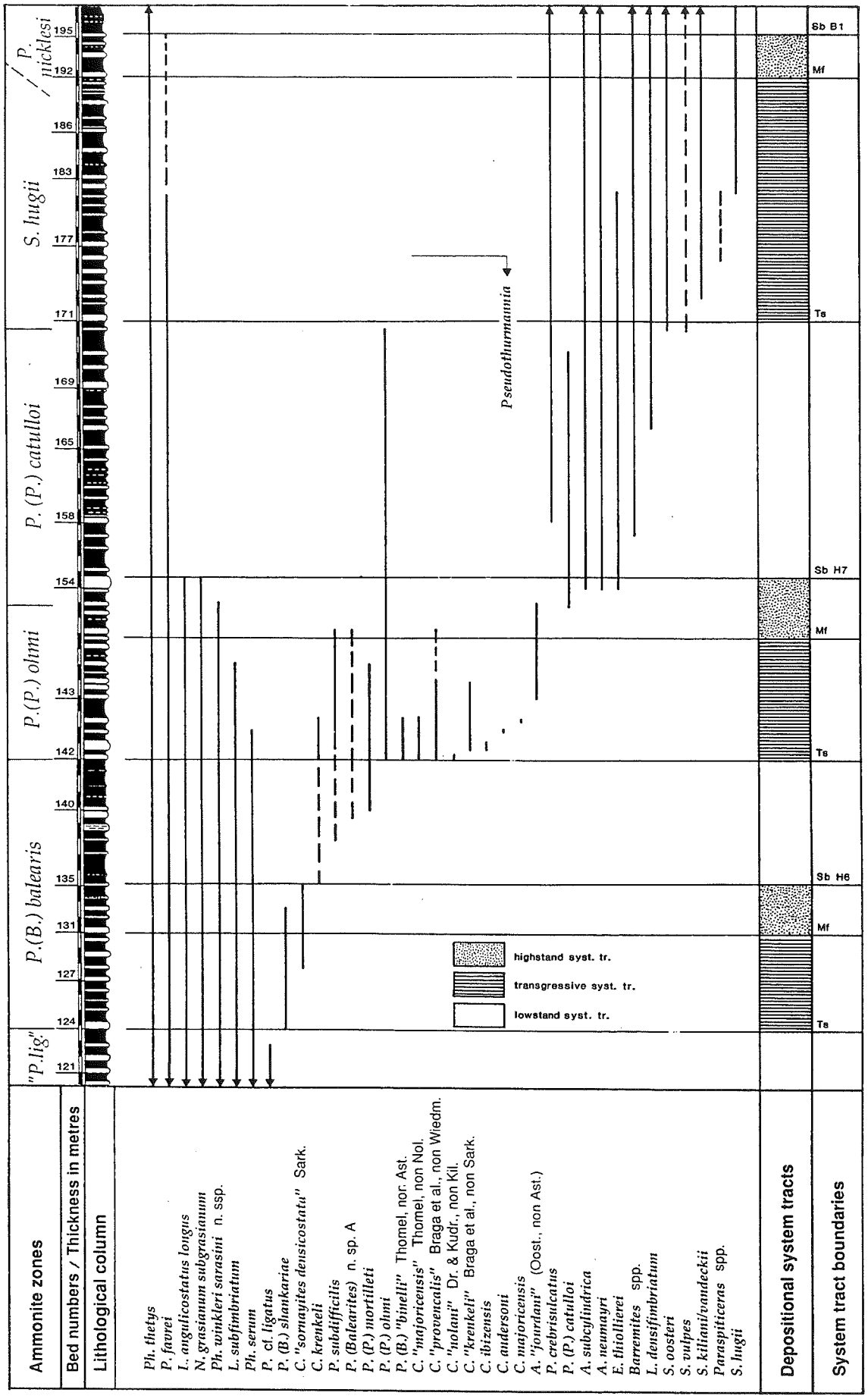


FIG. 2. – Ammonite distribution in section A (*Ph. winkleri sarasini* n. ssp. is referred to in the text as *Phyllopachyceras winkleri* n. ssp. A).

2. - EARLIER PROPOSED HAUTERIVIAN-BARREMIAN BOUNDARIES

The position of the Hauterivian-Barremian boundary at the base of the Hugii Zone is in accordance with the Copenhagen recommendations of the IUGS Subcommission on Cretaceous stratigraphy [Birkelund *et al.* 1984], which recommend not to divide the *Pseudothurmannia* beds by a stage boundary. This boundary, however, is only one of the many boundaries proposed. A short review of the various recent proposals for the stratigraphic position of the base of the Barremian Stage reveals that there are several different opinions. Busnardo [1965, p. 106] favours the opinion to begin the Barremian with the appearance of the first true *Barremites* (with a narrow whorl section) and of *«Holcodiscus» («H.» kiliani).* This opinion is in accordance with the old ideas of Kilian [1888, p. 213] who referred to the Barremian as the «Calcaires à *Ammonites difficilis*». The first true *Barremites* was found in **bed 65** of the stratotype near Angles [Busnardo and Vermeulen, 1986], on top of bed 64c from which was sampled the last *Pseudothurmannia.*

Lapeyre and Thomel [1974, p. 2891], Patrulius and Avram [1976, p. 155], Avram [1976, p. 67 ; 1983, p. 510], Immel [1979, p. 125, 126], and Vašíček *et al.* [1983] favour the appearance of *Pseudothurmannia* and of *Emericiceras emerici* as the base of the Barremian. The first *Pseudothurmannia* has been found in **bed 42** of the stratotype near Angles. Vermeulen [1980], however, prefers to draw the base of the Barremian at the base of his Zone of *Nicklesia pulchella* (wrongly cited by Immel, 1979, as if he had chosen the base of the Zone of *Psilotissotia favrei* as the base of the Barremian). This zone begins with the appearance of the first *Subpulchellia*, which happens to be *S. castellanensis* in **bed 94** of the stratotype section. *Emericiceras emerici* has since the introduction of the Barremian been considered diagnostic of the Lower Barremian. The first specimen has been reported from **bed 47** of the Angles section [Immel, 1979, p. 125]. All these boundaries depend on the first appearance of a certain species.

3. - *P. ANGULICOSTATA AUCT.* ZONE CAN BE SPLIT UP INTO TWO ZONES

The results of our study revealed that the Zone of *P. angulicostata auct.* can be split up into two quite distinct parts, which are separated by a level in which the number of concurring species is very low. It appears that in the interval directly below the level in which this diversity minimum is situated, the rate of extinction highly exceeds the rate of appearance of new taxa, whereas this level is immediately followed by an interval in which new appearances outnumber the disappearances of old taxa. So this diversity minimum is attended by a rapid and severe faunal change-over.

3.1. Faunal difference between the two parts

Except for some long-ranging species, such as *Phyllopachyceras infundibulum* (D'ORB.), *Hypophylloceras tethys* (D'ORB.), and *Psilotissotia favrei* (OOSTER) (the latter appears to be present already in the Sayni Zone near the base of the upper Hauterivian), the only species whose ranges cross this level of faunal change-over, belong to the genus *Pseudothurmannia*, viz. *P. ohmi* (WINKLER) (= *angulicostata auct.*) and *P. mortilleti* (PICTET & DE LORIOL). Against these 5 species stand more than 20 that were found to disappear in the lower part of the Zone of *P. angulicostata auct.* and more than 20 that were found to appear in the upper part of this zone. If we discard the notoriously long-ranging species the ammonite faunas of the lower and upper part of the *P. angulicostata auct.* zone have only 2 (= 10% of the) species in common. This makes the level of change-over easy to locate when ammonites are frequent enough.

The species that appear in the upper part of the Zone of *P. angulicostata auct.* are reputedly Barremian species such as *Emericiceras emerici* (there are several different concepts about the nature of this species), *E. thiollierei* (AST.), *Acrioceras* ex gr. *tabarelli* (AST.) (Pl. 7, fig. 10), *Barremites boutini* (MATH.), *B. vocontius* (SAYN & LORY), *B. dimboviciorensis* (BRESK.), *Lytoceras densifimbriatum* (UHL.), *Protetragonites crebrisulcatus* (UHL.), *Hamulinites sabaudianus* (PICT.), *H. parvulus* (UHL.), *H. tzankovi* MANOLOV, *Paraspiticeras* spp. (Pl. 9, fig. 11), *Anahamulina subcylindrica* (D'ORB.), *A. quenstedti* (UHL.), *A. boutini* (MATHERON), *Hamulina astierianus* (D'ORB.), *Psilotissotia masylaea* (COQ.), and *Valdedorsella neumayri* (HAUG). At or directly above the level of the faunal change-over appear *Pseudothurmannia catulloi*, *P. sarasini* SARKAR, *P. belimelensis* DIMITROVA, and *P. simionescui* SARKAR. They join *P. ohmi* (= *P. angulicostata auct.*) and *P. mortilleti*, which continue their ranges above the level of the faunal change-over. The species that become extinct in the lower part of the Zone of *P. angulicostata auct.* are reputedly Hauterivian species such as *Lamellaptychus angulicostatus longus* TRAUTH, *Phyllopachyceras winkleri* nov. subsp. A, *Hypophylloceras serum* (OPP.), *Neolissoceras grasianum subgrasianum* DRUSH., *Lytoceras subfimbriatum* (D'ORB.), *Plesiospitidiscus* cf. *ligatus* (D'ORB.), *P. subdifficilis* (KAR.), *Anahamulina «jourdani»* (OOSTER, *non* ASTIER), *Balearites «binelli»* THOMEL, *non* ASTIER, *B.* n. sp. A, *Crioceratites pseudothurmannii* DIMITROVA, *C. majoricensis* NOLAN (= senior synomym of *C. «kraptshenensis»* DIMITROVA), *C. «majoricensis»* THOMEL, *non* NOLAN *C. andersoni* SARKAR, *C.* cf. *remanei* WIEDMANN, *C. ibizensis* WIEDMANN, *C. krenkeli* SARKAR, *C. sornayi* SARKAR, *C. «sornayi densicostata»* SARKAR,

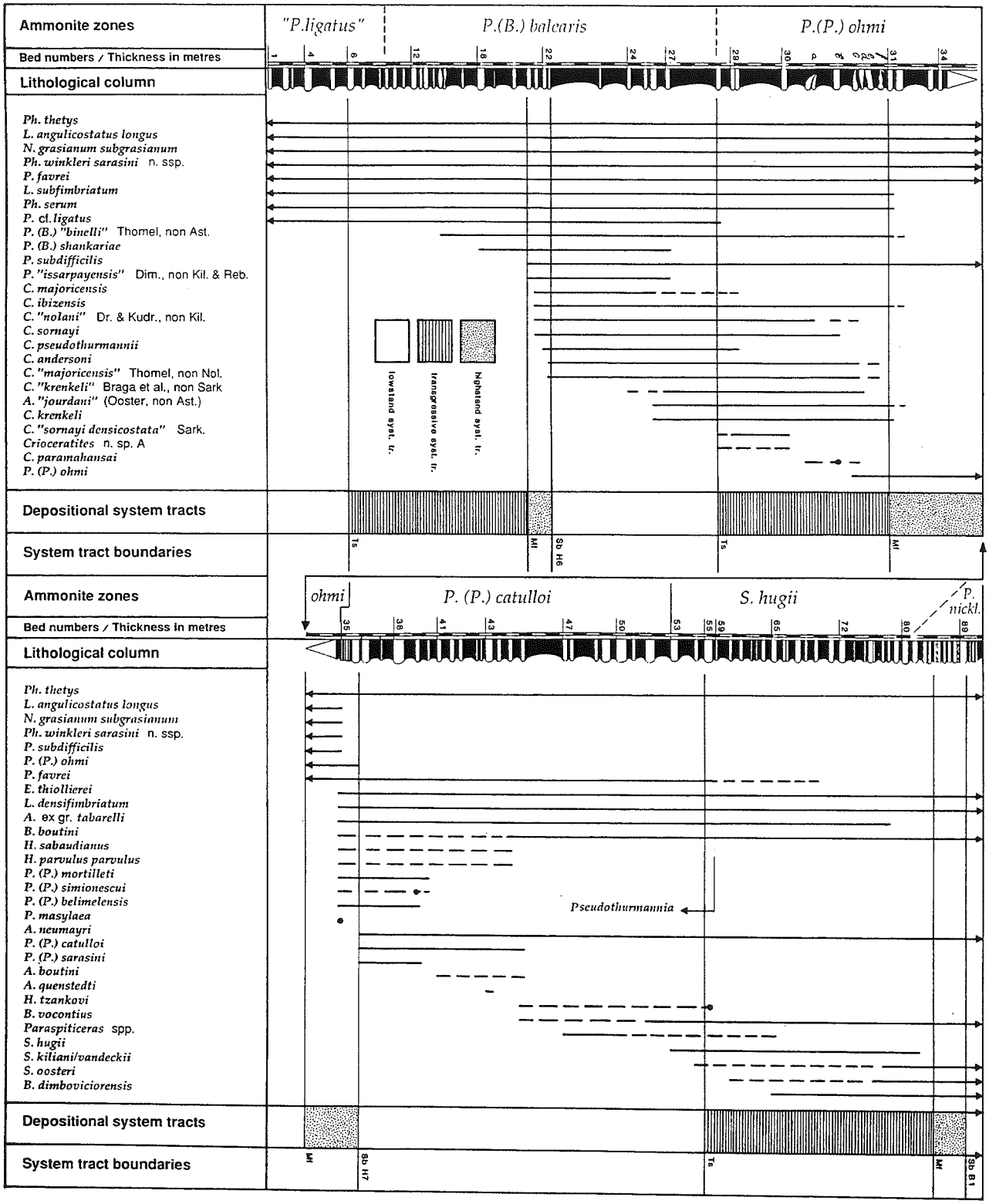


FIG. 3. – Ammonite distribution in section W (*Ph.winkleri sarasini* n. ssp. is referred to in the text as *Phyllopachyceras winkleri* n. ssp. A)

C. «nolani» DRUSHCHITS & KUDRIAVTSEV, *non* KILIAN. *C. «provencalis»* BRAGA *et al.*, *non* WIEDMANN, *C. paramahansai* SARKAR, *C. «krenkeli»* BRAGA *et al.*, *non* SARKAR. The only three species that appear in the lower part of the Zone of *P. angulicostata auct.* are *Crioceratites* nov. sp. A, *C. paramahansai* SARKAR, and of course *P. ohmi* (WINKLER) (= senior synonym of *P. «angulicostata»* LAPEYRE, *non* D'ORB. = *P. angulicostata auct.*) itself. It should be noted that all forms described by Nolan [1894] from Majorca are present.

Some new species were found that will be the subject of a separate paper. Several species already entered literature under a different, in our opinion erroneous, name. In this paper we refrain from introducing new names.

Balearites shankariae SARKAR (which is probably a junior synonym of *B. balearis* NOLAN) disappears just before the entry of *P. ohmi*. *Silesites vulpes* (COQ.) appears approximately together with *Spitidiscus oosteri* (UHL.), *S. hugii* (OOST.), *S. kiliani* (PAQUIER), and *S. vandeckii* (D'ORB.). It should be noted that the last representatives of *Pseudothurmannia* occur together with the first *S. hugii* ; their ranges are overlapping.

3.2. Names available for the two new zones

The vertical ammonite distribution sketched above permits a subdivision of the *P. angulicostata auct.* Zone into two separate zones, with quite different faunal compositions. Because of the rarity, the unknown stratigraphic occurrence, and the radical change in the identity of *Ammonites angulicostatus* D'ORBIGNY, «*P. angulicostata*» is no longer available as zonal name. For the lower zone two names are available, viz. *P. ohmi* Zone [*P. ohmi* (WINKLER) was considered a senior synonym of *P. angulicostata auct.*], or *P. mortilleti* Zone, which was proposed by Immel [1987, p. 141, 142]. It is proposed here to use *P. ohmi* as the name for the lower zone, for in this case the zone remains being characterized by the same species as formerly.

Also for the upper zone a new name must be found. Two names are available, viz. *Pseudothurmannia pseudomalbosi* Zone [Breskovski, 1975], which has priority, and *Pseudothurmannia picteti* Zone [Avram, 1983]. All species of *Pseudothurmannia* with lateral tubercles in middle and adult growth-stages (erroneously grouped into *Sornayites* by Wiedmann, 1962 ; *P. pseudomalbosi* as well as *P. picteti* belong to this group) are restricted to the upper part of the *Pseudothurmannia* beds. However these species are rare and their ranges not precisely known. It is not known whether the range of *P. pseudomalbosi* starts at the level of the faunal change-over or above it. Moreover the true identity of *P. pseudomalbosi* is not clear. The «*P. pseudomalbosi*» with lateral tubercles on the inner whorls figured by Breskovski in 1966, pl. 2, fig. 4, does not belong to this species ; true *P. pseudomalbosi* has no lateral tubercles on the inner whorls. Also it is possible that *P. pseudomalbosi* may turn out to be a junior synonym of *P. crioceroides* (TORCAPEL) [my study of a several specimens of the latter species from Chamateuil near Castellane revealed that *P. crioceroides* is a senior synonym of *C. «edouardi»* (HONNORAT-BASTIDE)].

The alternative is to call this zone after *P. picteti*. My study of a cast of the holotype of *P. picteti* revealed to our surprise that it belongs to the group of *Pseudothurmannia* with lateral tubercles late in ontogeny. A second unambiguous specimen of this species has not yet been reported. However, except for the holotype all specimens of *P. picteti* figured in literature are conspecific with *P. catulloi*. The latter species makes its appearance at the level of the faunal change-over, is common, widespread and has a short range. It is therefore undoubtedly the best guide-fossil for this zone.

4. – THE PROPOSED POSITION OF THE HAUTERIVIAN-BARREMIAN BOUNDARY

Since the level of the faunal change-over separates an assemblage of reputedly Barremian ammonites from an assemblage of reputedly Hauterivian ammonites, it is obvious that this level is the best candidate for the Hauterivian-Barremian boundary. I favour the view that the upper part of the *Pseudothurmannia* beds, in which *P. ohmi* is still common, should be incorporated in the Barremian instead of in the Hauterivian. By this all reputedly Barremian species remain in the Barremian. This means that the *Pseudothurmannia* beds partly belong to the Hauterivian and partly to the Barremian. The same view was expressed by Breskovski [1975] and also Mandov confirmed this view (personal communication, 1986). It is close to the antique view to begin the Barremian with the entry of *Emericiceras emerici*, and close to Busnardo's [1965, 1984)] view (in fact also antique dating back to Kilian, 1888) to begin the Barremian with the appearance of *Barremites* of the *difficilis* group. This view is however against the Copenhagen recommendations of the Subcommission on Cretaceous Stratigraphy [Birkelund *et al.*, 1984], which recommend not to divide the *Pseudothurmannia* beds by a stage boundary. However, in 1983 our knowledge of the ammonite distribution within and around the *Pseudothurmannia* beds was still highly insufficient. It is proposed here that the Hauterivian-Barremian boundary should be chosen at the base of the Catulloi Zone (= the chronozone based on the Biozone of *P. catulloi*), i.e. at the diversity minimum at the base of bed A153 in section A along the Río Argos at the Molino de las Oicas de Enmedio (fig. 1 and 2). The base of the Catulloi Zone is in fact the same boundary as chosen by Patrulius and Avram [1976] and Avram [1976, 1983].

5. – Sequence stratigraphy

P. Vail and I have studied the sequence stratigraphy of the pelagic succession along the Río Argos in 1989, 1990 and 1991. The sequence stratigraphy of the Hauterivian-Barremian boundary beds was studied in May 1991. Fortunately the depositional systems tracts are clearly expressed in the pelagic sediments along the Río Argos by alternating more marly and more calcareous bedded intervals. Since the limestones are purely pelagic *Nannoconus* limestones, the only clastic component in the beds is the clay fraction. The marly bedded intervals were therefore interpreted as the basinward expressions of the lowstand wedges : large supply of siliciclastics and nutrients, Milankowitch cycles are thickest, limestone beds are relatively far apart. These marly intervals are therefore interpreted to represent lowstand systems tracts, and sequence boundaries are drawn at the bases of these intervals. In the more calcareous bedded intervals the thinning of the marly interbeds produces a bunching of limestone beds, often attended by a gradual thinning of the limestone beds as well : low supply of siliciclastics and nutrients, Milankowitch cycles are thin, the totality of the deposition is more condensed and extra enriched with fossils. These calcareous intervals are interpreted to represent transgressive systems tracts and transgressive surfaces were drawn where the bunching begins. Where Milankovitch cycles are thinnest and frequency of ammonites and dinoflagellates highest, a maximum flooding surface can be assumed. The uppermost parts of the calcareous intervals are interpreted to represent highstand systems tracts, which, as a rule, are rather badly developed in deep water facies. The correctness of the succession of sequences along the Río Argos was proven by the fact that the successions in SE France (studied by P. Vail and H. Arnaud) show the same number of sequences at the same stratigraphic levels.

It appears that the faunal change-over between the Ohmi and Catulloi zones occurred where the fall of the relative sea level had the greatest amplitude and the sea level rapidly fell from extra high to extra low. It virtually coincides with a sequence boundary (situated at the top of bed A154). The Ohmi Zone begins at a transgressive surface and during this chron the sea level reached its highest late Hauterivian stand (highest diversity of the ammonite fauna). The Catulloi Zone corresponds to a lowstand systems tract and during this chron the sea level reached its lowest stand during the early Barremian (lowest diversity of the ammonite fauna). It is interpreted that this high amplitude fall of the relative sea level rapidly pushed the biotopes of the deeper parts of the shelf (where the bulk of the ammonites lived) over the shelf edge where they were telescoped. This rapid telescoping of biotopes increased selection pressure, which enhanced extinction, but in a later stage also the beginning of faunal renewal. Small heteromorphic ammonites such as *Hamulinites*, and *Karsteniceras* exhibit an opportunistic behaviour and florish just after the mass extinctions caused by these high-amplitude sea-level falls (compare the great frequency and diversity of *Protancyloceras* and *Leptoceras* in the Subalpina and Alpillensis zones respectively, which are also times of faunal renewal immediately after severe extinction).

So the here proposed Hauterivian-Barremian stage boundary coincides with a diversity minimum (at the base of bed A153) which nearly coincides with a sequence boundary (at the top of bed A154).

The Balearis Zone begins at a transgressive surface. When the sea inundates large parts of the continental margins many new niches and biotopes are created for the denizens of the continental shelf. It is within transgressive systems tracts, therefore, that new zones commonly begin. Sequence boundary H6 is situated in the upper part of the Balearis Zone. The position of the sea level during the next transgressive systems tract (Ohmi Zone) is the highest of the whole late Hauterivian. It is followed by the extremely high-amplitude fall of the relative sea level at sequence boundary H7 and by the lowstand of the Catulloi Zone. This zone is therefore often not or only partly preserved (hiatus). The Hugii Zone begins again close to a transgressive surface, together with the appearance of many new species. Sequence boundary B1 is situated just above the base of the overlying Nicklesi Zone.

6. – Systematic part

Since this paper is meant to be a stratigraphical paper and not a palaeontological one the description of the ammonites is kept as short as possible. Nevertheless it was necessary to extend some of the descriptions in order to avoid misunderstandings.

Except for one species, only species that have appeared in literature will be discussed. The lists of synonyms only contains specimens that have been figured in literature. The species with open nomenclature have been figured in literature under a different name ; they will be given proper names in a later publication. Also the species of *Pseudothurmannia* and their variability will be described in a separate paper.

Family ANCYLOCERATIDAE Meek, 1876

Experience has shown that representatives of this group can only be identified properly when all ontogenetic stages are preserved. Identifications based merely on whorl fragments should be distrusted.

Genus PSEUDOTHURMANNIA Spath, 1923

1) Status of the genus *Pseudothurmannia* SPATH, 1923

The restored drawing of the holotype of *Ammonites angulicostatus* in d'Orbigny's Paléontologie française [1841, pl. 46, fig. 3, 4] was difficult to interpret, because a similar specimen has not been found yet. The restoration was therefore considered erroneous and the specimen not regarded as full-grown. Moreover this holotype could not be retrieved, so that only the restored drawing was available.

It was therefore the concept of Pictet [1863] that became generally accepted as how *Ammonites angulicostatus* D'ORB. should look like. He depicted three different specimens on plate 1 bis which he interpreted as conspecific, but some later investigators thought them to belong to three different species. So when Spath [1923, p. 66] introduced the genus *Pseudothurmannia*, he originally designated *Ammonites angulicostatus* D'ORBIGNY *in* Pictet, 1863, pl. 1 bis, fig. 1a, b as type species of the genus. This is against the rules of zoological nomenclature, which prescribe that the **nominal** species is the type species (art. 67a), and since the latter is based on its holotype, the holotype is implicitly also the type on which the genus is based.

The application of the rules subsequent to Spath [1923] was at first a mere formality, because the specimen of fig. 1a, b of Pictet was considered (also by Spath) conspecific with d'Orbigny's specimen. The concept of *P. angulicostata* (D'ORB.) and of the genus *Pseudothurmannia*, therefore, remained based on Pictet's concept of the species.

Sarkar [1955, p. 155] however, recognized that *A. angulicostatus* PICTET could not be conspecific with *P. angulicostata* (D'ORB.). I agree with his conclusions. His proposal to consider *A. angulicostatus* PICTET, which he rebaptized into *Pseudothurmania picteti*, as the type species of *Pseudothurmannia*, is, however, still against the rules of zoological nomenclature ; the type species should be *A. angulicostatus* D'ORB. However, since both species were still considered congeneric, the concept of the genus *Pseudothurmannia* remained based on the generic characteristics displayed by *A. angulicostatus* PICTET. The latter was regarded as a very close relative of, and by some (Rodighiero, Spath, Lapeyre) still as conspecific with, *P. angulicostata* (D'ORB), the holotype of which was still lost.

Because of this loss Lapeyre [1974] collected topotype material from Chamateuil near Castellane (unaware of his search also I sampled an extensive collection of topotype material in approximately the same time), and selected a neotype from it, through which the species *P. angulicostata* (D'ORB.) and the genus *Pseudothurmannia* SPATH became firmly established. He considered *P. picteti* conspecific with his neotype and a junior synonym of *P. angulicostata* (D'ORB.). Since 1923 many species had been introduced within the genus *Pseudothurmannia* in accordance with this established concept.

Wiedmann [1962], who regarded *Pseudothurmannia* as a subgenus of *Crioceratites*, was compelled to change the preoccupied name *«picteti»* into *provencalis*. In my opinion the differences between *Crioceratites* and *Pseudothurmannia* are great enough to warrant a full generic status for the latter. This makes the name *«provencalis»* redundant. As *P. picteti* develops lateral nodes late in ontogeny, it cannot be conspecific with the neotype of *P. angulicostata*.

However, the lost holotype of *A. angulicostatus* D'ORB. was found again and the last part of the penultimate whorl was freed from surrounding rock by Busnardo [pers. comm. 1990]. It turned out that the main ribs on the adapical end of uncovered part of the penultimate whorl bear lateral and umbilical tubercles and are presumably trituberculate. This is a character unknown in *Pseudothurmannia*, but common in *Crioceratites*. So *A. angulicostatus* D'ORB. does not belong to the same generic group as *A. angulicostatus* PICTET.

Still there has not yet been found or recognized a second specimen that is similar to the holotype of *A. angulicostatus* D'ORB., neither in the large amount of topotype material I sampled nor elsewhere in literature. So true *A. angulicostatus* D'ORB. is a rare species of which it is only known that it has been found somewhere in the upper Hauterivian or lower Barremian. According to the rules the genus *Pseudothurmannia* would consist of only one specimen of *P. angulicostata* (D'ORB.). Moreover *Pseudothurmannia* would fall in synonymy of *Crioceratites* LÉVEILLÉ whereas all species that for more than fifty years belonged to *Pseudothurmannia* now would belong to a yet unnamed genus. This is an undesirable situation.

In a nomenclatorial trap like this one I prefer to preserve taxonomic stability and universality above strict application of the rules. Therefore I propose to maintain the current concept of the genus *Pseudothurmannia* as it has been since the revision of its supposed type species by Lapeyre [1974]. However, *Pseudothurmannia angulicostata* LAPEYRE, *non* D'ORBIGNY should receive a new name, for which *P. ohmi* (WINKLER), the oldest subjective synonym, is available. This implies, however, that *Ammonites Ohmi* WINKLER becomes the new type species of *Pseudothurmannia*. This proposal needs of course the plenary powers of the International Commission on Zoological Nomenclature for acceptance (Article 70b).

2) Characteristics of the genus *Pseudothurmannia* SPATH, 1923, emend. HOEDEMAEKER, 1993

Medium evolute to evolute planospiral shells with whorls in touch or a little overlapping. Whorl section compressed or subquadrate with flattened parallel flanks and a flattened to arched ventral side. Ribs simple and divided into main and intermediate ribs. Main ribs may bear umbilical bullae and in later ontogenetic stage of some species lateral tubercles may develop in addition. The main diagnostic character by which *Pseudothurmannia* can be distinguished from its related and convergent taxa is the presence of sharp, tiny ventrolateral clavi on each rib. The clavi form two delicate rows on the ventrolateral shoulders. The smallness of these clavi is the reason for their defective preservation. They are always present on young specimens ; they may disappear on the adult. The innermost whorl bears lateral tubercles and is uncoiled (open spiral) leaving a perforated umbilicus. Sutures are quadrilobate (ELUI) with trifid lobes and bifid saddles. The perforate umbilicus and the quadrilobate sutures betray the systematic position of *Pseudothurmannia* within the Ancyloceratidae MEEK, 1876.

The diagnosis worded above includes many species hitherto grouped into *Balearites* SARKAR, 1954. Characteristic for *Balearites* are : trituberculate stage up to a diameter of about 5-7 mm, fine uniform flexuous ribs on the early and middle growth stages, and the development of thick, widely spaced ribs, bordering more or less prominent constrictions in the adult stage. *Balearites* is here considered a subgenus of *Pseudothurmannia* and is clearly the ancestral stock from which the subgenus *Pseudothurmannia* is derived.

The diagnosis of the genus *Pseudothurmannia* also includes a group of species of *Pseudothurmannia* that develop lateral nodes in a late ontogenetic stage. The main characteristic of this group is however that the main ribs are thicker than the intermediate ribs on the higher parts of the flanks. In some species the lateral nodes are not developed. The ventrolateral clavi remain visible on the adult whorls, and the umbilical bullae on the main ribs are prominent. These species have been grouped into *Sornayites* by Wiedmann [1962, p. 140]. He choose however *Emericiceras paronai* SARKAR, 1955 (nov. nom. for *Crioceras «Emerici»* PARONA) as type species, which is not congeneric with the laterally tuberculated species of *Pseudothurmannia*. *E. paronai* bears ventrolateral spines on the main ribs, which are absent in *Pseudothurmannia,* whereas *E. paronai* lacks the ventrolateral rows of tiny clavi that characterizes the species of *Pseudothurmannia* with lateral nodes. *Sornayites* WIEDMANN, 1962, has no affinity at all with the species of *Pseudothurmannia* with lateral nodes. It does not seem necessary to introduce a separate subgenus for this group.

Subgenus PSEUDOTHURMANNIA Spath, 1923

PSEUDOTHURMANNIA (PSEUDOTHURMANNIA) catulloi (PARONA)
Pl. 1, fig. 1 a, b, 3.

1897 - *Hoplites Catulloi* n.f. PARONA, p. 141, pl. 1 (17), fig. 5a, b, c.
pars 1907 - *Crioceras angulicostatum* D'ORBIGNY, Karakasch, p. 134, pl. 16, only fig. 7a, b.
non 1949 - *Hoplites Catulloi* PARONA, Petkovic & Miletic, p. 133, pl. 2, fig. 7, 8, 9.
1960 - *Pseudothurmannia picteti* SARKAR, Drushchits & Kudrjavtsev, p. 228, pl. 30, fig. 6.
1962 - *Crioceratites (Pseudothurmannia) mortilleti catulloi* (PARONA), Wiedmann, p. 136, pl. 7, fig. 4.
1962 - *Crioceratites (Pseudothurmannia) provencalis* n. nom. WIEDMANN, p. 141.
1962 - *Crioceratites (Pseudothurmannia)* aff. *angulicostatus* (D'ORB.), Wiedmann, p. 138, pl. 10, fig. 1.
pars 1964 - *Pseudothurmannia* [ex gr. *P. angulicostatum* (D'ORB.)], Fülöp, only pl. 18, fig. 5.
pars 1965 - *Pseudothurmannia angulicostata* (D'ORB.), Dimitrova, p. 217, pl. 1, only fig. 1.
1966 - *Pseudothurmannia picteti* SARKAR, Breskovski, p. 81, pl. 2, fig. 5, 6 ?
non 1967 - *Crioceratites (Pseudothurmannia) mortilleti catulloi* PARONA, Bacelle & Lucchi Garavella, p. 137, pl. 3, fig. 4 (= *P. sarasini* SARKAR).
1968 - *Pseudothurmannia catulloi* (PARONA), Sornay, p. 5, pl. 1, fig. 3, 5.
1968 - *Pseudothurmannia* sp. ind. gr. *angulicostata* (D'ORB.), Sornay, p. 5, pl. 1, fig. 4, 8.
? 1976 - *Pseudothurmannia catulloi* (PARONA), Mandov, p. 65, pl. 9, fig. 2.
non 1976 - *Pseudothurmannia* aff. *catulloi* (PARONA), Mandov, p. 66, pl. 9, fig. 3 [= *P. ohmi* (WINKLER)].
pars 1976 - *Pseudothurmannia biassalensis* DIMITROVA, Mandov, p. 66, pl. 9, only fig. 5.
1981 - *Pseudothurmannia (Pseudothurmannia) isocostata* sp. nov. KAKABADZÉ, p. 91, pl. 3, fig. 2.

The more than 100 specimens of *P. catulloi* sampled from the Río Argos succession and from the Sierra de la Muela (north of Moratalla, SE Spain) permit an evaluation of the variation within this species. It appears that *P. isocostata* KAKABADZE falls within the range of variation.

The main characteristics by which one can identify this species are : (1) its narrow umbilicus in pre-adult

growth stages (appreciably smaller than the height of the whorl), (2) the relatively rapid growth in the height of the whorl (only the adult whorls are egressing ; the macroconch begins to egress at 110 mm, the micrococh at 60 mm) so that the adult umbilicus is larger than the whorl height, (3) the high, compressed whorl section with nearly flat sides, (4) the lack of prominent umbilical bullae on the main ribs (except on the outer whorl of the macroconchs), and (5) the conspicuous coarsening of the ribs in the adult stage (in the coarse-ribbed part there is generally only one intermediate rib between two main ribs). The specimen figured by Wiedmann [1962] under the name «aff. *angulicostatus*» is a mere coarse-ribbed variety of *P. catulloi*. The main ribs are flexuous and prominent on the umbilical edge, whereas the equally flexuous intermediate ribs do not reach this edge. There are generally only 1-2 intermediate ribs between two main ribs. Near the venter the main and intermediate ribs are of equal thickness. The first whorl is an open spire and the first ribs show small lateral tubercles.

The sexual dimorphs of *P. catulloi* strongly differ in size. The largest microconch measures 85 mm, whereas macroconchs reach sizes of over 300 mm (largest phragmocone measured 250 mm). The ornamentation on the outer whorl of the macroconch differs from the previous whorls in that besides the long and short ribs there are extra thickened ribs with umbilical bullae. The latter are bordered by weak constrictions.

P. ohmi differs from this species in the appreciably wider umbilicus, the slow growth in the height of the whorl, the greater thickness of the whorls (subquadrate). *P. mortilleti* differs in the finer ribbing up to the adult stage, the prominent umbilical bullae on the main ribs, and the still more compressed whorl section with flat flanks. *P. sarasini* differs in the great number (4-5) of intermediate ribs between the main ribs in the early whorls, in the main ribs being thicker than the intermediate ribs on the higher parts of the flanks of adult specimens, and in the presence of prominent umbilical bullae on the main ribs.

PSEUDOTHURMANNIA (PSEUDOTHURMANNIA) ohmi (WINKLER)
Plate 1, fig. 2, 5, 6.

pars 1858 - *Ammonites angulicostatus* D'ORBIGNY, Pictet & de Loriol, p. 23, pl. 4, only fig. 3b.
1868 - *Ammonites Ohmi* WINKLER, p. 6, pl. 1, fig. 8.
1907 - pars *Crioceras angulicostatum* D'ORB., Karakasch, p. 134, pl. 16, only fig. 4a, b.
1919 - *Parahoplites angulicostatus* D'ORB., Rodighiero, p. 103 (67), pl. 11 (4), fig. 2.
1955 - *Pseudothurmannia angulicostata* HYATT (= printer's error), Eristavi, p. 94, pl. 3, fig. 7.
1955 - *Balearites* cf. *balearis* NOLAN sp. (forme n° 2), Sarkar, p. 143, pl. 11, fig. 2.
? 1961 - *Pseudothurmannia angulicostata* D'ORB., Eristavi, p. 97, pl. 4, fig. 4.
1964 - *Pseudothurmannia* sp. [ex gr. *P. angulicostata* (D'ORB.), Fülöp, pl. 27, fig. 6.
pars 1965 - *Pseudothurmannia angulicostata* (D'ORB.), Dimitrova, p. 217, pl. 1, only fig. 3.
1967 - *Pseudothurmannia angulicostata* (D'ORBIGNY), Dimitrova, p. 72, pl. 31, fig. 1.
1967 - *Pseudothurmannia biassalensis* sp. n., DIMITROVA, p. 74, 221, pl. 33, fig. 1, 2.
1974 - *Pseudothurmannia angulicostata* D'ORBIGNY, Lapeyre, p. 82, pl. 1, fig. 1-8.
1976 - *Pseudothurmannia* sp. 1, Mandov, p. 67, pl. 9, fig. 4.
pars ? 1976 - *Pseudothurmannia biassalensis* DIMITROVA, Mandov, p. 67, pl. 9, only fig. 6 ?
pars 1981 - *Pseudothurmannia (Pseudothurmannia) mortilleti* (PICT. & LOR.), Kakabadze, p. 91, pl. 1, only fig. 8.
1987 - *Crioceratites (Pseudothurmannia) provencalis* WIEDMANN, Immel, p. 118, pl. 12, fig. 2.
? 1988 - *Crioceratites (Pseudothurmannia) angulicostatus* (D'ORBIGNY), Wilke, p. 20, pl. 2, fig. 27.
? 1988 - *Crioceratites (Pseudothurmannia) provencalis* WIEDMANN, Wilke, p. 20, pl. 2, fig. 28.

This species has for a long time been considered identical to the typical *Pseudothurmannia angulicostata* (D'ORBIGNY), the more so since the search of Lapeyre [1974] in the type locality of d'Orbigny's species (Chamateuil, near Castellane, France) produced many specimens from which he selected a neotype. I collected also a large number of specimens from this locality. The more than 100 specimens studied from the Río Argos and from Chamateuil permit an evaluation of the variation within the species. It appears that *P. biassalensis* DIMITROVA is a young macroconch of this species. When the holotype of *Ammonites angulicostatus* D'ORBIGNY was found again, it appears not to be conspecific (and in my opinion not even congeneric) with Lapeyre's neotype. The photograph [published by Immel, 1987, pl. 12, fig. 2] of the holotype of *Pseudothurmnnia ohmi* (WINKLER) renders it possible to identify this specimen as conspecific with the neotype of Lapeyre. Therefore *P. ohmi*, the oldest synonym, should according to the rules be the name of this species. Unfortunately the holotype of *P. ohmi* is not too well preserved.

The main characteristics of *P. ohmi* are : (1) the wide umbilicus (which is larger than the whorl height),

(2) the slow growth of the whorl height, and (3) the thick whorl section. The flexuous ribs become only slightly coarser with age. The ornamentation of the typical variety (pl. 1, fig. 5) consists of flexuous main ribs separated by 0-3 equally flexuous intermediate ribs. The main ribs distinguish themselves by being prominent on the lower part of the flanks in contrast with the intermediate ribs. The main ribs are crested on the umbilical edge without forming prominent bullae. The ventrolateral clavi on each rib are so small that they are rarely preserved.

In the macroconchs the ornamentation becomes less regular from a diameter of about 55 mm. The number of intermediate ribs between two main ribs may vary from 1-6 and may originate at variable heights on the flank. The umbilical bullae become prominent. From a diameter of about 120 mm the ornamentation consists of three kinds of ribs : short fexuous ribs starting not far below or above midflank, long ribs starting at the umbilical rim, and thick long ribs provided with umbilical bullae and bordering weak constrictions. The diameter may reach more than 150 mm.

The ornamentation of the microconchs becomes appreciably coarser and irregular without forming prominent umbilical bullae. The length of the intermediate ribs (1-2 between two main ribs) varies considerably and even may fork from adjacent main ribs. The microconch may reach a diameter of about 80 mm.

Two other varieties can be distinguished, which perhaps form the nuclei of palaeosubspecies. In one variety (restricted to the Ohmi Zone) (Pl. 1, fig. 6) prominent umbilical bullae appear in an early stage. The ribs are somewhat less flexuous than in the typical variety, whereas the conch is very evolute. The other variety (restricted to the Catulloi Zone) (Pl. 1, fig. 2) is less evolute than the typical variety (umbilical width and whorl height are equal) and the umbilical bullae are more prominent.

P. catulloi differs from this species in its narrower umbilicus, more compressed whorl section, and the rapid change into coarse ribbing in the adult, which is much coarser than of *P. ohmi*. *P. mortilleti* differs in its finer ribbing, narrower umbilicus, and in the presence of prominent umbilical bullae on the main ribs.

PSEUDOTHURMANIA (PSEUDOTHURMANNIA) mortilleti (PICTET & DE LORIOL)
Plate 1, fig. 4 ; Plate 2, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6.

1858 - *Ammonites Mortilleti* PICTET & DE LORIOL, p. 21, pl. 4, fig. 2a, b, c, d.
? 1868 - *Ammonites angulicostatus* D'ORBIGNY, Winkler, p. 5, pl. 1, fig. 7.
? 1868 - *Ammonites Mortilleti* PICTET & DE LORIOL, Winkler, p. 3, pl. 1, fig. 2.
pars 1901 - *Hoplites Mortilleti* PICTET & DE LORIOL, Sarasin & Schöndelmayer, p. 84, pl. 11, only fig. 5.
1955 - *Balearites* cf. *balearis* NOLAN sp. (forme N°2), Sarkar, p. 143, pl. 11, fig. 2, textfig. 21 B.
non 1962 - *Crioceratites (Pseudothurmannia) mortilleti mortilleti* (PICT. & DE LOR.), Wiedmann, p. 132, pl. 7, fig. 5a, b.
1968 - *Pseudothurmannia mortilleti* (PICT. & DE LOR.), Sornay, p. 4, pl. 1, fig. 1.
? 1976 - *Pseudothurmannia mortilleti* (PICT. & DE LOR.), Mandov, p. 64, pl. 8, fig. 3.
1979 - *Crioceratites (Pseudothurmannia) mortilleti* (PICTET & DE LORIOL), Immel, p. 67, pl. 1, fig. 2.
pars 1981 - *Pseudothurmannia (Pseudothurmannia) mortilleti* (PICT. & LOR.), Kakabadze, p. 1, pl. 1, only fig. 7.
1982 - *Crioceratites (Pseudothurmannia) mortilleti* (PICTET & LORIOL), Braga *et al.*, p. 685, pl. 1, fig. 4, 5.
1983 - *Crioceratites (Pseudothurmannia) mortilleti* (PICTET & LORIOL), Adamíková *et al.*, p. 606, pl. 2, fig. 3.
non 1987 - *Crioceratites (Pseudothurmannia) mortilleti* (PICTET & DE LORIOL), Immel, p. 117, pl. 12, fig. 1.
1989 - *Pseudothurmannia mortilleti* (PICTET & LORIOL), Michalík & Vašíček, p. 518, pl. 2, fig. 5.
1989 - *Pseudothurmannia angulicostata* (D'ORBIGNY), Autran, pl. 13, fig. 6.

The lectotype of *P.(P.) mortilleti* [refigured by Sarasin and Schöndelmayer, 1901 on pl. 11, fig. 5] is a young specimen. At the outset therefore we had some difficulty to interpret the species. This species has however some specific characteristics : (1) the small umbilicus, (2) the flat parallel flanks, (3) the high rectangular whorl section, (4) the fine ribbing, and (5) the pronounced umbilical bullae on every fourth or fifth rib. This combination of characters enabled us to differentiate *P. mortilleti* from other species of *Pseudothurmannia*. Some variations can be distinguished, and perhaps it may even be possible to distinguish two chronosubspecies. A population of some 20 specimens of the typical variety (Pl. 1, fig. 4 ; Pl. 2, fig. 1) from bed A145 also contained several more adult specimens. *P. mortilleti* is the first appearing species of the subgenus *Pseudothurmannia* and still exhibits some ancestral charateristics : the fine ribbing throughout up to the aperture and the prominent umbilical bullae are reminiscent of *Balearites*.

The first whorl of the typical variety forms an open spire ; its ornamentation cannot be discerned. From a diameter of 5 mm the ornamentation consists of fine, prorsiradiate, flexuous ribs. At rather regular distances

pronounced umbilical bullae mark the main ribs between which generally 2-4 intermediate ribs can be counted. Many of the latter do not reach the umbilical edge. On the upper part of the flanks all ribs have the same thickness and bear a tiny ventrolateral clavus. They do not cross the venter until a diameter of 20 mm. The ribbing remains fine and flexuous on the adult whorls, but the number of intermediate ribs between two main ribs becomes highly variable.

In the Catulloi Zone *P. mortilleti* occurs in two varieties, which only slightly differ from the typical variety. The ribbing of the later ontogenetic stages of one of these varieties (Pl. 2, fig. 4, 5, 6) is slightly coarser and more distant than of the typical variety, and the sampled specimens exhibit sexual dimorphism. The living chambers of the microconchs (Pl. 2, fig. 6) have an irregular ornamentation of very thick, distant, flexuous ribs ; the main ribs prominently stand out on the lower part of the flanks whereas the 1-2 intermediate ribs originate at variable heights on the flanks (*P. angulicostata* AUTRAN, *non* D'ORB. is a microconch of *P. mortilleti*). These microconchs may reach diameters of around 50 mm. The ribs on the living chambers of the macroconchs (Pl. 2, fig. 4 and 5) remain thin and tend to efface. Macroconchs may reach diameters of around 70 mm.

In the other variety (Pl. 2, fig. 2 and 3) the ribbing is very fine, even finer than in the typical variety in the Ohmi Zone. Also here the ribbing tends to efface on the outer whorls.

P. (P.) catulloi has a similarly small umbilicus, but lacks the prominent umbilical bullae, reaches larger sizes, and develops coarser ribbing. *P. (P.) ohmi* has a larger umbilicus and coarser ribs. *P. (P.) sarasini* has a larger amount of intermediate ribs between two main ribs on the inner whorls, the umbilical bullae are more distant, and in the adult stage the main ribs on the higher part of the flanks are thicker than the intermediate ribs.

PSEUDOTHURMANNIA (PSEUDOTHURMANNIA) sarasini SARKAR
Plate 2, fig. 10.

1901 - *Hoplites angulicostatus* D'ORBIGNY, Sarasin & Schöndelmayer, p. 81, pl. 10, fig. 3.
pars 1919 - *Parahoplites angulicostatus* D'ORB., Rodighiero, p. 103 (67) pl. 4 (9), only fig. 4.
1955 - *Pseudothurmannia sarasini* n. sp., SARKAR, p. 155.
1967 - *Crioceratites (Pseudothurmannia) mortilleti catulloi* PARONA, Bacelle & Lucchi Garavella, p. 137, pl. 3, fig. 4.

The main characteristics of this species are : (1) the large amount (4-5) of intermediate ribs between the main ribs on the inner whorls, (2) the prominent umbilical bullae, and (3) the main ribs being more prominent than the intermediate ones on the higher part of the flanks in the later growth stages. (4) The ventrolateral clavi remain discernable on the adult whorls.

The innermost whorl forms an open spire and has rather distant prorsiradiate ribs, each with a ventrolateral tubercle. From a diameter of 5 mm the ribs are fine and flexuous. Prominent umbilical bullae do not appear before a diameter of 9 mm. They mark the main ribs, but adjacent intermediate ribs may originate from them. Between two main ribs are generally 5-6 intermediate ribs most of which appear close above the umbilical edge. All ribs bear a small ventrolateral clavus. These clavi remain discernable on the adult whorls. The ribs do not cross the venter until a diameter of 25 mm. At a diameter of about 30-40 mm the main ribs become coarse and are more prominent than the intermediate ribs even on the higher part of the flanks. The ventrolateral clavi on the main ribs are also slightly coarser than on the intermediate ribs. At about the same time the number of intermediate ribs decreases to 2-3. Two main ribs of one specimen were found to bear a lateral tubercle. On the living chamber the intermediate ribs tend to efface towards the umbilicus. Adult specimens may reach a diameter of 120 mm.

The species with the closest similarity is *P. (P.) belimelensis*, which differs in its coarser, less flexuous ribbing on the inner whorls, and in the generally shorter intermediate ribs. *P. (P.) mortilleti* differs from *P. (P.) sarasini* in the closer spacing of the umbilical bullae, in the main ribs being equally thick as the intermediate ribs on the higher part of the flanks, and in the ribs remaining fine in all stages of growth. *P. (P.) catulloi* differs in the lack of umbilical tubercles, in the coarser ribs in later growth stages, and in all ribs having the same thickness on the higher parts of the flanks.

PSEUDOTHURMANNIA (PSEUDOTHURMANNIA) belimelensis DIMITROVA
Plate 2, fig. 7, 9.

1955 - *Pseudothurmannia angulicostata* D'ORB. sp. var. *tuberculata* nov., Sarkar, p. 155, pl. 6, fig. 13.
1957 - *Pseudothurmannia angulicostata* D'ORB. var., Almela & de la Revilla, pl. 11, fig. 2, 2a, b.
1967 - *Pseudothurmannia belimelensis* sp. n., DIMITROVA, p. 75, 221, pl. 31, fig. 2.
1976 - *Pseudothurmannia belimelensis* DIMITROVA, Mandov, p. 66, pl. 9, fig. 1.

non 1983 - *Crioceratites (Pseudothurmannia) belimelensis* (DIMITROVA), Adamíková *et al.*, p. 608, pl. 2, fig. 4.

The main characteristic of this species is the ornamentation of stout main ribs and short intermediate ribs from the first to the last whorl. The main ribs are more prominent than the intermediate ones, also on the higher parts of the flanks. The ventrolateral clavi remain clearly visible on the outer whorls.

The first whorl forms an open spire and has rather distant prorsiradiate ribs ; the main ribs are slightly thicker and bear a lateral tubercle. The intermediate ribs do not bear tubercles. The lateral tubercles have disappeared in the second whorl, but the ornamentation still consists of main ribs with umbilical bullae, separated by 3-6 short intermediate ribs. The latter only rarely reach the umbilical edge, so that on the lower part of the flanks the main ribs are separated by flat segments. On the higher parts of the flanks the main ribs are slightly thicker than the intermediate ribs. All ribs bear ventrolateral clavi discernable up to the adult stage.

P. (P.) sarasini is morphologically closest to this species, but differs from it in the finer, more flexuous ribs on the inner whorls, in the generally longer intermediate ribs.

PSEUDOTHURMANNIA (PSEUDOTHURMANNIA) simionescui SARKAR
Plate 2, fig. 8.

1898 - *Crioceras angulicostatum* D'ORB., Simionescu, p. 142 (86), pl. 16, fig. 2.
1955 - *Pseudothurmannia simionescui* n. sp. SARKAR, p. 157, pl. 11, fig. 1.
non 1966 - *Pseudothurmannia simionescui* SARKAR, Breskovski, p. 80, pl. 2, fig. 3 [= *Crioceratites paramahansai* (SARKAR)].
1976 - *Pseudothurmannia simionescui* SARKAR, Mandov, p. 67, pl. 8, fig. 1.
non 1989 - *Pseudothurmannia simionescui* SARKAR, Autran, pl. 13, fig. 5.

Along the Río Argos only whorl fragments were found. The ornamentation consists of three kinds of ribs, which gives it an irregular appearance : (1) short ribs that originate in the middle part of the flanks, (2) long ribs beginning at the umbilical seam and forming low crests at the umbilical edge (between two long ribs are 0-1 short ribs), and (3) long ribs, which are appreciably thicker than the others (also on the higher parts of the flanks) and bear umbilical bullae and lateral tubercles. Between the latter ribs are 4-6 ribs of the other kinds. The ribbing is coarse and cross the venter. Equally sized ventrolateral clavi are clearly visible on each rib in the adult whorls.

Subgenus BALEARITES Sarkar, 1954

PSEUDOTHURMANNIA (BALEARITES) shankariae SARKAR
Plate 3, fig. 1, 2, 3.

1955 - *Balearites shankariae* n. sp. SARKAR, p. 146, pl. 11, fig. 12.
1962 - *Crioceratites (Pseudothurmannia) balearis balearis* (NOLAN), Wiedmann, p. 128, pl. 8, fig. 5, pl. 9, fig. 1.
1964 - *Balearites* sp., Fülöp, pl. 16, fig. 6.
non 1967 - *Balearites shankariae* SARKAR, Dimitrova, p. 76, pl. 36, fig. 2.
1989 - *Balearites balearis* (NOLAN), Autran, pl. 3, fig. 4.

Many specimens of *Balearites shankariae* were collected along the Río Argos of which all well-preserved specimens show faint crests on the ribs at the umbilical edge, and tiny ventrolateral clavi on the inner whorls, which disappear on the outer whorl. The whorls are in contact. These features range this species into *Pseudothurmannia.* Although the holotype of *B. balearis*, which I have not studied, has explicitly been described as lacking ventrolateral clavi and umbilical crests, the differences between *B. shankariae* and *B. balearis* (NOLAN), the type species of the genus *Balearites,* are so small, that I think them to be conspecific ; I suspect *B. balearis* also to have ventrolateral clavi on each rib on the inner whorls.

The fine, equal, flexuous ribs of *P. (B.) shankariae* do not cross the venter until a diameter of 25 mm. Up to that diameter tiny ventrolateral clavi are visible on each rib on well preserved specimens. After that diameter the ribs cross the rounded venter. At a diameter of 50 mm the first thick ribs appear alongside constrictions. This latter is the main feature by which the subgenus *Balearites* can be distinguished from the subgenus *Pseudothurmannia.*

PSEUDOTHURMANNIA (BALEARITES) nov. sp. A
Plate 3, fig. 4a, b.

pars 1894 - *Crioceras Picteti* var. *majoricensis* nobis NOLAN, p. 192, pl. 10, only fig. 1c.
pars 1955 - *Crioceras binelli* (ASTIER), Sarkar, p. 57, pl. 2, only fig. 6.
? 1955 - *Balearites labrousseae* n. sp. SARKAR, p. 144, pl. 11, fig. 11, textfig. 22A.

The inner whorls are not preserved. The whorls are just in contact and ornamented with fine flexuous ribs of equal thickness. This species differs from *B. shankariae* by the presence of pronounced umbilical bullae at regular distances. The bullae mark the main ribs, which are separated by 6-8 intermediate ribs. All

ribs are very flexuous. From each bulla two or three ribs may originate. Tiny ventrolateral clavi can be seen on every rib on the first part of the last whorl, where the ribs still do not cross the venter.

Here also can be found the first ventrolateral clavus, which is notably larger than the others. Only the rib on which it sits crosses the venter ; this crossing is alongside a depression, which is restricted to the venter. On the flanks this rib is not thicker than the adjacent ribs ; it only bears an umbilical bulla. Also the rib bearing the second large clavus has the same thickness as the neighbouring ribs. However, the rib bearing the third large clavus is slightly thicker than the neighbouring ones and is situated alongside a weak constriction, which is also discernable on the flanks. From this point thick ribs reappear at regular distances alongside constrictions. These ribs each bear a prominent umbilical bulla and are separated by 5-9 intermediate ribs, which tend to efface near the umbilical edge. The larger ventrolateral clavi cannot be discerned anymore but are perhaps still present. The constrictions gradually become stronger with age. The last part of the living chamber is just not in contact with the penultimate whorl.

This species is identical to the paratype of *C. binelli* ASTIER figured by Sarkar [1955, pl. 2, fig. 6]. The differences between this species and typical *C. binelli* are slight. Typical *C. binelli* differs from this species in the whorls not being in contact and in the differentiation of thick ribs and contrictions much later in ontogeny.

PSEUDOTHURMANNIA (BALEARITES) «binelli» THOMEL, *non* ASTIER
Plate 3, fig. 5, 6, 7, 8, 9.

1955 - *Balearites* sp. (nov. sp. ?), Sarkar, p. 148, pl. 11, fig. 10.
pars 1960 - *Crioceratites honnoratii* LÉVEILLÉ, Drushchits & Kudrjavtsev, p. 289, pl. 31, only fig. 3.
? 1964 - *Balearites* sp., Fülöp, pl. 9, fig. 7.
1964 - *Crioceratites (Crioceratites) binelli* (ASTIER), Thomel, p. 28, pl. 3, fig. 2, 3.
1982 - *Crioceratites (Crioceratites) binelli* (ASTIER), Braga *et al.*, p. 684, pl. 1 fig. 2.

The first whorl forms an open spire, leaving a hole in the centre. Up to a diameter of 7 mm all prorsiradiate ribs bear lateral and ventrolateral tubercles, at first without but later with umbilical bullae. From a diameter of 7 mm all ribs are fine, flexuous, and of equal strength, each bearing a fine, sharp ventrolateral clavus. The ribs do not cross the venter, which remains smooth untill a diameter of 30 mm. The ribs that bear the prominent umbilical bullae are the main ribs, between which 2-5 intermediate ribs are inserted. From the umbilical bullae bundles of two or three ribs may originate.

The umbilicus is smaller than the whorl height up to a diameter around 37 mm. From this point the umbilical seam starts to egress and the whorl thickness increases more than its height. From this point the main ribs rapidly increase in thickness ; at the same time the spaces between them increase considerably (they are separated by 5-7 intermediate ribs, but also only 1 and 3 were counted). The thick ribs are accompanied by constrictions, commonly, but not always, on the adoral side. In this part the intermediate ribs are irregular in length and may begin above the middle of the flanks. At a diameter of 50 mm the umbilical width equals the whorl height. This species may reach a diameter of about 65 mm.

The presence of fine ventrolateral clavi on all ribs ranges this species in the genus *Pseudothurmannia.* The differentiation of thick, widely spaced main ribs bordering constrictions in the adult conch ranges this species in the subgenus *Balearites.* I consider this species as immediately ancestral to *Pseudothurmannia mortilleti* (PICTET & DE LORIOL), which on its turn gave rise to the other species of the subgenus *Pseudothurmannia.*

This species, of which some 30 identifiable specimens were found in the Río Argos succession, differs from true *C. binelli* in several aspects (discussed under *C. binelli* ASTIER).

This species is homoeomorphous with *Crioceratites ibizensis* WIEDMANN which occur in the same beds. The latter differs from *P. «binelli»* THOMEL, *non* ASTIER in the whorls not being in contact, the frequent fibulation of the ribs towards relatively prominent ventrolateral tubercles, the persistence of trituberculation up to a diameter of 10 mm, and the ventrolateral tubercles on the main ribs being greater than those on the intermediate ribs.

Genus CRIOCERATITES Léveillé, 1837
Subgenus CRIOCERATITES Léveillé, 1837

CRIOCERATITES angulicostatum (D'ORBIGNY, *non* KILIAN)
Plate 4, fig. 5a, b, c.

1841 - *Ammonites angulicostatus* D'ORBIGNY, p. 146, pl. 46, fig. 3, 4.
non 1885 - *Acanthoceras angulicostatum* D'ORB., Herbig, p. 255, pl. 12, fig. 2.
non 1888 - *Crioceras angulicostatum* PICTET sp., Kilian, p. 212 (= *C. angulicostatus* KILIAN, *non* D'ORB. = *Ammonites angulicostatus* D'ORB. *in* Pictet, 1864, pl. 1 bis, fig. 3).
non 1905 - *Hoplites angulicostatus* D'ORB., Richarz, p. 346, pl. 9, fig. 4.

non 1907 - *Crioceras angulicostatum* D'ORB., Karakasch, p.134, pl. 15, fig. 1 (= *Pseudothurmannia karakaschi* MANOLOV), pl. 16, fig. 4a, b (= *Pseudothurmannia ohmi* (WINKLER)), pl. 16, fig. 7a, b (= *Pseudothurmannia catulloi* (PARONA)).

non 1949 - *Crioceras angulicostatum* D'ORB., Petkovic & Miletic, p. 134, pl. 2, fig. 11, 12.

non 1957 - *Pseudothurmannia angulicostata* D'ORB., Almela & de la Revilla, pl. 11, fig. 1.

non ?1960 - *Pseudothurmannia angulicostata* D'ORBIGNY, Drushchits & Kudrjavtsev, p. 288, pl. 30, fig. 5a, b.

The specimen of plate 4, figure 5, is a plaster cast of the holotype of *Ammonites angulicostatus* D'ORBIGNY of which the penultimate whorl has been freed from the surrounding rock by Robert Busnardo (personal communication). The plaster cast has kindly sent to me by Luc Bulot. It is the ornamentation of the penultimate whorl that distinguishes this species from all other species hitherto grouped into the genus *Pseudothurmannia*. This ornamentation consists of prominent straight main ribs with sharp umbilical bullae separated by three less prominent equally straight intermediate ribs. The main ribs bear lateral tubercles up to a diameter of approximately 18 mm. This type of ornamentation, especially the lateral tubercles on the penultimate whorl, is not known from any species of *Pseudothurmannia* but is typically crioceratitine. The well-known ornamentation of the last whorl is totally different from that of the penultimate whorl, which suggests that the specimen is probably adult. The angular ventrolateral shoulders do not bear rows of clavi. As far as I know from literature there has not been found a second specimen of this species yet.

«Group of mock-PSEUDOTHURMANNIA»

This group consists of *Crioceratites ibizensis* WIEDMANN, *C. «krenkeli»* BRAGA *et al., non* SARKAR, *C. pseudothurmannii* DIMITROVA, and *C. binelli* ASTIER. These species are mocking species of the genus *Pseudothurmannia* in the following aspects : firstly their whorls are almost in contact (it is sometimes difficult to determine whether they are in contact or not) ; secondly they exhibit rows of small ventrolateral tubercles on the inner whorls ; generally each rib bears one tubercle. However, the tubercles are blunt and rounded and occasionally two ribs converge to one ventrolateral tubercle (fibulation). In true *Pseudothurmannia* the tubercles are fine and stretched in the direction of coiling (clavi) and fibulation is absent. Thirdly, the presence of periodically larger ventrolateral tubercles on the main ribs is a feature that is absent in true *Pseudothurmannia*. Fourthly, the main ribs being more prominent than the intermediate ribs on the higher part of the flanks, is also rarely seen in *Pseudothurmannia* (except in group of *Pseudothurmannia* with lateral tubercles on the outer whorls). Since all these species appear later than *Pseudothurmannia*, they cannot be considered ancestral to that genus. They are interpreted here as species of the genus *Crioceratites* that lived in the same waters as *Pseudothurmannia* and developed a similar look.

CRIOCERATITES ibizensis WIEDMANN
Plate 5, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10.

pars 1894 - *Crioceras angulicostatum* D'ORB. sp., Nolan, p. 195, pl. 10, only fig. 3a.

1962 - *Crioceratites (Pseudothurmannia) balearis ibizensis* n. ssp. WIEDMANN, p. 130.

? 1967 - *Balearites ibizensis* (WIEDMANN), Dimitrova, p. 78, pl. 36, fig. 1.

Because of the large number (over 50) of specimens collected in the Río Argos succession we were able to recognize the many variations within this variable species. The whorls are nearly in contact, and in some cases they probably are really in contact locally. This species is not the large growing ammonite as Wiedmann (1962) thought it was : the figure of the holotype is *reduced to* 4/5 and therefore *reduced with* 1/5. Its diameter generally does not exceed 70 mm.

The inner whorls, which are not preserved in the holotype, are trituberculate up to a diameter of at least 10 mm. The first whorl is an open spire. The first prorsiradiate ribs do not bear lateral tubercles. These appear a little later on every rib. The equal, distant ribs assume a radiate direction and also bear ventrolateral tubercles. Umbilical tubercles appear slightly later on every second or third rib, which differentiate themselves as main ribs. The intermediate ribs bear no lateral tubercles, but split from the main rib at the umbilical tubercle and converge to the ventrolateral of the same main rib.

At a diameter of 10 mm the number of intermediate ribs augments to 3-6. At the same time all ribs become flexuous. Only on the main ribs the lateral tubercles may be visible up to a diameter of 15 mm. Generally bundles of two or three ribs originate from one umbilical tubercle ; intermediate ribs may not reach the umbilical edge. Intermediate ribs do not cross the ventral side of the phragmocone ; the main ribs do, but are weak on the venter. Prominent ventrolateral tubercles, however, remain present at the same distance as on the earlier whorls. Often two ribs may converge to one ventrolateral tubercle. This fibulation may be frequent in some young specimens, but almost disappears with growth. From a diameter of 20 mm every rib bears a small ventrolateral tubercle ; those on

the main ribs are slightly greater than on the intermediate ribs.

On the living chamber the ribbing becomes irregular : forking of ribs on midflank occurs, intermediate ribs appear low and high on the flank, and vary in prominence or even efface.

The presence of ventrolateral tubercles on every rib is a diagnostic feature for the genus *Pseudothurmannia*, but the tubercles of *C. ibizensis* are rounded and blunt, and occasionally two ribs meet in one tubercle, whereas *Pseudothurmannia* bears sharp tiny clavi on each rib and does never show fibulation. This species is homoeomorphous to *Pseudothurmannia (Balearites) «binelli»* THOMEL, *non* ASTIER. The differences between the two species are discussed under *P. (B.) «binelli»* THOMEL, *non* ASTIER.

CRIOCERATITES «krenkeli» BRAGA *et al., non* SARKAR
Plate 4, fig. 1, 2, 3, 4.

pars 1894 - *Crioceras angulicostatum* D'ORB. sp., Nolan, p. 195, pl. 10, only fig. 3b.
1982 - *Crioceratites krenkeli* SARKAR, Braga *et al.*, p. 684, pl. 1, fig. 3.
1984 - *Crioceratites (Crioceratites) quenstedti* (OOSTER), Adamíková *et al.*, p. 604, pl. 1, fig. 2.

This species is closely related to *C. ibizensis* WIEDMANN. The trituberculate stage is however strongly reduced, the whorls always just in contact, the diameter of a fullgrown specimen far greater than in *C. ibizensis*, and the ribs coarser and more regularly distributed than in *C. ibizensis*. As in *C. ibizensis* all ribs end in small rounded ventrolateral tubercles to which occasionally two ribs may converge. Fibulation is more frequent on the inner whorls. The ventrolateral tubercles on the main ribs are greater than those on the intermediate ribs. Only the main ribs cross the ventral side. Between the slightly flexuous main ribs, which bear umbilical bullae, are 3-6 flexuous intermediate ribs, which do not reach the umbilical edge. From the umbilical tubercles also bundles of 2-3 ribs may originate. The main ribs show small lateral tubercles up to a diametre of 17 mm. This species is homoeomorphous with *Pseudothurmannia ohmi* (WINKLER) from which it differs in the lateral tubercles on the inner whorls, the fibulation of the ribs on the inner whorls, the notable ventrolateral tubercles on the main ribs, and the main ribs being thicker than the intermediate ribs on the outer part of the flank.

True *C. krenkeli* SARKAR differs from this species in the whorls not being in contact, in the presence of fine, equal, flexuous (*Balearites* like) ribs on the inner whorls, in the lack of small ventrolateral tubercles on the intermediate ribs and in the absence of a trituberculate stage (except perhaps on the innermost whorl, of which the ornamentation is not known).

CRIOCERATITES pseudothurmannii (DIMITROVA)
Plate 4, fig. 8, 9.

pars 1967 - *Balearites pseudothurmannii* sp. n., DIMITROVA, p. 77, pl. 36, only fig. 4, 4a.

The whorls are almost in contact. The first whorl is ornamented with fine, slightly flexuous ribs. The ribs end in small tubercles on the ventrolateral shoulders. Sometimes two ribs unite into one ventrolateral tubercles. The presence of a row of ventrolateral tubercle on nearly each rib (with occasional fibulation) ranges this species alongside *C. ibizensis* WIEDMANN. From a diameter of 9 mm the ornamentation consists of fine equal ribs with at regular distances umbilical bullae marking off the main ribs, but from which may originate 3 ribs. The number of intermediate ribs between two main ribs is generally 5, but may amount to 7. The main ribs gradually become slightly stronger than the intermediate ribs. The latter do not cross the venter and each bears a ventrolateral tubercle. The main ribs do cross the venter and bear a larger tubercle.

From a diameter of 25 mm the number of intermediate ribs between two main ribs decreases to 2-4.

From a diameter of 40 mm the intermediate ribs also cross the venter and lose their ventrolateral tubercle. Only the main ribs keep their ventrolateral tubercle. In general the ribs are thin and slightly flexuous.

The paratype of this species, figured by Dimitrova on plate 36, figure 3, is not considered conspecific with the holotype and will be discussed under the heading *Crioceratites* n. sp. A.

CRIOCERATITES binelli (ASTIER)
Plate 4, fig. 7.

1851 - *Ancyloceras binelli* ASTIER, p. 444, pl. 16, fig. 2.
non 1927 - *Ancyloceras binelli* ASTIER, Roch, p. 29, pl. 4, fig. 2.
1955 - *Crioceras nowaki* n. sp. SARKAR, p. 49, pl. 4, fig. 11, textfig. 8 B.
pars 1955 - *Crioceras binelli* ASTIER sp., Sarkar, p. 57, pl. 2, only fig. 4.
pars ? 1960 - *Crioceratites honnoratii* LÉVEILLÉ, Drushchits & Kudrjavtsev, p. 289, pl. 31, only fig. 1 ?
non 1964 - *Crioceratites (Crioceratites) binelli* (ASTIER), Thomel, p. 28, pl. 3, fig. 2, 3 (= *Balearites «binelli»* THOMEL, *non* ASTIER).

1964 - *Balearites balearis* (NOLAN), Fülöp, pl. 27, fig. 7.
1977 - *Binelliceras binelli* ASTIER, Sarkar, p. 258.
1978 - *Crioceratites (Crioceratites)* ex gr. *balearis* (NOLAN), Immel, p. 46, pl. 2, fig. 2.
1989 - *Binelliceras krenkeli* (SARKAR), Autran, pl. 13, fig. 13.

Typical *C. binelli* has not been found in the Río Argos succession, but a nice French specimen was found in the collection of the National Museum of Natural History in Leiden. Typical *C. binelli* differs in several aspects from *Balearites «binelli»* THOMEL *non* ASTIER. Firstly the whorls are not in contact ; the umbilical bullae are at far greater distance from each other ; the number of intermediate ribs between the ribs bearing umbilical bullae varies from 6-8. Differentiation of ribs begins at a diameter of 55 mm (instead of 37 mm). Adult *C. binelli* may reach greater diameters of about 90 mm.

The small, equal, ventrolateral tubercles, which disappear at a diameter of 30 mm, may sit on two adjacent ribs. Lateral tubercles are still visible at a diameter of 15 mm. (Growth of the whorl height after half a whorl is 10 : 17).

This species mocks *Pseudothurmannia (Balearites)* nov sp. A, which differs from it in several minor aspects (discussed under *P. (B.)* nov sp. A).

«normal CRIOCERATITES»

CRIOCERATITES krenkeli SARKAR
Plate 7, fig. 4, 5, 6.

1955 - *Crioceras krenkeli* n. sp. SARKAR, p. 37, pl. 5, fig. 5, textfig. 4C.
1964 - *Crioceratites (Crioceratites) krenkeli* (SARKAR), Thomel, p. 23, pl. 2 (40), fig. 2, 3.
non 1982 - *Crioceratites krenkeli* SARKAR, Braga *et al.*, pl. 1, fig. 3 (= *C. «angulicostatum»* NOLAN, *non* D'ORB., pl. 10, fig. 3b).
non 1989 - *Binelliceras krenkeli* (SARKAR), Autran, pl. 13, fig. 13 (= *C. binelli* ASTIER).

The ornamentation can be studied from a diameter of 7 mm and consists of equally thick, fine, flexuous ribs and closely spaced umbilical bullae from which may originate 2 or 3 ribs. Between these fascicules 1 or 2 ribs originate at the umbilical edge between the bullae. This number may gradually increase to 3 and 4. The ventral side could not be studied. The whorls are not in contact. From a diameter of 30 mm the ribs originating in the umbilical bullae become thicker than the intermediate ones and also bear ventrolateral tubercles. They are flexuous and rather regularly distributed. The number of intermediate ribs between two main ribs is generally 3 or 4, but may occasionally be 2 or 5. All ribs cross the venter. On the adult living chamber the intermediate ribs tend to efface on the lower half of the flanks. Adult specimens may reach a diameter of about 70 mm.

The ornamentation of the later whorls is rather common among *Crioceratites*, but the main characteristic by which *C. krenkeli* often can readily be distinguished is the presence of fine equal ribs up to a diameter of 30 mm.

CRIOCERATITES n. sp. A
Plate 7, fig. 7.

pars 1967 - *Balearites pseudothurmannii* sp. n., DIMITROVA, p. 77, 222, pl. 36, only fig. 3.

From a diameter of 20 mm the ornamentation consists of prominent, markedly prorsiradiate, flexuous main ribs bearing umbilical bullae and prominent ventrolateral clavi which may be elongated so as to sit on the adjacent intermediate rib as well. The thin intermediate ribs originate close above the umbilical edge, do not bear tubercles, and do not cross the venter until a diameter of 40 mm. On the living chamber they may efface.

This species, of which 5 specimens were found along the Río Argos, has the same morphology as the paratype of *«Balearites pseudothurmannii»* DIMITROVA. Our material from the Río Argos permits to establish that it is not conspecific with *C. pseudothurmannii* DIMITROVA, from which it differs in many aspects. There are no intermediate forms.

CRIOCERATITES n. sp. B
Plate, 12, fig. 8. 9.

The whorls are nearly in touch with each other. The ornamentation of the innermost whorls is not visible. From a diameter of 8 mm the ornamentation consists of prominent trituberculate ribs separated by 3-5 less prominent intermediate ribs. All ribs bear prominent ventrolateral tubercles. The intermediate ribs, especially the one or two in the middle, bear lateral crests (or small tubercles), which disappear at a diameter of 12 mm. The intermediate rib in the middle is slightly thicker towards the venter than the adjacent ribs and keeps bearing a ventrolateral tubercle up to a diameter of 35 mm. At this diameter the main ribs also loose their lateral tubercles ; they become bituberculate and slightly flexuous. They are separated by 6-9 equally flexuous intermediate ribs, which rarely reach the umbilical shoulder. On the living chamber, which begins at a diameter of 60 mm, the number of

intermediate ribs between two main ribs diminishes again to 5-7. Here only the main ribs reach the umbilical edge, where they bear a pointed tubercle. The intermediate ribs are generally effaced between the umbilical tubercles.

This species shows some resemblance to *C. majoricensis* NOLAN, from which it differs in the whorls nearly touching each other. The increase in whorl height of species B is 3/2x per half a whorl, whereas *C. majoricensis* NOLAN increases its whorl height 2x per half a whorl.

CRIOCERATITES «provencalis» BRAGA *et al., non* WIEDMANN
Plate 5, fig. 8, 9.

1982 - *Crioceratites (Pseudothurmannia) provencalis* (WIEDMANN), Braga *et al.*, p. 687, pl. 1, fig. 6.

The whorls of this species are just not in contact. The inner whorls show lateral and umbilical tubercles up to a diameter of 15 mm. At first there are only relatively distant coarse tuberculated ribs, later (diameter 9 mm) appear generally two thinner and flexuous intermediate ribs without tubercles. The number of intermediate ribs amounts to 4-5 on the penultimate whorl, decreases to 1-2 again on the first part of the ultimate whorl and increases to 4 again toward the end of the living chamber. The intermediate ribs appear near the umbilical edge and strengthen towards the venter. The main ribs bear umbilical bullae and are more prominent than the intermediate ribs, also on the outer part of the flanks. The intermediate rib behind each main rib is generally the shortest and converge to (or actually may fork from) the main rib near the umbilical bulla or at midflank. All ribs cross the venter with a forward convexity. Ventrolateral clavi are absent. This species differs from *Pseudothurmannia picteti* SARKAR *(= C. (P.) provincalis* WIEDMANN*)* in its large umbilicus, its whorls not being in contact, in the main ribs being coarser than the intermediate ribs on the outer part of the flanks, in the rather prominent umbilical bullae, in the absence of ventrolateral clavi, in the presence of trituberculate ribs up to a diameter of 9 mm.

The latter feature and the whorls not being in contact betrays its pertainence to *Crioceratites.*

CRIOCERATITES majoricensis (NOLAN)
Plate 6, fig. 5, 6, 7.

pars 1894 - *Crioceras Picteti* var. *majoricensis* nobis NOLAN, p. 192, pl. 10, fig. 1a, b, d, *non* fig, 1c (= *Balearites).*
1962 - *Crioceratites (Crioceratites) majoricensis majoricensis* (NOLAN), Wiedmann, p. 118, pl. 8, fig. 3a, b.
non 1964 - *Crioceratites (Crioceratites) majoricensis* (NOLAN), Thomel, p. 19, pl. 3, fig. 1.
1967 - *Crioceratites kraptshenensis* sp. n. DIMITROVA, p. 49, pl. 16, fig. 2.
non 1976 - *Crioceratites (Crioceratites) majoricensis majoricensis* (NOLAN), Mandov, p. 56, pl. 4, fig. 1, 2, 3.
1981 - *Crioceratites majoricensis majoricensis* (NOLAN), Kakabadze, p. 86, pl. 1, fig. 2.
non 1982 - *Crioceratites (Crioceratites) majoricensis* (NOLAN), Braga *et al.*, p. 684, pl. 1, fig. 1.
non 1983 - *Crioceratites (Crioceratites) majoricensis* (NOLAN), Adamíková *et al.*, p. 598, pl. 1, fig. 1.
1989 - *Crioceratites majoricensis* (NOLAN), Autran, pl. 13, fig. 3.

Up to a diameter of 9 mm the ornamentation consists of alternating long and short ribs ; the latter originate at the middle part of the flanks. All ribs bear lateral tubercles. The ventrolateral tubercles were concealed and could not be discerned. From a diameter of 9 mm umbilical tubercles appear on the long ribs (which become the main ribs), two non-tuberculated, thin intermediate ribs are inserted between the short and long ribs. The short and long ribs all bear ventrolateral spines, which are regularly spaced. The short ribs gradually dwindle to the size of the intermediate ribs and lose their lateral tubercles, and somewhat later also their ventrolateral spines. From a diameter of about 30 mm the ornamentation consist of trituberculate main ribs separated by generally 5 thin, slightly flexuous intermediate ribs. The main ribs lose their lateral tubercles a little later at a diameter of 35 mm. In some specimens weak lateral tubercles are still present up to a diameter of 50 mm. From this point the number of intermediate ribs between two bituberculate main ribs increases to 7 and may reach the number of 10. Adult specimens may reach a diameter of 90 mm.

C. «majoricensis» THOMEL, *non* NOLAN differs from Nolan's species in the appreciably coarser ribbing, the absence of bituberculated short ribs on the inner whorls, the presence of lateral tubercles up to a diameter of 50 mm, and the slower increase of whorl height with growth (nearly 2x per half a whorl for *majoricensis* NOLAN, 4/3x per half a whorl for *«majoricensis»* THOMEL, *non* NOLAN). *C. «sornayi densicostata»* SARKAR has similar fine ribbing, but differs in the absence of main ribs on the outer whorl.

CRIOCERATITES «majoricensis» THOMEL, *non* NOLAN
Plate 6, fig. 3, 6.

pars 1902 - *Crioceras Quenstedti,* OOSTER, Sarasin & Schöndelmayer, p.109, pl. 12, only fig. 5.
1919 - *Crioceras Quenstedti* OOSTER, Rodighiero, p. 113, pl. 12, fig. 2.

1964 - *Crioceratites (Crioceratites) majoricensis* (NOLAN), Thomel, p. 19, pl. 3, fig.1.
? 1976 - *Crioceratites (Crioceratites) majoricensis majoricensis* (NOLAN), Mandov, p. 56, pl. 4, fig. 1, 2, 3.

The first whorl bears radial, straight, thick, trituberculate ribs separated by 0, later by 1-2 thin, non-tuberculate intermediate ribs. At a diameter of 13 mm the number of intermediate ribs between two main ribs increases to 4-5 and the ribs become slightly flexuous. The intermediate ribs originate slightly above the umbilical edge ; the one in the middle still bears a ventrolateral tubercle up to a diameter of 28 mm, and is at first slightly thicker than its neighbours on the higher part of the flanks. From that point the number of intermediate ribs decreases to 3 or even 2. The main ribs are still trituberculate but lose their lateral tubercle at a diameter of 50 mm. From this point the main ribs are prorsiradiate and slightly flexuous. The number of intermediate ribs between two main ribs gradually increases to 4 and 5 or even 6. The ribs do not cross the venter until a diameter of about 60 mm. The increase in whorl height within half a whorl is 4/3.

True *C. majoricensis* differs mainly in the appreciably finer ribbing, in the more rapid increment of the whorl height (2x in half a whorl), and in the intermediate rib in the middle bearing lateral tubercles and remaining thicker than the other intermediate ribs.

CRIOCERATITES andersoni SARKAR
Plate 4, fig. 6, plate 6, fig. 1, 2.

1919 - Forma di convergenza di *Crioceras Nolani* KIL. *in Crioceras Duvalii* LÉV., Rodighiero, p. 112, pl. 12, fig. 8.
1955 - *Crioceras andersoni* n. sp., SARKAR, p. 46, pl. 4, fig. 23.
? 1983 - *Crioceratites (Crioceratites) majoricensis* (NOLAN), Adamíková *et al.*, p. 598, pl. 1, fig. 1.

Up to a diameter of 8 mm there are only prominent straight radial ribs with lateral, and ventrolateral tubercles. Umbilical tubercles are only on every second rib. At a diameter of 8 mm appear fine intermediate ribs, at first one, but rapidly two between two main ribs. They do not bear tubercles. Umbilical tubercles are still only on every second main rib. The main ribs without umbilical tubercle still bear a lateral and ventrolateral tubercle, but these ribs gradually become less prominent, lose their lateral and somewhat later also their ventrolateral tubercle. The other main ribs also lose their lateral tubercle, but remain prominent with strong umbilical and ventrolateral tubercles.

From a diameter of 25 mm the ornamentation consists of flexuous, prorsiradiate, bituberculated main ribs with 5-6 intermediate ribs. The intermediate ribs do not cross the venter, only the main ribs. The number of intermediate ribs between two main ribs may decrease to one and may increase to 3-6 again on the last whorl. In several specimens (and on the holotype) lateral tubercles re-appear on some main ribs, but this feature is not diagnostic because on most specimens lateral tubercles do not appear again.

C. «majoricensis» THOMEL, *non* NOLAN differs from this species in the continuation of the trituberculate stage up to a diameter of 60 mm. *C. majoricensis* NOLAN differs in the continuation of the trituberculate stage up to a diameter of 35-50 mm, in the intermediate ribs being finer, and in the more rapid growth of the whorl height with age.

CRIOCERATITES cf. *remanei* WIEDMANN
Plate 12, fig. 6, 7.

pars 1894 - *Crioceras angulicostatum* D'ORBIGNY sp., Nolan, p. 195, pl. 10, only fig. 3c.
1962 - *Crioceratites (Crioceratites) majoricensis remanei* n. ssp., Wiedmann, p. 121, pl. 8, fig. 4 ; pl. 9, fig. 2.

Up to a diameter of 5 mm the ornamentation consists of widely spaced, radial, straight ribs with ventrolateral and lateral tubercles. From a diameter of 5 mm umbilical bullae appear on the main ribs and intermediate ribs appear, at first one, later three (or five) between two main ribs. These are thinner than the main ribs and only the middle one is slightly thicker towards the venter and bears a lateral and ventrolateral tubercle ; the lateral tubercle disappears quickly. The lateral tubercle on the main ribs disappears at a diameter of 28 mm. From this diameter the adult ornamentation sets in : stout, almost straight main ribs with umbilical bullae separated by 2 to 5 thinner, nevertheless stout intermediate. The ribbing is coarse and rather widely spaced. The intermediate rib behind each main rib is the shortest and converge to (or actually may fork from) the main rib at various heights. On the living chamber the main ribs are adorally lined by weak constrictions.

This species resembles *C. «majoricensis»* THOMEL, *non* NOLAN and *C. andersoni* SARKAR, but differs in the apreciably coarser ribbing. In *C. remanei* trituberculate main ribs persist up to 28 mm, in *C. «majoricensis»* THOMEL, *non* NOLAN up to 50 mm. Our specimens are however not sufficiently preserved to be sure about the identification.

CRIOCERATITES sornayi SARKAR
Plate 7, fig. 1.

1955 - *Crioceras sornayi* n. sp., SARKAR, p. 50, pl. 1, fig. 7, textfig. 8C.
1981 - *Crioceratites sornayi* SARKAR, Kakabadze, p. 86, pl. 1, fig. 1.

Up to a diameter of 12 mm all prorsiradiate ribs bear lateral and ventrolateral tubercles ; umbilical bullae appear at a diameter of 10 mm. From a diameter of 12 mm intermediate ribs appear, the number of which increases from 1 or 2 to 6 between two main ribs. The latter are thicker than the intermediate ribs and still bear umbilical bullae, and lateral and ventrolateral tubercles. One or both intermediate ribs adjacent to the main rib may originate from the umbilical bullae. The increase in the spacing of the ventrolateral tubercles, however, does not keep pace with the rapid increase of space between the main ribs, so that between two main ribs there are one or two ventrolateral tubercles ; these sit on two intermediate ribs. The ventrolateral tubercles on the intermediate ribs become weaker and disappear approximately at the same time as the disappearance of the lateral tubercles on the main ribs at a diameter of 23 mm. From this diameter the main and intermediate ribs are equal in thickness, fine and flexuous. The intermediate ribs originate at or close to the umbilical edge and do not cross the venter until a diameter of 40 mm. The main ribs distinguish themselves from the intermediate ribs by having prominent ventrolateral tubercles and umbilical bullae. The number of intermediate ribs remains generally 4-6, but occasionally diminishes to 3.

C. majorensis has similarly fine ribs, but differs from this species in the main ribs remaining thicker than the intermediate ones on the outer whorl, in the lateral tubercles remaining present up to a diameter of 60 mm.

CRIOCERATITES «sornayi densicostata» SARKAR
Plate 7, fig. 2, 3.

1955 - *Crioceras sornayi* var. *densicostata* nov., SARKAR, p. 51, pl. 1, fig. 8.

The ornamentation of the inner whorls cannot be studied. From a diameter of 18 mm the ornamentation consists of main ribs with umbilical bullae, and lateral and ventrolateral tubercles, separated by 7 fine slightly flexuous intermediate ribs. The intermediate rib in the middle bears a ventrolateral tubercle which disappears at a diameter of 25 mm. From here on the space between the main ribs becomes smaller and the lateral tubercle disappears. From a diameter of 38 mm the flexuous bituberculated main ribs are remarkably regularly spaced and the number of flexuous intermediate ribs between two main ribs varies from 3 to 4. The relatively close-spaced main ribs on the outer whorl induced Sarkar to use the adjective *densicostata.* This species is however not conspecific with *C. sornayi.* Since *C. densicostata* is preoccupied, this species needs a new name.

C. majoricensis NOLAN has equally fine ribs, but the space between the main ribs increases with age as well as the number of intermediate ribs between two main ribs.

CRIOCERATITES paramahansai (SARKAR)
Plate 6, fig. 4.

1955 - *Emericiceras paramahansai* n. sp., SARKAR, p. 83, pl. 6, fig. 1, textfig. 12F.
1966 - *Pseudothurmannia simionescui* SARKAR, Breskovski, p. 80, pl. 2, fig. 3.

The ornamentation on the last whorl of this species consists of main ribs with umbilical and lateral tubercles and ventrolateral clavi. The lateral tubercles are slightly above the middle of the flanks. Between the umbilical and lateral tubercles the ribs are radial, straight to slightly convex forward. Between the lateral tubercles and ventrolateral clavi they are straight but forwardly inclined. The intermediate ribs are slightly flexuous, lack tubercles and originate above the umbilical edge. There are 1-3 intermediate ribs between two main ribs, the adapical one is the longest, the adoral one the shortest. The latter converge to the adjacent main rib below the middle of the flanks without really splitting from it. Close to the aperture the number of intermediate ribs between two main ribs may increase up to seven.

CRIOCERATITES «nolani» ADAMÍKOVÁ *et al., non* KILIAN
Plate 6, fig. 8.

pars 1907 - *Crioceras Picteti* NOLAN, Karakasch, p. 135, pl. 16, only fig. 5a, b, c, pl. 27, fig. 11.
pars 1960 - *Crioceratites nolani* KILIAN, Drushchits & Kudrjavtsev, p. 289, only pl. 31, fig. 5.
1983 - *Crioceratites (Crioceratites) nolani* (KILIAN), Adamíková *et al.*, p. 602, pl. 1, fig. 3.

This species cannot be matched with true *Crioceratites nolani* KILIAN [holotype in Pictet & Campiche, 1861-1864, pl. 47 bis, fig. 2a, b], because it lacks the characteristic strong tuberculation and has different dimensions. It therefore needs a new name. Our material is not so well preserved as the specimens depicted by Drushchits & Kudrjavtsev and Adamíková.

Subgenus EMERICICERAS SARKAR, 1954

The common feature through which this subgenus can be distinguished from the subgenus *Crioceratites* is

the very open spire of the first whorl. The species are generally strongly trituberculate.

EMERICICERAS emerici (LÉVEILLÉ)
Plate 7, fig. 8.

1837 - *Crioceratites Emerici* LÉVEILLÉ, p. 314, pl. 23, fig. 1a, b.
1842 - *Crioceras Emerici* LÉVEILLÉ, d'Orbigny, p. 463, pl. 114, fig. 3, 4, 5.
pars 1858 - *Ancyloceras Emerici* (LÉVEILLÉ) D'ORBIGNY, Pictet & de Loriol, p. 28, pl. 5, only fig. 9, 10.
pars 1861 - *Ancyloceras Moutoni* ASTIER, Ooster, p. 42, pl. 44, only fig. 2.
non 1897 - *Crioceras Emerici* LÉV. (?), Parona, p. 142 (6), pl. 17 (1), fig. 6 (= *Sornayites paronai* (SARKAR)).
1898 - *Crioceras Emmerici* LÉVEILLÉ, Simionescu, p. 87 (143), pl. 6, fig. 3.
pars 1902 - *Crioceras Emerici* LÉVEILLÉ, Sarasin & Schöndelmayer, p. 115, pl. 13, only fig. 3.
? 1919 - *Crioceras Emerici* LÉVEILLÉ, Rodighiero, p. 113 (77), pl. 12 (5), fig. 10.
1955 - *Emericiceras* cf. *emerici* LÉV. sp. (forme n° 3), Sarkar, p. 78, pl. 4, fig. 5, textfig. 11D.
? 1960 - *Emericiceras emerici* LÉVEILLÉ, Drushchits & Kudrjavtsev, p. 290, pl. 32, fig. 1, 2.
1964 - *Crioceratites emmerici* (LÉV.), Fülöp, pl. 27, fig. 3.
pars 1964 - *Crioceratites emerici* LÉVEILLÉ, Nikolov, p. 121, pl. 1, only fig. 3, 7 ; pl. 2, fig. 1.
1964 - *Crioceratites (Emericiceras) emerici* var. *sarkari* THOMEL, p. 31, pl. 5, fig. 4.
non 1964 - *Crioceratites (Emericiceras) emerici* (LÉVEILLÉ), Thomel, p. 31, pl. 42, fig. 3 (= *C. nolani* KILIAN).
1966 - *Crioceratites emerici* LÉVEILLÉ, Breskovski, p. 76, pl. 2, fig. 1.
1967 - *Crioceratites emericii emericii* LÉVEILLÉ, Dimitrova, p. 45, pl. 18, fig. 2, 5.
1967 - *Crioceratites emericii sarkari* THOMEL, Dimitrova, p. 45, pl. 18, fig. 3.
? 1976 - *Crioceratites emerici* LÉVEILLÉ, Patrulius & Avram, p. 165 (13), pl. 2, fig. 9.
non 1983 - *Crioceratites (Crioceratites) emerici* (LÉVEILLÉ), Adamíková *et al.*, p. 600, pl. 2, fig. 2 (= *C. nolani* KILIAN).
? 1984 - *Crioceratites* aff. *emerici* LÉV., Avram & Kusko, p. 13 (9), pl. 2, fig. 11.
1987 - *Crioceratites (Crioceratites) emerici* LÉVEILLÉ, Immel, p. 116, pl. 11, fig. 9.

The best way to understand my concept of the species is this list of synonyms. My concept of *E. emerici* differs from that of Thomel and Adamíková mainly in the open spire of the first whorl, which is lacking in Thomel's and Adamíková's specimens.

EMERICICERAS thiollierei (ASTIER)
Plate 7, fig. 9.

? 1842 - *Toxoceras Honnoratianus* D'ORBIGNY, p. 483, pl. 119, fig. 1-4.
1849 - *Crioceras Emerici* LÉVEILLÉ, Quenstedt, Tome 1, p. 279, pl. 20, fig. 1 Oa.
1851 - *Ancyloceras thiollierei* ASTIER, p. 448, pl. 19, fig. 7.
pars 1861 - *Ancyloceras Moutoni* ASTIER, Ooster, p. 42, pl. 44, only fig. 3-5.
? 1861 - *Ancyloceras Emerici* D'ORBIGNY, Ooster, p. 47, pl. 46, fig. 1.
1861 - *Ancyloceras Honnorati* OOSTER, p. 49, pl. 47, fig. 1-5.
pars 1902 - *Crioceras Emerici* LÉVEILLÉ, Sarasin & Schöndelmayer, p. 115, pl. 13, only fig. 1, 2 (= variety B).
1919 - *Crioceras Emerici* LÉVEILLÉ, Rodighiero, p. 113 (77), pl. 12 (5), fig. 9.
1955 - *Emericiceras thiollierei* ASTIER, Sarkar, p. 92, pl. 4, fig. 1, pl. 6, fig. 15 (= holotype).
? 1955 - *Emericiceras* cf. *thiollierei* AST. sp. (forme n° 1), Sarkar, p. 93, pl. 7, fig. 1.
1962 - *Crioceratites (Crioceratites) thiollierei* (ASTIER), Wiedmann, pl. 9, fig. 4a, b.
1964 - *Crioceratites (Emericiceras) thiollierei* (ASTIER), Thomel, p. 34, pl. 5, (43), fig. 1, pl. 12 (50), fig. 6, textfig. 4.
1966 - *Crioceratites thiollierei* (ASTIER), Breskovski, p. 77, pl. 2, fig. 2.
1967 - *Crioceratites thiollierei* (ASTIER), Dimitrova, p. 46, pl. 4, fig. 2, 2a.

The main difference with *E. emerici* is the frequency of loops between the tubercles.

Family PTYCHOCERATIDAE Meek, 1876
Genus HAMULINITES Paquier, 1900

HAMULINITES sabaudianus (PICTET & DE LORIOL)
Plate 8, fig. 7, 8.

pars 1858 - *Ancyloceras Sabaudianus* PICTET & DE LORIOL, p. 29, pl. 6, only fig. 1, 2, 4, 10.
? pars 1861 - *Ancyloceras Fourneti* ASTIER, Ooster, p. 22, pl. 35, only fig. 10, 11.
1863 - *Ancyloceras Sabaudianum* PICTET & DE LORIOL, Ooster, p. 10, pl. suppl. C, fig. 5-7.
1902 - *Crioceras (Leptoceras) Sabaudianum* PICTET & DE LORIOL, Sarasin &

Schöndelmayer, p. 150, pl. 20, fig. 5, 6 ; pl. 21, fig. 1.

1955 - *Leptoceras (? Lytocrioceras) sabaudianum* PICTET & DE LORIOL, Sarkar, p. 139.

This species has a double row of ventrolateral tubercles on (at least a part of) the spire and shaft. Not every rib bears a tubercle and fibulation occurs.

HAMULINITES tzankovi (MANOLOV)
Plate 8, fig. 9.

1962 - *Eoleptoceras (Tzankoviceras) tzankovi* gen. and sp. nov., MANOLOV, p. 533, pl. 75, fig. 2, 7, 8.

1967 - *Eoleptoceras (Tzankoviceras) tzankovi* MANOLOV, Dimitrova, p. 37, pl. 18, fig. 7-9.

This species is the type species of *Tzankoviceras* MANOLOV, 1962. I agree with Wiedmann (1973) that there is no reason to separate *Tzankoviceras* from *Hamulinites.*

HAMULINITES parvulus parvulus (UHLIG)
Plate 8, fig. 10.

pars 1883 - *Crioceras (Leptoceras) parvulum* n. f., UHLIG, p. 273, pl. 29, only fig. 3.

non 1902 - *Hamulina parvula* UHLIG, Sarasin & Schöndelmayer, p. 166, pl. 23, fig. 4, 5.

non 1938 - *Leptoceras parvulum* UHLIG, Roman, pl. 35, fig. 335, 336 (= *Karsteniceras pumilum* (UHL.)).

non 1958 - *Leptoceras parvulum* UHLIG, Luppov & Drushchits, pl. 48, fig. 6, 7.

1962 - *Eoleptoceras (Wrightites) parvulum* (UHLIG), Manolov, p. 534, pl. 75, fig. 3ac, 11, 12.

1967 - *Eoleptoceras (Wrightites) parvulum* (UHLIG), Nagy, p. 68, pl. 3, fig. 3.

? 1967 - *Eoleptoceras (Eoleptoceras) parvulum* (UHLIG), Dimitrova, p. 36, pl. 17, fig. 7.

? 1972 - *Hamulinites* aff. *parvulus* (UHLIG), Vašíček, p. 53, pl. 7, fig. 2.

1976 - *Hamulinites* cf. *parvulus* (UHLIG), Avram, p. 34, pl. 4, fig. 2.

non 1984 - *Leptoceras parvulum* UHLIG, Haas, p. 87, pl. 24, fig. 3 (= *Karsteniceras pumilum* (UHLIG.)).

1990 - *Hamulinites parvulus* (UHLIG), Vašíček, p. 97, pl. 1, fig. 4.

The frequency of small heteromorphs just after each of the four Neocomian ammonite mass-extinctions (in the Subalpina Zone, in the Alpillensis Zone, in the Trinodosum Zone, and in the Catulloi Zone) is a striking phenomenon. In between these acmes they are extremely rare. This uneven distribution suggests an ecological reason or an opportunistic strategy of these small heteromorphs.

Genus ANAHAMULINA Hyatt, 1900

ANAHAMULINA subcylindrica (D'ORBIGNY)
Plate 8, fig. 4.

1850 - *Hamulina subcylindrica* D'ORB., d'Orbigny, p. 102, n° 649.

1852 - *Hamulina subcylindrica* D'ORB., d'Orbigny, p. 220, pl. 4, fig. 4-6.

1883 - *Hamulina subcylindrica* ORB., Uhlig, p. 212, pl. 12, fig. 1.

1902 - *Hamulina subcylindrica* D'ORBIGNY, Sarasin & Schöndelmayer, p. 160, pl. 22, fig. 4.

? 1907 - *Hamulina* cf. *subcylindrica* D'ORB., Karakasch, p. 147, pl. 25, fig. 13.

1937 - *Hamulina subcylindrica* D'ORB., Cottreau, p. 71, pl. 80, fig. 2.

? 1964 - *Anahamulina subcylindrica* (D'ORBIGNY), Nikolov, p. 126, pl. 4, fig. 6 ; pl. 5, fig. 1, 2.

? 1966 - *Anahamulina subcylindrica* (D'ORBIGNY), Breskovski, p. 82, pl. 4, fig. 1.

non 1967 - *Anahamulina subcylindrica* (D'ORBIGNY), Dimitrova, p. 80, pl. 38, fig. 1.

1980 - *Ptychoceras emericianum* D'ORBIGNY, Thomel, p. 57, fig. 97.

The proversum bears fine, straight, prorsiradiate ribs ; the sides of the more adult part of the shaft are parallel. On the flexum intercalated ribs are present. The retroversum bears fine, straight (or slightly adorally convex) ribs which are perpendicular to the direction of growth. Two constrictions are present bordered by thick ribs on the adapical side and by a thinner but still prominent rib on the adoral side. The sides of the retroversum are slightly divergating.

ANAHAMULINA quenstedti (UHLIG)
Plate 8, fig. 6.

1883 - *Hamites (Hamulina) Quenstedti* n. sp., UHLIG, p. 216, pl. 13, fig. 3.

Only *A. quenstedti* has intercalated ribs on the proversum (not shown on the drawing of the holotype, but mentioned in the text). These intercalated ribs, the obliqueness of the ribs, the distance between them, and the parallel sides of the shaft makes the identification certain.

ANAHAMULINA boutini (COQUAND, MATHERON)
Plate 8, fig. 5.

1860 - *Hamites hamus* QUENSTEDT, Ooster, p. 73, pl. 57, fig. 2, 3, 4.
1878 - *Hamulina Boutini* COQUAND, Matheron, pl. C-18, fig. 6.
non 1902 - *Hamulina hamus* QUENS., Sarasin & Schöndelmayer, p. 162.
1907 - *Hamulina* cfr. *Boutini* COQUAND, Karakasch, p. 150, pl. 25, fig. 15.

A. glemmbachensis IMMEL differs from this species in the obliqueness and the strongness of the ribs on the second shaft (= retroversum). The ornamentation of *A. boutini* MATHERON is similar to our specimen ; it differs from our specimen only in the two shafts being farther apart from each other. Our specimen conforms best with the figure of the flexum in Karakasch (1907). *Hamulina Hamus* QUENSTEDT differs from *A. boutini* in the closeness of the ribs on the retroversum. Contrary to Sarasin and Schöndelmayer I range the specimen depicted by Ooster (1860) on plate 57, fig. 4 into *A. boutini* instead of *A. hamus.*

ANAHAMULINA «jourdani» (OOSTER, *non* ASTIER)
Plate 8, fig. 1, 2, 3a, b.

1858 - *Hamulina subundulata* D'ORB. ?, Pictet & de Loriol, p. 33, pl. 7, fig. 6, 7.
pars 1861 - *Ancyloceras Jourdani* ASTIER, Ooster, p. 16, only pl. 33, fig. 1-3, fig. 5.
pars 1902 - *Crioceras Jourdani* ASTIER, Sarasin & Schöndelmayer, p. 141, pl. 18, fig. 5, pl. 19, only fig. 1.

I only found 5 fragments consisting of flexa with shorter and longer parts of the adjacent pro- and retroversum attached to them (these fragments could be identified as *«Crioceras Jourdani»* SARASIN & SCHÖNDELMAYER, *non* ASTIER) and 7 proversa which remain straight down to near the apex (which could be identified as *«Hamulina subundulata»* PICTET & DE LORIOL, *non* D'ORBIGNY). Our material permits to conclude that all these fragments belong to the same species of *Anahamulina.* This species, though often found, has always been misidentified ; it needs a new name.

Family HOLCODISCIDAE Spath, 1924

The *Holcodiscidae* have a distinct feature in common, viz. on the ventral part of the conch the adapical side of the constriction is the highest and generally lined with a thickened rib, whereas near the umbilicus it is the adoral side of the constriction that is the highest and commonly raised into a bulge or thickened rib. This feature distinguishes *Holcodiscidae* from *Desmoceratidae* which lack the adoral swelling near the umbilicus.

In *Plesiospitidiscus* this umbilical swelling produces the characteristic curved notches around the umbilicus. The presence of these notches in *«Desmoceras» subdifficile* KARAKASH, in *«Barremites (Reboulites) issarpayensis»* DIMITROVA, *non* KILIAN & REBOUL, and in *«Cassidoiceras tshuprenensis»* DURAJ *et al., non* DIMITROVA places these species in *Plesiospitidiscus.* The presence of adoral thickenings along the umbilical part of the constrictions in *Abrytusites* and *Valdedorsella* pleads for incorporating these genera in *Holcodiscidae*, instead of the *Desmoceratidae.* This throws a different light on the phylogeny of *Desmoceratidae.* The repesentatives of this family seem to be descendants from *Holcodiscidae* (especially the genera *Valdedorsella (Abrytusites)* and *Plesiospitidiscus* come into consideration as ancestors). *Holcodiscidae* forms the «trait d'union» between the *Perisphictaceae (Olcostephanidae* or *Neocomitidae)* and the *Desmoceratidae.*

Genus PLESIOSPITIDISCUS Breistroffer, 1947

PLESIOSPITIDISCUS cf. *ligatus* (D'ORBIGNY)
Plate 9, fig. 6, 7.

1841 - *Ammonites ligatus* D'ORBIGNY, p. 126, pl. 38, fig. 1-4.
1858 - *Ammonites ligatus* D'ORBIGNY, Pictet & de Loriol, p. 15, pl. 1, fig. 7a, b, c.
non 1901 - *Desmoceras ligatum* D'ORBIGNY, Sarasin & Schöndelmayer, p. 57, pl. 6, fig. 4, 5.
non 1907 - *Desmoceras ligatum* D'ORB., Karakasch, p. 67, pl. 6, fig. 9, 10 ; pl. 7, fig. 1 (= *«Puzosia» rossiensis* KILIAN, holotype).
non 1966 - *Plesiospitidiscus ligatus* (D'ORBIGNY), Breskovski, p.101, pl. 10, fig. 13. (= *Spitidiscus oosteri* (SAR. & SCHÖND.)).
non 1967 - *Plesiospitidiscus ligatus* (D'ORBIGNY), Dimitrova, p.154, pl. 78, fig. 22 (= *Spitidiscus oosteri* (SAR. & SCHÖND.)).
1972 - *Plesiospitidiscus ligatus* (D'ORB.), Thieuloy, textfig. 4i, j.
1982 - *Plesiospitidiscus ligatus* (D'ORB.), Braga *et al.*, p. 685, pl. 1, fig. 11.
1985 - *Plesiospitidiscus ligatus* (D'ORBIGNY), Tzankov & Breskovski, p. 4, pl. 1, fig. 1a, b.
1989 - *Plesiospitidiscus ligatus* (D'ORBIGNY), Autran, pl. 12, fig. 7.
1990 - *Plesiospitidiscus* cf. *ligatus* (D'ORBIGNY), Duraj *et al.*, p. 61, pl. 1, fig. 2.

A revision of the species is needed before well-founded identifications can be done.

PLESIOSPITIDISCUS subdifficilis KARAKASCH
Plate 9, fig. 1, 2, 3.

1907 - *Desmoceras subdifficile* n. sp., KARAKASCH, p. 58, pl. 6, fig. 1a, b.
non 1960 - *Barremites subdifficilis* KARAKASCH, Drushchits & Kudrjavtsev, p. 299, pl. 42, fig. 2a, b.
non 1967 - *Barremites (Barremites) subdifficilis subdifficilis* (KARAKASCH), Dimitrova, p. 130, pl. 63, fig. 3, 5, 5a.
non 1976 - *Barremites (Barremites)* aff. *subdifficilis* (KARAKASCH), Avram, p. 45, pl. 4, fig. 7.
1988 - *Plesiospitidiscus* sp., Wilke, p. 22, pl. 3, fig. 6.
1989 - *Barremites (Barremites) dimboviciorensis* BRESKOVSKI, Michalík & Vašíček, pl. 1, fig. 4.
1989 - *Plesiospitidiscus rebouli* (KILIAN), Autran, pl. 12, fig. 2.
1990 - *Barremites dimboviciorensis* BRESKOVSKI, Duraj *et al.*, p. 64, pl. 1, fig. 7.

This generally misidentified species, of which about 30 specimens were found in the Río Argos succession, shows 11 very flexuous constrictions per whorl at a diameter of 72 mm. The venter is broad and rounded, the flanks slightly rounded. The small umbilicus has perpendicular walls and a rather sharp edge. The constrictions almost assymptotically approach the umbilical edge, are very prorsiradiate on the lower part of the flanks, gently curve to a radial direction on midflank, and gently curve towards a strongly prorsiradiate direction again on the upper part of the flanks ; they cross the venter with an adorally concave curvature. Each constriction is adapically bordered by a broad thick rib, which originates just below 1/4 flank-height ; they do not reach the umbilical edge. Each constriction is near the umbilicus adorally bordered by a short prorsiradiate rib, which disappears near 1/4 flank-height. The latter ribs give the impression of a series of oblique ridges separated by depressions around the umbilicus. It seems as if each adapical rib disappears in a depression. Each depression corresponds to a curved notch in the umbilical edge. Such a row of curved notches around the umbilicus is characteristic for the genus *Plesiospitidiscus*. In between the constrictions weak ribs can be discerned.

The constrictions appear at a diameter of 2,5 mm. The young of *P. subdifficilis* are smooth and difficult to distinguish from *Barremites*. *Barremites* is generally more compressed. *P. subdifficilis* has erroneously been referred to as *Raspailiceras* by some ammonitologists.

PLESIOSPITIDISCUS «issarpayensis» (DIMITROVA, *non* KILIAN & REBOUL)
Plate 9, fig. 4, 5.

1967 - *Barremites (Reboulites) issarpayensis* (KIL. & REB.), Dimitrova, p. 135, pl. 65, fig. 3, 3a.
1988 - *Melchiorites fallaciosus* (KILIAN), Wilke, p. 22, pl. 3, fig. 7.
1990 - *Cassidoiceras tshuprenensis* DIMITROVA, Duraj *et al.*, p. 65, pl. 1, fig. 5.

The main difference between *P. subdifficilis* and *P. «issarpayensis»* (DIMITROVA, *non* KIL. & REB.) is the relatively large umbilicus of the latter. The constrictions are less flexuous than in *P. subdifficilis*. The curved notches in the umbilical edge are well developed. Our material is not sufficiently preserved to give a detailed description.

Genus «SPITIDISCUS» Kilian, 1910

The Barremian species generally referred to as *«Spitidiscus»* have little to do with the Hauterivian genus of that name (type species *Ammonites rotula* J. DE SOWERBY), but belong to different genera. *«Spitidiscus» hugii* and *«S.» oosteri* belong to a generic group, which has the closest affinity with *Plesiospitidiscus*. *«S.» vandeckii* and *«S.» kiliani* belong to another generic group, which shows the closest affinity to *Abrytusites*. More study is needed before these species can really be incorporated in these genera, so here they are provisionally still referred to as *«Spitidiscus»*.

«SPITIDISCUS» hugii (OOSTER)
Plate 10, fig. 1, 2.

1861 - *Ammonites Hugii* OOSTER, p. 103, pl. 24, fig. 7-9, 11, 13-15.
1890 - *Holcostephanus Alcoyensis* n. sp., NICKLES, p. 18, pl. 2 (9), fig. 1, 1a, b ; pl. 4 (11), fig. 3.
1901 - *Holcodiscus Hugii*, OOSTER, Sarasin & Schöndelmayer, p. 47, pl. 4, fig. 8-11.
pars ? 1907 - *Holcodiscus andrussowi* KARAKASCH, p. 109, pl. 9, only fig. 22.
1950 - *Spitidiscus intermedius* D'ORBIGNY sp. var. *alcoyensis* NICKLES, Bateller, p. 361, n° 682.
? 1960 - *Spitidiscus andrussowi* KARAKASCH, Drushchits & Kudrjavtsev, p. 306, pl. 47, fig. 1, 2.
1966 - *Spitidiscus oosteri* (SARASIN & SCHÖNDELMAYER), Breskovski, p. 99, pl. 8, fig. 8.

1967 - *Spitidiscus oosteri* (SARASIN & SCHÖNDELMAYER), Dimitrova, p. 153, pl. 77, fig. 1.
1967 - cf. *Crioceratites (Pseudothurmannia) balearis* NOL., Bacelle & Lucchi Garavello, p. 138, pl. 3, fig. 3.
1982 - *Spitidiscus hugii* (OOSTER), Braga *et al.*, p. 686, pl. 1, fig. 7.
1984 - *Spitidiscus hugii* (OOSTER), Avram & Kusko, p. 16 (12), pl. 3, fig. 4.
non 1985 - *Spitidiscus alcoyensis* (NICKLES), Tzankov & Breskovski, p. 18, pl. 5, fig. 8, 9.
1987 - *Spitidiscus hugii* (OOSTER), Immel, p. 73, pl. 4, fig. 3.
1988 - *Spitidiscus hugii* (OOSTER), Wilke, p. 22, pl. 2, fig. 20.
1988 - *Spitidiscus alcoyensis* (NICKLES), Wilke, p. 22, pl. 2, fig. 16, 17.

The generic group to which this species belongs has little to do with the Hauterivian genus *Spitidiscus*, but has the greatest affinity with *Plesiospitidiscus* from which it probably has been derived. *«S.» oosteri*, which differs from *«S.» hugii* in the finer ribbing and the earlier appearance of constrictions, belongs to the same generic group.

«SPITIDISCUS» oosteri (SARASIN & SCHÖNDELMAYER)
Plate 10, fig. 4.

pars 1861 - *Ammonites Hugii* OOSTER, p. 103, pl. 24, only fig. 10 (= holotype).
1901 - *Holcodiscus Oosteri*, nov. sp., SARASIN & SCHÖNDELMAYER, p. 48, pl. 4, fig. 6 (= holotype), 7.
1935 - *Holcodiscus (Spitidiscus) oosteri*, SAR. & SCHÖND., Tzankov, p. 71, pl. 2, fig. 2-5.
non 1966 - *Spitidiscus oosteri* (SARASIN & SCHÖNDELMAYER), Breskovski, p. 99, pl. 8, fig. 8. (= *«S.» hugii* (OOSTER)).
1966 - *Plesiospitidiscus ligatus* (D'ORBIGNY), Breskovski, p. 101, pl. 10, fig. 13.
non 1967 - *Spitidiscus oosteri* (SARASIN & SCHÖNDELMAYER), Dimitrova, p. 153, pl. 77, fig. 1. (= *«S.» hugii* (OOSTER)).
1967 - *Plesiospitidiscus ligatus* (D'ORBIGNY), Dimitrova, p. 154, pl. 78, fig. 22.
non 1984 - *Spitidiscus* cf. *oosteri* (SAR. & SCHÖND.), Avram & Kusko, p. 17 (13), pl. 3, fig. 3.
1985 - *Spitidiscus oosteri oosteri* (SARASIN & SCHÖNDELMAYER), Tzankov & Breskovski, p. 16, pl. 4, fig. 4.

The main differences with *«S.» hugii* are discussed under *«S.» hugii.*

«SPITIDISCUS» vandeckii (D'ORBIGNY)
Plate 10, fig. 3.

1850 - *Ammonites Vandeckii* D'ORB., p. 99, N° 602.
1888 - *Holcodiscus van-den-Heckei* D'ORB. sp., Kilian, p. 673, pl. 19, fig. 4a, b.
1901 - *Holcodiscus van den Heckei ?* D'ORB., Sarasin & Schöndelmayer, p. 43, pl. 5, fig. 4.
non 1935 - *Holcodiscus (Spitidiscus) van-den-heckei* D'ORB., Tzankov, p. 71, pl. 2, fig. 1.
1937 - *Ammonites vandeckii* D'ORBIGNY, Cottreau, p. 59, pl. 4, fig. 1-4.
1966 - *Spitidiscus vandenheckei* (D'ORBIGNY), Breskovski, p. 98, pl. 2, fig. 8.
1967 - *Spitidiscus vandeckii* (D'ORBIGNY), Dimitrova, p. 151, pl. 77, fig. 13, 14.
1985 - *Spitidiscus vandeckii* (D'ORBIGNY), Tzankov & Breskovski, p. 12, pl. 3, fig. 8-10.

The generic group to which this species belongs has little to do with the Hauterivian genus *Spitidiscus*, but has the closest affinity with *Abrytusites* from which it has probably been derived. *«S.» kiliani* belongs to the same generic group as *«S.» vandeckei* and differs from the latter in the wider umbilicus, in the larger number of constrictions, and in the lateral swellings adoral of the constrictions being more pronounced.

«SPITIDISCUS» kiliani (PAQUIER)
Plate 10, fig. 6.

1900 - *Holcodiscus Kiliani* sp. nov., PAQUIER, Appendice paleont. p. 4, pl. 7, fig. 4.

Our material suggests that *«S.» kiliani* and *«S.» vandecki* are mere varieties of one species, but our material does not permit to be conclusive about that.

Genus VALDEDORSELLA Breistroffer, 1947
Subgenus ABRYTUSITES Nikolov & Breskovski, 1969

I cannot find any significant argument for the separation of *Valdedorsella* and *Abrytusites* into two distinct genera, except for their ribbing. The latter had better fall in synonymy with the former. Awaiting a thorough future study of these genera, we provisionally retained *Abrytusites* as a subgeneric name for the earlier representatives of *Valdedorsella.* Both *Valdedorsella* and *Abrytusites* show the feature by which all *Holcodiscidae* can be characterized, viz. the high adoral side of the umbilical part of the constriction. Also the suturelines of *Valdedorsella* exhibit the typical holcodiscid ontogenetic development [Schindewolf, 1966].

VALDEDORSELLA (ABRYTUSITES) neumayri (HAUG)
Plate 10, fig. 5, 11.

1889 - (?) *Pachydiscus Neumayri* n. sp. HAUG, p. 204, pl. 10, fig. 2-4 .
1901 - *Desmoceras Neumayri* HAUG, Sarasin & Schöndelmayer, p. 60, pl. 6, fig. 6, 7 ; pl. 7, fig. 1.
non 1919 - *Puzosia* cf. *Neumayri* HAUG, Rodighiero, p. 98 (62), pl. 11 (4), fig. 1.
1964 - *Valdedorsella crassidorsata* (KARAKASCH), Fülöp, pl. 29, fig. 6a, b, 7.
1966 - *Valdedorsella renevieri* (KARAKASCH), Breskovski, p. 96, pl. 8, fig. 6.
1967 - *Valdedorsella (Valdedorsella) renevieri* (KAR.), Dimitrova, p. 139, pl. 49, fig. 3, 3a.
1969 - *Abrytusites neumayri* (HAUG), Nikolov & Breskovski, p. 92, pl. 1, fig. 1, 2.
1987 - *Melchiorites neumayri* (HAUG), Immel, p. 88, pl. 8, fig. 7.

Family BARREMITIDAE Breskovski, 1977
Genus BARREMITES Kilian, 1913

The hundreds of specimens of *Barremites* sampled from the Hugii Zone in the Río Argos succession can be separated into three separate species. The variability of these species could be studied well : it is the prominence of the constrictions that varies most.

Since it has been shown [Busnardo and Thieuloy, 1989] that the late Valanginian type species of the genus *Eodesmoceras* SPATH, 1924, (the type genus of the family *Eodesmoceratidae*, WRIGHT 1955) is not more than a worn pyritized nucleus, which could not possibly be derived from the Upper Valanginian, but probably belongs to Albian *Puzosia parandieri* (D'ORB.), the family *Eodesmoceratidae* WRIGHT, 1955, should be changed into *Barremitidae* BRESKOVSKI, 1977 [*nom. transl. ex Barremitinae* BRESKOVSKI, 1977].

BARREMITES boutini (MATHERON)
Plate 9, fig. 13.

1878 - *Ammonites Boutini* PH. MATHERON, pl. C-21, fig. 2.
1901 - *Desmoceras Boutini* MATHERON, Sarasin & Schöndelmayer, p. 56, pl. 5, fig. 7.

The width of the umbilicus of the inner whorls is relatively smaller than the umbilicus of the outer whorls ; the egression of the umbilical seam concomittant with a growth of the relative thickness of the whorls, and the roundness of the flanks are special features of this species. The constriction are S-shaped and bordered from the rear by a rib, which is thickest at the venter and become weaker towards the umbilicus. The angle between the vertical umbilical wall and the flanks is obtuse, because the flanks are more rounded than in most other species of *Barremites*.

B. vocontius differs from this species in the smaller umbilicus, higher umbilical wall, flatter flanks, and the falcoid shape of the constrictions.

BARREMITES vocontius (LORY & SAYN)
Plate 9, fig. 8, 9.

1896 - *Desmoceras (?) vocontium* nov. sp., LORY & SAYN, p. 162, pl. 1, fig, 7a, b, 8a, b.
non 1907 - *Desmoceras vocontium* SAYN, Karakasch, p. 60, pl. 5, fig. 10 ; pl. 6, fig. 6 ; pl. 7, fig. 7.

The falcoid constrictions of this species are broad, only slightly projected near the venter, and clearly visible from a diameter of 30-35 mm. There are 10 constrictions per whorl. The higher parts of the constrictions are appreciably less concave than on *B. dimboviciorensis*. The constrictions also lack the concavity at the umbilical edge that characterizes the latter species. The vertical umbilical wall is rather high producing a deep umbilicus. The ribs at the rear of each constriction are most pronounced at the venter and become weaker towards the umbilicus.

B. boutini differs from this species in the wider umbilicus, in the S-shape of the constrictions, in the flanks being more rounded, and in the whorls being thicker. *B. dimboviciorensis* differs in the more compressed whorl section, in the greater ventral projection of the constrictions, in the more narrow constrictions, in the smaller, less deep umbilicus, and in the concavity of the constrictions at the umbilical edge.

BARREMITES dimboviciorensis (BRESKOVSKI)

pars 1898 - *Desmoceras difficile* ORB., Simionescu, p. 68 (124), only pl. 4, fig. 1.
1901 - *Desmoceras difficile,* D'ORB., Sarasin & Schöndelmayer, p. 52, pl. 5, fig. 8.
1966 - *Barremites difficilis dimboviciorensis* subsp. nov., BRESKOVSKI, p. 86, pl. 6, fig. 2.
pars 1967 - *Barremites (Barremites) difficilis* D'ORBIGNY, Baccelle & Lucchi Garavello, p. 144, pl. 3, only fig. 6.
1967 - *Barremites (Barremites) subdifficilis dimboviciorensis* (BRESKOVSKI), Dimitrova, p. 130, pl. 63, fig. 4, 4a, 7, 7a.
1982 - *Barremites difficilis* (D'ORB.), Braga *et al.*, p. 686, pl. 1, fig. 13.
1988 - *Barremites difficilis* (D'ORBIGNY), Wilke, p. 22, pl. 3, fig. 4, 10.

non 1990 - *Barremites dimboviciorensis* BRESKOVSKI, Duraj *et al.*, p. 64, pl. 1, fig. 7.
1990 - *Barremites hemiptychus* (KILIAN), Duraj *et al.*, p. 63, pl. 1, fig. 1.

This species differs from *B. difficilis* in the slightly larger umbilicus. True *B. difficilis* is restricted to the upper Barremian. The constrictions appear at a diameter of 40 mm ; there are about 13 constrictions per whorl. The constrictions are prorsiradiate, falcate with a rounded knee. The origin at the umbilical edge shows a forward concavity. The constriction is bordered from the rear by a rib, which is most pronounced at the venter and become weaker towards the umbilicus. They may disappear above the middle of the flanks (every species has its variety *«hemiptychus»).*

This species differs from *B. vocontius* in the closer spacing and the strong ventral projection of the constrictions, in the constrictions being narrower and more delicate, in the whorls being less thick, in the vertical umbilical wall being higher, and in the narrower umbilicus. *B. boutini* differs from this species in the more rounded flanks, the much larger umbilicus, and in the wider spacing of the S-shaped constrictions.

Family PULCHELLIDAE Hyatt, 1903
Genus PSILOTISSOTIA Hyatt, 1900

PSILOTISSOTIA masylaea (COQUAND)
Plate 10, fig. 7, 8.

1852 - *Ammonites Masylaeus*, COQUAND, p. 430, pl. 14, fig. 14, 15.
non 1858 - *Ammonites Masylaeus*, COQUAND, Pictet & de Loriol, p. 25, pl. 3, fig. 3a, b (= *Psilotissotia favrei* OOSTER).
1863 - *Ammonites Masylaeus*, COQUAND, Ooster, p. 10, pl. C, fig. 2-4.
1901 - *Pulchellia Masylaeus (?),* COQUAND, Sarasin & Schöndelmayer, p. 31, pl. 3, fig. 9, 10.

This species is rather rare, but not difficult to identify because of its relatively wide umbilicus, and the regularity and the equal length and thickness of the ribs.

PSILOTISSOTIA favrei (OOSTER)
Plate 10, fig. 9, 10.

1858 - *Ammonites Masylaeus* COQUAND, Pictet & de Loriol, p. 25, pl. 3, fig. 3a, b.
1860 - *Ammonites Favrei* OOSTER, p. 119, pl. 24, fig. 1-6.
1890 - *Pulchellia Mariolae,* NICKLES, p. 41, pl. 6, fig. 3-5 ; pl. 7, fig. 17.
1901 - *Pulchellia Favrei,* OOSTER, Sarasin & Schöndelmayer, p. 25, pl. 3, fig. 3.
1982 - *Psilotissotia favrei* (OOSTER), Braga *et al.*, p. 687, pl. 1, fig. 10.
1989 - *Psilotissotia favrei* (OOSTER), Autran, pl. 13, fig. 12.

This species has also been found in the Sayni Zone near the base of the upper Hauterivian along the Río Argos, but it only becomes frequent in the Catulloi and Hugii zones. All specimens figured in literature are from the latter two zones.

Family HAPLOCERATIDAE Zittel, 1884
Genus NEOLISSOCERAS Spath, 1923

NEOLISSOCERAS grasianum subgrasianum DRUSHCHITS & KUDRJAVTSEV

1960 - *Haploceras subgrasianum* sp. nov. DRUSHCHITS & KUDRJAVTSEV, p. 268, pl. 13, fig. 4a, b, 5a, b, textfig. 74.
1964 - *Neolissoceras grasianum* (ORB.), Fülöp, pl. 65, fig. 3a, b.
1976 - *Haploceras (Neolissoceras) grasianum* (D'ORBIGNY), Patrulius & Avram, p. 167 (15), pl. 3, fig. 2.
1990 - *Haploceras (Neolissoceras) subgrasianum* DRUZCZIC, Duraj *et al.*, p. 61, pl. 1, fig. 6.

The main distinguishing character of this subspecies is the width of the umbilicus, which is notably smaller than in *N. grasianum grasianum.* It appears that all specimens in the uppermost part of the Hauterivian belong to this subspecies ; true *N. grasianum grasianum* has disappeared. As it has the same diagnostic bevel edge around the umbilicus and the same flat parallel flanks and venter as *N. grasianum grasianum,* it has commonly appeared under that name in literature. It had better be considered a chrono-subspecies of the latter instead of an independent species.

Family PHYLLOCERATIDAE Zittel, 1884
Genus PHYLLOCERAS Suess, 1865

PHYLLOCERAS serum (OPPEL)
Plate 12, fig. 5.

1865 - *Ammonites serus* OPPEL, p. 550, N° 63.
1868 - *Phylloceras serum* OPPEL sp., Zittel, p. 66, pl. 7, fig. 5,

1885 - *Phylloceras semistriatum* D'ORBIGNY, Neumayr, p. 83, pl. 1, fig. 2.
1890 - *Phylloceras serum* OPPEL, Toucas, p. 574, pl. 13, fig. 2.
? 1891 - *Phylloceras* cf. *thetys* D'ORBIGNY, Sayn, p. 141, pl. 1, fig. 1.
1898 - *Phylloceras thetys* D'ORB., Simionescu, p. 114, pl. 1, fig. 8.
pars ? 1901 - *Phylloceras thetys* D'ORBIGNY, Sayn, p. 36, pl. 1, only fig. 3.
1907 - *Phylloceras serum* OPPEL, Pervinquière, p. 12, pl. 1, fig. 3.
1914 - *Phylloceras serum* OPPEL var. *perlobata* SAYN, Zwierzycki, p. 33, pl. 4, fig. 2, 3.
1948 - *Phylloceras spathi* COLLIGNON, p. 63, pl. 9, fig. 1-1b.
1951 - *Phylloceras serum* (OPPEL), Arnould-Saget, p. 5, pl. 1, fig. 5.
1957 - *Hyporbulites betieri* BUSNARDO, Busnardo & David, p. 84, pl. 1, fig. 1-2, textfig. 4, 5.
1960 - *Euphylloceras serum* OPPEL, Drushchits & Kudrjavtsev, p. 251, pl. 1, fig. 8.
1960 - *Phylloceras serum* OPPEL, Collignon, pl. 134, fig. 506, 507 ?
? pars 1962 - *Phylloceras serum* OPPEL, Collignon, p. 33, pl. 186, fig. 853 ; *non* p. 20, pl. 181, fig. 817 ; *non* p. 75, pl. 204, fig. 916.
? 1962 - *Phylloceras spathi* COLLIGNON, Collignon, p. 74, pl. 203, fig. 915 ; pl. 204, fig. 915a.
1966 - *Hypophylloceras* cf. *perlobatum* SAYN, Rawson, p. 455, pl. 72, fig. 1-3.
1967 - *Hypophylloceras thetys* D'ORB., Bacelle & Lucchi Garavello, p. 128, pl. 1, fig. 4.
pars 1976 - *Euphylloceras semistratum* (D'ORBIGNY), Mandov, p. 52, pl. 2, only fig. 2.
1976 - *Phylloceras (Hypophylloceras)* cf. *tethys* (D'ORBIGNY), Avram, p. 16, pl. 1, fig. 1.
1976 - *Phylloceras (Hypophylloceras) serum* (OPPEL), Patrulius & Avram, p. 160, pl. 1, fig. 2.
1977 - *Phylloceras (Phylloceras) serum* (OPPEL), Kennedy & Klinger, p. 352, pl. 1 ; pl. 2 ; pl. 3, fig. 1, 2 ; textfig. 1.
1987 - *Phylloceras (Hypophylloceras) thetys* (D'ORBIGNY), Immel, p. 56, pl. 1, fig. 2.
1989 - *Phylloceras serum* (OPPEL), Autran, pl. 1, fig. 8.

From this list of synonyms can be gathered that *P. serum* has often been confounded with *H. thetys*. Apart from the difference in suture lines there is also a clear morphological difference : the umbilicus of *P. serum* is situated far out of the middle and close to two thirds of the diameter. The umbilicus of *H. thetys* lies close to the middle and close to one half of the diameter. The length of the radially directed part of the striae near the venter is longer in *P. serum* than in *H. thetys*. The whorl section of *P. serum* is more compressed than that of *H. thetys* (the latter feature is difficult to see in diagenetically compressed specimens), and the flanks are flattened.

We did not found *P. serum* above the Ohmi Zone. Nevertheless Busnardo & David [1957] and Kennedy & Klinger [1977] found *P. serum* in the Barremian.

PHYLLOCERAS thetys (D'ORBIGNY)
Plate 12, fig. 4.

1841 - *Ammonites Thetys* D'ORBIGNY, p. 174, pl. 53, fig. 7-9.
1841 - *Ammonites semistriatus* D'ORBIGNY, p. 136, pl. 41, fig. 3, 4.
1858 - *Ammonites Thetys* D'ORBIGNY, Pictet & de Loriol, p. 17, pl. 3, fig. 1a, b.
1861 - *Ammonites Moussoni* OOSTER, p. 106, pl. 21, fig. 2-7.
1885 - *Phylloceras semistriatum* D'ORB., Herbich, p. 202, pl. 6, fig. 3-5.
1887 - *Ammonites Thetys* D'ORB., Mallada, p. 23, pl. 6, fig. 6-8.
non 1898 - *Phylloceras Thetys* D'ORB., Simionescu, p. 58, pl. 1, fig. 8 (= *Phylloceras serum* OPPEL).
pars 1901 - *Phylloceras Thetys* D'ORBIGNY, Sayn, p. 677, textfig. 2, pl. 1, only fig. 4a, b, c, 5a, b.
1901 - *Phylloceras Thetys* D'ORB., Sarasin & Schöndelmayer, p. 14, pl. 1, fig. 6-9.
non 1903 - *Phylloceras* cf. *semistriatum* D'ORB., Choffat, p. 17, pl. 1, fig. 10.
non 1910 - *Phylloceras* aff. *Thetys* D'ORB., Krenkel, p. 222, pl. 22, fig. 2.
1962 - *Phylloceras tethys* D'ORB., Collignon, p. 33, pl. 186, fig. 852.
non 1964 - *Phylloceras tethys* (ORB), Fülöp, pl. 26, fig. 2, 6 (= *Ph. serum* OPPEL).
pars 1964 - *Phylloceras ponticuli* ROUSSEAU, Fülöp, only pl. 12, fig. 7.
1966 - *Calliphylloceras ponticuli* (ROUSSEAU), Breskovski, p. 76, pl. 1, fig. 1.
pars 1976 - *Euphylloceras semistriatum* (D'ORBIGNY), Mandov, p. 52, pl. 2, only fig. 4.
1976 - *Phylloceras (Hypophylloceras) tethys,* D'ORBIGNY, Patrulius & Avram, p. 160, pl. 1, fig. 1.
non 1987 - *Phylloceras (Hypophylloceras) thetys* (D'ORBIGNY), Immel, p. 56, pl. 1, fig. 2 (= *Ph. serum* OPPEL).
1988 - *Phylloceras (Hypophylloceras) tethys tethys* (D'ORBIGNY), Wilke, pl. 2, fig. 8.

The differences between this species and *P. serum* has been elucidated with *P. serum*.

Genus PHYLLOPACHYCERAS Spath, 1925

PHYLLOPACHYCERAS winkleri n. subsp. A
Plate 12, fig. 2, 3.

1901 - *Phylloceras Winkleri*, UHLIG, Sarasin & Schöndelmayer, p. 13, pl. 1, fig. 4, 5.
1919 - *Phylloceras Winkleri* UHLIG, Rodighiero, p. 73 (37), pl. 8 (1), fig. 6.
pars 1923 - *Phylloceras winkleri* UHL., Fallot & Termier, p. 20, only pl. 1, fig. 5.
1964 - *Partschiceras winkleri* (UHL.), Fülöp, pl. 16, fig. 2.
non 1976 - *Partschiceras winkleri* (UHLIG), Avram, p. 13 (17), pl. 1, fig. 3.
1976 - *Partschiceras winkleri* (UHLIG), Patrulius & Avram, p. 161.

The main difference of this subspecies from its ancester *P. winkleri winkleri* is the late appearance (at a diameter of 45 mm) of the coarse ribbing, and the restriction of these ribs to the higher parts of the flanks and the venter. At diameters smaller than 45 mm only very fine ribs can be discerned on the outer parts of the flanks and venter. The first and second lateral saddles have, as in subsp. *P. winkleri winkleri*, quadriphylloid endings. In figures 2 and 3 this subspecies appears under the name *P. winkleri sarasini* n. ssp.

PHYLLOPACHYCERAS infundibulum (D'ORBIGNY)
Plate 12, fig. 1.

We did not studied this well-known species and therefore refrained from giving a list of synonyms. It occurs in great numbers in the upper Hauterivian and lower Barremian strata.

Family LYTOCERATIDAE Neumayr, 1875
Genus LYTOCERAS Suess, 1865

LYTOCERAS densifimbriatum UHLIG
Plate 11, fig. 6.

1883 - *Lytoceras densifimbriatum* UHLIG, p. 191, pl. 6, fig. 1 a-e, 2.
1901 - *Lytoceras densifimbriatum*, UHLIG, Sarasin & Schöndelmayer, p. 18, pl. 1, fig. 10 ; pl. 2, fig. 1, 2.
non 1919 - *Lytoceras densifimbriatum* UHLIG, Rodighiero, p. 75 (39), pl. 8 (1), fig. 8.
1976 - *Lytoceras densifimbriatum* UHLIG, Avram, p. 20, pl. 1, fig. 11.

The fine reticulate ornamentation, the relatively small umbilicus, the compressed whorl section, and the absence of any flares or constrictions are the main characteristics of this species.

LYTOCERAS subfimbriatum (D'ORBIGNY)
Plate 11, fig. 1.

This ammonite was not found above the sequence boundary near the base of the Catulloi Zone in the Río Argos succession.

Family PROTETRAGONITIDAE Spath, 1927
Genus PROTETRAGONITES Hyatt, 1900

PROTETRAGONITES quadrisulcatus D'ORBIGNY
Plate 11, fig. 2.

1841 - *Ammonites quadrisulcatus* D'ORBIGNY, p. 151, pl. 49, fig. 1-3.
1867 - *Ammonites quadrisulcatus* D'ORBIGNY, Pictet, p. 72, pl. 12, fig. 3.
1878 - *Ammonites quadrisulcatus* D'ORBIGNY, Gemmellaro, p. 38, pl. 5, fig. 3-4.
1868 - *Lytoceras quadrisulcatum* D'ORBIGNY, Zittel, p. 71, pl. 9, fig. 1-5.
1870 - *Lytoceras quadrisulcatum* D'ORBIGNY, Zittel, p. 162, pl. 26, fig. 2.
1901 - *Lytoceras quadrisulcatum* D'ORBIGNY, Sayn, p. 2, pl. 1, fig. 1.
1931 - *Lytoceras quadrisulcatum* D'ORBIGNY, Yin Tsan-hsun, p. 22, pl. 1, fig. 2.
1938 - *Protetragonites quadrisulcatum* D'ORB., Roman, p. 41, pl. 4, fig. 37.
1951 - *Protetragonites quadrisulcatus* D'ORBIGNY, Arnould-Saget, p. 6, pl. 1, fig. 7a, b, c, 10.
1957 - *Protetragonites quadrisulcatus* (D'ORB.), Wright, p. L199, fig. 229, 1 a, b.
1962 - *Protetragonites quadrisulcatus* D'ORB., Collignon, p. 20, pl. 181, fig. 818-820.
1964 - *Protetragonites quadrisulcatus* (D'ORB.), Fülöp, pl. 8, fig. 6 ; pl. 16, fig. 4 ; pl. 24, fig. 2 ; pl. 27, fig. 1.
1970 - *Protetragonites quadrisulcatus* (D'ORBIGNY), Patrulius, Avram & Matei, p. 137, pl. 1, fig. 6a, b, 7.
1975 - *Protetragonites quadrisulcatus* (D'ORBIGNY), Lillo Bevia, p. 106, pl. 2, fig. 4, 5.
1976 - *Protetragonites quadrisulcatus* (D'ORBIGNY), Khimshiashvili, p. 65, pl. 2, fig. 4.
1976 - *Protetragonites quadrisulcatus* (D'ORBIGNY), Avram, p. 22, pl. 7, fig. 6a, b.
1976 - *Protetragonites quadrisulcatus* (D'ORBIGNY), Patrulius & Avram, p. 164, pl. 2, fig. 3.
1987 - *Protetragonites quadrisulcatus* (D'ORBIGNY), Immel, p. 62, pl. 2, fig. 3.

This ammonite still occurs just below the sequence boundary, but was not found above that boundary near the base of the Catulloi Zone in the Río Argos succession. There it is replaced by *Protetragonites crebrisulcatus*.

PROTETRAGONITES crebrisulcatus (UHLIG)
Plate 11, fig. 3.

1871 - *Ammonites quadrisulcatus* D'ORBIGNY, Tietze, p. 138 (104), pl. 9, fig. 12.
1883 - *Lytoceras crebrisulcatus* n. sp., UHLIG, p. 191, pl. 5, fig. 8-10.
non 1899 - *Lytoceras crebrisulcatum* UHLIG, Anthula, p. 98, pl. 6 (5), fig. 2a-c.
1907 - *Lytoceras auctum* TRAUTSCHOLD, Karakasch, p. 48, pl. 20, fig. 18 ; pl. 23, fig. 30 ; pl. 24, fig. 7.
1956 - *Protetragonites crebrisulcatus* (UHLIG), Drushchits, p. 93, pl. 5, fig. 16a, b, 17.
? 1956 - *Protetragonites mediocris* sp. nov., DRUSHCHITS, p. 97, pl. 6, fig. 21a, b.
1960 - *Protetragonites crebrisulcatus* UHLIG, Drushchits & Kudrjavtsev, p. 260, pl. 8, fig. 1a, b.
1962 - *Protetragonites crebrisulcatus* (UHLIG), Wiedmann, p. 19, pl. 1, fig. 3, (?) pl. 3, fig. 2, 4.
? 1967 - *Protetragonites mediocris* DRUZCZIC, Dimitrova, p. 29, pl. 10, fig. 2.
? 1970 - *Protetragonites mediocris* DRUZCZIC, Kotetishvili, p. 60, pl. 4, fig. 4.
1975 - *Protetragonites crebisulcatum* (UHLIG), Lillo Bevia, p. 108, pl. 2, fig. 8, 9 ; pl. 3, fig. 1, 2.
1987 - *Protetragonites* cf. *crebisulcatus* (UHLIG), Immel, p. 63, pl. 2, fig. 4.

Adult specimens of this species can readily be distinguished from its ancester *P. quadrisulcatus* by the greater number of constrictions. On the innermost whorls, up to about 20 mm diameter, there are not more than 4 constrictions per whorl, and small specimens are therefore difficult to distiguish from *P. quadrisulcatus*. In larger specimens the number of constrictions augments to seven or eight. *P. quadrisulcatus* however keeps the four constrictions per whorl up to a diameter of about 60 mm. Only on the last whorl of *P. quadrisulcatus* the number of constrictions may augment to 6. Though its range is not drawn on figure 2, this species occurs also in section W.

Genus LAMELLAPTYCHUS Trauth

LAMELLAPTYCHUS angulicostatus longus TRAUTH

pars 1857 - *Triaonellites Didayi* GIEBEL, Ooster, p. 28, pl. 7, only fig. 14.
pars 1858 - *Aptychus angulicostatus*, PICTET & DE LORIOL, p. 46, pl. 10, only fig. 4.
pars 1910 - *Aptychus angulicostatus* PICTET & DE LORIOL, Kilian, p. 227, pl. 5, only fig. 2a.
1938 - *Lamellaptychus angulicostatus* (PET.) var. n. *Ionaa* TRAUTH, p. 209, pl. 14, fig. 18.
pars 1964 - *Lamellaptychus angulicostatus* (PETERS), Fülöp, pl. 18, fig. 9, pl. 17, only fig. 6.

This is the highest occurrence of *Lamellaptychus*. *Lamellaptychus* becomes extinct exactly at the sequence boundary on top of bed A154.

References

ADAMÍKOVÁ, G., MICHALÍK, J., VAŠÍČEK, Z. (1983). – Composition and ecology of the «Pseudothurmannia-fauna», lower Barremian of the Krízna-nappe in the Strázovské Vrchy Mts. *Geologica Carpathica*, **34**, 5, 591-615, 2 pls., Bratislava.

ALMELA, A. & REVILLA, J. DE LA (1957). – Fósiles piritosos del Cretáceo de la Sierra de Ricote (Murcia). *Boletin del Instituto Geológico y Minero de España*, **68**, 47-83, 11 pls., Madrid.

ANTHULA, D. J. (1899). – Ueber die Kreidefossilien des Kaukasus mit einem allgemeinem Ueberblick über die Sedimentarbildungen des Kaukasus. *Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients*, **12**, 53-159, 13 pls., Vienna.

ARNOULD-SAGET, S. (1951). – Les ammonites pyriteuses du tithonique supérieur et du berriasien de Tunisie Centrale. *Annales des mines et de la Géologie*, **10**, 1-132, 11 pls., Tunis.

ASTIER, J.-E. (1851). – Catalogue descriptif des ancyloceras appartenant à l'étage Néocomien d'Escragnolles et des Basses-Alpes. *Annales des Sciences Physiques et Naturelles, d'Agriculture et d'Industrie*, **2**, 3, 435-456, pl.15-23, Lyon.

AUTRAN, G. (1989). – L'évolution de la marge nord-est provençale (arc de Castellane) du Valanginien moyen à l'Hauterivien à travers l'analyse biostratigraphique des séries de la région de Peyroules : séries condensées, discontinuités et indices d'une tectogenèse distensive, paléobiologie. Thèse Université de Nice, 1-232, 13 pls., Nice.

AVRAM, E. (1976). – La succession des dépôts tithoniques supérieurs et crétacés inférieurs de la région de Sviniţa (Banat). *Dari de seama ale sedintelor*, **62**, (1974-1975), 53-71, Bucarest.

AVRAM, E (1983). – Barremian ammonite zonation in the Carpathian area. *Zitteliana*, **10**, 509-51, München.

AVRAM, E. & KUSKO, M. (1984). – Céphalopodes éocrétacés de la partie centrale et méridionale des monts Baraolt (Carpathes orientales). *Dari de seama ale sedintelor*, **69** (1982), 3. Paleontologie, 5-24, 3 pls., Bucarest.

BACCELLE, L. & LUCCHI GARAVELLO, A. (1967). – Ammoniti dei livelli cretacici di La Stua (Cortina d'Ampezzo). *Annali dell'Universita di Ferrara*, Nuova Serie, Sezione IX, Scienze Geologiche e Paleontologiche, **4**, 9,117-153, 3 pls., Ferrara.

BATALLER, J. R. (1950). – Sinopsis de las especies nuevas de Cretácico de España. Pars VIII - Mollusca. 3. Cephalopoda. *Anales de la Escuela de Peritos Agricolas y de Especialidades Agropecuarias y de los Servicios Técnicos de Agricultura*, **9**, 339-417, Barcelona.

BIRKELUND, T., HANCOCK, J. M., HART, M. B., RAWSON, P. F., REMANE, J., ROBASZYNSKI, F., SCHMID, F. & SURLYK, F. (1984). – Cretaceous stage boundaries - Proposals. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, Copenhagen.

BRAGA, J. C., COMPANY, M., LINARES, A., RIVAS, P. & SANDOVAL, J. (1982). – Contribucion al conocimiento bioestratigráfico del Hauteriviense-Barremense en la region de Jaen. *Cuadernos de Geología Ibérica*, **8**, 677-689, 1 pl., Madrid.

BRESKOVSKI, S. (1966). – Biostratigraphie du Barrémien au sud du village de Brestak, dans la région de Varna. *Travaux sur la Géologie de Bulgarie*, Série Paléontologie, **8**, 71-121, 10 pls., Sofia (in Bulgarian with French abstract).

BRESKOVSKI, S. (1975). – Les zones et sous-zones ammonitiques dans l'étage Barrémien en Bulgarie du Nord-Est. *Geologica Balcanica*, **5**, 2, 47-66, Sofia.

BRESKOVSKI, S. (1977). – Sur la classification de la famille Desmoceratidae Zittel, 1895 (Ammonoidea, Crétacé). *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, **30**, 6, 891-894, Sofia.

BUSNARDO, R. (1965). – Le Stratotype du Barrémien. I.- Lithologie et Macrofaune. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, **34**, 99-116, Paris.

BUSNARDO, R. (1984). – 1. 2. Stratotypes et parastratotypes; 1. 3. Echelles biostratigraphiques ; 1.3.1. Ammonites. *In* : Crétacé Inférieur, Cotillon, P. (Coord.), *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, **126**, 288-294, Paris.

BUSNARDO, R. & DAVID, L. (1957). – Contribution à l'étude des faunes d'ammonoides de Medjez Sfa (est Constantine). *Publications du Service de la Carte géologique de l'Algérie* (NS), 13, 67-123, 3 pls., Alger.

BUSNARDO, R. & THIEULOY, J.-P. (1989). – Les ammonites de l'Hauterivien jurassien : révision des faunes de la région du stratotype historique de l'étage Hauterivien. *In* : Remane, J. (ed.). Révision de l'étage Hauterivien. *Mém. Soc. neuch. Sc. Nat.*, **11**, 101-147, 3 pls., Neuchâtel.

BUSNARDO, R. & VERMEULEN, J. (1986). – La limite Hauterivien-Barrémien dans la région stratotypique d'Angles (Sud-Est de la France). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 302, Série II, **7**, 457-459, Paris.

COLLIGNON, M. (1948). – Faune néocomienne des couches à Criocères de Belohasifaka (cercle de Sitampiky) (Madagascar). *Annales Géologiques du Service des Mines*, **15**, 55-83, 6 pls., Paris.

COLLIGNON, M. (1960). – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar, Fascicule 6 (Tithonique), pls. 134-175. République Malgache, Ministère des Mines et de l'Energie, Service Géologique, Tananarive.

COQUAND, H. (1852). – Notice sur les richesses paléontologiques de la province de Constantine. *Journal de conchyliologie*, **3**, 418-438, 2 pls., Paris.

COTTREAU, J. (1937). – Types du prodrome de paléontologie stratigraphique universelle de d'Orbigny, Tome III. Néocomien. B.- Néocomien supérieur ou urgonien. *Annales de Paléontologie*, **26**, 17-48 (53-84), pls. 76-81, Paris.

DIMITROVA, N. (1965). – De la valeur stratigraphique de *Pseudothurmannia angulicostata* (d'Orbigny, 1840). *Carpatho-Balkan Geological Association*, VII Congress, Sofia, September 1965. Reports, **2**, 1, 217-222, 1 pl., Sofia.

DIMITROVA, N. (1967). – Les fossiles de Bulgarie IV, Crétacé inférieur, Cephalopoda (Nautiloidea et Ammonoidea). *Académie bulgare des Sciences*, 1-236, 92 pls., Sofia (in Bulgarian with French abstract).

DRUSHCHITS, V. V. (1956). – Nizhnemelovye ammonity Kryma i Severnogo Kavkaza (Lower Cretaceous ammonites from the Crimea and Northern Caucasus). Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta (Thesis of Moscou University), 149 p., 13 pls., Moscow (in Russian).

DRUSHCHITS, V. V. & KUDRJAVTSEV, M. P. (1960). – Atlas Nizhnemelovoj fauny severnogo Kavkaz i Kryma. Glavnoe Upravlenie gazovoj promyshlennosti pri sovete ministrov SSSR, Vsesojuznyj Nauchno-Issledovatel'skij Institut prirodnykh Gasov (VNIIGaz), Trudy, 1-396, 149 pls., Moskva (in Russian).

DURAJ, M., FILÁK, P. & VAŠÍČEK, Z. (1990). – Ammoniten des Desmoceratentyps aus Ablagerungen der Hauterive-Barreme-Grenze von der Lokalität Lietavská Lúcka bei Zilina (Westkarpaten, Krízna-Decke). *Knihovnicka Zemního plynu a nafty*, **9a**, 55-68, 1 pl., Hodonín.

ERISTAVI, M. S. (1955). – Nizhnemelovaja fauna Gruzii. Akademia Nauk Gruzinskoj SSR, Institut Geologii i Mineralogii, Monografii, 6, Tbilisi (in Russian).

ERISTAVI, M. S. (1961). – Einige Cephalopodenarten aus der Unteren Kreide den Zentralkarpaten. *Geologické Práce*, **21** (1960), 81-108, 5 pls., Bratislava.

FALLOT, P. & TERMIER, H. (1923). – Ammonites nouvelles des îles Baléares. *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales*, Serie Geológica, **32**, 1-83, 6 pls., Madrid.

FÜLÖP, J. (1964). – Unterkreide-Bildungen (Berrias-Apt) des Bakony-Gebirges. *Geologica Hungarica*, Serie Geologica, **13**, 1-194, 31 pls., Budapest (in Hungarian and German).

HAAS, J. (1984). – Alsó- és középsó-kréta. *In* : Haas, J., Jocháné Edélenyi, E., Gidai, L., Kaiser, M., Kretzoi, M. & Oravecz, J. Súmeg és környékének földtani felépítése. *Geologica Hungarica*, Series Geologica, **20**, 73-95, pls. 21-28, Budapest (in Hungarian).

HAUG, E. (1889). – Beitrag zur Kenntniss der oberneocomen Ammonitenfauna der Puezalpe bei Corvara (Südtirol). *Beiträge zur Paläontologie Österreich-Ungarns und des Orients*, **7**, 3-4, 193-231, 6 pls., Vienna.

HERBIG, F. (1885). – Données paléontologiques sur les Carpathes roumaines, 1ère Section. *Anuarulu Biuroului Geologicu*, **1**, 185-305, 16 pls., Bucarest.

HOEDEMAEKER, P. J. & BULOT, L. (1990). – Preliminary ammonite zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean region (Lower Cretaceous Cephalopod Team, Working Group of IGCP-Project 262). *Géologie Alpine*, **66**, 123-127, Grenoble.

IMMEL, H. (1978). – Die Crioceratiten (Ancyloceratina, Ammonoidea) des mediterranen und borealen Hauterive-Barreme (Unterkreide). *Palaeontographica A*, **163**, 1-85, 9 pls., Stuttgart.

IMMEL, H. (1979). – Die Ammonitengliederung des mediterranen und borealen Hauterive und Barreme unter besonderer Berücksichtigung heteromorpher Ammoniten der Gattung *Crioceratites* LÉVEILLÉ. *Newsletters on Stratigraphy*, **7**, 121-141, Berlin, Stuttgart.

IMMEL, H. (1987). – Die Kreideammoniten der Nordlichen Kalkalpen. *Zitteliana*, **15**, 3-136, München.

KAKABADZE, M. V. (1981). – Antsilotseratidy juga SSSR i ikh stratigraficheskoe znachenie. *Akademija Nauk Gruzinskoj SSR*, Geologicheskij Institut im. A.I. Dzhanelidze, Trudy, NS, **71**, 1-196, 22 pls., Tbilisi (in Russian).

KARAKASCH, N. I. (1907). – Le crétacé inférieur de la Crimée et sa faune. *Travaux de la Société Impériale des Naturalistes de St.-Petersbourg*, **32**, 5,1-484, 28 pls., St.-Petersburg.

KATE, W. G. TEN & SPRENGER, A. (1989). – On the periodicity in a calcilutite-marl succession (SE Spain). *Cretaceous Research*, **10**, 1-31, London.

KENNEDY, W. J. & KLINGER, H. C. (1977). – Cretaceous faunas from Zululand and Natal, South Africa. The ammonite family Phylloceratidae. *Bulletin of the British Museum* (Natural History) Geology, **27**, 5, 349-380, 15 pls., London.

KHIMSHIASHVILI, N. G. (1976). – Ammonoidei Titona i Berriasa Kavkaza (Tithonian and Berriasian ammonites of the Caucasus). *Akademija Nauk Gruzinskoj SSR*, Institut Paleobiologii, 180 p., 25 pls., Tbilisi (in Russian).

KILIAN, W. (1888). – Description géologique de la Montagne de Lure (Basses-Alpes). Thèse Paris, 1-458, G. Masson, Ed., Paris.

KILIAN, W. (1910). – Das bathyale Palaeocretacicum im südöstlichen Frankreich. Valendis-Stufe ; Hauterive-Stufe ; Barreme-Stufe ; Apt-Stufe. In: Frech, F. - *Lethaea geognostica*. 2. Teil. Das Mesozoicum. 3. Band. Kreide. Erste Abteilung : Unterkreide (Palaeocretacicum). Zweite Lieferung, 169-288, pls. 1-8, Stuttgart.

KILIAN, W. (1913). – Das bathyale Palaeocretacicum im südöstlichen Frankreich ; Apt-Stufe ; Urgonfacies im südöstlichen Frankreich. *In* : Frech, F. - *Lethaea geognostica*. 2. Teil. Das Mesozoicum. 3. Band. Kreide. Erste Abteilung: Unterkreide (Palaeocretacicum). Dritte Lieferung, 289-398, pls. 9-14, Stuttgart.

KRENKEL, E. (1910). – Die untere Kreide von Deutsch–Ostafrika. *Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients*, **23**, 201-250, 4 pls., Wien.

KOTETISHVILI, E. V. (1970). – Stratigrafija i fauna Kolkhiditovogo i Smezhnykh gorizontov Zapadnoj Gruzii (Stratigraphy and Fauna of the Kolkhiditov and Smezhnykh horizons of Western Gruzia). *Akademija Nauk Gruzinskoj SSR*, Geologicheskii Institut, Trudy, N.S. **25**, 117 p., 20 pls., Tbilisi (in Russian).

LAPEYRE, J.-F. (1974). – Révision de l'ammonite-index *Pseudothurmannia angulicostata* d'Orbigny. *Annales du Museum d'Histoire Naturelle de Nice*, **2**, 81-86, 1 pl., Nice.

LAPEYRE, J.-F. & THOMEL, G. (1974). – Considérations sur la valeur et la situation stratigraphique précise de la zone à *Angulicostata* (Néocomien). *C. R. Acad. Sci. Paris*, **278**, Série D, 2889-2892, Paris.

LÉVEILLÉ, C. (1837). – Description de quelques nouvelles coquilles fossiles du département des Basses-Alpes. *Mém. Soc. géol. France*, **10**, 313-315, pl. 23, Paris.

LILLO BEVIA, J. (1975). – Amonites del Sur de Alicante : 2. *Lytoceratina. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, Seccion Geológica, **73**, 1-4,103-119, 3 pls., Madrid.

LORY, P. & SAYN, G. (1896). – Sur la constitution du système crétacé aux environs de Châtillon-en-Diois. *Ann. Univ. Grenoble*, **8**, 2, 139-166, 1 pl., Grenoble.

LUPPOV, N.P. & DRUSHCHITS, V. V. (1958). – Molljuski-Golovonogie II. Osnovy paleontologii, 1-190, 71 + 7 pls, Akademija nauk SSSR, Moskva (in Russian).

MALLADA, L. (1887). – Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España. Tomo 3. Terreno Mesozóico (Cretáceo inferior). Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, **14**, I-XIX, 1-171, 88 pls., Madrid (the plates are published in volumes 9-16).

MANDOV, G. (1976). – L'étage Hauterivien dans les balkanides occidentales (Bulgarie de l'ouest) et sa faune d'ammonites. *Annuaire de l'Université de Sofia*, Faculté de Géologie et Géographie, Livre 1, Géologie, **67** (1974/1975), 11-99, 22 pls., Sofia.

MANOLOV, J. R. (1962). – New ammonites from the Barremian of north Bulgaria. *Palaeontology*, **5**, 3, 527-539, pls. 73-76, London.

MATHERON, PH. (1878-1880). – Recherches paléontologiques dans le midi de La France. Atlas, Marseille.

MICHALÍK, J. & VAŠÍČEK, Z. (1989). – Lower Cretaceous stratigraphy and paleogeography of the Czechoslovakian western Carpathians. *In* : Wiedmann, J. (Ed.), Cretaceous of the western Tethys. *Proceedings of the 3rd International Cretaceous Symposium*, Tübingen 1987, 505-523, 3 pls., E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

NAGY, I. Z. (1967). – Unterkretazische Cephalopoden aus dem Gerecse-Gebirge I. *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici*, Pars Mineralogica et Palaeontologica, **59**, 53-73, 6 pls., Budapest.

NICKLES, R. (1890,1984). – Contributions à la paléontologie du sud-est de l'Espagne. *Mém. Soc. géol. France*, **4**, 1-59, 10 pls., Paris.

NIKOLOV, T. (1964). – Barremian ammonites from north-eastern Bulgaria. Travaux sur la Géologie de Bulgarie, Série Paléontologie, **6**, 117-142, 5 pls., Sofia (in Bulgarian with English abstract).

NIKOLOV, T. & BRESKOVSKI, S. (1969). – *Abrytusites* - nouveau genre d'ammonites barrémiennes. *Bulgarian Academy of Sciences*, Committee of Geology, Bulletin of the Geological Institute, Series Paleontology, **18**, 91-96, 3 pls., Sofia.

NOLAN, H. (1894). – Note sur les Crioceras du groupe du *Crioceras duvali*. *Bull. Soc. géol. France*, **3**, 22, 183-196, 1 pl., Paris.

OOSTER, W.-A. (1857-1863). – Pétrifications remarquables des Alpes suisses. Catalogue des Céphalopodes fossiles des Alpes suisses avec la description et les figures des espèces remarquables. Partie 2 (1857) : Céphalopodes d'ordres incertains, 1-34, pls. 4-7 ; Partie 4 (1861) : Céphalopodes tentaculifères, ammonitides, G. Ammonites, 1-160, pl. 13-27 ; Partie 5 (1861) : Céphalopodes tentaculifères, ammonitides, G. *Scaphites* etc. [heteromorphs], 1-100, pls. 28-61 ; Partie 6 (1863) : Céphalopodes, Supplément, 1-31, pls. A, B, and C. Georg ed., Genève.

OPPEL, A. (1865). – Die tithonische Etage. *Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft*, **17**, 535-558, Berlin.

D'ORBIGNY, A. (1840-1842). – Paléontologie française. Terrains crétacés, 1 (1840), 1-120, pls. 1-36 ; (1841), 121-430, pls. 37-112 ; (1842), 431-662, pls. 113-148, Paris.

D'ORBIGNY, A. (1850). – Terrains Crétacés, 17e étage : Néocomien. Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés, **2**, 62-111, Victor Masson, Paris.

PAQUIER, V. (1900). – Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales. *Ann. Univ. Grenoble*, **12**, 373-806, I-VIII, 2 pls., Grenoble.

PARONA, C. F. (1897). – Descrizione di alcuni ammoniti del Neocomiano veneto. *Palaeontographia Italica*, **3**, 137-144, 2 pls., Bologna.

PATRULIUS, D. & AVRAM, E. (1976). – Stratigraphie et corrélation des terrains Néocomiens et Barrémo-Bédouliens du Couloir de Dîmbovicioara (Carpates orientales). *Dari de seama ale sedintelor*, **62** (1974-1975), 135-160, Bucarest.

PATRULIUS, D., AVRAM, E. & MATEI, V. (1970). – Nota asupra unei faune a Tithonicului inferior (zona Contiguus) din Carpatii Orientali (Valea Doftanei). *Academie R.S.R. Studii si cercetari de Geologie, Geofizica, Geografie*, Ser. Geologie, **11**, 2, 135-148, 5 pls., Bucarest (in Rumanian).

PERVINQUIÈRE, L. (1907). – Etudes de paléontologie tunisienne. I. Céphalopodes des terrains secondaires. *Carte géol. Tunisie*, F.R. de Rudeval (ed.), 1-438, 27 pls., Paris.

PETKOVIC, K. V. & MILETIC, O. (1949). – Sur les ammonites barrémiennes trouvées dans les calcaires urgoniens de Kosutnjak (environs de Belgrade) et leur importance. *Annales Géologiques de la péninsule balkanique*, **17**, 123-139, 2 pls., Beograd

PICTET, F.-J. (1863). – Sur l'enroulement varié de l'*Ammonites angulicostatus* et sur la limite des genres *Ammonites* et *Crioceras*. Mélanges paléontologiques, lère livraison, 3ième notice; *Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, **17**,11-14, pl. 1 bis, Genève.

PICTET, F.-J. (1867). – Etudes paléontologiques sur la faune à Terebratula diphyoides de Berrias (Ardèche). Mélanges paléontologiques, 2ième livraison ; *Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, 43-130, pls. 8-28.

PICTET, F.-J. & DE LORIOL, P. (1858). – Description des fossiles contenus dans le Terrain néocomien des Voirons ; seconde partie : description des animaux invertébrés. Matériaux pour la Paléontologie Suisse, Seconde Série (1858-60), 64 pp., 12 pls., Genève.

QUENSTEDT, F. A. (1846-49). – Petrefactenkunde Deutschlands, Abt. 1, band 1, Cephalopoden, 1-580, 36 pls., Ludwig Friedrich Fues, Tübingen.

RAWSON, P. F. (1966). – A phylloceratid ammonite from the Speeton Clay (Lower Cretaceous) of Yorkshire. *Palaeontology*, **9**, 3, 455-457, pl. 72, London.

RICHARZ, P. S. (1905). – Die Neokombildungen bei Kaltenleutgeben. *Jahrbuch der Geologischen Reichs-Anstalt*, **54**, 343-358, 1 pl., Vienna.

ROCH, E. (1927). – Etude stratigraphique et paléontologique de l'Aptien inférieur de la Bédoule (près Cassis) (Bouches-du-Rhône). *Mém. Soc. géol. France*, NS, **4**, 1, Mém. 8, 1-37, 5 pls., Paris.

RODIGHIERO, A. (1919). – Il sistema Cretaceo del Veneto Occidentale compreso fra l'Adige e il Piave con speciale riguardo al Neocomiano dei Sette Comuni. *Palaeontographica Italica*, **25**, 39-126, 6 pls., Bologna.

ROMAN, F. (1938). – Les ammonites Jurassiques et Crétacées. Essai de genera, 1-554, 53 pls., Masson et Cie, eds, Paris.

SARASIN, CH. & SCHÖNDELMAYER, CH. (1901-1902). – Etude monographique des ammonites du Crétacique inférieur de Châtel-Saint-Denis. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, **28** (1901), 1-91, pls. 1-11 : **29** (1902), 92-195, pls. 12-25, Genève.

SARKAR, S. S. (1955). – Révision des ammonites déroulées du Crétacé inférieur du Sud-Est de la France. *Mém. Soc. géol. France*, NS, Mém. 72, 5-176, pls. 1-11, Paris.

SARKAR, S. S. (1977). – Sur *Binelliceras* genre nouveau d'Heteromorpha et sur la validité du genre *Emericiceras* SARKAR, 1954. *Paläontologisches Zeitschrift*, **51**, 3/4, 258-261, Stuttgart.

SAYN, G. (1891). – Description des ammonitides du barrémien du Djebel-Ouach près Constantine. *Annales de la Société d'Agriculture, Histoire Naturelle et Arts Utiles de Lyon*, **6**, 3, 135-208, 3 pls., Lyon.

SAYN, G. (1901). – Les ammonites pyriteuses des marnes valanginiennes du sud-est de la France. *Mém. Soc. géol. France*, **23**, 1, 1-27, pls. 1 (7) and 2 (8), Paris.

SCHINDEWOLF, O. H. (1966). – Studien zur Stammesgeschichte der Ammoniten, Lieferung 5, *Akademie der Wissenschaft und der Literatur*, Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse, **3**, 325-454, Mainz.

SIMIONESCU, I. (1898). – Studii geologice si paleontologice din Carpatii sudici ; I. Studii geologice asupra basenului Dîmboviciórei ; II. Fauna Neocomiana din basinul Dîmboviciórei. *Academia Romana*, 2, 1-131, 8 pls., Bucarest.

SORNAY, J. (1968). – Sur des ammonites du Barrémien et de l'Aptien d'Ibiza (Baléares). *Ann. Sci. Univ. Besançon*, 3è Série, Géologie, **5**, 3-8, Besançon.

SPATH, L. F. (1923). – A monograph of the Ammonoidea of the Gault, Volume I, part I. *Palaeontographical Society* (1921), 1-72, pls. 1-4, London.

THIEULOY, J.-P. (1972). – Biostratigraphie des lentilles à pérégrinelles (brachiopodes) de l'Hauterivien de Rottier (Drôme, France). *Geobios*, **5**, 1, 5-53, 5 pls., Lyon.

THOMEL, G. (1964). – Contribution à la connaissance des céphalopodes Crétacés du Sud-Est de la France ; note sur les ammonites déroulées du Crétacé inférieur vocontien. *Mém. Soc. géol. France*, **101**, 580, 12 pls., Paris.

THOMEL, G. (1980). – Ammonites. 1-227, 334 figs, 6 pls, Editions Serre, Nice.

TIETZE, E. (1872). – Geologische und paläontologische Mittheilungen aus dem südlichen Theil des banater Gebirgsstockes. *Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt*, **22**, 1, 35-142, 8 pls., Vienna.

TOUCAS, A. (1890). – Etude de la faune des couches tithoniques de l'Ardèche. *Bull. Soc. géol. France*, **3**,18, 560-630, pls.13-18.

TRAUTH, F. (1938). – Die Lamellaptychi des Oberjura und Unterkreide. *Palaeontographica*, **A88**, 115-229, pls. 9-14, Stuttgart.

TZANKOV, V. (1934). – Notes sur le genre Holcodiscus. *Gov. na Sofia. Universitet*, fiziko-matematichecki fakultet, 57-111, 6 pls., Sofia.

TZANKOV, V. & BRESKOVSKI, S. (1985). – Ammonites des familles Holcodiscidae Spath, 1924 et Astieridiscidae Tzankov & Breskovski, 1982. II. Description paléontologique. *Geologica Balcanica*, **15**, 5, 3-52, 11 pls., Sofia.

UHLIG, V. (1883). – Die Cephalopodenfauna der Wernsdorfer Schichten. *Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe*, **46**, 127-282, 32 pls., Vienna.

VAŠÍČEK, Z. (1972). – Ammonoidea of the Tesín-Hradiste Formation (Lower Cretaceous) in the Moravskoslezské Beskydy Mts. *Edice Rozpravy ústredního ústavu Geologického*, **38**, 1-103, 16 pls., Praha.

VAŠÍČEK, Z. (1990). – Unterkreide-Ammoniten aus neu abgeteuften Schächten im Gebiet von Frenstát-Trojanovice (Aussere Karpaten, Silesische Einheit, CSFR). *Acta Museum Moraviae, Sci. nat.*, **75**, 95-116, 3 pls., Brno.

VAŠÍČEK, Z., MICHALÍK, J. & BORZA, K. (1983). – To the «Neocomian» biostratigraphy in the Krízna-nappe of the Strázovské Vrchy Mountains (northwest Central Carpathians). *Zitteliana*, **10**, 467-483, München.

VERMEULEN, J. (1980). – Etude de la Famille des Pulchellidae. Révision de trois espèces types du Barrémien du Sud-Est de la France. Thèse Université Nice, 1-92, 4 pls., Nice.

WIEDMANN, J. (1962). – Unterkreide-Ammoniten von Mallorca. 1. Lieferung: Lytoceratina, Aptychi. *Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Abhandlungen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse*, **1**, 1-148, pls. 1-10, Mainz.

WIEDMANN, J. (1967). – Stammesgeschichte und System der posttriadischen Ammonoideen, Ein Überblick, 2. Teil. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, Abhandlungen, **127**, 1, 13-81, pls. 3-6, Stuttgart.

WIEDMANN, J. (1973). – Ancyloceratina (Ammonoidea) at the Jurassic/Cretaceous boundary. *In* : Hallam, A. (ed.) - Atlas of Palaeobiogeography, Elsevier Scientific Publishing Company, 309-316, Amsterdam.

WILKE, H.-G. (1988). – Stratigraphie und Sedimentologie der Kreide im Nordwesten der Provinz Alicante (SE-Spanien). *Berliner Geowissenschaftlichen Abhandlungen*, A, **95**, 1-72, 9 pls., Berlin.

WINKLER, G. G. (1868). – Versteinerungen aus dem bayerischen Alpengebiet mit Geognostischen Erläuterungen, I, Die Neocomformation des Urschlauerachenthales bei Traunstein mit Rücksicht auf ihre Grenzschichten. Verlag der J. Lindauer'schen Buchhandlung, München.

WRIGHT, C. W. (1955). – Notes on Cretaceous ammonites ; II, the phylogeny of the Desmoceratacеae and the Hoplitaceae. *The Annals and Magazine of Natural History*, **12**, 8, 561-575, London.

WRIGHT, C. W. (1957). – *Protetragonitidae. In* Moore, R.C. (ed.) Treatise on Invertebrate Paleontology, L (Mollusca 4), L199-L200, Fig. 229., Lawrence, Kansas.

YIN TSAN-HSUN (1931). – Etude de la faune du Tithonique coralligène du Gard et de l'Hérault. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, **17**, Mém. 14, 200 p., 18 pls., Lyon.

ZITTEL, K. A. (1868). – Palaeontologische Studien über die Grenzschichten der Jura und Kreide-Formation im Gebiete der Karpathen, Alpen und Apenninen. *Palaeontologische Mittheilungen aus dem Museum des königligen Bayerischen Staates*, **2**, 1-118, 24 pls., Stuttgart.

ZITTEL, K. A. (1870). – Fauna der aeltern cephalopodenfuehrenden Tithonbildungen. *Palaeontographica*, **2**, 1-2, 1-192, 15 pls., Cassel.

ZWIERZYCKI, J. (1914). – Die Cephalopodenfauna der Tendaguru-Schichten in Deutsch-Ostafrika. *Archiv für Biontologie*, **3**, 4, 7-96, pls. 1-10, Berlin.

Plate 1

Fig. 1a – *Pseudothurmannia catulloi* (PARONA) (right side). RGM 387909. Catulloi Zone, Barremian, bed A153. **x 1.**

Fig. 1b – Idem (left side). **x 1.**

Fig. 2 – *Pseudothurmannia ohmi* (WINKLER). RGM 387888. Catulloi Zone, Barremian, bed A160. **x 1.**

Fig. 3 – *Pseudothurmannia catulloi* (PARONA). RGM 387908. Catulloi Zone, Barremian, from one of the beds A149 to 195. **x 1.**

Fig. 4 – *Pseudothurmannia mortilleti* (PICTET & DE LORIOL). RGM 387962. Ohmi Zone, Hauterivian, bed A145. **x 1.**

Fig. 5 – *Pseudothurmannia ohmi* (WINKLER). RGM 387903. Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds A139 to 151. **x 1.**

Fig. 6 – *Pseudothurmannia ohmi* (WINKLER). RGM 387895. Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds W30c to W30d. **x 1.**

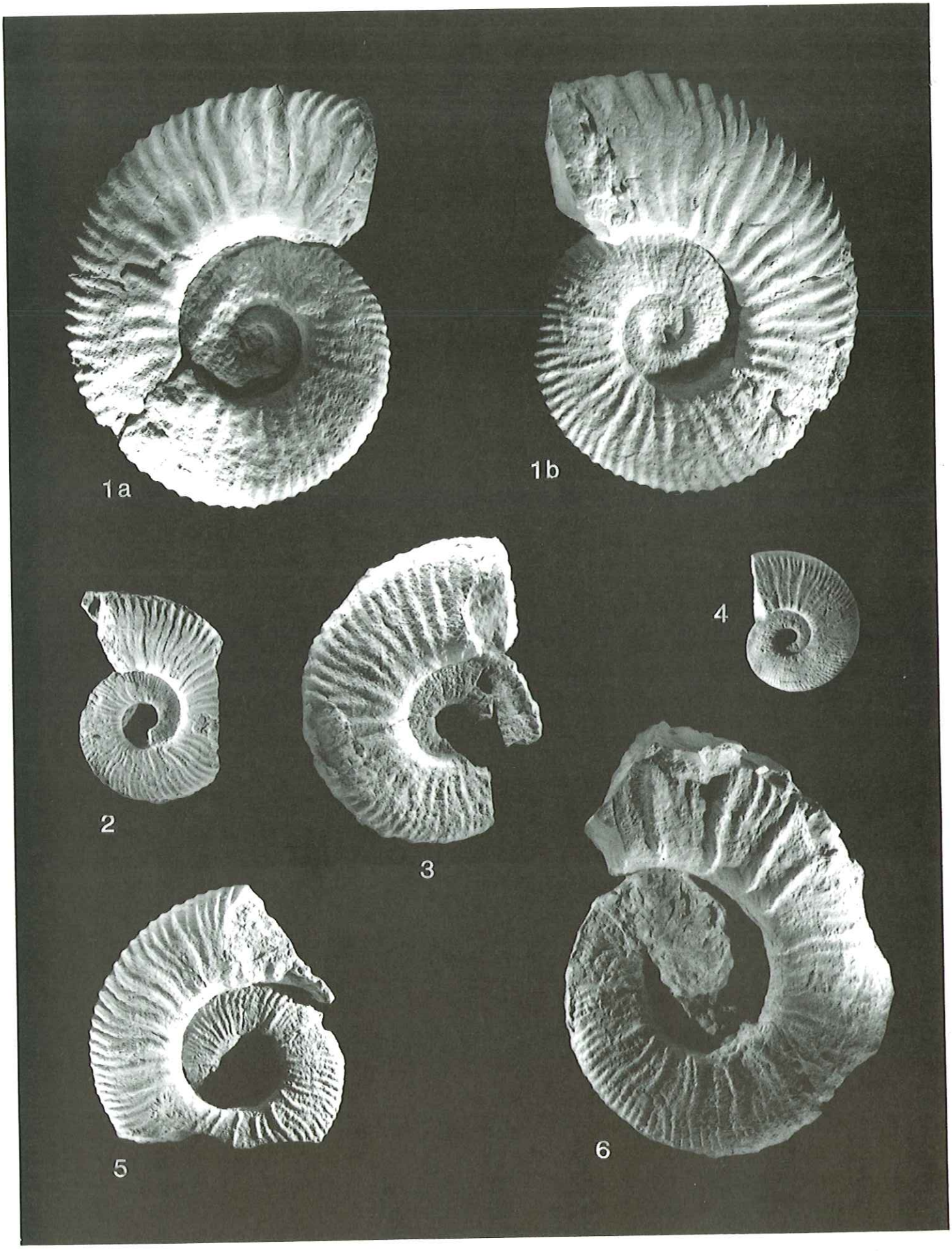

1a
1b
2
3
4
5
6

Plate 2

Fig. 1 – *Pseudothurmannia mortilleti* (PICTET & DE LORIOL). RGM 387889. Ohmi Zone, Hauterivian, bed A145. **x 1.**

Fig. 2 – *Pseudothurmannia mortilleti* (PICTET & DE LORIOL). RGM 387953. Catulloi Zone, Barremian, in block M from one of the beds W35 to 46. **x 1.**

Fig. 3 – *Pseudothurmannia mortilleti* (PICTET & DE LORIOL). RGM 387881. Catulloi Zone, Barremian, bed W36. **x 1.**

Fig. 4 – *Pseudothurmannia mortilleti* (PICTET & DE LORIOL). RGM 387884. Catulloi Zone, Barremian in block B from one of the beds W35 to 46. **x 1.**

Fig. 5 – *Pseudothurmannia mortilleti* (PICTET & DE LORIOL). RGM 387907. From one of the beds W34a to 36. **x 1.**

Fig. 6 – *Pseudothurmannia mortilleti* (PICTET & DE LORIOL). RGM 387905. Catulloi Zone, Barremian, in block B from one of the beds W35 to 46. **x 1.**

Fig. 7 – *Pseudothurmannia belimelensis* DIMITROVA. RGM 387980. Catulloi Zone, Barremian, in block H from one of the beds W35 to 46. **x 1.**

Fig. 8 – *Pseudothurmannia simionescui* SARKAR. RGM 387906. Catulloi Zone, Barremian, in block C from one of the beds W35 to 46. **x 1.**

Fig. 9 – *Pseudothurmannia belimelensis* DIMITROVA. RGM 387984. Catulloi Zone, Barremian, in block A from one of the beds W35 to 46. **x 1.**

Fig. 10 – *Pseudothurmannia sarasini* SARKAR. RGM 387877. Catulloi Zone, Barremian, bed W39. **x 1.**

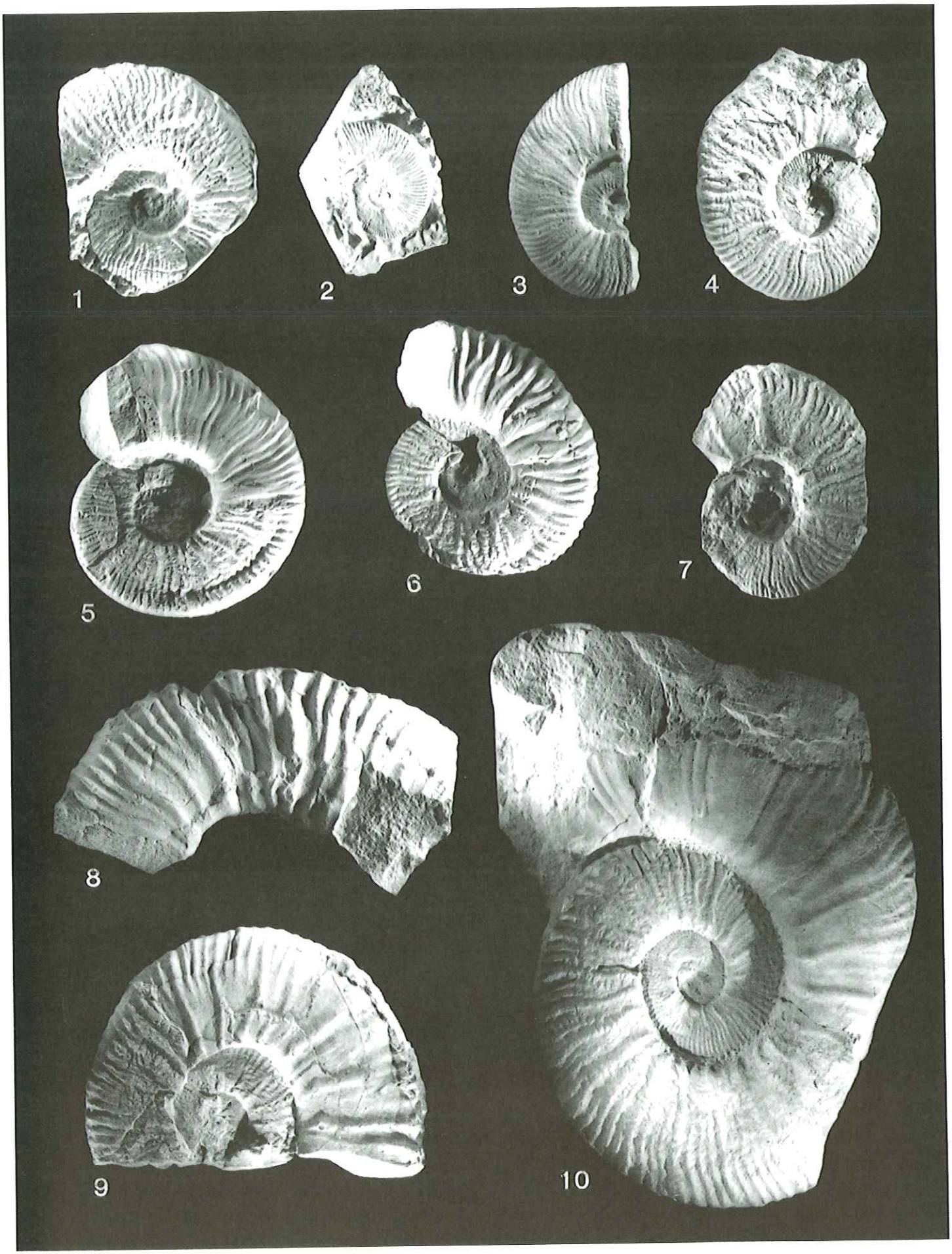

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Plate 3

Fig. 1 – *Pseudothurmannia (Balearites) shankariae* SARKAR. RGM 387910. Balearis Zone, Hauterivian, bed W20. **x 1.**

Fig. 2 – *Pseudothurmannia (Balearites) shankariae* SARKAR. RGM 387887. Balearis Zone, Hauterivian, from one of the beds F127 to 158. **x 1.**

Fig. 3 – *Pseudothurmannia (Balearites) shankariae* SARKAR. RGM 387956. Balearis Zone, Hauterivian, bed W18. **x 1.**

Fig. 4a – *Pseudothurmannia (Balearites)* nov. sp. A (right side). RGM 387925. Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds A139 to 151. **x 1.**

Fig. 4b – Idem (left side). **x 1.**

Fig. 5 – *Pseudothurmannia (Balearites) «binelli»* THOMEL, *non* ASTIER. RGM 387914. Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds W28 to 29. **x 1.**

Fig. 6 – *Pseudothurmannia (Balearites) «binelli»* THOMEL, *non* ASTIER. RGM 387928. Balearis Zone, Hauterivian, from one of the beds W23 to 30. **x 1.**

Fig. 7 – *Pseudothurmannia (Balearites) «binelli»* THOMEL, *non* ASTIER. RGM 387930. Balearis Zone, Hauterivian, bed W26. **x 1.**

Fig. 8 – *Pseudothurmannia (Balearites) «binelli»* THOMEL, *non* ASTIER. RGM 387919. Balearis Zone, Hauterivian, from one of the beds W20 to 26. **x 1.**

Fig. 9 – *Pseudothurmannia (Balearites) «binelli»* THOMEL, *non* ASTIER. RGM 387912. Balearis Zone, Hauterivian, from one of the beds W20 to 30. **x 1.**

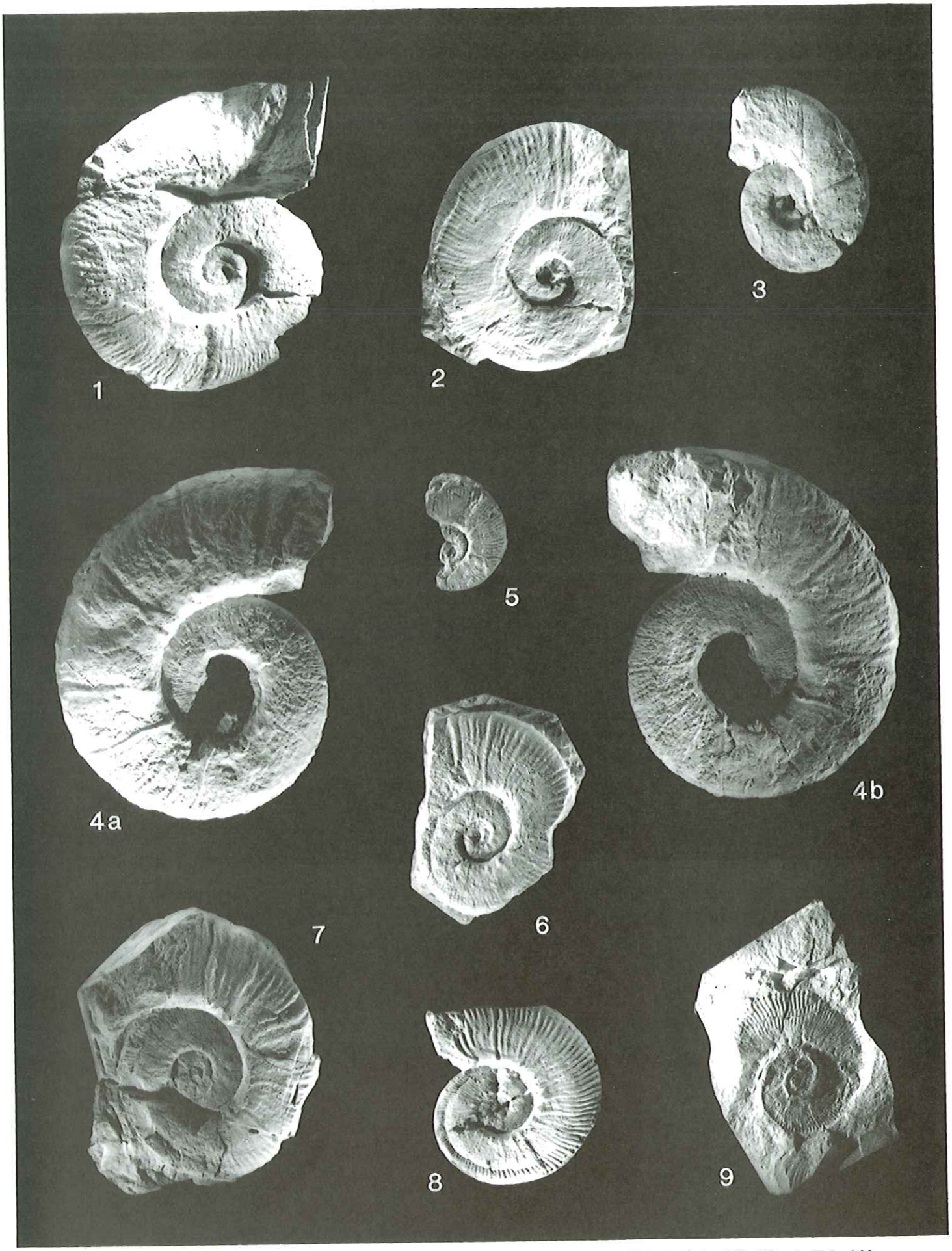

1
2
3
4a
5
4b
6
7
8
9

Plate 4

Fig. 1 – *Crioceratites «krenkeli»* BRAGA *et al.*, *non* SARKAR. RGM 387898. Balearis Zone, Hauterivian, from one of the beds W26 to 27. **x 1.**

Fig. 2 – *Crioceratites «krenkeli»* BRAGA *et al.*, *non* SARKAR. RGM 387896. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W29. **x 1.**

Fig. 3 – *Crioceratites «krenkeli»* BRAGA *et al.*, *non* SARKAR. P.231 G.I.A. (Collection J.P. Krijnen). Campo de Bejar, Moratalla, Spain. **x 1.**

Fig. 4 – *Crioceratites «krenkeli»* BRAGA *et al.*, *non* SARKAR. RGM 387890. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W30. **x 1.**

Fig. 5a – *Crioceratites angulicostatus* (D'ORBIGNY) (side view), plaster cast of holotype, Neocomien, Chamateuil near Castellane. RGM 387958. **x 1.**

Fig. 5b – Idem (ventral view). **x 1.**

Fig. 5c – Idem (whorl section). **x 1.**

Fig. 6 – *Crioceratites andersoni* SARKAR. RGM. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W30d. **x 1.**

Fig. 7 – *Crioceratites binelli* (ASTIER). RGM 19423. Neocomian, Barrême, Alpes-de-Haute Provence, France. **x 1.**

Fig. 8 – *Crioceratites pseudothurmannii* DIMITROVA. RGM 387893. Balearis Zone, Hauterivian, from one of the beds W24 to 27. **x 1.**

Fig. 9 – *Crioceratites pseudothurmannii* DIMITROVA. RGM 387882. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W26. **x 1.**

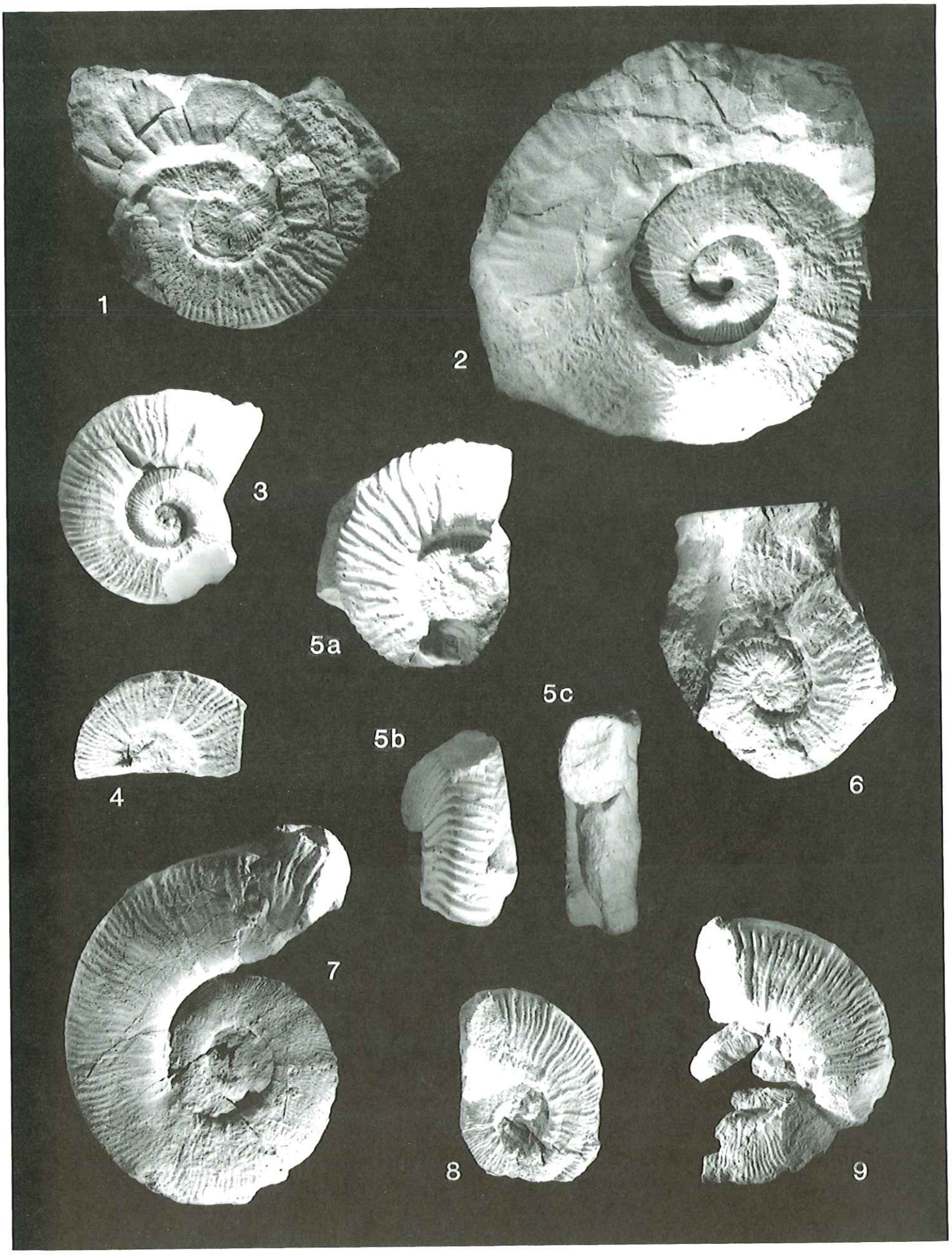

1
2
3
5a
4
5c
5b
6
7
8
9

Plate 5

Fig. 1 – *Crioceratites ibizensis* WIEDMANN. RGM 387935. Ohmi Zone, Hauterivian bed W30b. **x 1.**

Fig. 2 – *Crioceratites ibizensis* WIEDMANN. RGM 387937. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W30b. **x 1.**

Fig. 3 – *Crioceratites ibizensis* WIEDMANN. RGM 387891. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W31. **x 1.**

Fig. 4 – *Crioceratites ibizensis* WIEDMANN. RGM 387938. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W30. **x 1.**

Fig. 5 – *Crioceratites ibizensis* WIEDMANN. RGM 387880. Balearis Zone, Hauterivian, bed W24. **x 1.**

Fig. 6 – *Crioceratites ibizensis* WIEDMANN. RGM 387892. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W30b. **x 1.**

Fig. 7 – *Crioceratites ibizensis* WIEDMANN. RGM 387894. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W30b. **x 1.**

Fig. 8 – *Crioceratites «provincalis»* BRAGA *et al.*, *non* WIEDMANN. G.I.A. J.9963 (Collection van Veen). Balearis or Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds W20 to 34. **x 1.**

Fig. 9 – *Crioceratites «provincalis»* BRAGA *et al.*, *non* WIEDMANN. RGM 387979. Ohmi Zone, Hauterivian, bed A144. **x 1.**

Fig. 10 – *Crioceratites ibizensis* WIEDMANN. RGM 387879. Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds W20 to 30. **x 1.**

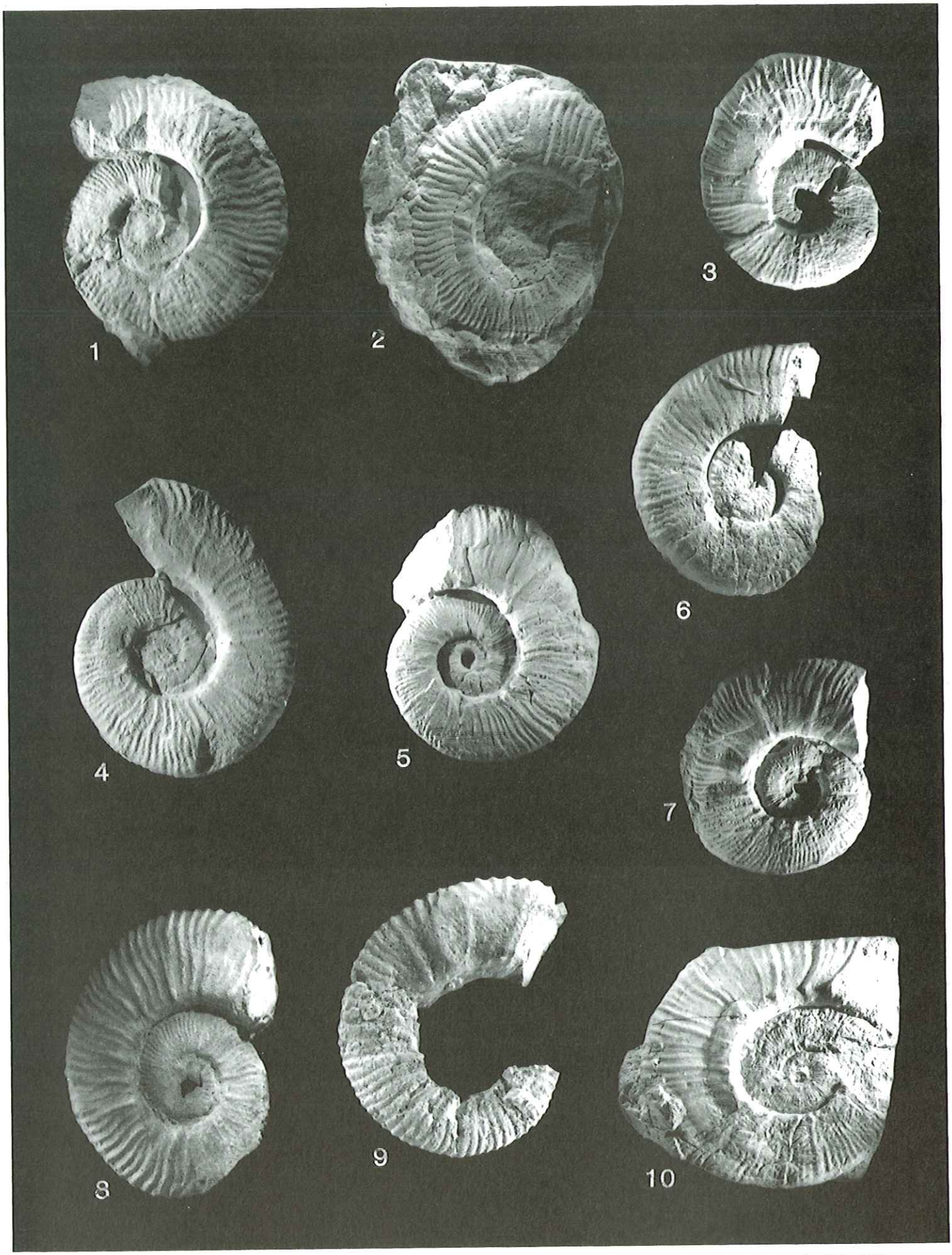

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Plate 6

Fig. 1 – *Crioceratites andersoni* SARKAR. G.I.A. J.9961 (Collection Van Veen). Balearis or Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds W20 to 34. **x 1.**

Fig. 2 – *Crioceratites andersoni* SARKAR. RGM 387943. Balearis Zone, Hauterivian, bed W23. **x 1.**

Fig. 3 – *Crioceratites «majoricensis»* THOMEL, *non* NOLAN. RGM 387934. Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds W27 to 29. **x 1.**

Fig. 4 – *Crioceratites paramahansai* SARKAR. RGM 387986. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W30b. **x 1.**

Fig. 5 – *Crioceratites majoricensis* NOLAN (plaster cast). RGM 387927. Ohmi Zone, Hauterivian, bed J142b. **x 1.**

Fig. 6 – *Crioceratites «majoricensis»* THOMEL, *non* NOLAN. RGM 387931. Ohmi Zone, Hauterivian, bed A142a. **x 1.**

Fig. 7 – *Crioceratites majoricensis* NOLAN. RGM 387933. Balearis or Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds W20 to 30. **x 1.**

Fig. 8 – *Crioceratites «nolani»* ADAMÍKOVÁ *et al., non* KILIAN. RGM 387982. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W30b. **x 1.**

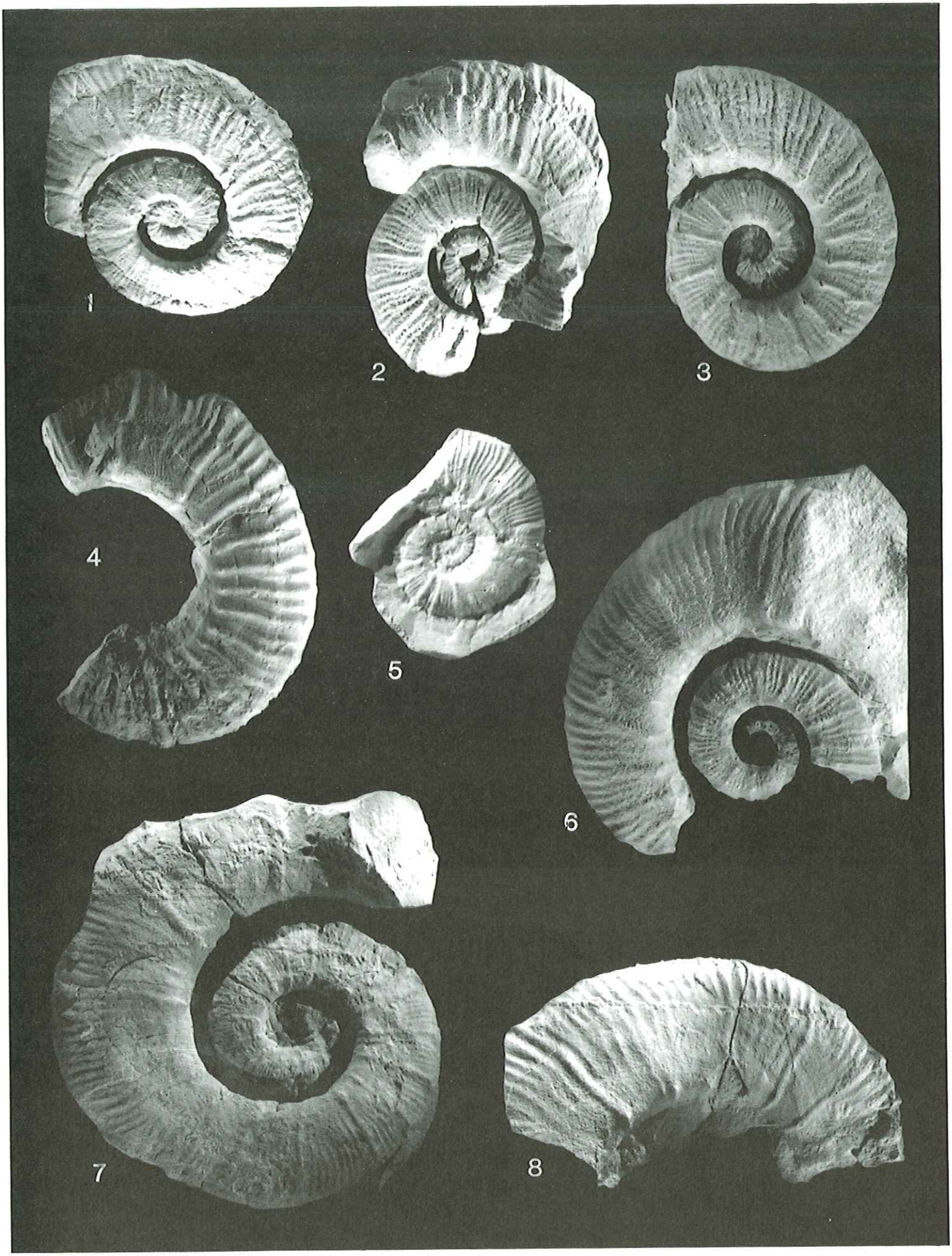

1
2
3
4
5
6
7
8

Plate 7

Fig. 1 – *Crioceratites sornayi* SARKAR. RGM 387985. Balearis Zone, Hauterivian, from one of the beds W24 to 27. **x 1.**

Fig. 2 – *Crioceratites «sornayi densicostata»* SARKAR. RGM 387902. Balearis Zone, Hauterivian, bed K128. **x 1.**

Fig. 3 – *Crioceratites «sornayi densicostata»* SARKAR. RGM 387878. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W30. **x 1.**

Fig. 4 – *Crioceratites krenkeli* SARKAR. RGM 387939. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W32. **x 1.**

Fig. 5 – *Crioceratites krenkeli* SARKAR. RGM 387921. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W30d. **x 1.**

Fig. 6 – *Crioceratites krenkeli* SARKAR. RGM 387936. Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds W30b to 30e. **x 1.**

Fig. 7 – *Crioceratites* n. sp. A. RGM 387974. Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds W28 to 30. **x 1.**

Fig. 8 – *Crioceratites (Emericiceras) emerici* LÉVEILLÉ. RGM 387967. Catulloi Zone, Barremian, bed W34b. **x 1.**

Fig. 9 – *Crioceratites (Emericiceras) thiollierei* (ASTIER). RGM 387955. Hugii Zone, Barremian, bed E181. **x 1.**

Fig. 10 – *Acrioceras* ex gr. *tabarelli* (ASTIER). RGM 387904. Catulloi Zone, Barremian, bed W35. **x 1.**

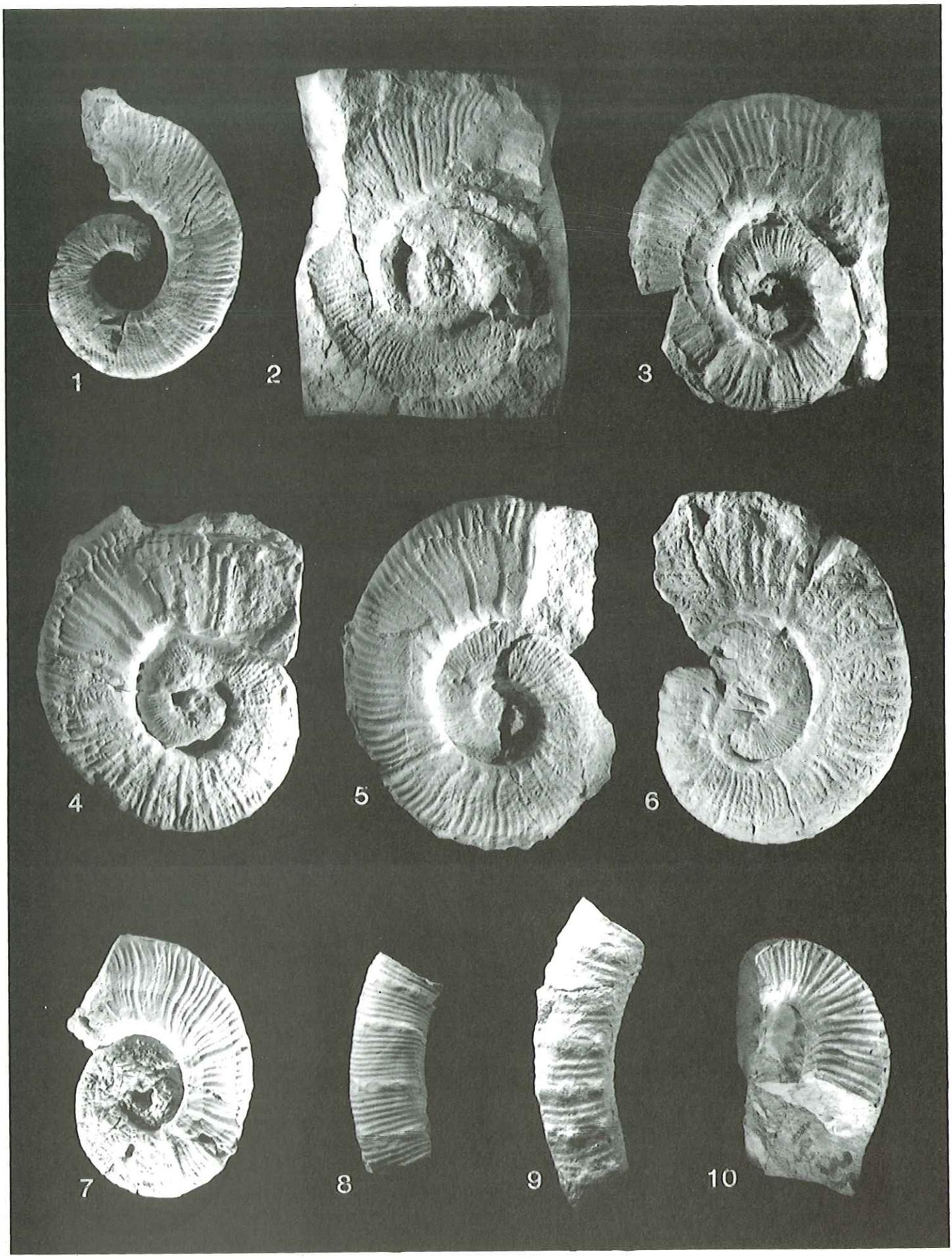

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Plate 8

Fig. 1 – *Anahamulina «jourdani»* (OOSTER, *non* ASTIER). RGM 387920. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W30. **x 1.**

Fig, 2 – *Anahamulina «jourdani»* (OOSTER, *non* ASTIER). RGM 387941. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W30. **x 1.**

Fig. 3a – *Anahamulina «jourdani»* (OOSTER, *non* ASTIER). RGM 387911. Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds W28 to 29. **x 1.**

Fig. 3b – Idem (adapical part). **x 1.**

Fig. 4 – *Anahamulina subcylindrica* (D'ORBIGNY). RGM 387981. Catulloi Zone, Barremian, bed A154. **x 1.**

Fig. 5 – *Anahamulina boutini* (MATHERON). RGM 387946. Catulloi Zone, Barremian, from one of the beds W41 to 46. **x 1.**

Fig. 6 – *Anahamulina quenstedti* (UHLIG). RGM 387965. Catulloi Zone, Barremian, bed W43. **x 1.**

Fig. 7 – *Hamulinites sabaudianus* (PICTET & DE LORIOL). RGM 387948. Catulloi Zone, Barremian, in block N from one of the beds W35 to 46. **x 1.**

Fig. 8 – *Hamulinites sabaudianus* (PICTET & DE LORIOL). RGM 387954. Catulloi Zone, Barremian, in block D from one of the beds W35 to 46. **x 1.**

Fig. 9 – *Hamulinites tzankovi* (MANOLOV). RGM 387973. Catulloi Zone, Barremian, from one of the beds W46 to 56. **x 1.**

Fig. 10 – *Hamulinites parvulus parvulus* (UHLIG). RGM 387971. Catulloi Zone, Barremian, in block F from one of the beds W35 to 46. **x 1.**

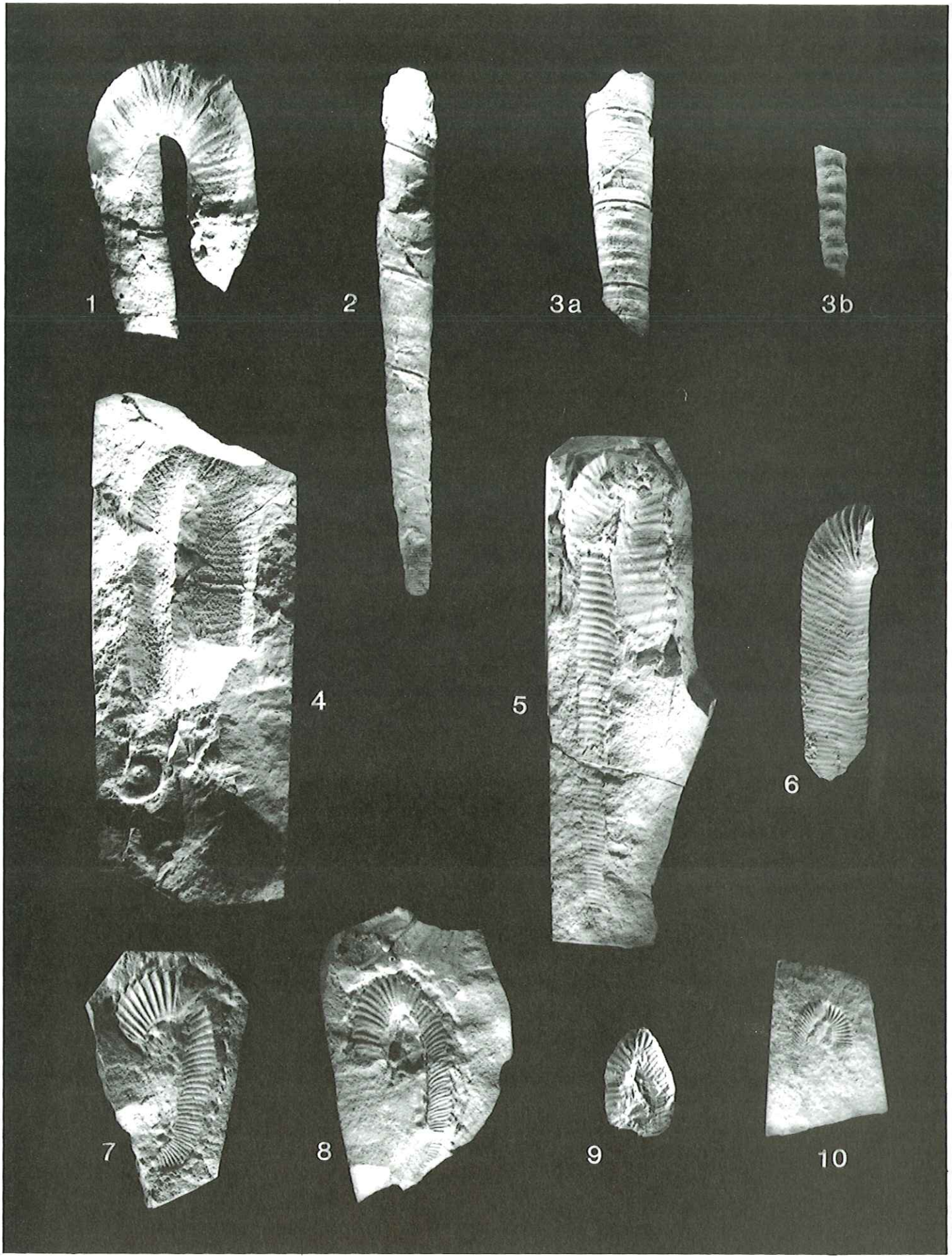

1
2
3a
3b
4
5
6
7
8
9
10

Plate 9

Fig. 1 – *Plesiospitidiscus subdifficilis* (KARAKASCH). RGM 387923. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W30b. **x 1.**

Fig. 2 – *Plesiospitidiscus subdifficilis* (KARAKASCH). RGM 387924. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W30b. **x 1.**

Fig. 3 – *Plesiospitidiscus subdifficilis* (KARAKASCH). RGM 387917. Balearis Zone, Hauterivian, bed W26. **x 1.**

Fig. 4 – *Plesiospitidiscus «issarpayensis»* DIMITROVA, *non* KILIAN & REBOUL. RGM 387897. Balearis Zone, Hauterivian, bed W24. **x 1.**

Fig. 5 – *Plesiospitidiscus «issarpayensis»* DIMITROVA, *non* KILIAN & REBOUL. RGM 387918. Balearis Zone, Hauterivian, bed W20. **x 1.**

Fig. 6 – *Plesiospitidiscus* cf. *ligatus* (D'ORBIGNY). RGM 387915. Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds F140 to 158. **x 1.**

Fig. 7 – *Plesiospitidiscus* cf. *ligatus* (D'ORBIGNY). RGM 387916. Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds W30 to 30a. **x 1.**

Fig. 8 – *Barremites vocontius* (LORY & SAYN). RGM 387901. Hugii Zone, Barremian, bed W78. **x 1.**

Fig. 9 – *Barremites vocontius* (LORY & SAYN). RGM 387900. Hugii Zone, Barremian, bed W78. **x 1.**

Fig. 10 – *Barremites dimboviciorensis* (BRESKOVSKI). RGM 387886. Hugii Zone, Barremian, bed W80. **x 1.**

Fig. 11 – *Paraspiticeras* sp.. RGM 387972. Catulloi or Hugii Zone, Barremian, from one of the beds W49 to 65. **x 1.**

Fig. 12. – *Barremites dimboviciorensis* (BRESKOVSKI). RGM 387885. Hugii Zone, Barremian, bed W85. **x 1.**

Fig. 13 – *Barremites boutini* (MATHERON). RGM 387883. Hugii Zone, Barremian, from one of the beds W53 to 97. **x 1.**

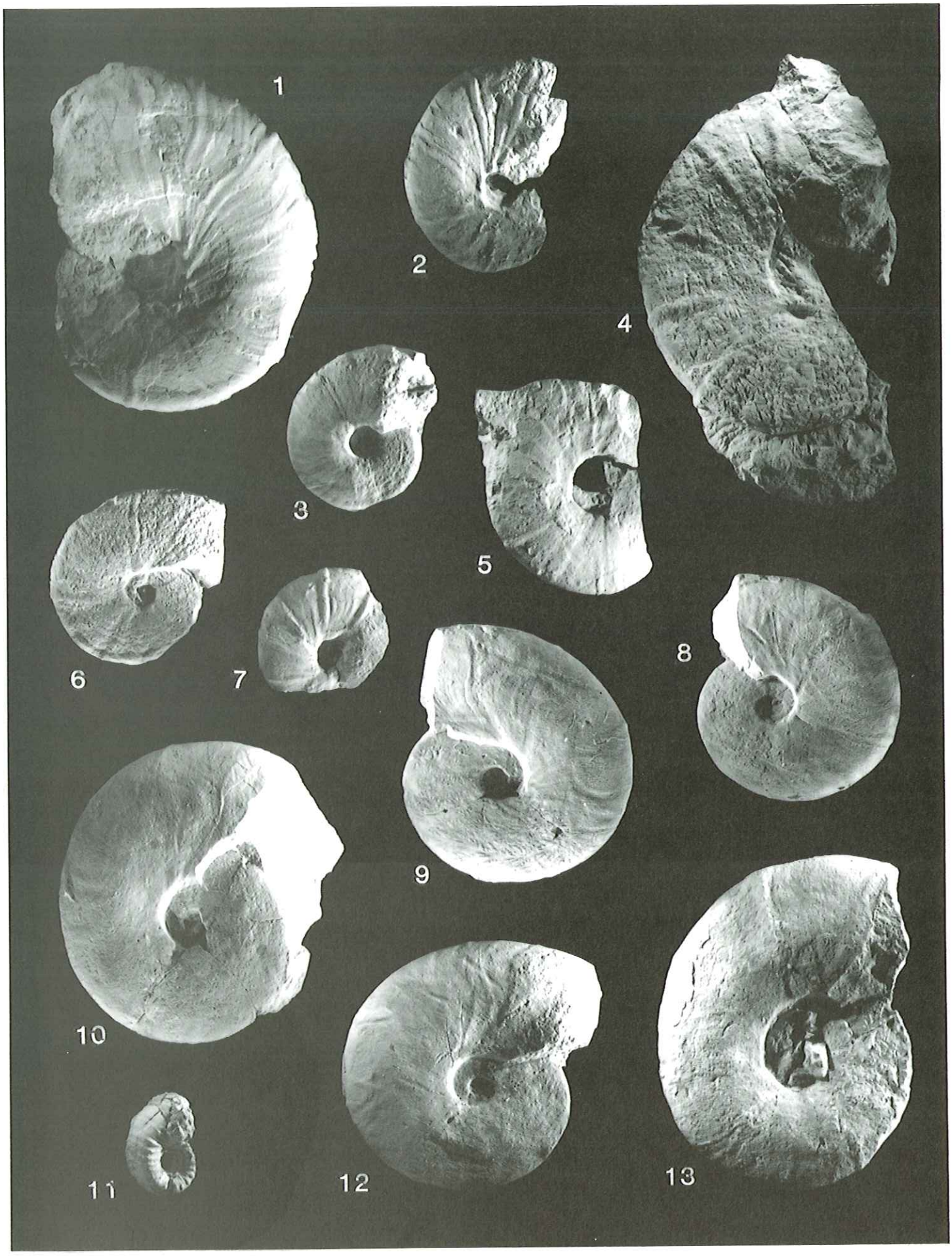

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

Plate 10

Fig. 1 – *«Spitidiscus» hugii* (OOSTER). G.I.A. J.9983 (Collection Van Veen). Hugii Zone, Barremian, bed W77. **x 1.**

Fig. 2 – *«Spitidiscus» hugii* (OOSTER). G.I.A. J.9983 (Collection Van Veen). Hugii Zone, Barremian, bed W77. **x 1.**

Fig. 3 – *«Spitidiscus» vandeckii* (D'ORBIGNY). RGM 387983. Hugii Zone, Barremian, from one of the beds C177 to 195. **x 1.**

Fig. 4 – *«Spitidiscus» oosteri* (SARASIN & SCHÖNDELMAYER). RGM 387963. Hugii Zone, Barremian, from one of the beds W72 to 87. **x 1.**

Fig. 5 – *Valdedorsella (Abrytusites) neumayri* (HAUG). RGM 387952. Catulloi Zone, Barremian, from one of the beds W46 to 52. **x 1.**

Fig. 6 – *«Spitidiscus» kiliani* (PAQUIER). RGM 387951. Hugii Zone, Barremian, bed Q44. **x 1.**

Fig. 7 – *Psilotissotia masylaea* (COQUAND). RGM 387964. Catulloi Zone, Barremian, from one of the beds W45 to 46a. **x 1.**

Fig. 8 – *Psilotissotia masylaea* (COQUAND). G.I.A. P.113 (Collection Kuhry). Catulloi Zone, Barremian, Section W. **x 1.**

Fig. 9 – *Psilotissotia favrei* (OOSTER). RGM 387976. Hugii Zone, Barremian, from one of the beds W54 to 97. **x 1.**

Fig. 10 – *Psilotissotia favrei* (OOSTER). RGM 387975. Hugii Zone, Barremian, from one of the beds W54-97. **x 1.**

Fig. 11 – *Valdedorsella (Abrytusites) neumayri* (HAUG). RGM 387945. Catulloi Zone, Barremian, from one of the beds E147-154. **x 0.5** of natural size.

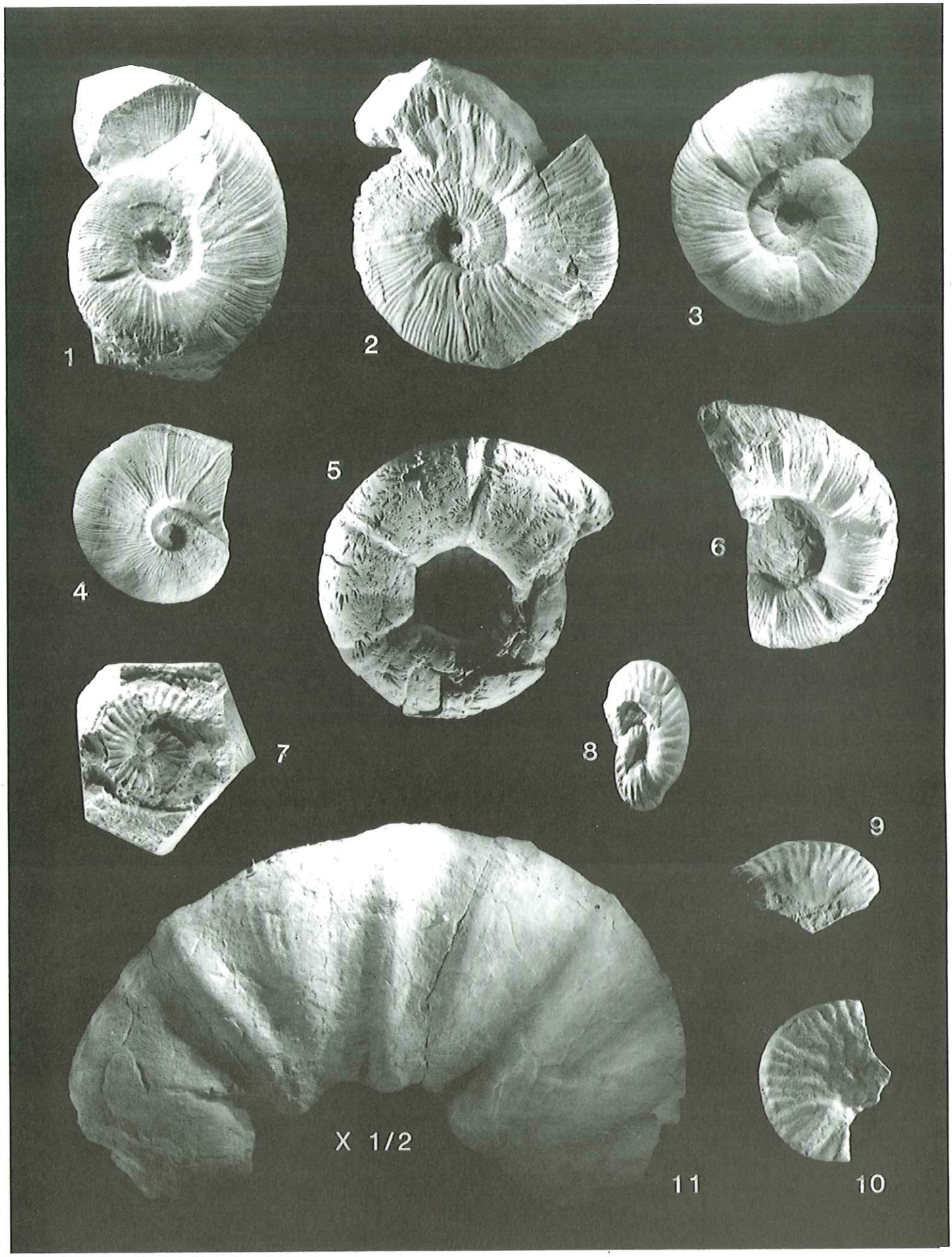

1
2
3
4
5
6
7
8
9
X 1/2
11
10

Plate 11

Fig. 1 – *Lytoceras subfimbriatum* (D'ORBIGNY) (plaster cast). RGM 387932. Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds W30 to 31. **x 1.**

Fig. 2 – *Protetragonites quadrisulcatus* (D'ORBIGNY). RGM 387922. Catulloi Zone, Barremian, bed K153. **x 1.**

Fig. 3 – *Protetragonites crebrisulcatus* (UHLIG). RGM 387978. Hugii Zone, Barremian, bed C184. **x 1.**

Fig. 4 – *Lamellaptychus angulicostatus longus* TRAUTH. RGM 387977. Ohmi Zone, Hauterivian, bed C142d. **x 1.**

Fig. 5 – *Neolissoceras grasianum subgrasianum* DRUSHCHITS & KUDRJAVTSEV. RGM 387968. Ohmi Zone, Hauterivian, bed C143. **x 1.**

Fig. 6 – *Lytoceras densifimbriatum* (UHLIG). RGM 387944. Hugii Zone, Barremian, bed W77. **x 1.**

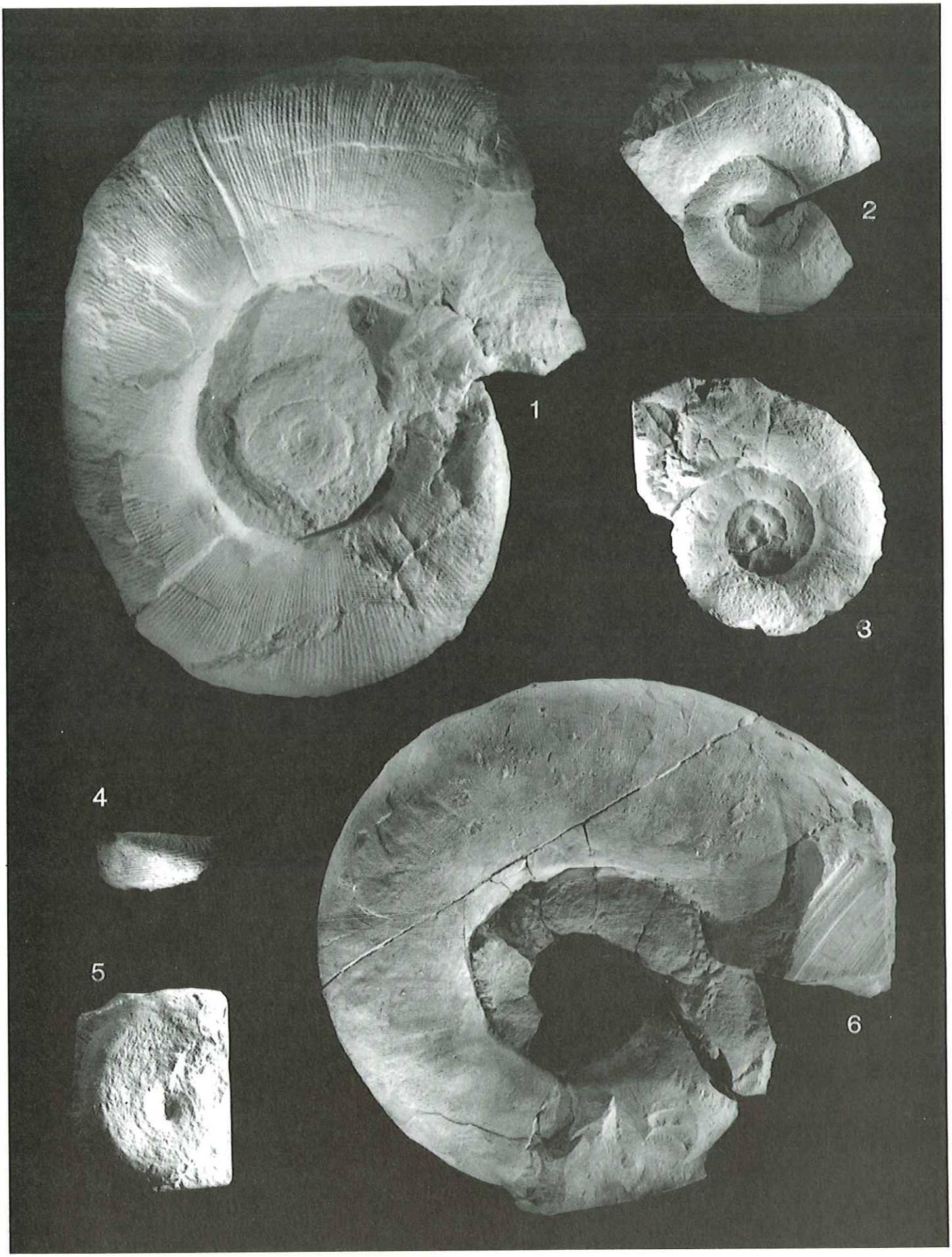

1
2
3
4
5
6

Plate 12

Fig. 1 – *Phyllopachyceras infundibulum* (D'ORBIGNY). RGM 387966. Hugii Zone, Barremian, bed W80. **x 1.**

Fig. 2 – *Phyllopachyceras winkleri* n. ssp. A. RGM 387940. Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds F142c to 156. **x 1.**

Fig. 3 – *Phyllopachyceras winkleri* n. ssp. A. RGM 387929. Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds F142c to 156. **x 1.**

Fig. 4 – *Phylloceras thetys* (D'ORBIGNY). RGM 387926. Hugii Zone, Barremian, bed C170. **x 1.**

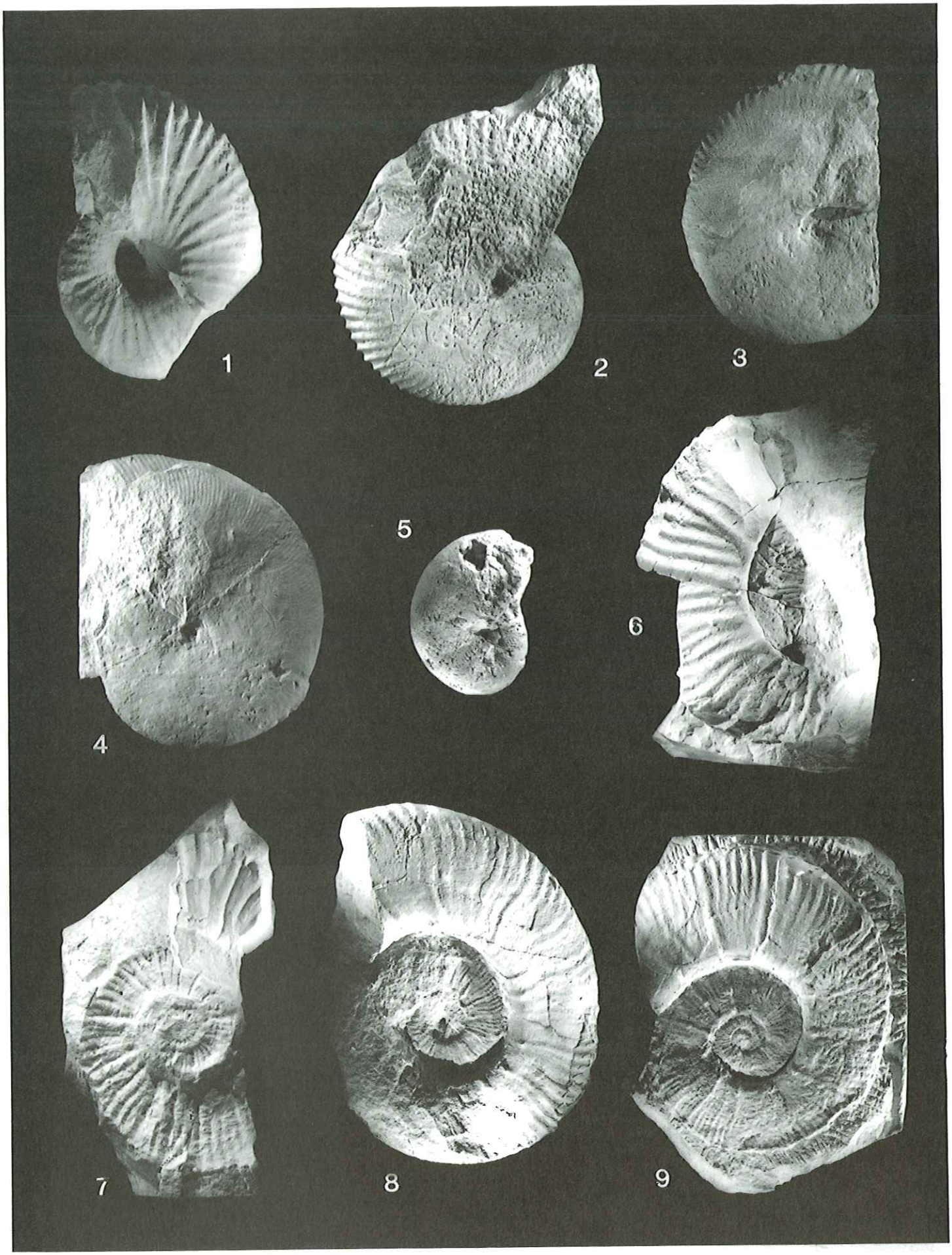
Fig. 5 – *Phylloceras serum* (OPPEL). RGM 387913. Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds W30b to 30d. **x 1.**

Fig. 6 – *Crioceratites* cf. *remanei* WIEDMANN. RGM 352440. Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds W24 to 26. **x 1.**

Fig. 7 – *Crioceratites* cf. *remanei* WIEDMANN. RGM 352439. Ohmi Zone, Hauterivian, from one of the beds W28 to 30. **x 1.**

Fig. 8 – *Crioceratites* nov. sp. B. RGM 352436. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W30b. **x 1.**

Fig. 9 – *Crioceratites* nov. sp. B. RGM 352437. Ohmi Zone, Hauterivian, bed W31. **x 1.**


1
2
3
4
5
6
7
8
9

Géologie Alpine, 1994, Mém. H. S. n° 20, p. 279-319

Les zones à Feraudianus, Giraudi et Sarasini du Barrémien supérieur de la région stratotypique d'Angles - Barrême - Castellane (Sud-Est de la France)

par Gérard DELANOY*

RÉSUMÉ. — L'exploitation banc par banc de seize coupes réparties principalement dans la région stratotypique d'Angles - Barrême - Castellane permet d'individualiser trois unités biostratigraphiques dans la partie supérieure du Barrémien supérieur en accord avec la zonation élaborée dans le cadre de l'IPGC 262 : zone à Feraudianus, zone à Giraudi et zone à Sarasini.

Six coupes, sélectionnées pour leur représentativité, sont décrites dans ce travail, tandis que la découverte, dans cette région, d'un niveau à *Camereiceras limentinus* (THIEULOY) permet d'envisager de nouvelles corrélations stratigraphiques entre le Vercors et la région d'Angles.

Les ammonites de la famille des Heteroceratidae confirment une fois de plus leur rôle prépondérant dans l'analyse biostratigraphique de cette période. *Heteroceras coulleti* DELANOY, un taxon récemment créé, fait l'objet d'une description plus complète.

Enfin, le problème de la limite Barrémien/Aptien est brièvement abordé.

MOTS CLÉS. — Crétacé inférieur, France, Barrémien, Aptien, Biostratigraphie, Ammonites.

The Hemihoplites feraudianus Zone, Imerites giraudi Zone and Martelites sarasini Zone in the Upper Barremian of the stratotypical area of Angles - Barrême - Castellane (South-Eastern France)

ABSTRACT. — This work has been realized thanks to the study, bed by bed, of sixteen sections mainly found in the most south-eastern part of the vocontian basin, in the Angles-Barrême-Castellane region. Six sections selected for their exemplarity and for their richness in ammonites are described in this paper. It allows to individualize three biostatigraphic units in the upper part of the upper Barremian.

The *Hemihoplites feraudianus* Zone is defined by the appearance of the index-species. It is characterized by the disappearing of Pulchellidae and the coming out of genus *Heteroceras* in his upper part. At the base, are met level locally very rich in *Hemihoplites feraudianus*, a species to which is always associated *Spinocrioceras polyspinosum*, a form originally described in the Lower Saxony Basin (North Germany). In the subjacent levels and before the appearance of *Heteroceras* (*H. coulleti* and *H. baylei*), the only signifiant species seems to be *Emericiceras magnini.*

The *Imerites giraudi* Zone is defined by the appearance of *Imerites giraudi* or of all species of *Imerites* (incl. *Eristavia*). This zone is remarquable not only for the disappearing of Hemihoplitidae but also for the development of *Heteroceras*. It is possible to recognize two assemblages : at the base, is found an association dominated by *Heteroceras coulleti* and the *Imerites* whereas a great quantity of tall heterocones *Heteroceras* (= *pars Colchidites auct.*) of gr. *imericum*, *emerici*, *tardieui* and *leenhardtii* is found in the middle part.

The *Martelites sarasini* Zone is defined by the appearance of *Martelites sarasini*. But in the absence of the index species, it seems that *Leptoceratoides puzosianum* can be used as a marker of the base of the zone. The first *Prochelonicera*s appears also in this unit as well as, in the upper part, genera *Kutatissites* and *Pseudocrioceras*. The taxon *Martelites sarasini* has been choosen as an index-species for the following reasons.

---

* Laboratoire de Géochimie et Géologie Analytique et Laboratoire de Micropaléontologie et Géologie Marine. Université de Nice, Parc Valrose, 06018 Nice Cedex 2 ; Centre d'Etudes Méditerranéennes, Muséum d'Histoire Naturelle, 60 Boulevard Risso, 06300 Nice.

• The *"Colchidites" securiformis* group lies in the deeper zones of georgian basins and the fact that it has never been signalled in others basins seems to prove a sort of endemism.

• The forms affined with *Martelites sarasini* are largely spread in the world and offer therefore possibilities of correlation on large scale.

• The morphological saltation between genera *Heteroceras* and *Martelites* correspond to an important evolutive stage in the philogeny of Heteroceratidae and constitute therefore an excellent chronostratigraphical marker.

• The sections studied in Georgia and in Caucasian region do not show, concerning the spread of Heteroceratidae fauna the same precision as the more dilated series of the stratotypical area. In consequence, the associations of fauna found in the georgian *Imerites giraudi* and *Colchidites securiformis* Zones, or Subzones, cannot be exploited usefully in the vocontian upper Barremian, some taxa common to these associations showing, according the literature, clearly a stratigraphic displacement between the two regions.

• The appearance of genus *Paraimerites* does not allow to define the base of a *"Colchidites" securiformis* zone in the Angles area. This genus indeed is known in the south-east of France by only a single specimen collected in the level with the *Heteroceras* of gr. *imericum, emerici, tardieui* and *leenhardtii* in the *Imerites giraudi* Zone which is not enough to draw conclusions on the stratigraphic spread of the genus in the region. Moreover, the acceptance and or the validity of this taxon needs to be redefined.

The discovery, in the *Heinzia sartousiana* Zone, of a level with *Camereiceras limentinus* allows to envisage new stratigraphic correlations between the Vercors and the Angles area.

At least, the problem of the Barremian/Aptian boundary is briefly discussed and *Heteroceras coulleti*, a newly create species, is the object of a more complete description.

KEY WORDS. — Lower Cretaceous, France, Barremian, Aptian, Biostratigraphy, Ammonites.

1. – INTRODUCTION

1.1. Le cadre géographique

Le présent travail a été réalisé grâce à l'exploitation d'un certain nombre de coupes (16 au total) principalement réparties dans la partie orientale la plus méridionale du Bassin Vocontien, dans la région d'Angles - Barrême - Castellane (Alpes de Haute-Provence) (fig. 1). A cela trois raisons :

- il s'agit de la région de référence de l'étage Barrémien puisque le stratotype y a été choisi près du petit village d'Angles [Busnardo, 1965 a] ;

- cette région constitue une zone privilégiée pour l'étude de la succession des faunes d'ammonites grâce à la présence de séries sédimentaires relativement bien fossilifères dont la régularité semble peu altérée par les remaniements gravitaires ;

- l'état et la position de la coupe stratotypique d'Angles nécessitait obligatoirement l'exploitation de coupes situées dans les environs plus ou moins immédiats de celle-ci. Tous ces affleurements étant de toute façon moyennement fossilifères, il est évident que leur multiplicité augmentait quantitativement et qualitativement l'échantillonnage.

Ce travail s'inscrivant dans une étude plus vaste comportant celle des ammonites de la famille des Heteroceratidae du Sud-Est de la France (Delanoy, en cours), j'ai également été amené à m'intéresser aux séries des bordures du Bassin Vocontien (Montagne de Lure, Plateau d'Albion, Vercors méridional, région niçoise) me permettant ainsi de vérifier certaines corrélations plate-forme-bassin. C'est pour cette étude paléontologique que j'ai principalement concentré mes efforts sur la partie supérieure du Barrémien.

Enfin, je rappellerai que le schéma zonal établi repose sur un matériel qui est, dans sa plus grande part, entièrement nouveau et très rigoureusement repéré.

1.2. Historique et remarques

Il ne me paraît pas utile de développer longuement un historique sur l'évolution de la biozonation du Barrémien vocontien, le tableau I résumant les principales étapes qui, depuis Kilian [1888a] à nos jours, conduisirent au découpage de cet étage en zones d'ammonites [le lecteur pourra toujours se reporter aux excellents historiques de Moullade, 1966 et Sornay, 1967].

Les zones reconnues dans ce travail correspondent à des biozones d'intervalle dont la base est définie par la première apparition de l'espèce index, ainsi que par leur association faunique.

2 - DESCRIPTION DES COUPES

J'ai retenu pour ce travail six coupes sélectionnées pour leur représentativité, leur continuité dans la succession stratigraphique et leur richesse en ammonites. Les coupes suivantes seront donc décrites :

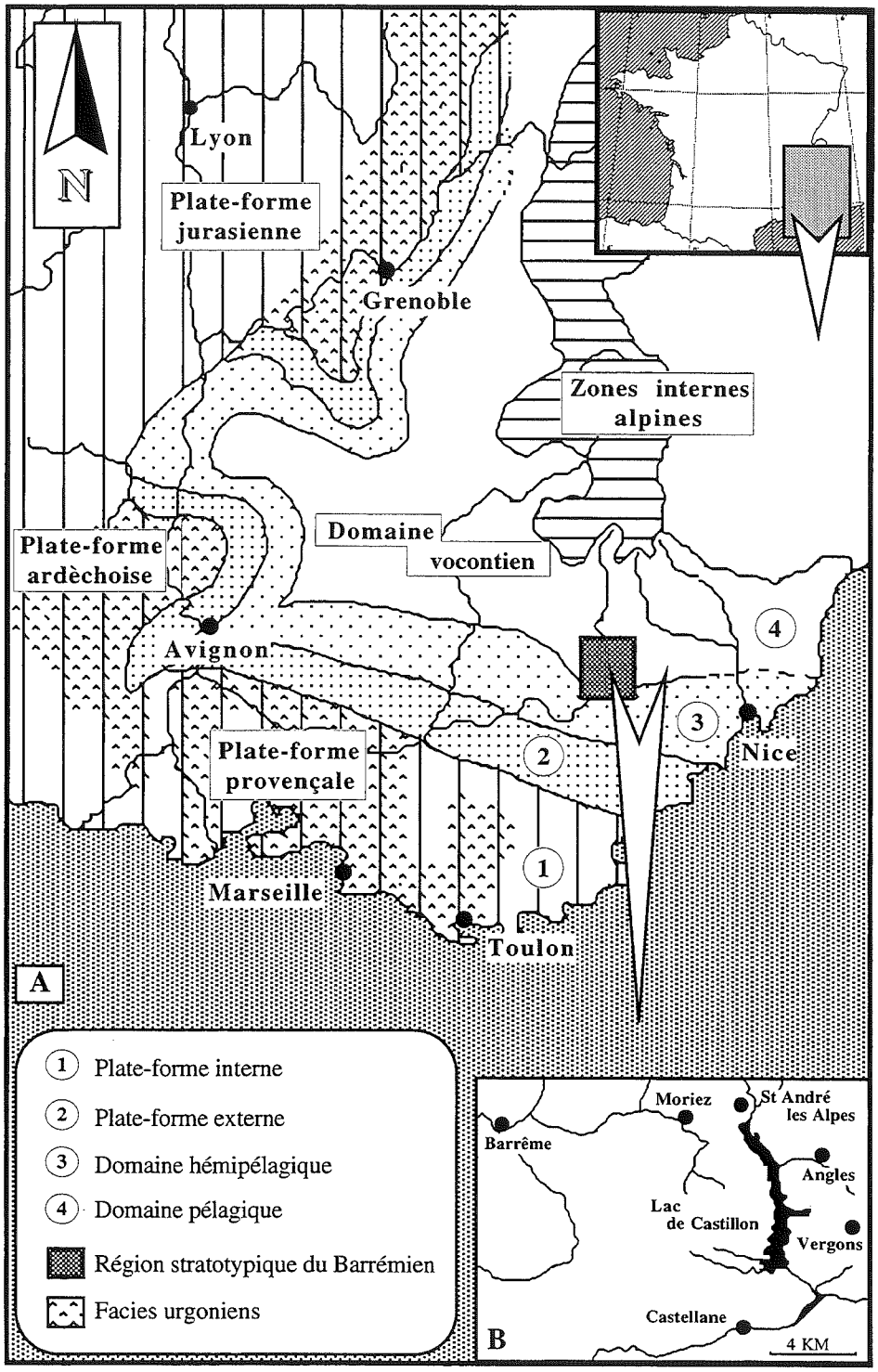


FIG. 1. – A : Carte schématique du Sud-Est de la France montrant la zone détaillée en figure 1 b ; B : Carte de la région de Castellane-Angles-Barrême (Alpes de Haute-Provence).

• Angles : coupe stratotypique de la route d'Angles (ANG).

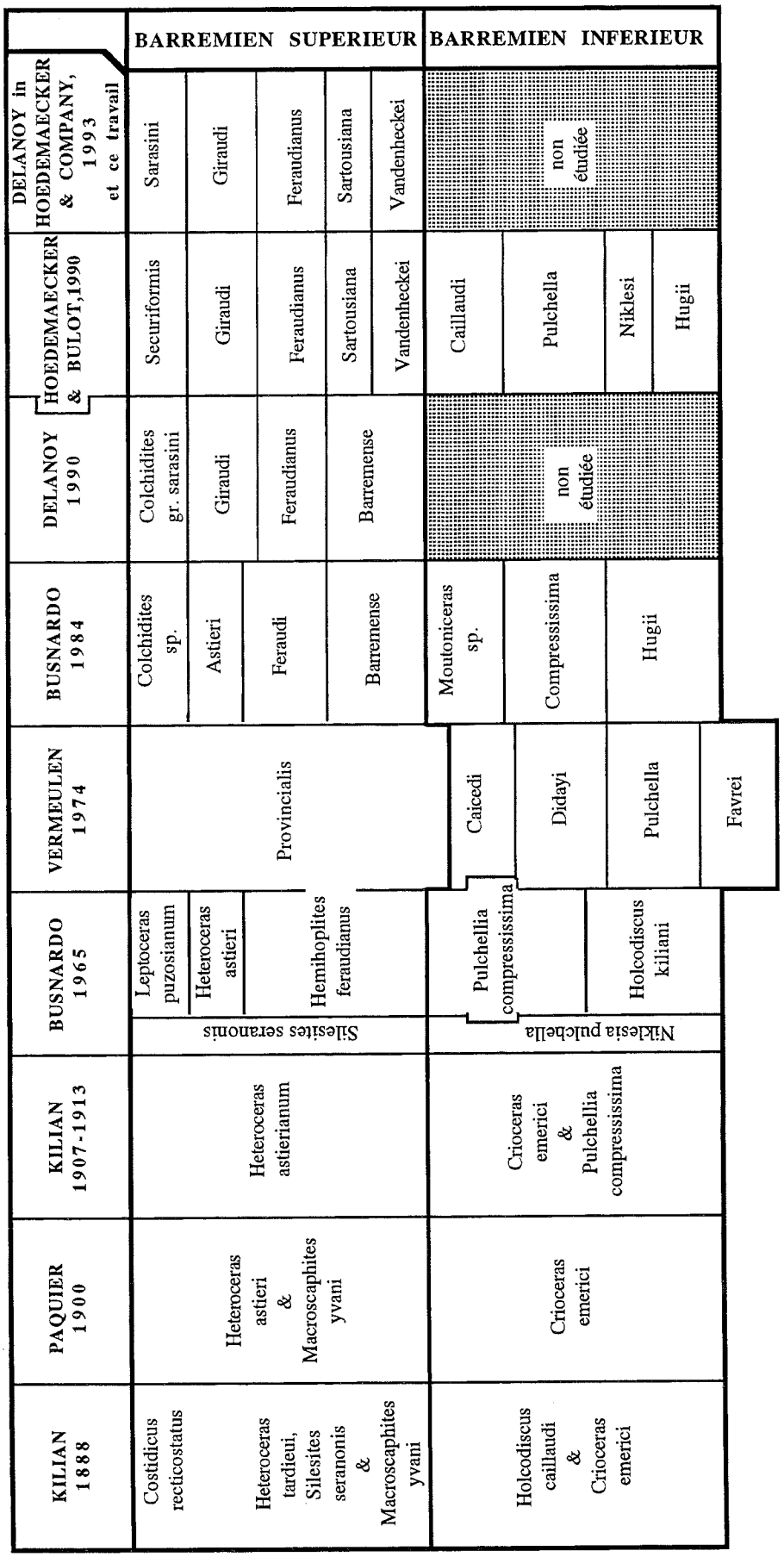
• Vergons :

a. Coupe "Vergons 1" située sur le flanc nord de la Basse de Pinadoux (VER 1).

b. Coupe "Vergons 2" située à la base du flanc nord de la Grau (VER 2).

• St André-les-Alpes : coupe du château de Méouilles (MEO).

• Barrême : coupe du ravin du Vignon (VIG).



TABL. I. – Corrélations entre les zonations antérieurement utilisées pour le Barrémien du Sud-Est de la France et celle de ce travail.

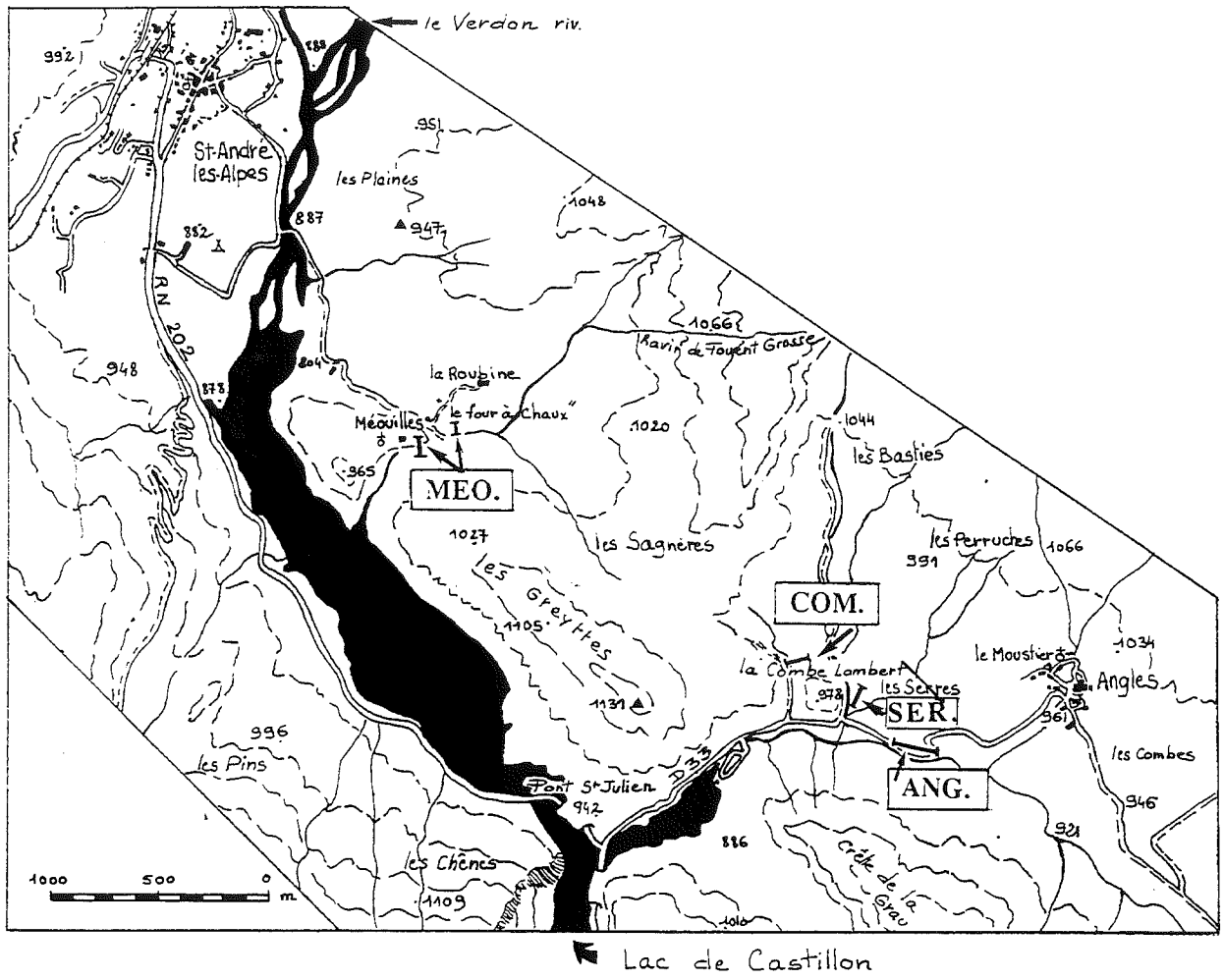


FIG. 2. – Situation des coupes d'Angles (ANG) et de Méouilles (MEO). Les coupes de la Combe Lambert (COM) et des Serres (SER) ne sont pas décrites ici.

• Castellane : coupes de la Baume : le ravin du Descouère (DES). Des compléments seront apportés par la coupe voisine de la Grande Terre (GT).

2.1. Angles : le stratotype (Zones à Feraudianus, Giraudi et Sarasini) (fig. 2 et 3)

La coupe stratotypique d'Angles s'observe le long de la route départementale D. 33 qui relie la R.N. 202 au petit village d'Angles. Elle fut choisie comme coupe de référence de l'étage Barrémien lors du Colloque sur le Crétacé Inférieur [Busnardo, 1965 a].

Les niveaux correspondant aux zones à Feraudianus, Giraudi et Sarasini sont bien visibles dans la première partie du virage en S situé un kilomètre environ avant le village d'Angles. Malheureusement la proximité immédiate de la route rend maintenant difficile l'exploitation de ces niveaux. De ce fait, il est possible que les éléments fauniques récoltés ne soient pas véritablement représentatifs de la faune de ces niveaux tant qualitativement que quantitativement. Seuls les bancs 165 et 166 ont pu être valablement exploités latéralement car facilement repérables dans la végétation qui recouvre les affleurements surplombant la route.

• La zone à Feraudianus est limitée à quelques bancs (du 164 au 167 inclus). Le niveau le plus fossilifère (banc 165) livre de nombreuses ammonites : *Hemihoplites feraudianus* (D'ORB.), *Spinocrioceras polyspinosum* KEMPER, *Audouliceras* sp., *Barremites difficilis* (D'ORB.), *Silesites seranonis* D'ORB., *Costidiscus recticostatus* (D'ORB.), *Macroscaphites yvani* (PUZOS), *Protetragonites crebisulcatus* (UHLIG), *Neocalliphylloceras* sp..

La forme-index disparaît dans le banc 166, tout comme *Spinocrioceras polyspinosum* KEMPER, le seul élément marquant de ce niveau étant *Emericiceras magnini* DELANOY.

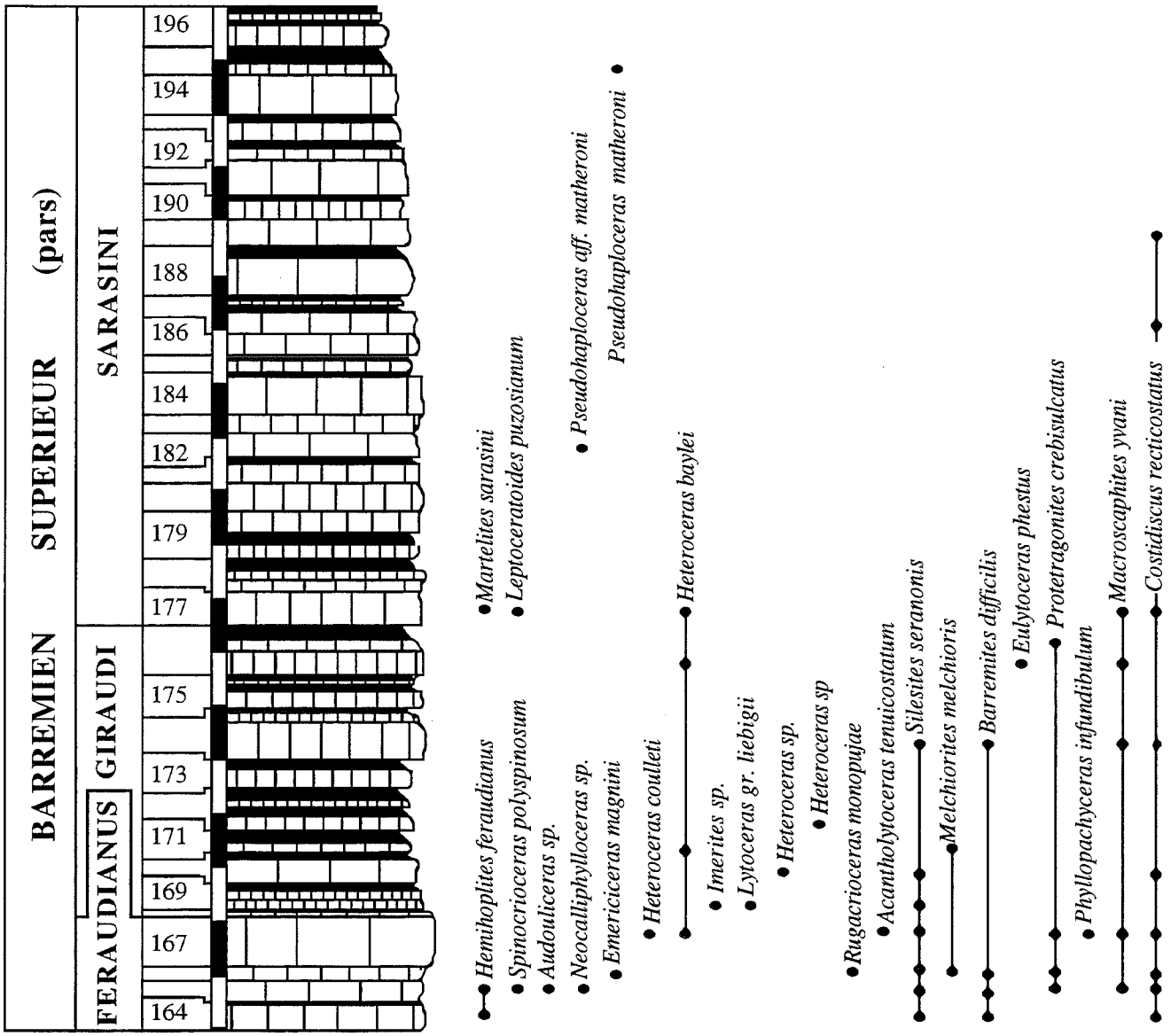


FIG. 3. – Lithologie et répartition des ammonites dans la partie supérieure du Barrémien supérieur de la coupe d'Angles.

Dans le banc métrique couronnant la zone à Feraudianus (banc 167) apparaissent les premiers *Heteroceras* : *Heteroceras baylei* REYNES (pl. 1, fig. 4), *Heteroceras coulleti* DELANOY.

• La zone à Giraudi (du banc 168 au 176 inclus) est l'équivalent de la "vire à Hétérocères" *auct.* Elle est constituée d'une alternance de bancs calcaires et de niveaux marneux dans laquelle les niveaux marneux augmentent singulièrement d'épaisseur. Le banc 168 a livré, outre *Imerites* aff. *giraudi* (KILIAN), un très gros spécimen de *Lytoceras* sp. (? gr. *liebigi* ZITTEL).

Dans son ensemble, cette vire marneuse paraît assez peu fossilifère comparée aux autres coupes de la région, mais ce constat résulte peut-être plus d'une impression liée aux difficultés d'exploitation. La plupart des ammonites qui y ont été récoltées sont des formes classiques du Barrémien supérieur parmi lesquelles des *Heteroceras* appartenant soit au groupe d'*Heteroceras baylei* REYNES (pl. 1, fig. 2), soit au groupe *emerici - imericum.*

• La zone à Sarasini (du banc 177 au banc 196 inclus). On observe le retour à une sédimentation plus calcaire marquée par une augmentation importante de l'épaisseur des bancs calcaires surtout à partir du banc 179.

Des échantillons proches de l'espèce-index, mais de mauvaise conservation, ont été récoltés dans les bancs 177 et 178. Le niveau 177 a également livré *Leptoceratoides puzosianum* (D'ORB.) (pl. 7, fig. 5). Un spécimen de *Pseudohaploceras* sp. gr. *matheroni* provient du banc 182.

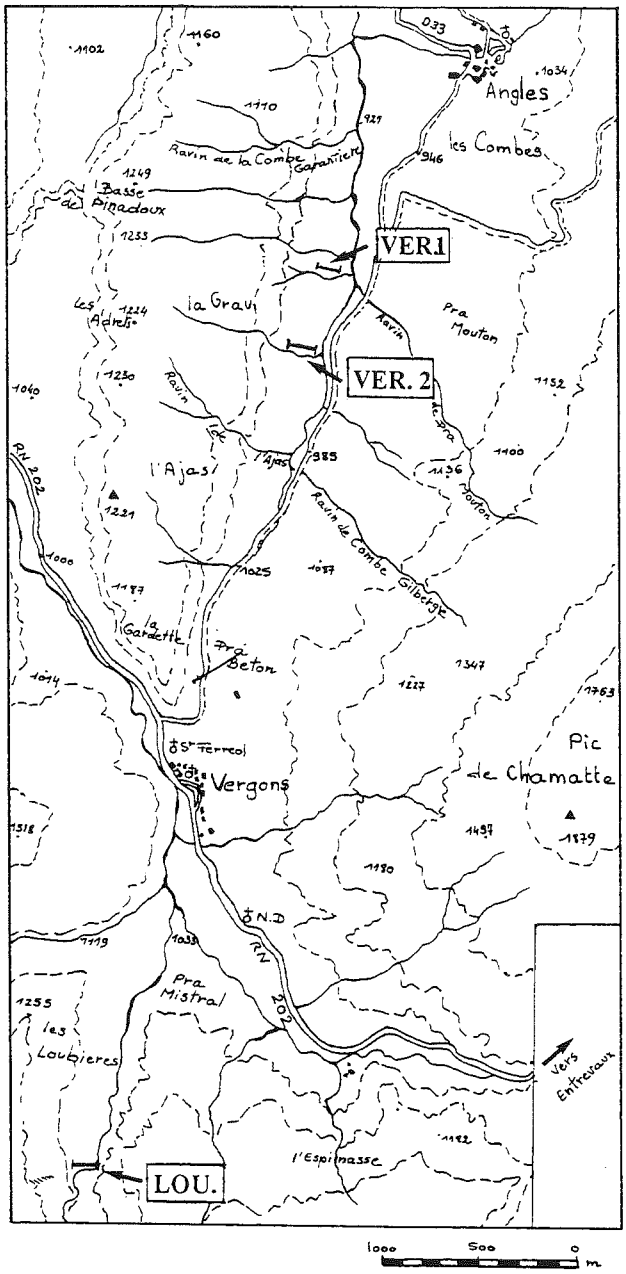


FIG. 4. – Situation des coupes de Vergons (VER. 1 et VER. 2). La coupe des Loubières (LOU) ne sera pas décrite ici.

2.2. Vergons : Coupe "Vergons 1", située à la base du flanc nord de la Basse de Pinadoux (Zones à Feraudianus, Giraudi et base de la Zone à Sarasini) (fig. 4 et 5)

La coupe a été relevée sur la rive droite d'un ruisseau, affluent du torrent d'Angles, en face de Pra Mouton. On y accède facilement par la route de terre reliant les villages d'Angles et de Vergons. La coupe, partielle, commence avec la zone à Feraudianus.

• La zone à Feraudianus (du banc 101 au banc 106 inclus). Les premiers niveaux (101 et 102) reposent sur un banc métrique à silex et ils livrent une riche faune. L'espèce-index y est fréquente. J'y ai aussi récolté *Pseudohaploceras* sp. gr. *douvillei* (pl. 4, fig. 4). Les *Heteroceras* apparaissent dans le banc 106 (*Heteroceras coulleti* DELANOY).

• La zone à Giraudi (du banc 107 au banc 115 inclus) est en partie couverte par la végétation, conséquence directe d'une sédimentation plus marneuse. La partie inférieure est visible du banc 107 au banc 111, ce dernier ayant livré *Heteroceras emerici* D'ORB. Après une invisibilité d'environ deux mètres, la coupe reprend mais le sommet de cette zone semble peu fossilifère.

• La zone à Sarasini (du banc 116 au banc 118 inclus). Seule sa base est visible. Le premier niveau a livré *Martelites* gr. *sarasini* (ROUCH.) (loge d'habitation) et *Leptoceratoides puzosianum* (D'ORB.). C'est la présence de ce dernier taxon qui m'incite à placer ce niveau à la base de la zone à Sarasini. (je reviendrai par ailleurs sur cette position). Le dernier banc (118), qui affleure en une vaste surface structurale, a permis la récolte de beaux exemplaires de *Martelites sarasini* (ROUCH.) (pl. 7, fig. 2). J'ai pu y collecter également un échantillon très incomplet de *Procheloniceras* sp..

2.3. Vergons : Coupe "Vergons 2", située à la base du flanc nord de la Grau (Zones à Sartousiana, Feraudianus, Giraudi et base de la zone à Sarasini) (fig. 4 et 6)

La coupe a été étudiée sur le côté gauche d'un ruisseau situé sur le flanc nord de la Grau et qui constitue lui aussi un affluent du torrent d'Angles. Elle est située quelques centaines de mètres au Sud de la coupe "Vergons 1".

L'élément le plus intéressant de cette section se situe au niveau de la zone à Sartousiana, certes incomplète, mais qui a révélé depuis peu [Delanoy et Joly, à paraître] la présence d'un niveau à *Camereiceras limentinus* (THIEULOY).

• La zone à Sartousiana (du banc 200 au banc 214 inclus) affleure dans le fond du ravineau. Elle est incomplète et seule la partie supposée supérieure de la zone est visible. Les bancs 200 et 201 ont livré une riche faune parmi laquelle il convient de signaler : *Macroscaphites ectotuberculatus* AVRAM (pl. 5, fig. 6), *Costidiscus* aff. *tardus* AVRAM, *Camereiceras limentinus* (THIEULOY) (pl. 4, fig. 3), *C.* aff. *davouxi* DELANOY (pl. 6, fig. 5), *Psilotissotia sauvageaui* (HERM.) (pl. 7, fig. 6), "*Crioceratites*" *janus* THIEULOY

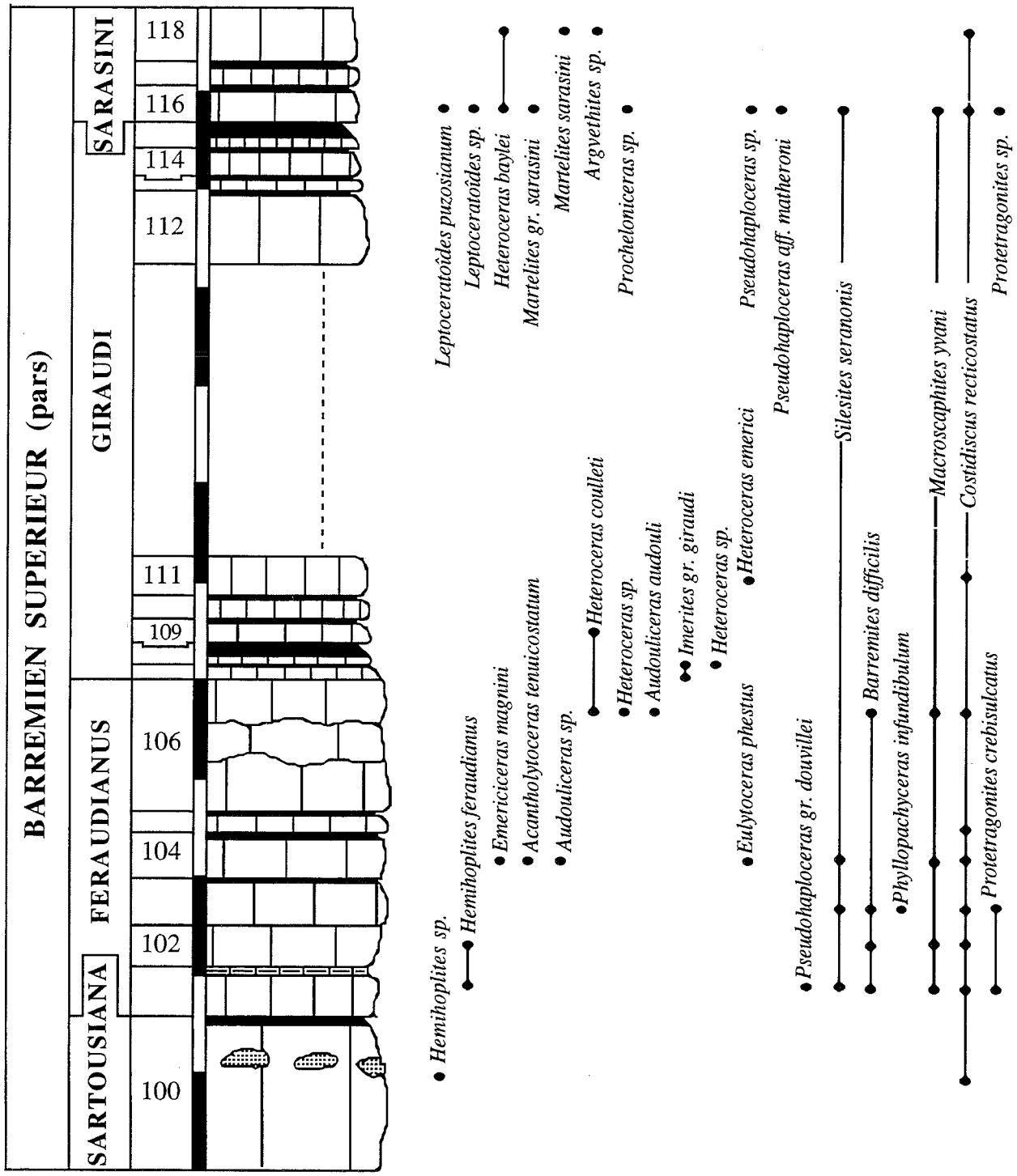


FIG. 5. – Lithologie et répartition des Ammonites dans le Barrémien supérieur de la coupe "VER. 1", près de Vergons.

(pl. 6, fig. 3), *Phyllopachyceras vergonsense* DELANOY & JOLY (pl. 3, fig. 4).

• La zone à Feraudianus (du banc 215 au banc 217 inclus) affleure bien dans la partie supérieure du flanc gauche du ruisseau où elle forme une petite barre calcaire. Contrairement à "Vergons 1", la zone à Feraudianus est marquée ici par une forte réduction d'épaisseur. Le niveau principal (banc 216 a) livre une riche faune d'ammonites : *Hemihoplites feraudianus* (D'ORB.), *Spinocrioceras polyspinosum* KEMPER (pl. 3, fig. 6), *Barremites difficilis* (D'ORB.), *Silesites seranonis* (D'ORB.), *Acantholytoceras tenuicostatum* THOMEL, *Costidiscus recticostatus* (D'ORB.), etc...

• Le reste de la coupe est peu visible, en grande partie masqué par la terre et la végétation. La zone à Giraudi y est toutefois représentée, du banc 218 au banc 221 inclus (*Imerites* gr. *giraudi* (KILIAN), *Heteroceras coulleti* DELANOY), ainsi que la zone à

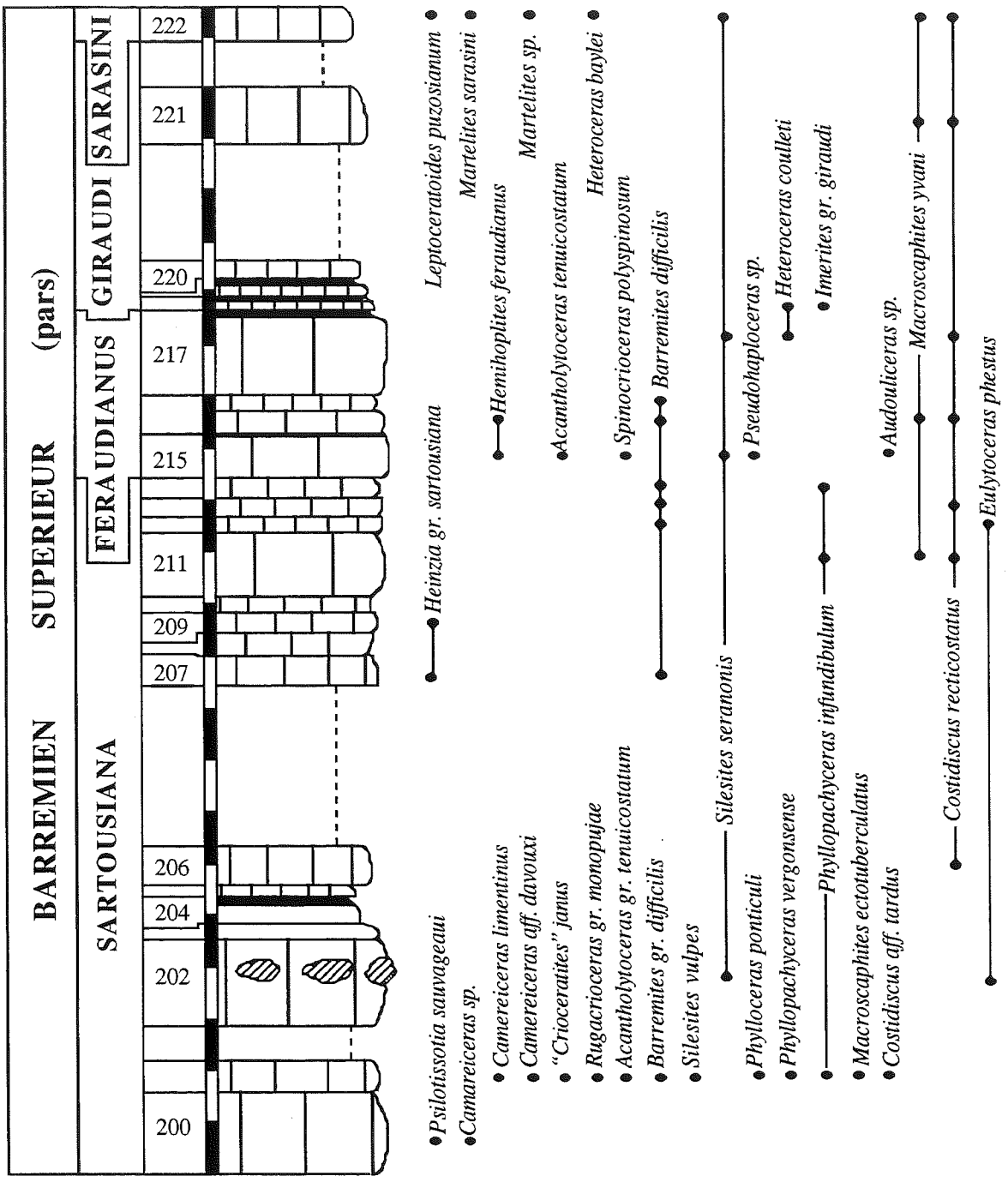


FIG. 6. – Lithologie et répartition des ammonites dans le Barrémien supérieur de la coupe "VER. 2", près de Vergons.

Sarasini individualisée par un seul banc (222) ayant livré *Martelites sarasini* (ROUCH.), *Heteroceras baylei* REYNES, *Leptoceratoides puzosianum* (D'ORB.), *Pseudohaploceras* sp., *Costidiscus recticostatus* (D'ORB.), etc...

D'autres éléments du niveau à *feraudianus* ont été récoltés au Sud du village de Vergons, aux Loubières (fig. 4) (pl. 2, fig. 8 ; pl. 5, fig. 1 et 4).

2.4. St André les Alpes : Coupe du château de Méouilles (Zones à Feraudianus, Giraudi et Sarasini) (fig. 2 et 7)

Le Barrémien de Méouilles (ou St André de Méouilles) a fait l'objet de plusieurs citations dans la littérature ; à titre d'exemple, je rappellerai la figuration du *Crioceras barremense* KILIAN par Simoniescu [1900, pl. I, fig. 4]. Jusqu'à des dates récentes, aucune

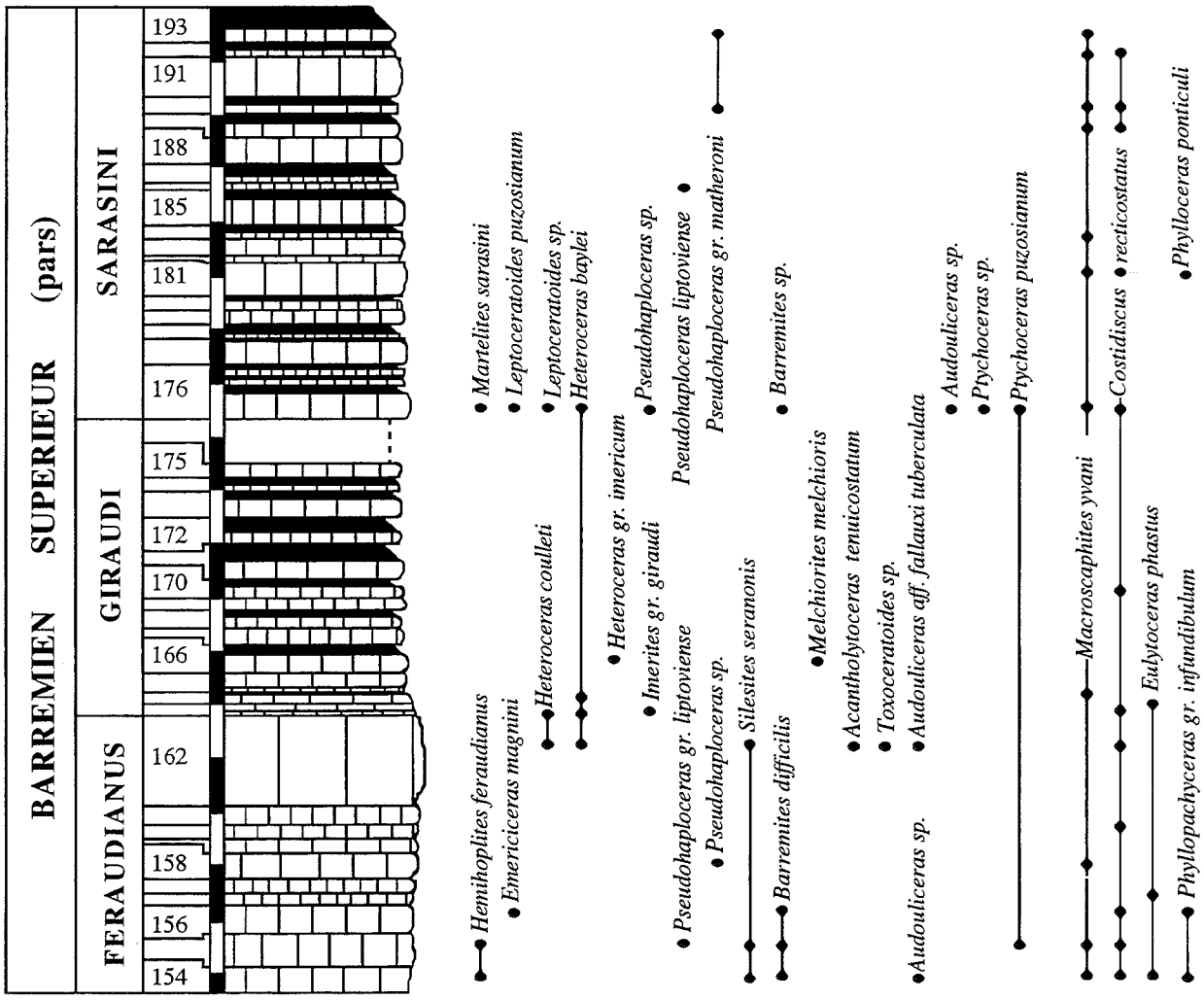


FIG. 7. – Lithologie et répartition des ammonites dans le Barrémien supérieur de la Coupe du Château de Méouilles, près de St-André-les Alpes.

coupe de cette localité n'avait été publiée. Nous devons à Ferry [1988] des levés de la partie inférieure de l'étage.

La coupe présentée dans ce travail a été relevée juste sous le château de Méouilles, sur la rive du ruisseau formant un affluent du lac de Castillon. A cet endroit, le Barrémien inférieur et la partie inférieure du Barrémien supérieur sont masqués par la végétation et les éboulis. La coupe offre un beau développement de la zone à Feraudianus qui montre comme à "Vergons 1" un épaississement très notable de son épaisseur comparativement à la coupe d'Angles.

• La zone à Feraudianus (du banc 154 au banc 162 inclus) commence par une série de bancs bien fossilifères (154, 155 et 156) ; les deux premiers livrent, outre la forme-index, une faune abondante : *Costidiscus recticostatus* (D'ORB.), *Macroscaphites yvani* (PUZOS), *Protetragonites crebisulcatus* (UHLIG) (pl. 4, fig. 1), *Audouliceras* sp., *Barremites difficilis* (D'ORB.), *Silesites seranonis* (D'ORB.), etc... Le taxon *Emericeras magnini* DELANOY est bien représenté dans le banc 15. Comme dans toutes les coupes de la région, elle se termine par un banc métrique dans lequel apparaissent là aussi les premiers Hétérocères : *Heteroceras coulleti* DELANOY (pl. 2, fig. 1), *Heteroceras baylei* REYNES.

• La zone à Giraudi (du banc 163 au banc 175 inclus) affleure très mal sous le château où elle est en grande partie cachée par la végétation. Elle a pu néanmoins être levée, non loin de là, au lieu dit "le four à chaux" excepté cependant pour sa partie terminale. Elle est dans son ensemble assez pauvre en fossiles. On notera la présence de petits fossiles pyriteux dans le petit niveau marneux séparant les bancs 167 et 168.

• La zone à Sarasini est comprise du banc 176 au banc 193 inclus. Le premier banc de cette unité biostratigraphique livre une riche faune : *Martelites sarasini* (ROUCH.) (pl. 7, fig. 1), *Heteroceras baylei* REYNES, *Leptoceratoides puzosianum* (D'ORB.), *Leptoceratoides* sp. aff. *puzosianum* (D'ORB.) (pl .7, fig. 3), *Audouliceras* sp., *Costidiscus recticostatus* (D'ORB.), ...

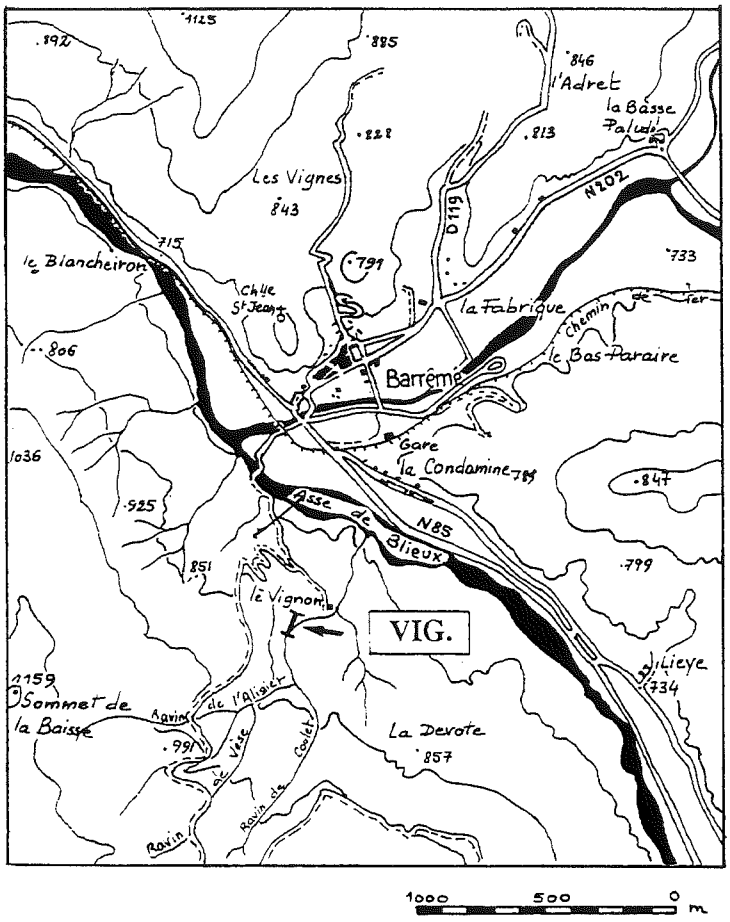


FIG. 8. – Situation de la coupe du Vignon, près de Barrême.

Pour le reste de cette zone on remarque un appauvrissement de la faune dont les formes les plus courantes sont des *Pseudohaploceras* (*P.* aff. *liptoviense* (ZEUSCH.) et *P.* aff. *matheroni* (D'ORB.)) et des *Costidiscus*.

2.5. Barrême : Coupe du ravin du Vignon (Zones à Feraudianus, Giraudi et Sarasini) (fig. 8 et 9)

La coupe est située au Sud-Ouest de Barrême, dans les environs immédiats de la petite cité. Elle a été relevée près de la ferme du Vignon sur les rives droite et gauche du cours d'eau résultant de la jonction des ruisseaux de l'Aligier, du Vèse et du Coulet. Seule la partie supérieure du Barrémien a été levée banc par banc, du sommet de la zone à Sartousiana jusqu'aux marnes bleues aptiennes.

La coupe commence à partir du banc 403 affleurant en surface structurale dans le coude à 90° que forme le ravin en amont de la ferme du Vignon. Les derniers termes de la zone à Sartousiana livrent des formes classiques du Barrémien supérieur (*Costidiscus recticostatus* D'ORB., *Macroscaphites yvani* PUZOS, *Barremites difficilis* D'ORB., ...), mais aussi des formes plus rares dont la position stratigraphique était encore méconnue, comme *Pachyhemihoplites gerthi* (SARKAR) dans le banc 411.

• La zone à Feraudianus (du banc 416 au banc 434 inclus) est représentée par une alternance régulière de bancs décimétriques et d'interbancs marneux assez minces. Par rapport à la coupe d'Angles, elle montre une épaisseur de l'ordre de neuf mètres témoignant ainsi d'un épaississement régulier d'Est en Ouest (l'épaisseur de la zone à Feraudianus est d'environ six mètres dans la coupe de la Grosse Grau à Moriez, localité géographiquement intermédiaire entre Angles et Barrême). Les bancs 416 et 417 ont livré de nombreux spécimens d'*Hemihoplites feraudianus* (D'ORB.), dont certains ont été récemment figurés (DELANOY, 1990a) ainsi que *Spinocrioceras polyspinosum* KEMPER, *Barremites difficilis* (D'ORB.), *Silesites seranonis* (D'ORB.), etc...

• La zone à Giraudi est comprise entre les bancs 435 et 447 inclus. Comme dans les autres coupes, cette biozone est remarquable par le changement brutal de lithologie se traduisant par une très nette augmentation de l'épaisseur des niveaux marneux. Sa base a livré *Imerites giraudi* (KILIAN) (pl. 1, fig. 3 ; pl. 2, fig. 5), *Imerites* aff. *dichotomum* (ERISTAVI) (pl. 2 fig. 3), *Heteroceras coulleti* DELANOY, etc...

Le banc 441 contient d'assez nombreux Hétérocères en général fragmentés : *Heteroceras imericum* (ROUCH.), *Heteroceras* gr. *intermedius* (DJAN.) ou gr. *colchicus* (DJAN.).

• La zone à Sarasini (du banc 448 au banc 471 inclus). Même si le niveau à *Leptoceratoides puzosianum* (D'ORB.) n'a pu encore être mis en évidence (sa présence est toutefois attestée par un spécimen de ce taxon découvert en éboulis, pl. 7, fig. 4), la zone à Sarasini est intéressante à considérer dans cette localité. Elle y est en effet relativement fossilifère et elle montre bien, dans la partie sommitale du Barrémien, la présence de taxa habituellement donnés comme aptiens. C'est ainsi qu'il m'a été possible de récolter *Procheloniceras* sp. dans le banc 456 (pl. 6, fig. 2), associé à *Martelites sarasini* (ROUCH.) (pl. 6, fig. 1) et des *Kutatissites* (*Kutatissites* sp.) dans les bancs 467 et 470. Qui plus est, la zone à Sarasini du ravin du Vignon se situe dans une coupe apparemment complète, sans invisibilité, de la zone à Feraudianus jusqu'aux marnes bleues aptiennes. Elle offre ainsi une belle succession du Barrémien sommital et de l'Aptien inférieur calcaire (Bédoulien).

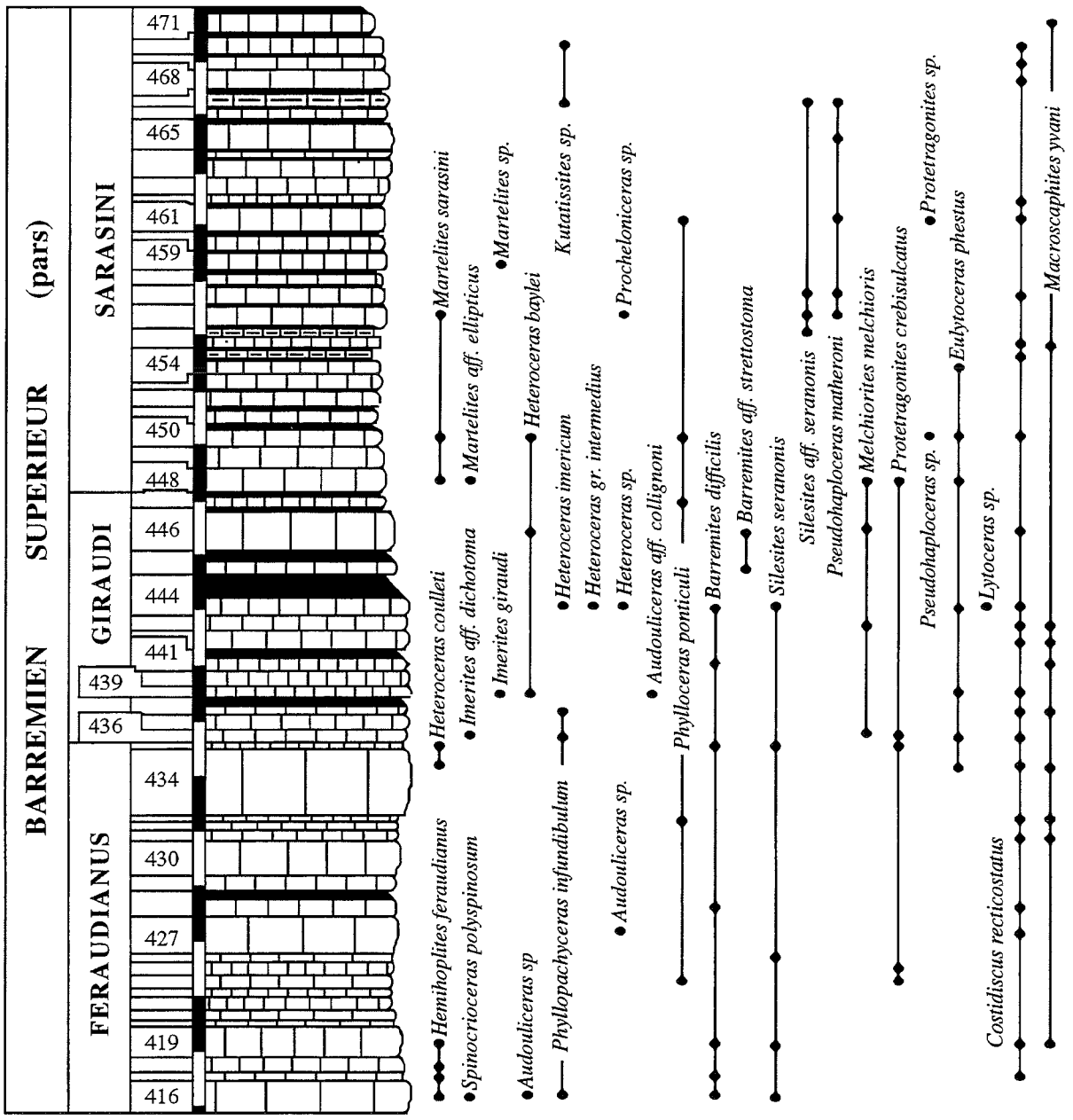


FIG. 9. – Lithologie et répartition des ammonites dans le Barrémien supérieur de la coupe du Vignon.

2.6. Castellane : Coupes de La Baume (Zones à Giraudi et à Sarasini) (fig. 10 et 11)

Deux coupes ont été levées au Sud de La Baume, près de Castellane : l'une dans le Ravin du Descouère [déjà partiellement décrite par Cotillon en 1971], l'autre, quelques centaines de mètres à l'Est de la précédente, au lieu-dit la Grande Terre. Je ne décrirai ici que la coupe du Descouère. Cependant, la seconde section a fourni d'intéressants éléments concernant la base de la zone à Giraudi, qui seront mentionnés quand même dans ce travail.

• La zone à Giraudi (du banc 152 au banc 168 inclus). Dans les premiers niveaux il m'a été possible d'observer de nombreux exemplaires d'*Imerites*, hélas très souvent fragmentaires (bancs 152 et 154 du Descouère, 679 et 681 de La Grande Terre). Parmi les échantillons récoltés : *Imerites giraudi* (KILIAN), *I. collignoni* (THOMEL) [DELANOY, 1990b] et *I. dichotomum* ERISTAVI (pl. 2, fig. 2 et 4).

Le banc 156 du Descouère et son équivalent latéral à la Grande Terre, le banc 682, ont livré une belle faune d'Heteroceratidae : *Heteroceras imericum* ROUCH. (pl. 3, fig. 2), *H. emerici* D'ORB. (pl. 1, fig. 1), *H.* aff. *leenhardtii* (KILIAN), *H. baylei* REYNES, *Paraimerites* sp. (pl. 2, fig. 6), etc...

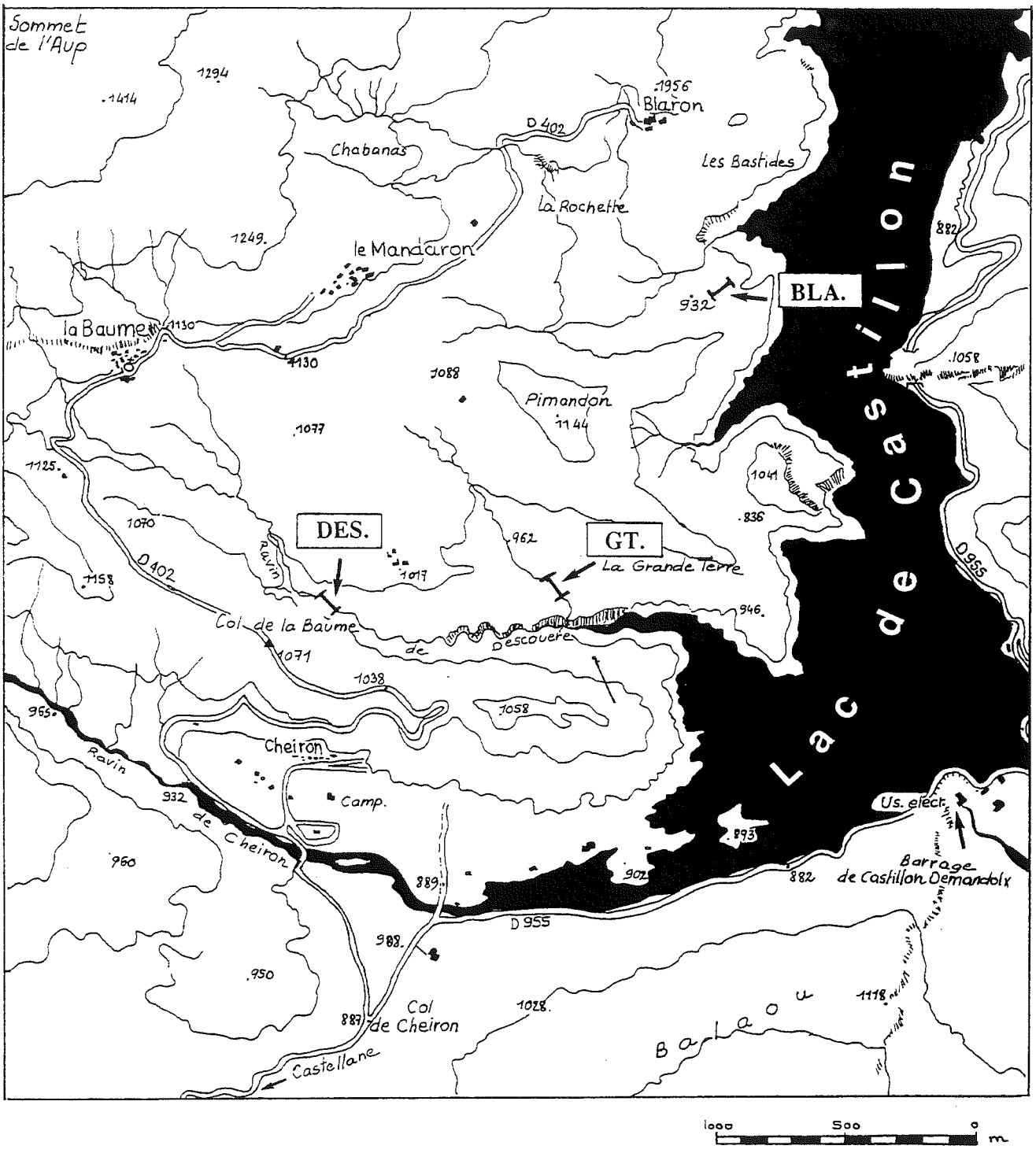


FIG. 10. – Situation des coupes de La Baume, près de Castellane. Les coupes de la Grande Terre (GT) et de Blaron (BLA) ne seront pas décrites ici.

Toujours dans le Descouère, une faune abondante a été récoltée dans le niveau 163 : *Heteroceras* sp., *Heteroceras baylei* REYNES, *Audouliceras* sp. *Barremites difficilis* (D'ORB.), *Silesites seranonis* (D'ORB.), *Macroscaphites yvani* (PUZOS), etc...

• La zone à Sarasini (du banc 169 au banc 182 inclus). Bien que l'espèce-index n'ait pas été trouvée dans le banc 169, la présence dans ce dernier de *Leptoceratoides puzosianum* (D'ORB.) me permet de placer la limite inférieure de la zone à ce niveau. Il semble en effet que ce taxon, qui apparaît brutalement et pullule dans certains bancs, ait une durée de vie très brève permettant une corrélation précise des niveaux le renfermant.

Dans le banc 173 on notera la présence conjointe de

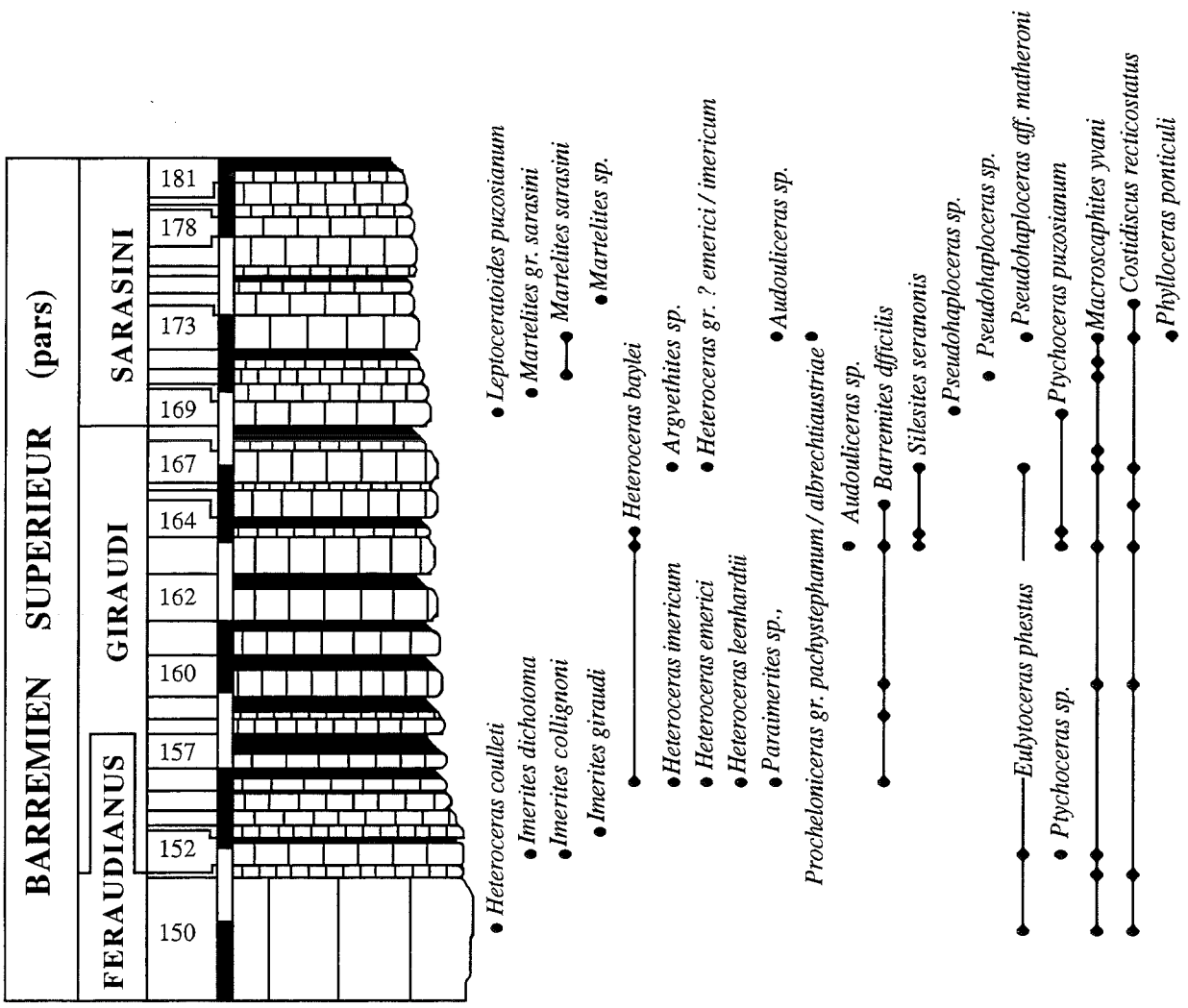


FIG. 11. – Lithologie et répartition des ammonites dans le Barrémien supérieur de la coupe du Descouère (les espèces suivies d'un * sont celles récoltées dans la coupe de la Grande Terre, dans une position lithologique tout à fait équivalente).

Martelites sarasini (ROUCH.) et *Procheloniceras* gr. *pachystephanum /albrechti-austriae* (pl. 6, fig. 4).

Dans la coupe de la Grande Terre, des niveaux immédiatement sus-jacents à ceux renfermant des *Martelites* ont livré *Kutatissites sp.* (pl. 3, fig. 3) (= *Kutatissites* sp. *nov.* selon Kakabadzé, communication personnelle).

3. – LA ZONATION

3.1. La zone à Feraudianus

Espèce-index : *Hemihoplites feraudianus* (D'ORB., 1841).

Historique : cette zone a d'abord été proposée comme sous-zone lors du Colloque sur le Crétacé inférieur [Busnardo, 1965b]. Elle fut ensuite considérée par le même auteur comme zone à part entière en 1984. Les travaux plus récents [Delanoy, 1990a ; Hoedemaeker et Bulot, 1990 ; Hoedemaeker et Company, 1993] n'ont fait qu'entériner ce choix.

Caractéristiques : définie par l'apparition de la forme-index *Hemihoplites feraudianus* (D'ORB.), un taxon qui est facilement déterminable et qui a été récemment révisé (DELANOY, 1990a), la zone à Feraudianus est remarquable par deux événements :

• l'absence totale de Pulchellidae ; les derniers représentants de cette famille disparaissant au sommet de la zone à Sartousiana ;

• l'apparition des Hétérocères à sa partie sommitale, surtout représentés par *Heteroceras baylei* REYNES et *Heteroceras coulleti* DELANOY. Des restes fragmentaires et rares, attribuables avec doute à des Heteroceratidae pourraient témoigner de la présence d'autres taxa.

A sa base, se rencontrent des niveaux localement très riches en *Hemihoplites feraudianus* (D'ORB.), espèce à laquelle se trouve toujours associé, mais en nombre beaucoup plus réduit, *Spinocrioceras polyspinosum* KEMPER, une curieuse forme

originellement décrite dans le Barrémien de Basse-Saxe (Allemagne du Nord) [Kemper, 1973] et récemment signalée dans le Sud-Est de la France [Delanoy, 1992 ; Delanoy et Feraud, à paraître]. Dans les niveaux immédiatement sus-jacents, et avant l'apparition des *Heteroceras*, la seule forme significative semble être *Emericeras magnini* DELANOY.

Corrélations : la présence de l'espèce-index dans la zone géorgienne à *Hemihoplites soulieri* [Kakabadzé, 1981, 1989] permet une corrélation au moins partielle mais sans équivoque des deux zones. Dans le Sud-Est de la France, *Hemihoplites soulieri* MATH. paraît plutôt inféodé aux bordures des plates formes (gisement de Mantagière, au sud de Castellane) ou de plates-formes noyées [DELANOY, 1992].

La présence de *Spinocrioceras polyspinosum* KEMPER dont la présence soulève d'intéressants problèmes de communication entre les Bassins d'Allemagne du Nord et la région méditerranéenne [Delanoy, 1992 ; Delanoy et Feraud, à paraître] permet sans doute de corréler la base de la zone à Bidentatum d'Allemagne du Nord avec la zone à Feraudianus ou avec la zone à Giraudi, voire la base de la zone à Sarasini, cette forme étant présente dans la zone à Giraudi de Géorgie (= *Emericiceras ?* sp. *in* KOTETISHVILI [1970]), ce qui pourrait refléter un déplacement spatio-temporel de l'espèce.

Outre les taxa précédemment cités, le reste de la faune est constitué de *Costidiscus recticostatus* (D'ORB.), *Macroscaphites yvani* (PUZOS), *Protetragonites crebisulcatus* (UHLIG), *Eulytoceras phestus* (MATH.), *Phyllopachyceras infundibulum* (D'ORB.), *Phylloceras ponticuli* (ROUSSEAU), *Acantholytoceras tenuicostatum* THOMEL et var. *pseudo-audouli* THOMEL, *Emericiceras magnini* DELANOY, *Audouliceras* aff. *audouli* (ASTIER), *Silesites seranonis* (D'ORB.), *Barremites difficilis* (D'ORB.), *Pseudohaploceras* gr. *douvillei* (FALLOT), etc...

3.2. La zone à Giraudi

Espèce-index : *Imerites giraudi* [KILIAN, 1888].

Historique : Il semble que le concept de zone à Giraudi soit dû à Eristavi, en 1951 [Kakabadzé, 1989 ; Bogdanova *et al.*, 1989]. L'auteur créait alors une zone à *Heteroceras leenhardtii* et *Colchidites* (*Imerites*) *giraudi* en U.R.S.S. méridionale. Cette unité biostratigraphique, devenue ensuite zone à Giraudi est restée en usage en U.R.S.S. et j'ai proposé [Delanoy, 1990a] de l'étendre au Sud-Est de la France à la place de la zone à Astieri dont l'espèce-index *Heteroceras astieri* D'ORB. est une forme à l'interprétation délicate. Cette proposition a depuis été entérinée par le Working Group Cephalopods du Crétacé inférieur du P.I.G.C. 262 [Hoedemaeker et Bulot, 1990 ; Hoedemaeker et Company, 1993].

Caractéristiques : la zone à Giraudi est définie par l'apparition de la forme-index *Imerites giraudi* (KILIAN) ou, à défaut, de toute autre espèce appartenant au genre *Imerites* ROUCH.. Je précise toutefois que la conception générique adoptée ici inclut dans celui-ci le taxon *Eristavia* KAKABADZÉ [Delanoy, 1992 ; Delanoy, en cours]. Tous ces taxa apparaissent assez brutalement en domaine vocontien et prolifèrent en exprimant une grande plasticité ornementale sans doute à l'origine de la multiplicité des espèces, certaines étant de conception très typologique (*Imerites favrei* ROUCH., *I. sparcicostatus* ROUCH., *I. dichotomum* (ERISTAVI), *I. collignoni* (THOMEL), etc...).

En plus de la disparition des Hemihoplitidae, la zone à Giraudi est surtout marquée par le développement des Hétérocères. Il est ainsi possible de reconnaître deux assemblages. A la base, une association caractérisée par les *Imerites* et *Heteroceras coulleti* DELANOY, alors que la partie moyenne est dominée par l'abondance des *Heteroceras*, lesquels montrent, outre *Heteroceras baylei* REYNES, une population plus diversifiée de grandes formes hétérocônes [= *pars Colchidites auct.*, Delanoy, 1994] (*Heteroceras imericum* ROUCH. (= *H. astieri auct.*), *H. emerici* D'ORB., *H. tardieui* KILIAN, *H. intermedius* ROUCH, etc...), les *Imerites* ayant disparu. En revanche la partie supérieure de cette zone, pauvre en fossiles, ne révèle la présence d'aucune forme caractéristique, du moins dans l'état actuel des connaissances.

La faune accompagnatrice d'ammonites rappelle, hormis les *Pseudohaploceras* dont aucun spécimen n'a été récolté dans ces niveaux, celle de la zone précédente : *Costidiscus recticostatus* (D'ORB.), *Macroscaphites yvani* (PUZOS), *Protetragonites crebisulcatus* (UHLIG), *Eulytoceras phestus* (MATH.), *Phyllopachyceras infundibulum* (D'ORB.), *Phylloceras ponticuli* (ROUSSEAU), *Acantholytoceras tenuicostatum* var. *pseudo-audouli* THOMEL, *Audouliceras collignoni* (SARKAR), *Rugacrioceras martinsi* (REYNES), *Silesites seranonis* (D'ORB.), *Barremites* gr. *difficilis/ strettostoma, Melchiorites melchioris* (TIETZE), ...

Corrélations : ainsi définie, cette unité biostratigraphique n'est pas véritablement l'équivalent de son homonyme de Géorgie. Elle correspond en effet à la zone, ou sous-zone (selon les travaux), à Giraudi, mais aussi aux assemblages à grands *Heteroceras* (= *pars Colchidites auct.*) de la zone à Securiformis. En revanche, aucune ambiguïté n'existe quant à une corrélation avec la zone à *Imerites giraudi-Eristavia dichotoma* des Carpathes roumaines [Avram, 1983].

3.3. La zone à Sarasini

Espèce-index : *Martelites sarasini* (ROUCHADZÉ, 1933).

Historique : en 1984, Busnardo a proposé au sommet du Barrémien une zone à Colchidites sp. J'ai proposé, dans un premier temps, que soit choisi [Delanoy,

1990b], comme index le groupe de *Colchidites sarasini* ROUCH., puis dans un deuxième temps [Delanoy *in* Hoedemaeker et Company, 1993] le taxon *sarasini* lui-même comme espèce-index de cette unité biostratigraphique à la place de "*Colchidites*" *securiformis* (SIM., BAC., SOR.) comme l'avait proposé la séance de travail de l'IPGC 262 à Digne [*in* Hoedemaeker et Bulot, 1990]. A cela, plusieurs raisons.

• Le groupe de *C. securiformis s. str.* (*C. securiformis* (SIM., BAC., SOR.), *C. shaoriensis* DJAN., *C. tenuicostatus* KAKAB., *C. veleuriensis* KAKAB.) occupe les zones profondes des bassins géorgiens [Kakabadzé, 1971, 1979 ; Kotetishvili, 1989] et le fait qu'il n'ait jamais été signalé dans d'autres bassins semble traduire un certain endémisme.

• Kakabadzé [1989] reconnaît que la partition, en Géorgie et dans la région caucasienne, entre les sous-zones à *Imerites giraudi* et *Colchidites securiformis* n'est possible que dans quelques coupes de la Géorgie occidentale et du Kopetdag. Partout ailleurs, la distinction entre les deux entités biostratigraphiques serait impossible à cause des affinités génériques et spécifiques de ces faunes d'Heteroceratidae. La conception très typologique des espèces caucasiennes et leur abondance dans des faciès indiquant des environnements marins de zone néritique [Kakabadzé, 1979 ; Kotetishvili, 1989] sont probablement responsables de ce fait. Très probablement affectées par des phénomènes de condensation ou de "concentration", les sections étudiées par les géologues géorgiens pourraient ne pas montrer, en ce qui concerne la répartition de ces faunes, la même précision que les séries plus dilatées de la région stratotyique d'Angles-Barrême-Castellane.

• Les associations fauniques (normalement utilisables en l'absence des formes-index) des sous-zones à Giraudi et Securiformis de Géorgie ne peuvent pas être valablement utilisées dans le Barrémien supérieur vocontien où certains taxa communs à ces associations montrent un net décalage stratigraphique entre les deux régions. Ainsi, par exemple, *Imerites dichotomum* ERISTAVI et *Imerites favrei* ROUCH. seraient, selon Kakabadzé [1983, 1989], communs aux sous-zones à Giraudi et Securiformis, alors que dans le Sud-Est de la France ces deux espèces ne se rencontrent qu'à la base de la zone à Giraudi. En outre, l'étude détaillée de ces formes (Delanoy, en cours) tend à démontrer que *Imerites giraudi* (KILIAN) et *Imerites favrei* ROUCH. ne correspondent qu'à une seule et même espèce. Qui plus est, la faune de "*Colchidites*" de la zone à Securiformis des auteurs géorgiens est constituée, outre l'espèce-index, de grands *Heteroceras* (correspondant aux "*Colchidites*" très déroulés des gr. *intermedius* et *colchicus auct.*) ainsi que des *Martelites* du gr. *sarasini*. En zone vocontienne il existe un décalage stratigraphique conséquent entre les premiers et les seconds [Delanoy, 1994]. Il est par conséquent impossible de situer dans le Barrémien vocontien le niveau d'apparition des formes du gr. *securiformis s. str.* et par conséquent, la limite inférieure de la zone. La corrélation faite par Kakabadzé [1989] entre la zone vocontienne à Colchidites sp. [Busnardo, 1984] et la zone à Securiformis ne peut donc être retenue.

• L'apparition du genre *Paraimerites* KAKABADZÉ pour définir la base d'une zone à Securiformis ne peut, à mon sens, pouvoir être retenue. En effet, ce genre n'est connu dans le Sud-Est de la France que par un seul spécimen récolté dans le niveau à grands Hétérocères de la zone à Giraudi, et il ne peut donc être représentatif de la répartition stratigraphique du genre dans cette région. En outre, l'acception de ce taxon et/ou sa validité demande à être redéfinie. Cette dernière a d'ailleurs déjà été discutée par Aguirre-Urreta et Klinger [1986] qui ont estimé à juste titre que chez certains "*Colchidites*" à la section du tour quadrangulaire à subrectangulaire, le renforcement et l'épaississement des côtes en bordure de la région ventrale pouvait être interprété comme une tuberculation. Les "tubercules" ainsi formés et caractéristiques de ce genre n'auraient alors qu'une très petite, voire aucune valeur taxinomique.

En revanche, le choix de *Martelites sarasini* (ROUCH.) présente plusieurs avantages :

• la coupure morphologique qui sépare les genres *Heteroceras* D'ORB. et *Martelites* CONTE correspond à une étape évolutive importante dans la phylogénie des Heteroceratidae et constitue, par là même, un excellent repère chronostratigraphique [Delanoy, 1994] ;

• la vaste répartition dans le monde des formes affines à *Martelites sarasini* (ROUCH.) (présence en Afrique du Sud et en Argentine de *Martelites vulanensis australis* KLINGER, KAKABADZÉ & KENNEDY [Klinger *et al.*, 1984 ; Aguirre Urreta et Klinger, 1986] offre des possibilités de corrélation à grande échelle.

Caractéristiques : cette zone est définie par l'apparition de *Martelites sarasini* (ROUCH.) qui est bien représentée par des morphotypes se différenciant par l'intensité et la force de la costulation. Toutefois, il me semble qu'en l'absence de l'espèce-index, *Leptoceratoides puzosianum* (D'ORB.) puisse être utilisé comme marqueur de la base de la zone à Sarasini, puisque la présence conjointe des deux taxa a été reconnue dans certaines coupes (Angles, Saint-André les Alpes, Vergons). Avec les *Martelites* ci-dessus mentionnés se rencontrent encore les petits *Heteroceras* du gr. *baylei* REYNES. Ces trois taxa ne sont présents qu'à la base de la zone où ils forment une association caractéristique. Dans les niveaux sus-jacents, la faune s'appauvrit qualitativement et quantitativement. On notera aussi la réapparition des *Pseudohaploceras* dont certains assez proches de *P. matheroni* (D'ORB.) alors que d'autres, à la costulation plus fasciculée, se rapportent à *P. liptoviense* (ZEUSCH.). C'est dans cette zone qu'apparaissent les premiers *Procheloniceras* (*P.* gr. *pachystephanum/albrechtiaustiae*) qui

cohabitent avec les *Martelites* ainsi que les premiers *Kutatissites* qui forment d'ailleurs le seul élément faunique remarquable de la partie terminale de cette zone, l'origine barrémienne de ce taxon ayant déjà été suggérée par Thieuloy [1976], Delanoy et Bulot [1991] et Delanoy [1992].

Le reste de la faune ne présente aucune originalité : *Costidiscus recticostatus* (D'ORB.), *Macroscaphites yvani* (PUZOS), *Eulytoceras phestus* (MATH.), *Lytoceras* gr. *liebigi* ZITTEL, *Protetragonites* aff. *crebisulcatus* (UHLIG), *Phyllopachyceras infundibulum* (D'ORB.), *Phylloceras ponticuli* (ROUSSEAU), *Ptychoceras puzosianum* D'ORB., *Silesites seranonis* (D'ORB.), *Melchiorites* sp., *Barremites* gr. *difficilis/strettostoma.*

Corrélations : la zone à Sarasini est partiellement corrélable avec la zone à Securiformis de Géorgie, mais ce n'est qu'avec les assemblages à *Martelites*, lorsqu'ils sont bien individualisés, qu'une corrélation précise peut être faite. Une correspondance est envisageable avec la zone à *Parancyloceras ?* sp. de Roumanie [Avram, 1983], ainsi que l'avait suggéré Kakabadzé [1989], en se basant sur les affinités entre cette forme, malheureusemnet non figurée, et *Leptoceratoides puzosianum* (D'ORB.) [Avram, 1983], ainsi qu'avec la zone à Puzosianum de Tunisie [Memmi, 1979, 1981 ; Burollet *et al.*, 1983].

4. – LE PROBLÈME DE LA LIMITE BARRÉMIEN / APTIEN

En 1965, Busnardo a proposé de fixer la limite barrémo-aptienne dans la coupe d'Angles au banc 197.

L'argumentation de l'auteur reposait sur l'apparition de "*Puzosia matheroni*" (D'ORB.) (= *Pseudohaploceras matheroni*) bien qu'il reconnaissait alors cette limite comme «arbitraire et peu sûre». Busnardo reconnaissait également l'absence de taxa véritablement significatifs dans cette partie de la coupe d'Angles. Bien que les découvertes récentes de Deshayesitidae [Delanoy, 1991] dans la formation 15 [Busnardo, 1965] de la coupe stratotypique prouvent de façon indiscutable l'âge aptien inférieur de cette formation, aucune argumentation paléontologique nouvelle n'est en mesure de confirmer ou d'infirmer cette limite. Celle-ci reste donc figurée dans ce travail au banc 197. Les autres sections étudiées n'apportant non plus rien de nouveau en ce domaine, la limite Barrémien/Aptien y a été figurée par comparaison séquentielle avec la coupe d'Angles.

Quant à l'utilisation biostratigraphique des représentants du genre *Pseudohaploceras* il apparaît clairement que celle-ci doit être abandonnée au moins tant que ceux-ci n'auront pas fait l'objet d'une révision.

5. – LE NIVEAU À *CAMEREICERAS*

En 1976, Arnaud-Vanneau *et al.* ont reconnu dans le Vercors un niveau caractérisé par l'abondance des représentants du genre *"Matheronites"*, considérant alors que cet horizon, situé au sein de la "Vire à Hétérocères" *sensu* Paquier [1900], correspondait à la sous-zone à Feraudianus [Busnardo, 1965]. Quelques années plus tard, Thieuloy [1979] a admis le particularisme de ces faunes et crée un nouveau taxon : *Matheronites limentinus* qui serait, avec *Crioceratites janus* THIEULOY, caractéristique d'un horizon repère reconnu sur les marges nord et sud du Bassin Vocontien. Les conclusions stratigraphiques de Thieuloy étaient alors les mêmes que celles d'Arnaud-Vanneau *et al.* [1976].

Le riche matériel récolté dans des niveaux de condensation de la région niçoise [Delanoy, 1990c] m'a conduit à proposer le nouveau groupe-genre *Camereiceras* pour les formes du groupe *limentinus* sans qu'il soit possible d'apporter des précisions stratigraphiques nouvelles. En Espagne, dans les Cordillères Bétiques, Company *et al.* [1992] ont signalé la présence de *Camereiceras davouxi* DELANOY dans un niveau de condensation représentant les zones à Sartousiana et à Feraudianus.

Les faunes recueillies dans la coupe "Vergons 1" permettent donc une approche nouvelle sur la position stratigraphique de cet horizon dont les éléments les plus significatifs (*Camereiceras limentinus* (THIEULOY) et "*Crioceratites*" *janus* THIEULOY) ont été récoltés 4-5 m sous les premiers niveaux à *Hemihoplites feraudianus* (D'ORB.). Parmi la faune accompagnatrice, il convient de signaler la présence de *Macroscaphites ectotuberculatus* AVRAM et de *Psilotissotia sauvageaui* (HERM.), ce qui permet de placer ce niveau dans la partie semble-t-il supérieure de la zone à Sartousiana [= sommet de la zone à Barremense *in* Delanoy, 1992 et Delanoy et Joly, à paraître]. J'ai récolté également d'autres échantillons de *Camereiceras* près de St. André les Alpes au bord du lac de Castillon. Leur position est tout à fait semblable à celle de Vergons. Dans les deux cas, les horizons à *Camereiceras* se trouvent sous une petite vire marneuse sous-jacente à des gros bancs métriques à silex, eux-mêmes situés sous les niveaux à *Hemihoplites feraudianus* (D'ORB.).

Malheureusement, il ne m'a pas été possible de situer ce niveau à *limentinus* au sein de la coupe stratotypique d'Angles, faute de documentation paléontologique suffisante. Qui plus est, l'absence dans la coupe d'Angles des bancs à silex sous-jacents à la zone à Feraudianus rend impossible tout repérage lithostratigraphique du niveau.

Il me paraît donc opportun de proposer de nouvelles corrélations avec le Vercors méridional puisque les principaux taxa ayant servi à l'élaboration du schéma stratigraphique de cette région sont maintenant bien situés dans la région stratotypique.

Jusqu'à présent, la présence simultanée dans le niveau à *Camereiceras* du Col du Rousset (Kc 82) d'ammonites rapportées à *Hemihoplites* cf. *feraudianus* (D'ORB.) [Arnaud-Vanneau *et al.*, 1976 ; Arnaud, 1981] posait un problème de corrélation entre les horizons à *limentinus* du Vercors et ceux de la région d'Angles. Les résultats préliminaires de cette découverte n'avaient donc été que provisoirement utilisés par Arnaud et Arnaud-Vanneau en 1991. Une révision récente des faunes du Vercors conservées à l'Institut Dolomieu de Grenoble ne m'a cependant montré aucun échantillon pouvant vraiment être rapporté à l'espèce *Hemihoplites feraudianus* (D'ORB.). Les spécimens interprétés comme tel correspondent, à mon sens, à des fragments de chambres d'habitation appartenant à des Hemihoplitidae du groupe de "*Crioceratites*" *janus* THIEULOY. La succession faunique du Col du Rousset est donc semblable à celle observée à Vergons ou à Saint André les Alpes.

En conséquence, les corrélations suivantes peuvent être établies :

• La "Vire à Hétérocères" du Col du Rousset représente la partie terminale de la zone à Sartousiana et la zone à Feraudianus. A son sommet, équivalent très probable du sommet de la zone à Feraudianus apparaissent les premiers Hétérocères (Marnes de la Béguère).

• Cette première assise à Hétérocères est surmontée par le membre Bs 3 ayant livré à Paquier *Imerites* cf. *giraudi* KILIAN [Arnaud-Vanneau *et al*, 1976 ; Arnaud, 1981] et représente donc la base de la zone à Giraudi.

• Le membre Bs 3 est surmonté par une autre assise marneuse, les Marnes du Pas de la Couronne, corrélée par Arnaud-Vanneau *et al.* [1976] et Arnaud [1981] avec la zone à Securiformis des auteurs russes. Après avoir revu le matériel récolté à ce niveau et d'après les données obtenues dans la région d'Angles, je pense que ces marnes correspondent à la partie médiane de la zone à Giraudi et qu'elles représentent très probablement l'équivalent du niveau principal de Morteyron qui livre de grands *Heteroceras* (= *pars Colchidites auct.*).

• Quant aux Marnes de la Révolte qui ont livré des "*Colchidites*" du gr. *sarasini* ROUCH. [*C. rionensis* (SIM., BAC., SOR.) et *C.* gr. *ellipticus* ROUCH. *in* Arnaud, 1981, p. 135] elles peuvent être corrélées avec la zone à Sarasini et ne représentent donc pas l'homologue des Marnes du Pas de la Couronne [Arnaud, 1981, p. 135]. De nouvelles corrélations séquentielles avec la coupe stratotypique d'Angles aboutissent d'ailleurs à la même conclusion (Arnaud, communication personnelle).

6. – ETUDE PALÉONTOLOGIQUE

Ordre	AMMONOIDEA ZITTEL, 1884
Sous-ordre	ANCYLOCERATINA WIEDMANN, 1960
Famille	HETEROCERATIDAE SPATH, 1922
Genre	HETEROCERAS D'ORBIGNY, 1850

Espèce-type : *Heteroceras emerici* D'ORBIGNY, 1842 par désignation subséquente de Meek (1876).

HETEROCERAS coulleti DELANOY, 1994
(pl. 2, fig. 1 ; pl. 8, fig. 1, 2 ; pl. 9, fig. 1, 2 ; tabl. II).

1863 - *Anisoceras obliquatum* D'ORB. : Pictet, p. 5, pl. 1, fig. 1.

1992 - *Heteroceras* aff. *obliquatum* (D'ORB.) : Delanoy, p. 122, pl. 35, fig. 1, 2, 3.

1994 - *Heteroceras coulleti* sp. *nov.* : DELANOY, p. 547, text. fig. 2.

Holotype : L'échantillon décrit et figuré par Pictet [1863] n'ayant pu être retrouvé, je désigne comme holotype de l'espèce le grand spécimen n° PC H1 de la collection Coullet, ici figuré pl. 8, fig. 1. Un moulage se trouve dans la collection Delanoy sous le n° 28672.

Derivatio nominis : Espèce dédiée à Mr. P. Coullet, collectionneur à Barrême (A.H.P) et inventeur de l'holotype.

Locus typicus : Vallée de l'Asse de Moriez, près du village de Moriez (A.H.P.), près du pont de bois enjambant l'Asse près de la ferme de Tremolies.

Stratum typicum : Base de la zone à Giraudi.

Matériel examiné : L'holotype, éch. PC.H1, coll. Coullet, zone à Giraudi, Moriez (A.H.P) ; éch. MOS.131, coll. Selebran, zone à Feraudianus, Angles (A.H.P.) ; éch. 28699 coll. Delanoy, zone à Feraudianus, Méouilles, Saint-André les Alpes (A.H.P.) ; éch. 28642, 28449 coll. Delanoy, zone à Giraudi, La Beaume, Castellane (A.H.P.) ; éch. 28576 coll. Delanoy, zone à Giraudi, Blieux (A.H.P.) ; éch. 28804, 28808 coll. Delanoy, zone à Giraudi, Barrême (A.H.P.) ; éch. 27622, 27701, 27910, 28024, 28036, 28038 coll. Delanoy, Barrémien supérieur, Saint-Laurent de l'Escarène (A.M.) ; éch. 28804 coll. Delanoy, zone à Giraudi, Morteyron, Saint-Etienne les Orgues (A.H.P.) ; éch. BVS 20, BVS 21, BVS 22 coll. Van Santen, zone à Giraudi, Vergons (A.H.P.) ; éch. HPF 20, coll. Feraud, zone à Feraudianus, Vergons (A.H.P.) ; éch. HPF 24, coll. Feraud, zone à Giraudi, Vergons (A.H.P.) ; éch. JYV 30 coll.Vourgeres, zone à Giraudi, Vergons (A.H.P.) ; éch. AP H10, AP H11, AP H12 coll. Poupon, zone à Feraudianus, Blaron (A.H.P.) ;

éch. LE 12, LE 13 coll. Ebbo, zones à Feraudianus et à Giraudi (non précisé), Méouilles, Saint-André les Alpes (A.H.P.) ; éch MHNG 16802 coll Pictet, "Néocomien des Basses-Alpes" ; éch. MHNG 16962 coll. Pictet, Escragnolles (A.M) ; éch. BMNH C47541 coll. Astier, "Néocomien" France ; divers échantillons fragmentaires non répertoriés coll. Delanoy, zones à Feraudianus et à Giraudi de la région d'Angles-Barrême-Castellane (A.H.P.).

Dimensions : (en mm)

Ech.	H	Dt	h1	hh	h2	h3	lp	lc	Cp	Cc
PC H1	490x	32	13	13	53,8x	—	515x	—	7,9%	—
MHNG 16962	402x	—	18,7	18,7	42,5x	—	365	—	6,5%	—
MOS 131	400x	—	14,5	15,5	50,6x	—	395x	—	9,1%	—
APH 10	385x	—	15,5	16	45,1x	—	384x	—	7,7%	—
PF 20	365x	29	15	15	C 40x	—	355x	—	7 %	—
JYV 30	330	32	12	17,5	C36,2	47,3	341	160	7 %	4,4%
28699	260x	—	12,3	12,3	29,6x	—	231x	—	7,4%	—
BVS 22	270x	—	13,3	13,3	34,9x	—	245x	—	8,8%	—

TABL. II. – Dimensions d'*Heteroceras coulleti* DELANOY.

Abréviations : **H** : hauteur totale ; **Dt** : diamètre du turricône ; **h1** : hauteur du tour à la fin du turricône ; **h2** : hauteur du tour à la base de la hampe ; **h3** : hauteur du tour à la fin du phragmocône ; **lp** : longueur du phragmocône ; **lc** : longueur de la chambre ; **Cp** : croissance du phragmocône ; **Cc** : croissance de la chambre ; **x**: valeur conservée.

Diagnose : *Heteroceras* de taille grande à très grande et dont le développement de la coquille est de type hétérocône. Le turricône est de taille moyenne à tours faiblement disjoints. La hampe peut être très longue, elle est de croissance lente, légèrement arquée, ornée en grande partie de côtes clavées, passant à une costulation plus ordinaire dans sa partie supérieure. La crosse n'est que partiellement connue, le coude montre peu de bifurcations et le retour est orné de côtes fortes espacées.

Description :

Heteroceras coulleti DELANOY est une espèce de taille grande à très grande (l'échantillon figuré par Pictet en 1863 avait une longueur estimée à 800 mm !). L'enroulement est de type hétérocône.

Le turricône est de taille moyenne, son diamètre avoisinant 25 mm. Les tours sont faiblement disjoints. Par rapport au plan de la coquille son axe forme un angle compris entre 30 et 45°. L'enroulement est dextre ou senestre et la section est subovale. L'ornementation est constituée de côtes d'épaisseur moyenne séparées par un espace aussi large qu'elles. Elles sont bifurquées dès la région ombilicale et leur section est arrondie. Ces côtes sont dans l'ensemble peu sinueuses et rursiradiées.

La hampe peut être très longue, de forme plus ou moins arquée. Elle se raccorde au turricône soit directement, soit par l'intermédiaire d'une partie plan-spiralée brève et ouverte. La croissance relative de la hauteur du tour est lente, comprise entre 7 et 10%. La section est plus haute que large, elliptique, quelquefois subcirculaire à la base de la hampe. Au cours de la croissance, la hauteur augmente plus vite que la largeur, les parties supérieures de la hampe paraissant plus comprimées que les inférieures. L'ornementation consiste tout d'abord en côtes clavées droites, dont l'épaisseur augmente très fortement dès la mi-flanc jusque sur la région ventrale qu'elles traversent dans leur maximum d'épaisseur. Leur section est arrondie, quelquefois plus ou moins anguleuse. La durée de cette livrée à côtes clavées fortes est variable : elle orne en effet la moitié ou les deux-tiers inférieurs de la hampe, très rarement la totalité de la hampe (excepté chez quelques échantillons de petite taille). On voit apparaître ensuite un autre motif ornemental constitué de côtes simples, d'épaisseur moyenne, pratiquement égales sur toute la traversée des flancs et de la région ventrale, droites ou légèrement convexes. Chez certains échantillons, ce dernier stade ornemental est présent dès la base de la hampe. La direction des côtes change suivant leur position sur la hampe : radiées ou légèrement rursiradiées à la partie inférieure, radiées sur toute la partie médiane et prorsiradiées dans la partie supérieure. Sur la face interne, les côtes sont fines, simples ou bifurquées, souvent irrégulièrement dans le premier stade ornemental alors que dans le second les bifurcations semblent plus systématiques.

La crosse n'est que très imparfaitement connue. Un seul échantillon nous montre cette partie de la coquille, il s'agit malheureusement d'un individu atypique par sa taille et la disparition rapide de la livrée à côtes clavées (éch. JYV 30). Le coude et le retour de la crose de cette ammonite sont ornés de côtes épaisses, peu nombreuses, s'espaçant de plus en plus, d'abord très concaves, puis droites et radiées. Sur la forme typique, la crosse n'est que très partiellement connue (échantillons de la collection Pictet : figuration de 1863 et MHNG 16802) : le coude, seule partie connue, est orné de nombreuses côtes simples, droites, rursiradiées, très rarement bifurquées ou intercalées.

La ligne de suture est généralement peu visible sur les moules calcaires de la région d'Angles. Un spécimen de Saint-Laurent de l'Escarène (éch. 28038) montre un lobe latéral trifide avec de nombreuses incisures.

Variation : Dans son ensemble la population d'*Heteroceras coulleti* DELANOY montre une certaine homogénéité morphologique, même si la taille semble toutefois pouvoir varier dans des proportions assez importantes. La partie hélicoïdale de la coquille est peu variable dans ses dimensions. Au niveau de l'ornementation, il est possible de reconnaître deux pôles morphologiques :

– l'un très largement majoritaire, qui montre d'abord un stade à côtes clavées de durée variable et qui peut être suivi d'un deuxième motif ornemental à côtes plus fines,

– l'autre montrant dès la base de la hampe une livrée à côtes plus fines, mais qui est représenté par une fraction moins importante de la population.

Affinités et discussion :

Heteroceras coulleti DELANOY est un taxon qui a été récemment créé et brièvement décrit, sans figuration [Delanoy, 1994]. Il était donc nécessaire de revenir sur cette espèce qui préfigure, dès le sommet de la zone à Feraudianus, les grands peuplements d'Hétérocères de la zone à Giraudi.

Heteroceras coulleti DELANOY se distingue d'*Heteroceras imericum* ROUCH. par sa coquille plus grêle à croissance plus lente, sa partie hélicoïdale généralement de taille moindre, aux tours très légèrement disjoints. Du point de vue de l'ornementation, et d'après les données actuelles, *Heteroceras coulleti* DELANOY ne montre pas ou très peu de bifurcations dans le coude de la crosse alors que ce caractère est assez fortement exprimé chez *Heteroceras imericum* ROUCH..

Heteroceras coulleti DELANOY montre de surprenantes similitudes ornementales avec le *Toxoceras obliquatum* de D'ORBIGNY (1841) [Kilian 1888 a, b ; Delanoy 1992]. C'est d'ailleurs de ce taxon que Pictet avait rapproché les échantillons décrits et figurés en 1863. Malheureusement, la figuration de d'Orbigny [1841, pl. 120, fig. 1, 2, 3, 4] ne montre qu'un échantillon fragmentaire dont les premiers et les ultimes développements ne sont pas connus, ce qui laisse planer un doute quant à sa position systématique actuelle. De plus le spécimen figuré montre une croissance relative de la hauteur du tour excessivement rapide (14,4%) qui n'a rien à voir avec celle d'*Heteroceras coulleti* DELANOY. Selon H. Gauthier (communication écrite) le type du *Toxoceras obliquatum* D'ORBIGNY n'a pas été retrouvé dans la collection d'Orbigny, interdisant ainsi toute comparaison directe avec le matériel récolté dans le Sud-Est de la France. C'est pourquoi il m'a paru préférable de créer une nouvelle coupure spécifique plutôt que de rapporter plus ou moins arbitrairement cet *Heteroceras* à une forme difficilement interprétable.

Répartition stratigraphique et géographique :

Heteroceras coulleti DELANOY est une forme fréquente au sommet de la zone à Feraudianus et à la base de la zone à Giraudi. L'espèce ne semble pas connue hors du Sud-Est de la France.

REMERCIEMENTS

Je remercie tout particulièrement H. Arnaud, J.-P. Thieuloy et L. Bulot (Université de Grenoble) pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail ainsi que pour les conseils qu'ils m'ont donnés en ce qui concerne son élaboration.

G. Thomel m'a fait bénéficier de l'appui technique du Museum d'Histoire Naturelle de Nice et je l'en remercie grandement, tout comme B. Joly qui a accepté de déterminer mes Phylloceratidae.

Je remercie également G. Martini, et à travers lui toute la Réserve Géologique de Haute-Provence (Digne), pour m'avoir toujours autorisé l'accès des coupes situées dans la Réserve, ainsi que D. Decrouez (Muséum d'Histoire Naturelle de Genève), J.C. Fischer et H. Gauthier (Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris) qui m'ont grandement facilité l'accès aux collections dont ils ont la charge.

Enfin, j'adresse un grand merci à P. Coullet, J. Davoux, L. Ebbo, P. Feraud, J. Giverso, P. Lazarin, A. Magnin, A. Poupon, J.Y. Vourgeres pour leur aide si précieuse sur le terrain.

Références

AGUIRRE URRETA M.B. & KLINGER H.C. (1986). – Upper Barremian Heteroceratinae (Cephalopoda, Ammonoïdea) from Patagonia and Zululand, with comments on the systematic of the Subfamily. *Ann. S. Afr. Museum*, **96** (8), 315-358, Cape Town.

ARNAUD H. (1981). – De la plate-forme urgonienne au bassin vocontien : le barrémo-bédoulien entre Isère et Buëch (Vercors méridional, Diois oriental et Devoluy). *Géologie Alpine*, mém. sp. **12**, 1, 1-311, Grenoble.

ARNAUD-VANNEAU A., ARNAUD H. & THIEULOY J.P. (1976). – Bases nouvelles pour la stratigraphie des calcaires urgoniens du Vercors (Massifs subalpins septentrionaux-France). *Newsl. Stratigr.*, **5** (213), 143-159, Stuttgart.

ARNAUD H. & ARNAUD-VANNEAU A. (1991). – Le calcaires urgoniens des massifs subalpins septentrionaux et du Jura : âge et discussion des données stratigraphiques. *Géologie Alpine*, **67**, 63-79, Grenoble.

AVRAM E. (1983). – Barremian zonation in the carpatian area. *Zitteliana*, **10**, 509-514, München.

BOGDANOVA T., EGOIAN V.L., KAKABADZÉ M.V., KOTETISHVILI E.V., MIKHAILOVA A., POKHIALAINEN V.P., V.A. PROZOROVSKY, SAVELIEV A.A., SAKHAROV A.S. & SHULGINA N.I. (1989). – Zones of Cretaceous System in the USSR. Lower Series. Nauka ed., 1-242, Léningrad.

BUROLLET P.-F., MEMMI L. & M'RABET A. (1983). – Le Crétacé inférieur de Tunisie. Aperçu stratigraphique et sédimentologique. *Zitteliana*, **10**, 255-264, München.

BUSNARDO R. (1965a). – Le stratotype du Barrémien-lithothologie et macrofaune *in* Colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, Septembre 1963), *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, Paris, **34**, 101-116, Paris.

BUSNARDO R. (1965b). – Rapport sur l'étage Barrémien *in* Colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, Septembre 1963), *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, Paris, **34**, 161-169, Paris.

BUSNARDO R. (1984). – Ammonites *in* Chapitre Crétacé inférieur. *In* Debrand-Passard S. *et al.*, Synthèse géologique du Sud-Est de la France, *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, **125**, 292-294, Orléans.

COMPANY M., HOEDEMAEKER P.J., SANDOVAL J & TAVERA J.M. (1992). – Excursion guide *in* IGCP Project 262 : Tethyan Cretaceous correlation. Lower Cretaceous Cephalopod Team, 2nd Workshop, Mula 1992, 1-3 (ce volume, 401-420).

COTILLON P. (1971). – Le Crétacé inférieur de l'arc subalpin de Castellane entre l'Asse et le Var. Stratigraphie et sédimentologie. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, **68**, 1-313, Orléans.

DELANOY G. (1990a). – Données nouvelles sur l'espèce-index *Hemihoplites feraudianus* (D'ORB., 1841) (Ammonoïdea, Ancyloceratina). *C. R. Acad. Sci. Paris.* **310**, Serie II, 661-666, Paris.

DELANOY G. (1990b). – Précisions nouvelles sur *"Emericiceras" collignoni* THOMEL (Ammonoidea) et proposition d'un nouveau schéma zonal dans le Barrémien supérieur du Sud-Est de la France. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **311**, Série II, 254-264, Paris.

DELANOY G. (1990c). – *Camereiceras* gen. nov. (Ammonoidea, Ancyloceratina) du Barrémien supérieur du Sud-Est de la France. *Géobios*, **23**, 1, 71-93, Lyon.

DELANOY G. (1991). – Sur la présence du genre *Prodeshayesites* CASEY, 1961 (Ammonoidea) dans l'Aptien inférieur du Bassin Vocontien. *Cretaceous Research*, **12**, 437-441, London.

DELANOY G.(1992). – Les ammonites du Barrémien supérieur de Saint Laurent de l'Escarène (Alpes-Maritimes, Sud-Est de la France). *Ann. Mus. Hist. Nat. Nice* , **9**, 1-148, Nice.

DELANOY G. (1994). – Nouvelles conceptions génériques au sein de la famille des Heteroceratidae SPATH, 1922 (Ammonoidea, Ancyloceratina). *C. R. Acad. Sci. Paris*, **318**, Série II, 543-548, Paris.

DELANOY G. (en cours). – Etude biostratigraphique de la limite barrémo-aptienne dans la région stratotypique d'Angles-Barrême-Catellane et étude particulière des ammonites de la famille des Heteroceratidae SPATH, 1922. D.U. R. Université de Nice.

DELANOY G. & BULOT L. (1991). – Révision des types et figurés des collections Matheron et Reynes -3. genres : *Acrioceras, Heteroceras, Kutatissites* et *Pseudocrioceras*. *Mesogée*, **50**, 15-21, Marseille.

DELANOY G. & FERAUD P. (à paraître). – On the genus *Spinocrioceras* KEMPER, 1973 (Ammonoidea, Ancyloceratina), *Géol. Jb.*

DELANOY G. & JOLY B. (à paraître). – Sur quelques Phylloceratidae du Barrémien supérieur et de l'Aptien inférieur du Sud-Est de la France. *Mésogée*, Marseille.

FERRY S. (1988). – Contrôle eustatique de la resédimentation calcaire en fosse vocontienne (Mésozoïque, S.E. de la France) *in* FERRY S., RUBINO J.L *et al.* (eds). Eustatisme et séquences de dépôts dans le Crétacé du Sud-Est de la France. *Géotrope*, **1**, 32-51, Lyon.

HOEDEMAEKER P. J. & BULOT L. (1990). – Preliminary ammonite zonation for the Lower Cretaceous of Mediterranean Region, *Géologie Alpine*, **66**, 123-127, Grenoble.

HOEDEMAEKER P. J. & COMPANY M. (Reporters) (1993). – Ammonite zonation for the lower Cretaceous of the mediterranean région ; basis for the stratigraphic correlations within IGCP Project 262. *Rev. Esp. Pal.*, **8**, 1, 117-120, Madrid.

KAKABADZÉ M.V. (1971). – The Colchidites and their stratigraphical signifiance. *Trudy. Géol. Inst. Tbilissi* (NS), **26**, 1-118, Tbilissi (en russe).

KAKABADZÉ M.V. (1975). – Lower Crétaceous Heteroceratinae of Georgia and adjacents régions. *Trudy. Géol. Inst. Tbilissi* (NS), **47**, 62-31, Tbilissi (en russe).

KAKABADZÉ M.V. (1979). – Facies and Environments of Georgian Ancyloceratids (Lower Cretaceous, U.S.S.R.). *in* Aspekte der Kreide Europas, IUGS Series A, **6**, 141-149, Stuttgart.

KAKABADZÉ M.V. (1981). – The Ancyloceratids of the South of the USSR and their stratigraphical signifiance. *Trudy. Géol. Inst. Tbilissi* (NS), **71**, 1-97 (en russe), Tbilissi.

KAKABADZÉ M.V. (1983). – On the Hauterivian-Barremian correlation between the South of the USSR and certain Southern regions of Europe. *Zitteliana*, **10**, 501-508, München.

KAKABADZÉ M.V. (1989). – The Barremian Biostratigraphical Subdivisions of Georgia and Comparaison with some Western mediterranean Regions, *In* WIEDMANN J. (ed.), Cretaceous of the Western Thetys. Proceedings 3rd International Cretaceous Symposium, Tübingen, 1987. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchandlung, 551-560, Stuttgart.

KEMPER E. (1973). – Die unterkreide im Untergrund der Gehrdener Berge und in die Deidter-Mulde. *Ber. Naturhist. Ges.*, **117**, 29-54, Hannover.

KILIAN W. (1888a). – Description géologique de la Montagne de Lure (Basses-Alpes). Masson ed., 1-458, Paris.

KILIAN W. (1888b). – Sur quelques fossiles du Crétacé inférieur de la Provence. *Bull. Soc. Géol. France*, (3), **XVI**, 663-691, Paris.

KILIAN W. (1907-1913). – Das Mezosoïcum Unterkreide (Palaeocretacium), *Lethaea Geognostica*, 3, **3**, 289-398, Stuttgart.

KLINGER H.C., KAKABADZÉ M.V. & KENNEDY W.J. (1984). – Upper Barremian (Cretaceous) heteroceratid ammonites from South Africa and the Caucasus and their paleobiogeographic signifiance. *J. Moll. Stud.*, **50**, 43-60.

KOTETISHVILI E. (1970). – Stratigraphy and fauna of the Colchiditic and adjacent horizons of western Georgia. *Trudy Geol. Inst. Tbilissi* (NS), **25**, 1-115, Tbilissi (en russe).

KOTETISHVILI E. (1989). – Biofacies characteristics of Lower Cretaceous. Deposits of Georgia, *In* Wiedmann J. (ed.), Cretaceous of the Western Thetys. Proceeding 3rd International Cretaceous Symposium, Tübingen, 1987. Ed. Schweizerbart'sche Verlagsbuchandlung, 543-550, Stuttgart.

MEMMI L. (1978). – Historique et actualisation du Crétacé inférieur de Tunisie septentrionale. *Notes Serv. Géol. Tunisie*, **45**, 45-53, Tunis.

MEMMI L. (1981). – Biostratigraphie du Crétacé inférieur de la Tunisie nord-orientale. *Bull. Soc. géol. France*, (7), **23**, 175-183, Paris.

MOULLADE, M. (1966). – Etude stratigraphique et micropaléontologique du Crétacé inférieur de la "Fosse Vocontienne". *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, **15**, 1-369, Lyon.

MEEK F.B. (1876). – A report on the invertebrate cretaceous and tertiary fossils of the Upper Missouri Country *in* Meek F.B. & Hayden F.V.. *U. S. Geol. Geog. Survey Terr.*, **9**, 1-629, Washington.

ORBIGNY A. D' (1841-1842). – Paléontologie Française. Terrains crétacés, Céphalopodes. Masson ed., 1-662, Paris.

PAQUIER V. (1900). – Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Univ. Grenoble* , **5**, 147-556, Grenoble.

PICTET J.F. (1863). – Mélanges paléontologiques : sur les limites du genre *Toxoceras* et sur le *T. obliquatum*, D'ORB.. *Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat.*, **17**, 1, 5-14, Genève.

SIMONIESCU I. (1900). – Notes sur quelques ammonites du Néoconien français. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble*, **5**, 1, 2-17, Grenoble.

SORNAY J. (1977). – Termes stratigraphiques majeurs : article Barrémien, *in* lexique stratigraphique international. C.N.R.S. ed., 1-194, Paris.

THIEULOY J.-P. (1976). – Le genre géorgien *Kutatissites* (Ammonoïdea) dans le Sud-Est français. *Géologie Alpine*, Grenoble, **52**, 99-103, Grenoble.

THIEULOY J.-P. (1979). – *Matheronites limentinus* sp. n. (Ammonoïdea) espèce-type d'un horizon repère barrémien supérieur du Vercors méridional (massif subalpin français), *Géobios*, Mém. Spec. **3**, 305-617, Lyon.

VERMEULEN J. (1974). – Les zones de Pulchellidae dans le Crétacé inférieur du Sud-Est de la France (Alpes de Haute-Provence, Alpes maritimes, Var). *Actes du 99e Congrès national des sociétés savantes* (Besançon 1974), **1**, 17-26, Besançon.

Planche 1

Fig. 1 – *Heteroceras emerici* D'ORBIGNY, 1842 : éch. EM 3565 coll. Mascarelli ; Barrémien supérieur, zone à Giraudi, le Descouère, la Baume près de Castellane (DES 156). **x 1.**

Fig. 2 – *Heteroceras baylei* REYNES, 1876 : éch. 28083 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Giraudi, route d'Angles (ANG. 171). **x 1.**

Fig. 3 – *Imerites giraudi* (KILIAN, 1888) : éch. PC H3 coll. Coullet ; Barrémien supérieur, zone à Giraudi, le Vignon, Barrême (VIG 439 ?). **x 1.**

Fig. 4 – *Heteroceras baylei* REYNES, 1876 : éch. 1223 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Giraudi, route d'Angles (ANG. 167). **x 1.**

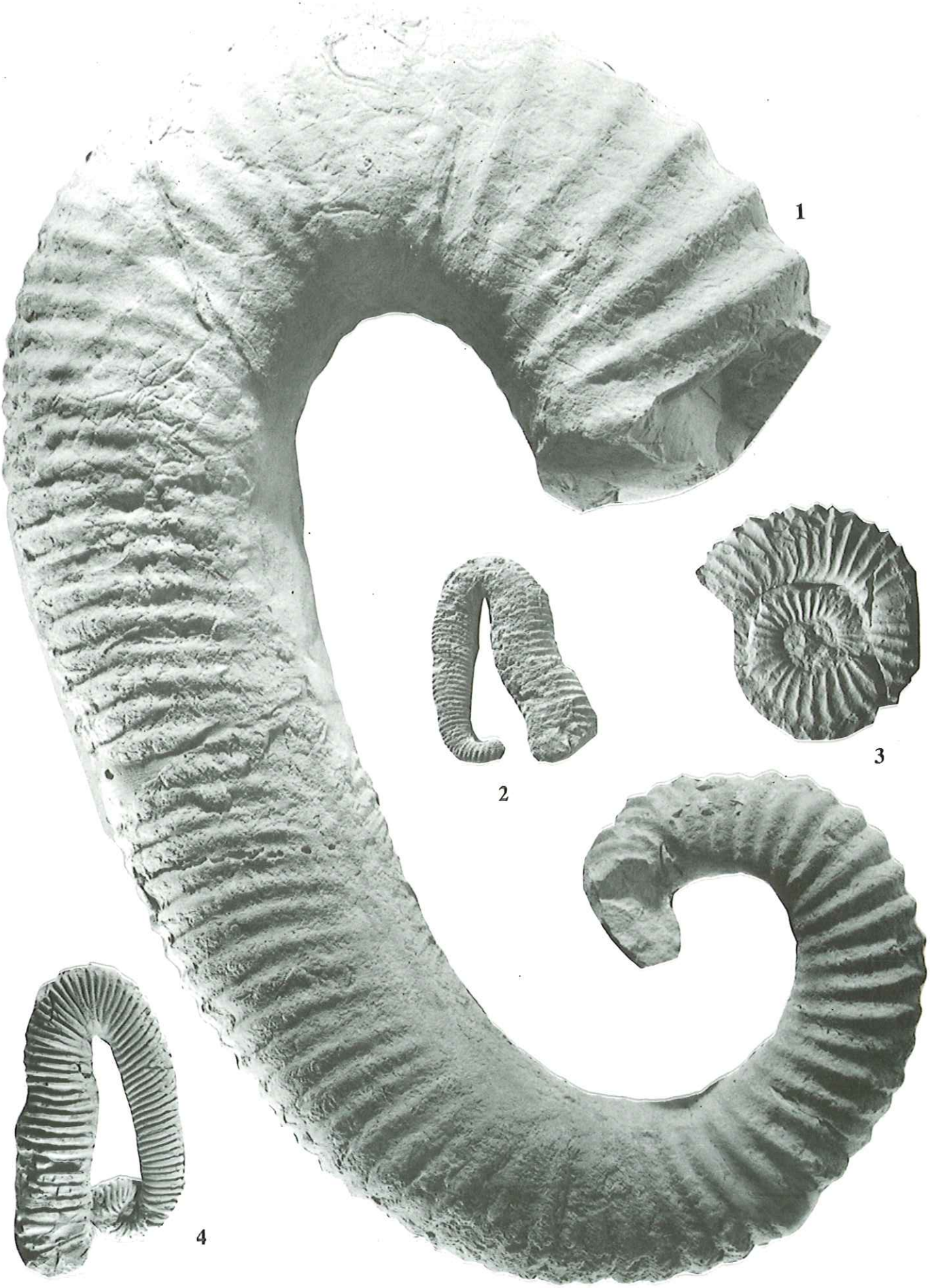

1
2
3
4

Planche 2

Fig. 1 – *Heteroceras coulleti* DELANOY,1994 : éch. 28699 coll Delanoy ; Barrémien supérieur, sommet de la zone à Feraudianus, St. André de Méouilles (MEO 162). **x 1.**

Fig. 2, 3 – *Imerites* aff. *dichotomum* ERISTAVI, 1955 ; Barrémien supérieur, zone à Giraudi.
2 : éch. 28358 coll. Delanoy, La Grande Terre, la Baume près de Castellane. **x 1.**
3 : éch. 28646 coll. Delanoy, le Vignon, Barrême (VIG 436). **x 1.**

Fig. 4 – *Imerites dichotomum* ERISTAVI, 1955 : éch. 28560, coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Giraudi, la Grande Terre, la Baume près de Castellane (GT 679). **x 1.**

Fig. 5 – *Imerites giraudi* (Kilian, 1888) : éch. 28830 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Giraudi, le Vignon, Barrême (VIG 439). **x 1.**

Fig. 6 – *Paraimerites sp.* : éch. 28688 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Giraudi, La Grande Terre, La Baume près de Castellane (GT 682). **x 1.**

Fig. 7 – *Audouliceras collignoni* (SARKAR, 1955) : éch. 28460 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Giraudi, La Grande Terre, La Baume près de Castellane (GT 685). **x 1.**

Fig. 8 – *Barremites difficilis* (D'ORBIGNY, 1842) : éch. 28583 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Feraudianus, Les Loubières, Vergons (LOU 159). **x 1.**

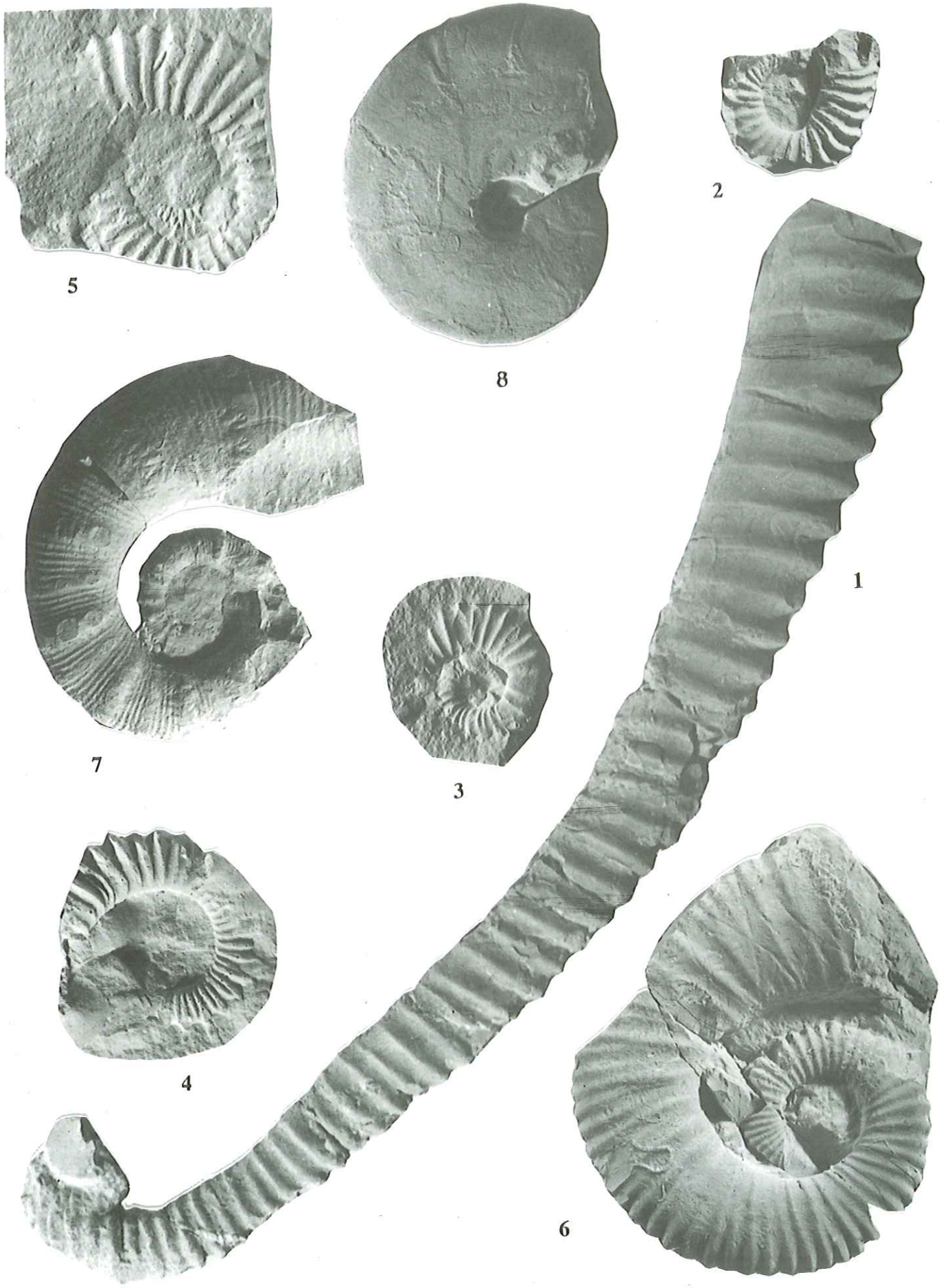

5
8
2
1
7
3
4
6

Planche 3

Fig. 1 – *Imerites dichotomum* ERISTAVI, 1955 et *Heteroceras coulleti* DELANOY, 1994 : éch. 28835 coll. Delanoy, Barrémien supérieur, zone à Giraudi, Blieux (BLI 224). **x 1.**

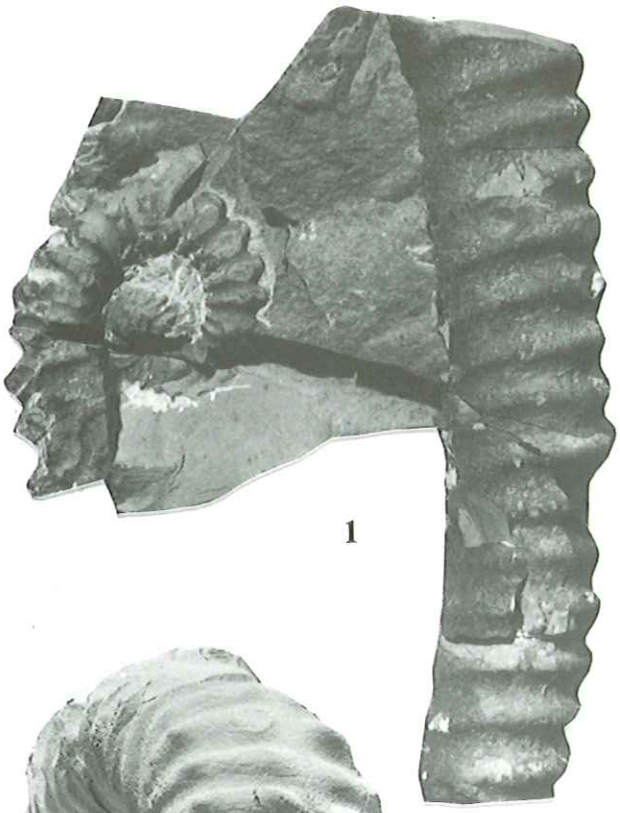
Fig. 2 – *Heteroceras imericum* ROUCHADZÉ, 1933 : éch. 28386, coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Giraudi, La Grande Terre, La Baume près de Castellane (GT 682). **x 1.**

Fig. 3 – *Kutatissites* sp. *nov.?* : éch. 28461 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Sarasini, La Grande Terre, La Baume près de Castellane (GT 694). **x 1.**

Fig. 4 – *Phyllopachyceras vergonsense* DELANOY & JOLY (sous-presse) : éch. 28598 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Sartousiana, "Vergons 2" (VER. 201). **x 1.**

Fig. 5 – *Phyllopachyceras* aff. *oregonense* (ANDERSON, 1938) : éch. 28627 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Feraudianus, Blieux (BLI 220). **x 1.**

Fig. 6 – *Spinocrioceras polyspinosum* KEMPER, 1973 : éch. 28616 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Feraudianus, Vergons 2 (VER 216a). **x 1.**



1

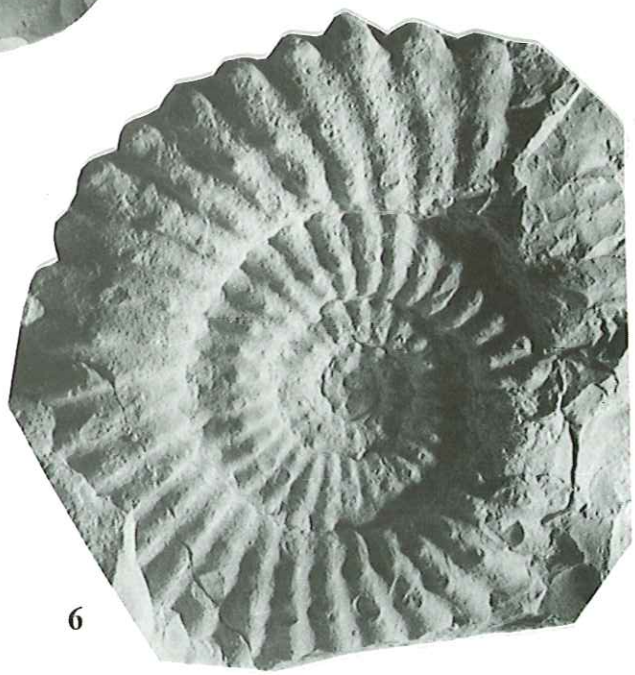
2

3a

4

5

3b



6

Planche 4

Fig. 1 – *Protetragonites crebisulcatus* (UHLIG, 1883) : éch. 28561 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Feraudianus, St. André de Méouilles (MEO 155). **x 1.**

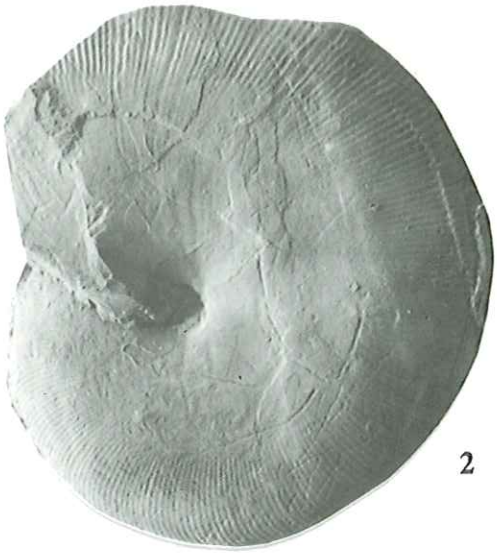
Fig. 2 – *Phylloceras (Hypophylloceras) ponticuli* (ROUSSEAU, 1842) : éch. 28 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Sartousiana, "Vergons 2" (VER. 200). **x 1.**

Fig. 3 – *Camereiceras limentinus* (THIEULOY, 1979) : éch. 28694 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Sartousiana, "Vergons 2" (VER. 200). **x 1.**

Fig. 4 – *Pseudohaploceras* sp. gr. *douvillei* (FALLOT, 1920) : éch. 28582 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Feraudianus, Vergons 1 (VER 101). **x 1.**

Fig. 5 – *Acantholytoceras tenuicostatum* var. *pseudo-audouli* (THOMEL, 1964) : éch. 28652 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Feraudianus, Vergons 1 (VER 106). **x 1.**

1



2

3

5

4

Planche 5

Fig. 1 – *Hemihoplites feraudianus* (D'ORBIGNY, 1841) : éch. 28645 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Feraudianus, Les Loubières, Vergons (LOU 159). **x 1.**

Fig. 2 – *Silesites seranonis* (D'ORBIGNY, 1841) : éch. 28355 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Giraudi, la Grande Terre, La Baume près de Castellane (GT 679). **x 1.**

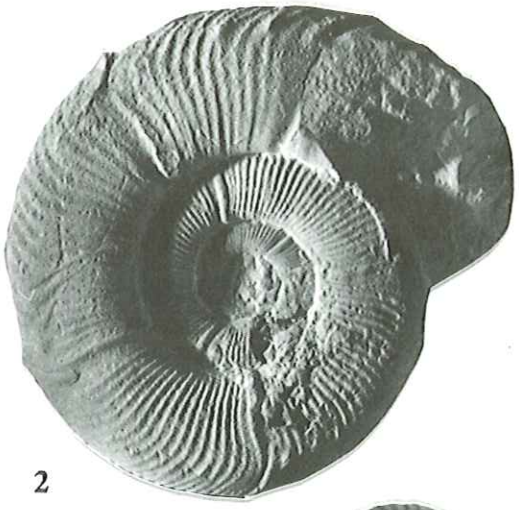
Fig. 3 – *Ptychoceras puzosianum* D'ORBIGNY, 1841 : éch. 28626 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Sartousiana, "Vergons 2" (VER. 201). **x 1.**

Fig. 4 – *Costidiscus recticostatus* (D'ORBIGNY, 1841) : éch. 28635 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Feraudianus, Les Loubières, Vergons (LOU 159). **x 1.**

Fig. 5 – *Macroscaphites yvani* (PUZOS, 1832) : éch. 28638 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Feraudianus, Vergons 1 (VER 101). **x 1.**

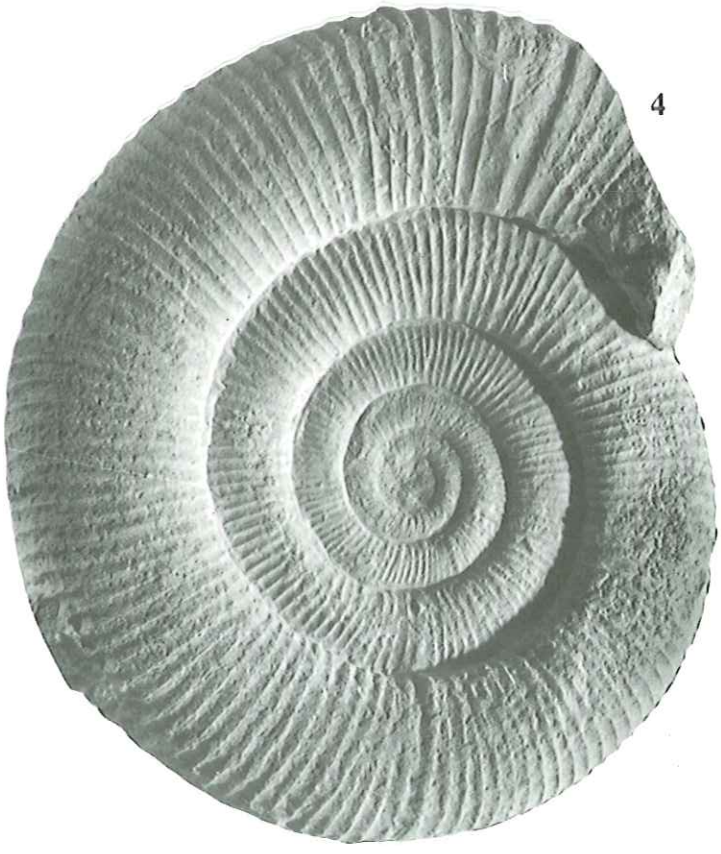
Fig. 6 – *Macroscaphites ectotuberculatus* AVRAM, 1984 : éch. 28595 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Sartousiana, "Vergons 2" (VER. 201). **x 1.**

1



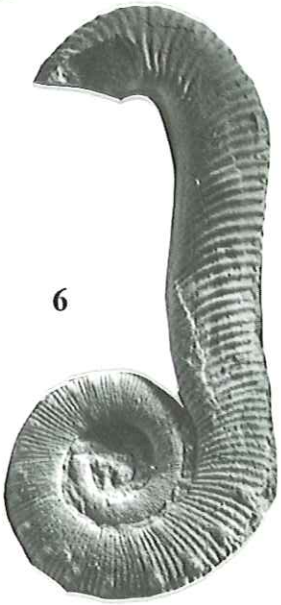
2

3



4

5



6

Planche 6

Fig. 1 – *Martelites sarasini* (ROUCHADZÉ, 1933) : éch. PC H10 coll. Coullet ; Barrémien supérieur, zone à Sarasini, le Vignon, Barrême (VIG 456). **x 1.**

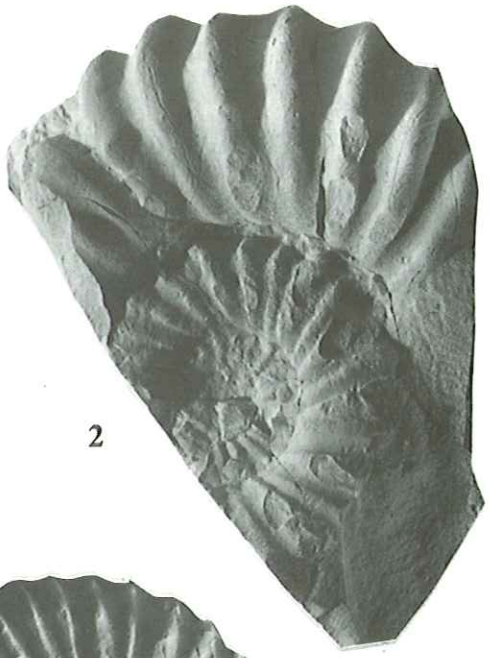
Fig. 2 – *Procheloniceras* sp. : éch. 28843 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Sarasini, le Vignon, Barrême (VIG 456). **x 1.**

Fig. 3 – "*Crioceratites*" *janus* THIEULOY, 1979 : éch. 28842 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Sartousiana, "Vergons 2" (VER. 200). **x 1.**

Fig. 4 – *Procheloniceras* gr. *pachystephanum* / *albrechtiaustriae* : éch. 28097 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Sarasini, le Descouère, la Baume près de Castellane (DES 173). **x 1.**

Fig. 5 – *Camereiceras* aff. *davouxi* DELANOY, 1990 : éch. non numéroté de la coll. Giverso ; Barrémien supérieur, zone à Sartousiana, "Vergons 2" (VER 201). **x 1.**

1



2

3

4

5

Planche 7

Fig. 1 – *Martelites sarasini* (ROUCHADZÉ, 1933) : éch. LE 14 coll. Ebbo (un moulage se trouve dans la Coll. Delanoy sous le n° 26671) ; Barrémien supérieur, zone à Sarasini, St. André de Méouilles (MEO 176). **x 1.**

Fig. 2 – *Martelites sarasini* (ROUCHADZÉ, 1933) : éch. JYV 18 coll. Vourgeres (un moulage se trouve dans la coll. Delanoy sous le n° 28713) ; Barrémien supérieur, zone à Sarasini, "Vergons 1" (VER 118). **x 1.**

Fig. 3 – *Leptoceratoides* aff. *puzosianum* (D'ORBIGNY, 1841) : éch. 28637 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Sarasini, St. André de Méouilles (MEO 176). **x 1.**

Fig. 4 – *Leptoceratoides puzosianum* (D'ORBIGNY, 1841) : éch. PC AM5 coll. Coullet, zone à Sarasini, le Vignon, Barrême (niveau non précisé). **x 1.**

Fig. 5 – *Leptoceratoides puzosianum* (D'ORBIGNY, 1841) : éch. 28842 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, route d'Angles (ANG 177). **x 1.**

Fig. 6 – *Psilotissotia sauvageaui* (HERMITE, 1879) : éch. 28692 coll. Delanoy ; Barrémien supérieur, zone à Sartousiana, "Vergons 2" (VER 201). **x 1.**

1

3

4

2

5

6

Planche 8

Fig. 1 – *Heteroceras coulleti* DELANOY, 1994 : holotype, éch. 28699 coll Coullet ; Barrémien supérieur, zone à Giraudi, Moriez. **x 0,53**.

Fig. 2 – *Heteroceras coulleti* DELANOY, 1994 : éch. AP H10 coll Poupon ; Barrémien supérieur, sommet de la zone à Feraudianus, Blaron, près de Castellane. **x 0,70**.

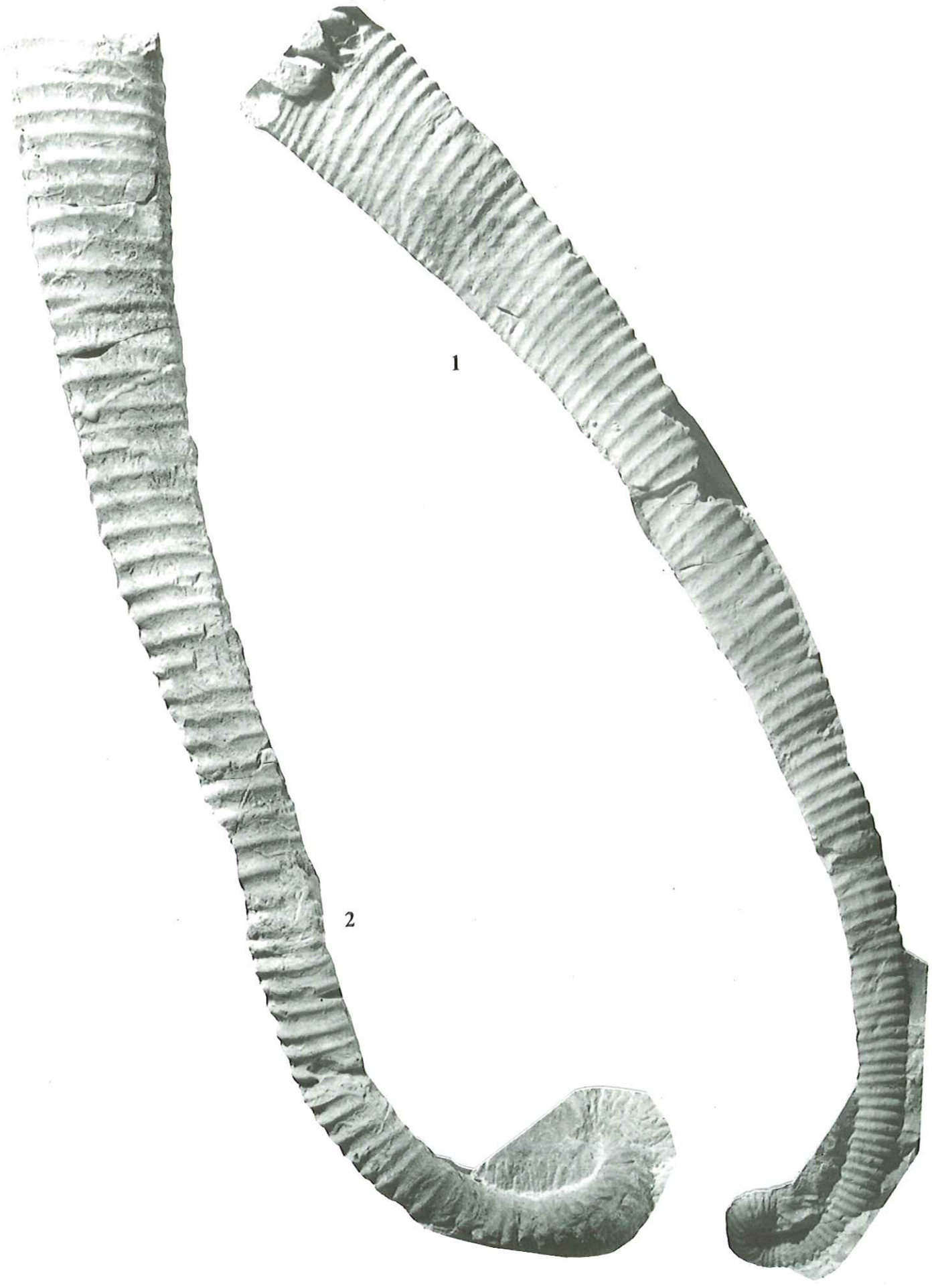

1
2

Planche 9

Fig. 1 – *Heteroceras coulleti* DELANOY, 1994 : éch. HPF 20 coll. Feraud ; Barrémien supérieur, sommet de la zone à Feraudianus, Vergons (VER 106). **x 0,71.**

Fig. 2 – *Heteroceras coulleti* DELANOY, 1994 : éch. MOS 131 coll. Selebran ; Barrémien supérieur, sommet de la zone à Feraudianus, Angles. **x 0,67.**

1

2

Géologie Alpine, 1994, Mém. H.S. n° 20, p. 321-326

La limite Bédoulien-Gargasien dans la coupe stratotypique de Cassis-La Bédoule (Bouches-du-Rhône, France)

par Gabriel CONTE*

RÉSUMÉ. — L'analyse détaillée des faunes d'ammonites recueillies dans la formation dite «Gargasien base» de la coupe stratotypique de La Bédoule (Bouches-du-Rhône, France) permet de distinguer la «zone à *Dufrenoyia* et *Tropaeum bowerbanki*», des couches sus-jacentes à *Aconeceras nisus* et *Epicheloniceras martini*. A l'issue de cette étude, nous proposons de placer la zone à *Dufrenoyia* au sommet du Bédoulien (= Aptien inférieur *sensu gallico*).

MOTS CLÉS. — Biostratigraphie, Aptien, Bédoulien, Gargasien, céphalopodes, *Dufrenoyia*.

The Bedoulian-Gargasian boundary in the Cassis-La Bédoule stratotypic section (Bouches-du-Rhône, France)

ABSTRACT. — Detailed analysis of the ammonite succession in the so called "Gargasien base" formation of the Stratotype section at La Bédoule (Bouches-du-Rhône, France) allows recognition of two successive ammonite assemblages at the Bedoulian-Gargasian boundary : a basal "*Dufrenoyia* and *Tropaeum bowerbanki* zone" followed by an *Aconeceras nisus* and *Epicheloniceras martini* assemblage. Those new observations drive the author to include the *Dufrenoyia* zone at the top of the Bedoulian (= Lower Aptian *sensu gallico*).

KEY WORDS. — Biostratigraphy, Aptian, Bedoulian, Gargasian, cephalopods, *Dufrenoyia*.

1. - HISTORIQUE

En 1927, Edouard Roch publie une monographie fondamentale sur l'Aptien inférieur de La Bédoule (près Cassis, Bouches-du-Rhône). Il présente une coupe levée dans les carrières proches de la gare ferroviaire de Cassis. Le dernier terme de la coupe étudiée correspond aux couches de la carrière à ciment dont «la moitié inférieure est taillée dans 15 m environ de marno-calcaires, alternant avec des marnes en bancs de 0,30 m qui renferment la faune suivante» [Roch, 1927, p. 8 et 37] :

Parahoplites dufrenoyi (abondant), *P. consobrinus, P. flexisulcatus, Ancyloceras royerianum, A. ackermanni, Douvilleiceras martini, D. tschernischewi, Puzosia douvillei, Nautilus neocomiensis, Miotoxaster collegnoi*, ... Le reste de la carrière est constitué par des marnes à fossiles pyriteux gargasiens (*Oppelia nisus, Douvilleiceras cornuelianum*, etc...) auxquels il faut ajouter *Anisoceras carcitanense, D. tschernischewi* var. *laticosta* et *D. waageni* [Roch, 1927, p. 12 et p. 21-22].

Lors du colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, 1963), le stratotype du Bédoulien est présenté succinctement et la limite supérieure de ce sous-étage est placée à la base du «niveau 6» où les formes franchement gargasiennes apparaissent : *Aconeceras nisus* (D'ORB.), *Gargasiceras gargasense* (D'ORB.),

* 9, rue Castor, 30000 Nîmes, France.

Macroscaphites striatisulcatus (D'ORB.), auxquelles il faut ajouter *Dufrenoyia dufrenoyi* (D'ORB.) qui «débute au sommet du Bédoulien et abonde dans le Gargasien» [Fabre-Taxy *et al.*, 1965, p. 197].

La Thèse de G. Tronchetti [1981, p. 226-228] conserve les subdivisions proposées lors du Colloque et place le Bédoulien terminal au «niveau 5» alors que le Gargasien débute au «niveau 6», opinion confortée par l'abondance dans ces couches d'un foraminifère : *Schackoina* gr. *cabri*. L'inventaire des ammonites (déterminations G. Conte) nécessite aujourd'hui des corrections et des améliorations. Depuis, R. Busnardo, J.P. Thieuloy, B. Clavel et G. Conte ont repris une étude détaillée du stratotype du Bédoulien de la gare de Cassis dont les résultats restent partiellement inédits.

Lors de la publication de la Synthèse géologique du Sud-Est de la France, Busnardo [1984, p. 291-292] propose une nouvelle zonation pour le Bédoulien stratotypique. La coupe virtuelle qui illustre son texte montre la Zone à Bowerbanki du Bédoulien terminal chevauchant sur la partie inférieure du «niveau 6» de Fabre-Taxy *et al.* [1965]. Selon cet auteur : «la limite Bédoulien-Gargasien, malgré les apparences reste délicate à trancher. Nous avons conservé la Zone à Bowerbanki au sommet du Bédoulien, position adoptée partout en Europe du Nord, mais un peu en contradiction avec les données lithologiques françaises».

2. – LES COUPES

L'ensemble des exploitations de cimenterie était partagé en deux carrières par une route (D 1). Cette route, côté ouest, longe la «Carrière Comte» où se trouvaient l'usine et les fours, aujourd'hui disparus, et où se développe le stratotype du bédoulien. De l'autre côté de la route, à l'est, s'ouvre la «Grande carrière» sise dans les «marnes gargasiennes» surmontées par le Cénomanien de la Marcouline. De nouvelles affectations industrielles et la création prochaine d'immeubles d'habitation modifiant actuellement les lieux, de nombreux éboulis et d'importants transports de matériaux divers font disparaître les couches étudiées.

2.1. Coupe de la «Carrière Comte» (fig. 1)

La coupe étudiée débute par le dernier gros banc métrique d'une séquence de calcaires gris-bleu assez durs qui correspond au banc 170 de Busnardo [1984, p. 291]. Au-dessus, sur le flanc ouest du ravin, se développe une série d'une dizaine de petits bancs de calcaires argileux à patine jaune crème. Ces bancs de 25 à 40 cm d'épaisseur sont séparés par des interlits marneux de 25 à 50 cm d'épaisseur. Cette coupe se situe à proximité d'un tunnel qui communique avec la «Grande carrière». La collecte, banc par banc, des ammonites a permis de reconnaître la succession de faunes suivante :

banc 170-0 : *Cheloniceras* sp. (2 exemplaires) et *Cymatoceras* gr. *neocomiense* (D'ORB.) (3 ex.)

banc 170-1 : *Dufrenoyia* sp. (2 ex.)

banc 170-2 : *Dufrenoyia* sp. (2 ex.)

banc 170-3 : *Dufrenoyia* sp. (5 ex.), *Dufrenoyia* gr. *transitoria-discoidalis* CASEY (1 ex.), *Acanthohoplites* (?) sp. (1 ex.), *Ptychoceras* sp. (1 ex.) et *Pseudohaploceras* (?) sp. (1* ex. [* = empreinte]).

banc 170-4 : *Dufrenoyia* sp. (6 ex.), *Toxoceratoides* sp. (1 ex.) et *Dicroloma* sp. (1 ex.).

banc 170-5 : *Dufrenoyia* sp. (3 ex.), *Cheloniceras* sp. (1 ex.), *Acanthohoplites* (?) sp. (2 ex.), *Toxoceratoides* nov. sp. (1 ex.) et *Aconeceras* (?) sp. (1* ex.).

banc 170-6 : *Dufrenoyia* sp. (3 ex.), *Ancyloceratidae* sp. juv. (1 ex.) et «*Cerithium*» sp. (1 ex.) (fig. 1).

Il faut ajouter à cet inventaire *Gargasiceras recticostatum* (KILIAN et REBOUL) (1 ex.), banc 170-3 (1 ex.) et *Aconeceras* sp., bancs 170-4, 170-5, 170-6 (4 ex.). Malheureusement la conservation de ces spécimens (nuclei pyriteux au sein d'une faune calcaire) laisse un doute quant à leur provenance exacte.

Les bancs 170-7 et 170-8 sont d'accès difficile et n'ont pu être exploités ; quant au banc 170-9, il a livré : *Cheloniceras (Epicheloniceras)* (?) sp. (2 ex.), *Cheloniceras (Epicheloniceras)* cf. «*martini*» (D'ORB.) (3 ex.) et *Gargasiceras* sp. (1 ex.). Il est à noter qu'à la différence des fossiles collectés dans les bancs 170-0 à 170-6, cette faunule est composée de moules internes pyritisés. A ce niveau la coupe est interrompue par le passage de la route qui a cependant le mérite d'empêcher les apports extérieurs à cette coupe, ce qui autorise à ajouter à cet inventaire des exemplaires récoltés dans des blocs éboulés, mais provenant des bancs 170-0 à 170-9 :

Dufrenoyia sp. (25 ex.), *Cheloniceras* sp. (9 ex.), *Toxoceratoides* sp. (10 ex.), *Tonohamites* sp. (1 ex.), *Macroscaphites striatisulcatus* (D'ORB.) (2 ex.), *Pseudohaploceras* (?) sp. (1 ex.), *Tropaeum* cf. *drewi* CASEY (1 ex.), *Ancyloceratidae* sp. juv. (1 ex.), *Australiceras* sp. (1* ex.), *Pseudoaustraliceras* cf. *pavlowi* (1 ex.), *Eucymatoceras plicatum* (FITTON), *Cymatoceras* gr. *neocomiense* (D'ORB.) (2 ex.) ; ainsi que *Cheloniceras (Epicheloniceras)* (?) sp. (1 ex. pyriteux) et *Aconeceras* sp. (2 ex. pyriteux).

A ces récoltes, on peut ajouter des éléments prélevés dans des petits bancs situés dans un ruisseau au sud du virage de la route. Bien que la position statigraphique exacte de ces bancs reste indécise la faune calcaire composée de : *Dufrenoyia* sp. (8 ex.), *Cheloniceras* sp. (8 ex.), *Gargasiceras* (?) sp. (1 ex.), *Acanthohoplites* (?) sp. (1 ex.) qui indiquent un niveau équivalent aux bancs inférieurs de la coupe de la

«Carrière Comte». Par contre la surface du banc le plus élevé a livré une faunule pyriteuse : *Aconeceras nisus* (8 ex.), *Gargasiceras* cf. *recticostatum* (2 ex.), *Gargasiceras* cf. *aptiense* (1 ex.), *Diadochoceras (Vergunniceras) pretiosum* (2 ex.), *Helicancylus* (?) sp. (1 ex.), *Ancyloceratidae* sp. juv. qui correspond probablement à l'un des derniers bancs de la coupe de référence.

Lors du percement du tunnel qui relie la «Carrière Comte» à la «Grande carrière», les exemplaires suivants ont été récoltées : *Cheloniceras (Cheloniceras)* sp. (3 ex.), *Cheloniceras (Cheloniceras) cornuelianum* (2 ex.), *Dufrenoyia* sp. (3 ex.), *Toxoceratoides royerianus* (1 ex.), *Ammonitoceras* sp. (1 ex.) et *Tropaeum* cf. *bowerbanki*. Leur position stratigraphique exacte laisse subsister quelques doutes, le tunnel traversant le dernier gros banc (170-0) pour se terminer à l'Est dans les petits bancs à patine beige. En raison du pendage, le tunnel débouche dans la «Grande carrière» à la hauteur des derniers petits bancs. A sa sortie en contre-bas de la route, ils ont livrés : *Hamiticeras* (?) *carcitanense* (MATHERON) (1 ex.), *Hamiticeras* (?) nov. sp. (1 ex.), *Acanthohoplites* (?) sp. (1 ex.), *Gargasiceras* (?) sp. (2 ex.).

Il est intéressant de noter que le *Tropaeum bowerbanki* mentionné par Fabre-Taxy *et al.* [1965, p. 186] provient de la surface du banc 170-0 au lieu-dit Les Fourniers situé 2 kms au nord-est de la «Carrière Comte».

2.2. Coupe de la «Grande carrière»

Elle est située à l'est de la route. L'exploitation des marnes a cessé, mais elle avait dégagé de larges espaces étagés que parcouraient les engins mécaniques. On pouvait y distinguer 3 grandes «formations» :

- 7 à 8 petits bancs homologues latéraux et/ou légèrement supérieurs des calcaires à patine jaune crème de la «Carrière Comte» ;
- une série de bancs massifs (1,5 à 2 m) séparés par des interlits marneux aussi épais ;
- un ensemble plus marneux, sans bancs bien définis de l'ordre de 50 m de puissance.

La présente étude se limitera à la faune fossile des petits bancs de la «formation» basale. Au niveau de la route, le banc sommital (170-12) a livré une abondante faune essentiellement pyriteuse : *Aconeceras nisus* (D'ORB.) (30 ex.), *Cheloniceras (Cheloniceras)* sp. (2 ex.), *Cheloniceras (Epicheloniceras) «martini»* (9 ex.), *Cheloniceras (Epicheloniceras)* (?) sp. (3 ex.), *Colombiceras* (?) sp. (3 ex.), *Colombiceras* sp. (1 ex.), *Gargasiceras* cf. *recticostatum* (1 ex.), *Gargasiceras* cf. *aptiense* (4 ex.), *Gargasiceras* cf. *gargasense* (1 ex.), *Gargasiceras* sp. (5 ex.), *Gargasiceras* sp. (1 ex.), *Tonohamites* sp. (1 ex.), *Hamiticeras* (?) *carcitanense* (MATHERON) (3 ex.), *Hamiticeras* (?) nov. sp. (1 ex.), *Hamiticeras* (?) nov. sp. (1 ex.), *Helicancylus* (?) sp. (1 ex.), *Ancyloceratidae* sp. juv.

3. – APTIEN INFÉRIEUR ET BÉDOULIEN

3.1. Réflexions sur la répartition des faunes

Il est possible de distinguer deux assemblages successifs. Dans les 6 premiers bancs (170-1 à 170-6 et niveaux équivalents) de la «Carrière Comte», la faune, calcaire, est dominée par les *Dufrenoyia*. Il faut y ajouter la présence hautement significative des *Tropaeum* du groupe *bowerbanki* et des *Toxoceratoides* du groupe *royerianus*. Par contre les bancs sommitaux (en particulier 170-9 et 170-12) livrent une faune essentiellement pyriteuse, dominée par *Aconeceras nisus* en association avec des *Gargasiceras, Colombiceras* et *Acanthohoplites* (?) qui deviennent fréquents à ce niveau. La présence de *Cheloniceras (Epicheloniceras) «martini»* et *Diadochoceras (Vergunniceras) pretiosum* à ce niveau peut aussi être considerée comme fondamentale. Enfin, le genre *Dufrenoyia* a complètement disparu.

Roch [1927, p. 8] séparait déjà nettement les couches à «*Dufrenoyi*» de celles à fossiles pyriteux contenant «*Oppelia nisus*», et ce malgré l'imprécision stratigraphique de ses récoltes. La distinction entre ces deux associations était clairement affirmée par Fabre-Taxy *et al.* [1965, p. 186] qui distinguaient : un ensemble A à faune calcaire et un ensemble B à faune pyriteuse. La collecte banc par banc de l'ammonitofaune permet de mettre clairement en évidence ces deux assemblages successifs.

3.2. Ambiguïté du «Gargasien français»

Depuis longtemps, l'appellation «marnes grises (ou bleues) aptiennes à faune limonitisée ou pyriteuse» correspondait au Gargasien des géologues français. *Dufrenoya dufrenoyi* et *Aconeceras nisus* récoltés ensemble, pêle-mêle, dans les ravins marneux de la «Fosse vocontienne» en étaient les fossiles types. C'est ainsi que pour le site classique de Carniol (Alpes de Haute-Provence), Kilian [1889, p. 176] donnait une coupe où sont situées «les marnes grises aptiennes à *Amm. Nisus, Dufrenoyi, Gargasensis*».

Par la suite, des distinctions devraient être mises en évidence. P. Martel [communication écrite inédite, 1960], étudiant à nouveau le site de Carniol, faisait les observations suivantes : on y remarque plusieurs zones, avec prédominance de certaines espèces dont la succession est de haut en bas :

- zone à Bélemnites, au sommet, sous les "grès verts» ;
- zone à *Acanthoceras martini* et dents de squale ;
- zone à *Oppelia nisus* et *Ptychoceras* ;
- zone à *Hoplites furcatus* et *Toxoceras* ;
- couches inférieures moins riches.

Plus récemment, Demay et Thomel [1986, p. 33] constatent, sur une coupe synthétique, que dans le

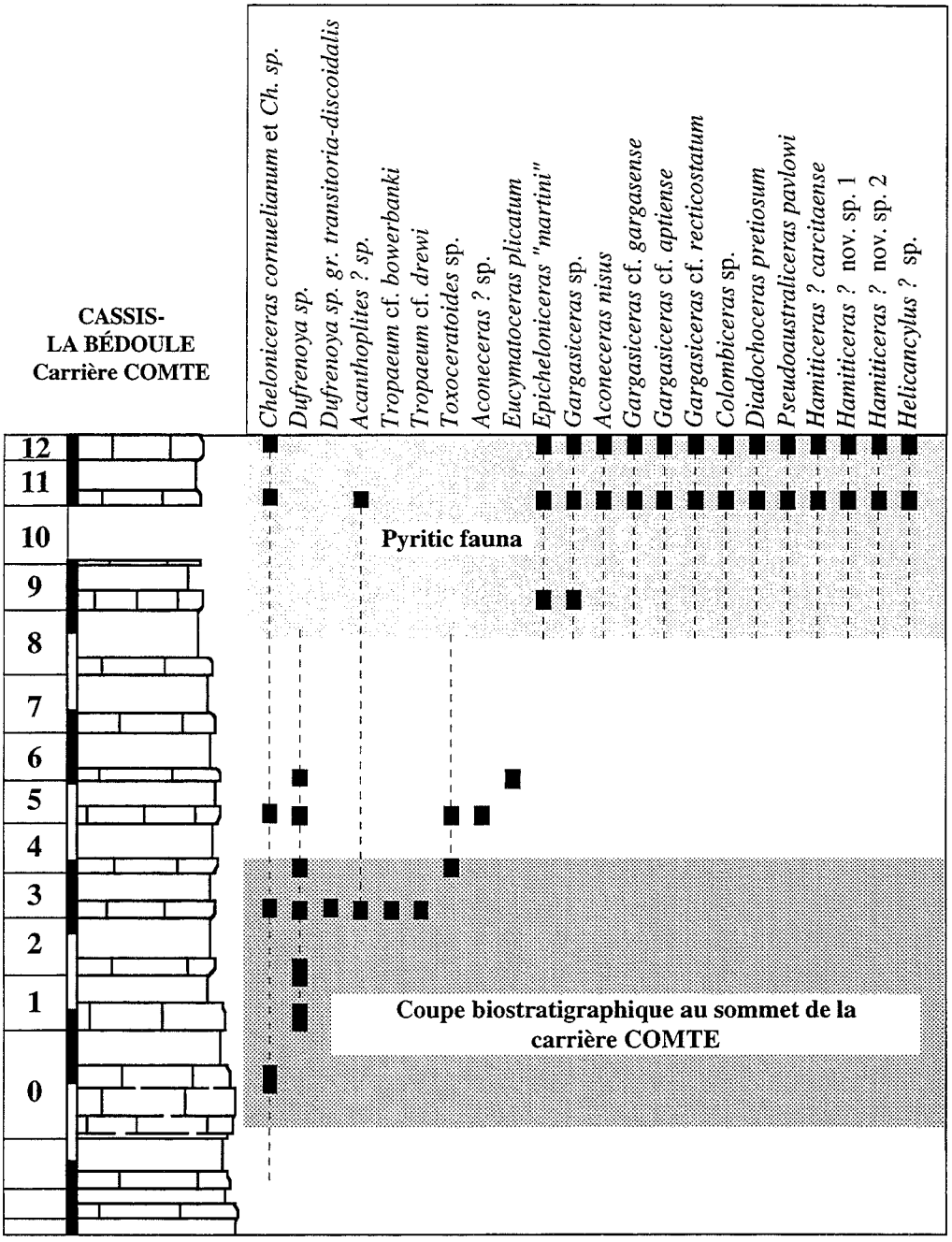
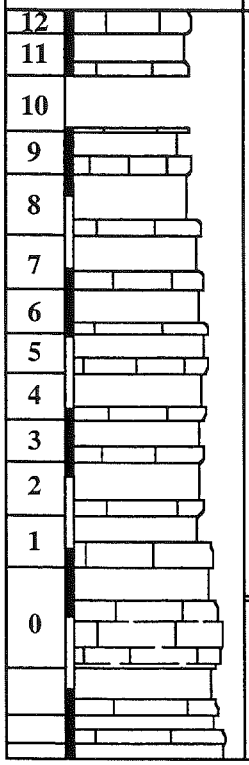


Fig. 1. – Coupe biostratigraphique du sommet de la «carrière Comte».

Fig. 1. – *Biostratigraphic section of the top of the «Comte quarry».*

domaine vocontien le genre *Dufrenoya* règne à la base des premiers horizons à ammonites, laissant rapidement la place aux *Gargasiceras, Colombiceras* et *Aconeceras nisus* dans la partie supérieure de la succession.

La limite Bédoulien-Gargasien était donc placée, grosso-modo, entre les ensembles marneux dits «gargasiens» à *Aconeceras nisus* et *Dufrenoyia furcata* (par référence à la coupe de Gargas) et les bancs calcaires sous-jacents dits «bédouliens» (par référence aux bancs calcaires de Cassis-La Bédoule). Il est à noter que cette opinion a été retenue par la plupart des auteurs français récents [Fabre-Taxy *et al.*, 1965, p. 197 ; Sornay, 1968, p. 10 et 17 ; Tronchetti, 1981, p. 227 ; Demay et Thomel, 1986, p. 30 ; Conte, 1989, p. 49] et que lors de la présentation des stratotypes de l'étage Aptien et de ses sous-étages Bédoulien et Gargasien, Moullade *et al.* [1980, p. 112-122] ne citent jamais le genre *Dufrenoyia* parmi les fossiles caractéristiques.



CASSIS-LA BÉDOULE Carrière Comte	Interprétation Chronostratigraphique Coll. Crétacé 1965	Interprétation bio-chronostratigraphique G. Conte (1990-1993, ce travail)		
		Biozones	Association caractéristique	Limites
	GARGASIEN "français" pro parte	Epicheloniceras spp. et Aconeceras nisus	*Epicheloniceras "martini"* *Aconeceras nisus* *Gargasiceras sp.* *Colombiceras sp.* *Hamiticeras sp.* *Vergunniceras pretiosum*	GARGASIEN
		Dufrenoya spp. et Tropaeum bowerbanki	*Dufrenoya sp.* *Cheloniceras s. str.* *Toxoceratoides sp.* *Tropaeum bowerbanki* *Tropaeum drewi*	BEDOULIEN ou APTIEN INFERIEUR
	Banc repère 170 BEDOULIEN pro parte	Deshayesites grandis		

Fig. 2. – Schéma zonal proposé.

Fig. 2. – *Proposition for a zonal scheme.*

3.3. La Zone à *Dufrenoyia* et *Tropaeum bowerbanki*

Hors de France, la majorité des géologues situe les *Dufrenoyia* accompagnées de *Tropaeum bowerbanki* au sommet de l'Aptien inférieur [Casey, 1961, p. 496-497 et 1980, p. 637 ; Egoian, 1969, p. 127 ; Kemper, 1971, p. 364 ; Bogdanova, 1978, p.78 ; Kakabadzé *et al.*, 1978, p. 81 ; Drouchchits et Mikhailova, 1979 ; Kakabadzé, 1981, p. 154 ; Sharikadzé, 1982, p. 521 ; Kemper, 1982, p. 24 ; Mikhailova, 1983, p. 231].

La plupart de ces auteurs font état de leur perplexité au sujet du «Gargasien français». Ce qu'ont par ailleurs exprimé les participants du groupe de travail sur les céphalopodes crétacés du PICG 262 lors de leur réunion à Digne (Juillet, 1990) : «A savoir si la Zone à *Dufrenoyia furcata* marque la base de l'Aptien moyen ou le sommet de l'Aptien inférieur» [Hoedemaeker et Bulot, 1990, point 18].

L'examen des faunes recueillies à ce jour permet désormais de détacher du «Gargasien français» les couches à *Dufrenoyia* de celles sus-jacentes à *Aconeceras nisus*. Les découvertes de *Tropaeum bowerbanki* et *T. drewi sensu stricto* dans ces mêmes couches à *Dufrenoyia* montrent qu'elles appartiennent à l'Aptien inférieur. La zone à «*Dufrenoyia* et *Tropaeum bowerbanki*» est donc à placer au sommet de l'Aptien inférieur. Sur le site du stratotype de Cassis-La Bédoule, elle occupe les 6 ou 7 premiers petits bancs (170-1 à 170-6) soit une épaisseur de 5 mètres environ au-dessus du banc 170 (fig. 2).

4. – Conclusions

Concernant l'équivalence entre l'Aptien inférieur et le Bédoulien, on retrouve à ce sujet la même perplexité des auteurs cités plus haut (§ 3.3.). Ainsi, Kemper [1982, p. 24] considère que «l'on peut diviser l'Aptien (ordinairement division bipartite) en inférieur et supérieur, l'Aptien inférieur comprenant la Zone à *Dufrenoyia*. Si par contre, on subdivise l'Aptien en inférieur, moyen et supérieur, en respectant les sous-étages, la partie moyenne correspondra au Gargasien, avec à sa base les *Dufrenoyia*» tandis que Mikhailova [1983, p. 231] maintient une division tripartite, mais place tout de même les *Dufrenoyia* au sommet de l'Aptien inférieur.

En dehors de la discussion sur la légitimité des sous-étages Gargasien et Clansayésien, il est reconnu que l'étude du Gargasien à Gargas est difficile car l'on ne peut y observer les couches de sa base. Il est donc préférable d'utiliser les coupes de Cassis-La Bédoule pour tracer la limite inférieure du Gargasien avec les couches à *Aconeceras nisus* et *Cheloniceras (Epicheloniceras) «martini»*. Cette modification du «Gargasien français» adoptée, «il y a tout lieu, dans cette vision légèrement corrigée, de conserver pour l'Aptien inférieur l'appelation de Bédoulien» [Drouchchits et Mikhailova, 1979].

Ainsi, le shéma zonal ici proposé pour le sommet du stratotype du Bédoulien s'accorde avec celui présenté, à sa deuxième rencontre, par le groupe de travail sur les céphalopodes crétacés (PIGC 262) réuni à Mula en 1992 : la Zone à *Dufrenoyia* est placée au sommet de l'Aptien inférieur, sans aucun doute exprimé dans les commentaires (explanations). **La dernière zone de l'Aptien inférieur (ou Bédoulien) est la Zone à *Dufrenoyia* et *Tropaeum bowerbanki*.**

REMERCIEMENTS

J'adresse mes plus vifs remerciements à MM. H. Arnaud et J.-P. Thieuloy (Institut Dolomieu, Grenoble), G. Tronchetti (Université de Provence I), M. R. Fournier (Muséum d'Histoire Naturelle de Marseille), G. Delanoy (Muséum d'Histoire Naturelle de Marseille), P. Martel (Saint-Michel-l'Observatoire), J.-C. Esparrac (La Bédoule) et P. Suau (Apt).

Références

BOGDANOVA T. N. (1978). – Au sujet des divisions de l'Aptien inférieur du Turkmenistan. *Ann. Soc. Pal. URSS*, **21**, 70-81, Saint Pétersbourg (en russe).

BUSNARDO R. (1984). – Répartition des espèces d'ammonites du Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France. *In* : *«Synthèse géologique du Sud-Est de la France», Mém. B. R. G. M.*, **125**, 291-294, Orléans.

CASEY R. (1960). – The stratigraphical palaeontology of the Lower Greensand. *Palaeontology*, **3/4**, 487-621, London.

CASEY R. (1980). – A monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand. Part 9. *Palaeontograph. Soc.*, **133**, 633-660, London.

CONTE G. (1989). – Fossiles du Plateau d'Albion. Les Alpes de Lumière Ed., 99, Salagon-Mane.

DEMAY L. & THOMEL G. (1986). – Tentative d'élaboration d'une chronologie hémérale de l'Aptien moyen (Système Crétacé) fondée sur les ammonites. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **II**, 302, 1, 29-34.

DROUCHCHITS V. V. & MIKHAILOVA I. A. (1979). – L'étage Aptien et sa division zonale. *Izv. Akad. Nauk. CCCP*, Sér. Géol., **4**, 47-62, Leningrad (en russe).

EGOIAN V. L. (1969). – Ammonites du Clansayésien du Caucase occidental. *Trav. Inst. Rech. Pétr. Gaz (Krasnodar)*, **19**, 126-188, Moscou (en russe).

FABRE-TAXY S., MOULLADE M. & THOMEL G. (1965) . – Le Bédoulien dans sa région type, La Bédoule-Cassis (B.-du-Rh.). *In* : *«Colloque sur le Crétacé inférieur, Lyon, 1963», Mém. B. R. G. M.*, **34**, 173-199, Paris.

HOEDEMAEKER P. J. & BULOT L. (1990). – Preliminary ammonite zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean region (Lower Cretaceous Cephalopod Team, Working Group of IGCP-Project 262. *Géologie Alpine*, **66**, 123-127, Grenoble.

HOEDEMAEKER, PH. J. & COMPANY, M. (rapporteurs), AGUIRRE-URRETA, M.B., AVRAM, E., BOGDANOVA, T.N., BUJTOR, L., BULOT, L., CECCA, F., DELANOY, G., ETTACHFINI, M., MEMMI, L., OWEN, H.G., RAWSON, P.F., SANDOVAL, J., TAVERA, J.M., THIEULOY, J.-P., TOVBINA, S.Z. & VASICEK, Z. (1993). - Ammonite zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean region; basis for the stratigraphic correlation within I.G.C.P.-project 262. *Revista Española de Paleontología*, **8**, 1, 117-120, Madrid.

KAKABADZÉ M. V., BOGDANOVA T. N. & MIKHAILOVA I. A. (1978). – Sur la stratigraphie de l'Aptien moyen du Sud de l'URSS et quelques ammonites hétéromorphes. *Bull. Nat. Mosc.*, Sect. Géol., **53/6**, 75-90, Moscou (en russe).

KAKABADZÉ M. V. (1981). – Les Ancyloceratidae du Sud de l'URSS et leur signification stratigraphique. *Inst. géol. Acad. Sc. Géorgie*, n.s. **71**, Tbilissi (en russe).

KEMPER E. (1971). – Zur Gliederung und Abgrenzung des norddeutschen Aptium mit Ammoniten. *Geologisches Jahrbuch*, **89**, 359-390, Hannover.

KEMPER E. (1982). – Zur Gliederung der Schichtenfolge Apt-unter Apt. *Geologisches Jahrbuch*, Reihe A, heft 65, Hannover.

KILIAN W. (1888). – Description géologique de la Montagne de Lure. (Basses-Alpes).Thèse Université Paris, 1-458, Masson ed., Paris.

MIKHAILOVA I. A. (1983). – Systématique et phylogénie des ammonites crétacées. *Acad. Sci. URSS, Société des Naturalistes de Moscou*. 280 p. (en russe).

MOULLADE S., TAXY S. & TRONCHETTI G. (1980). – Aptien et Bédoulien. *In* : *«Les Etages Français et leurs stratotypes», Mém. B. R. G. M.*, **109**, 112-119, Paris.

ROCH E. (1927). – Etude stratigraphique et paléontologique de l'Aptien inférieur de la Bédoule près Cassis (B.-du.-Rh.). *Mém. Soc. Géol. Fr.*, n.s., **4/8**, 37 p., Paris.

SHARINADZÉ M. Z. (1982). – Présence de la zone à Dufrenoya furcata (Aptien inférieur) dans la périphérie méridionale du massif de Dzirul. *Bull. Acad. Sc. Géorgie*, **106**, 3, 521-524 (en russe).

SORNAY J. (1968). – Lexique stratigraphique international, vol. VIII, Aptien. Ed. CNRS, Paris.

TRONCHETTI G. (1981). – Les foraminifères crétacés de Provence (Aptien-Santonien). Thèse, Université de Provence.

Géologie Alpine, 1994, Mémoire H.S. n° 20, p. 327-381

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

par Jean-Louis LATIL*

RÉSUMÉ. — L'étude des Lyelliceratinae (Ammonitina, Ammonoidea) de l'Albien inférieur et moyen, conduite d'un point de vue évolutif, a montré que cette sous-famille se comportait comme une lignée évolutive de type anagénétique ponctuée par une cladogenèse à la base de la Zone à Dentatus. Cette lignée est constituée de plusieurs espèces se succédant dans le temps par petits sauts évolutifs affectant essentiellement l'ornementation, à moins que ces "sauts" ne correspondent à des lacunes stratigraphiques non détectées, le plus important d'entre eux se situant au passage de *Tegoceras* à *Lyelliceras.*

Cette étude régionale effectuée à l'échelle du territoire français conduit par ailleurs à une réduction sensible du nombre des espèces décrites dans la littérature. Une nouvelle sous-zone de l'Albien est proposée pour le sommet de l'Albien inférieur : la Sous-Zone à Pseudolyelli. Cette sous-zone est définie dans l'Albien stratotypique.

Les Lyelliceratidae, de par leur répartition géographique importante et de par leur utilité à des fins de datation (5 index de sous-zone) peuvent être utilisés à des fins de corrélation stratigraphique à grande échelle, tant pour l'Albien inférieur que pour la base de l'Albien moyen. Aussi serait-il bon de préciser les relations phylogénétiques et évolutives existant entre les Lyelliceratinae européens et les Lyelliceratinae des Cordillières andines.

L'étude systématique a mis en évidence des phénomènes d'homéomorphie avec des morphologies "lyelliceratiformes" présentes dans l'Albien inférieur (Zone à Tardefurcata ?) d'Afrique septentrionale et dans une moindre mesure dans l'Albien inférieur du Sud-Est de la France. Ces morphologies mériteraient d'être étudiées par ailleurs.

MOTS CLÉS. — France, Albien, Ammonites, Stratigraphie, Paléobiogéographie, Taxonomie.

The Lower Middle Albian Lyelliceratinae Spath, 1921 (Ammonitina, Ammonoidea) in the Paris Basin and vocontian Basin : Stratigraphy, Paleobiogeography and Taxonomy

ABSTRACT. — The study of the Lyelliceratinae (Ammonitina, Ammonoidea) of the Lower and Middle Albian, in an evolutive point of view, show that this subfamily is an anagenetic lineage ponctuated by a cladogenesis in the basal Dentatus Zone [Latil, 1992]. The number of Lyelliceratid species is reduced.

A new subzone is created for the top Lower Albian : the Pseudolyelli Subzone. This subzone is described in the stratotypic area (Mesnil-Saint-Père, Aube, France). The Lyelliceratids are useful for stratigraphical correlations in both the Tethyan and Boreal realms (5 subzone index species in the Lower and Middle Albian). So, it would be now interesting to precise the phylogenetic and evolutive relations between european and andean Lyelliceratids.

The systematic study put an evidence of homeomorphy with "lyelliceratiformes" morphologies in the Early Albian (Tardefurcata Zone ?) of North Africa and South-Eastern France.

Cooper [1992] suggests a new classification of the Acanthocerataceae based on a phylogenetic approach without stratigraphical control. Evolutive studies show that :

- Lyelliceratinae are a direct offshoot of Leymeriellinae ;
- Flickiidae and Acanthoceratinae are a direct offshoot of Stoliczkaiinae ;
- There is no evidence of close relationships between Lyelliceratinae and Stoliczkaiinae.

Therefore, the classification proposed by Cooper is not accepted herein and I believe that an evolutive (stratophenetic) control is a necessary preambule to any cladistic study in paleontology.

KEY WORDS. — France, Albian, Ammonites, Stratigraphy, Paleobiogeography, Taxonomy.

* E.P.H.E., Centre des Sciences de la Terre, Université de Bourgogne, 6, Bd Gabriel, 21000 Dijon - France.

Avant-propos

Une étude ontogénétique et phylogénétique des Lyelliceratinae a été conduite dans le cadre de la préparation du diplôme de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes [Latil, 1992]. Seuls les résultats concernant la stratigraphie, la paléo-biogéographie et la taxonomie sont publiés ici. Les résultats portant sur l'étude des caractères ornementaux et sur l'analyse des paramètres dimensionnels et de l'ontogénèse seront publiés par ailleurs.

Nous rappellerons seulement que :

1) l'étude cladistique amène à proposer une classification phylogénétique des Lyelliceratinae. La difficulté majeure réside dans les possibilités d'exploitation des caractères disponibles, ceux-ci étant peu nombreux et étroitement corrélés entre eux du fait des contraintes imposées par la construction de la coquille, ce qui fait des ammonites un sujet difficile pour l'analyse cladistique.

2) Contrairement à toute attente, il n'a pas été possible de mettre en évidence un polymorphisme au sein des Lyelliceratinae : la variation intraspécifique au sein de *Lyelliceras lyelli*, bien qu'importante, semble être de nature continue. Si un dimorphisme sexuel existe, il est trop discret pour être clairement identifié.

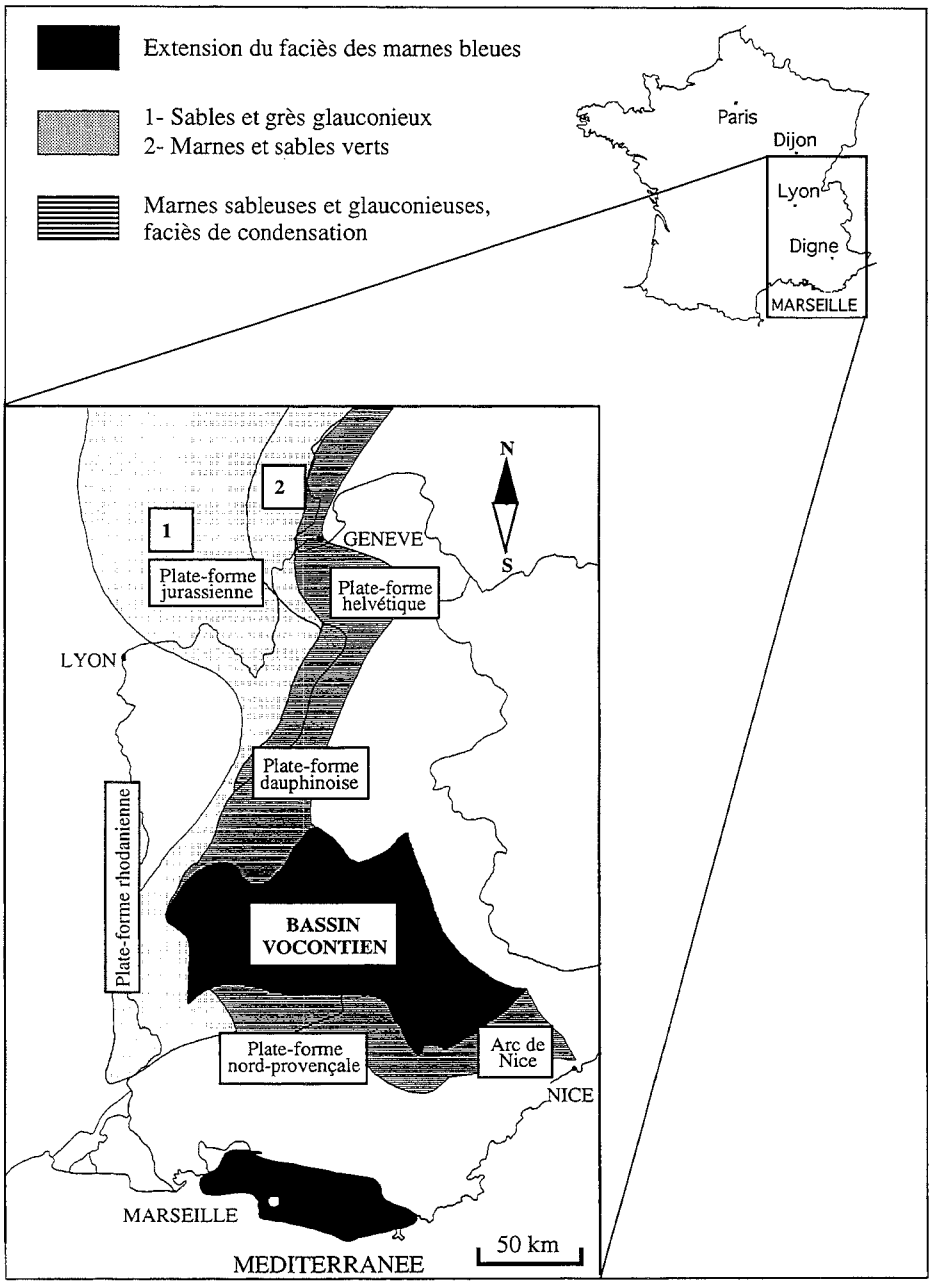


FIG. 1. – Situation géographique des faciès d'âge Albien dans le Sud-Est de la France (carte d'après Debrand-Passard et Courbouleix, 1984).

LE CADRE STRATIGRAPHIQUE :

Corrélations biostratigraphiques entre les marges nord-téthysiennes et le Bassin anglo-parisien

1. – Introduction

Le cadre géographique de cette étude était initialement limité au Sud-Est français (fig. 1), où mes travaux préliminaires sur les coupes classiques de l'Albien inférieur-moyen des bordures du bassin vocontien ont permis la récolte d'un matériel abondant. Néanmoins, la nature systématiquement condensée des affleurements à Lyelliceratinae interdisant toute approche évolutive et stratigraphique détaillée, j'ai été amené à étendre mon champ d'investigation au Bassin Parisien (fig. 2).

1.1. Difficultés liées aux conditions de dépôt

Les marges nord-téthysiennes sont caractérisées, surtout au cours de l'Albien inférieur et moyen, par l'abondance de niveaux de condensation intéressant plusieurs zones d'ammonites, d'importantes lacunes sédimentaires sur les plates-formes internes, et des lacunes fauniques et/ou sédimentaires sur les plates-formes externes et dans les bassins. Aussi, à quelques exceptions près [Zone à Dispar dans le Sud-Est de la France : Latil, ce volume ; Albien supérieur des Cordillières Bétiques du Sud de l'Espagne : Braga *et al.*, 1982], il n'a pas été possible d'établir une échelle biochronologique précise à l'aide des ammonites.

Les échelles biochronologiques élaborées par Owen [1971, 1984, 1988a et b], Amedro [1980] et Destombes [1979], discutées ci-dessous, sont d'une grande précision, mais restent utilisables uniquement à l'échelle de la province européenne à Hoplitidae *sensu* Owen. Lors de la révision de l'Albien stratotypique [Destombes, 1979], l'Albien inférieur et moyen s'est révélé fort intéressant d'un point de vue de la précision stratigraphique. Il est d'ailleurs regrettable qu'il n'ait pas été découpé en horizons, d'autant plus que les conditions actuelles d'affleurement sont moins favorables à des études biostratigraphiques rigoureuses.

L'impossibilité d'élaborer une échelle à haute résolution pour l'Albien téthysien a conduit le groupe de travail sur les céphalopodes du Crétacé inférieur téthysien (P.I.C.G. 262) à adopter un cadre simplifié inspiré des échelles proposées par Owen [Latil *in* Hoedemaeker et Bulot, 1990 et Hoedemaeker et Company, 1993]. C'est ce cadre qui sera discuté et amélioré ci-dessous.

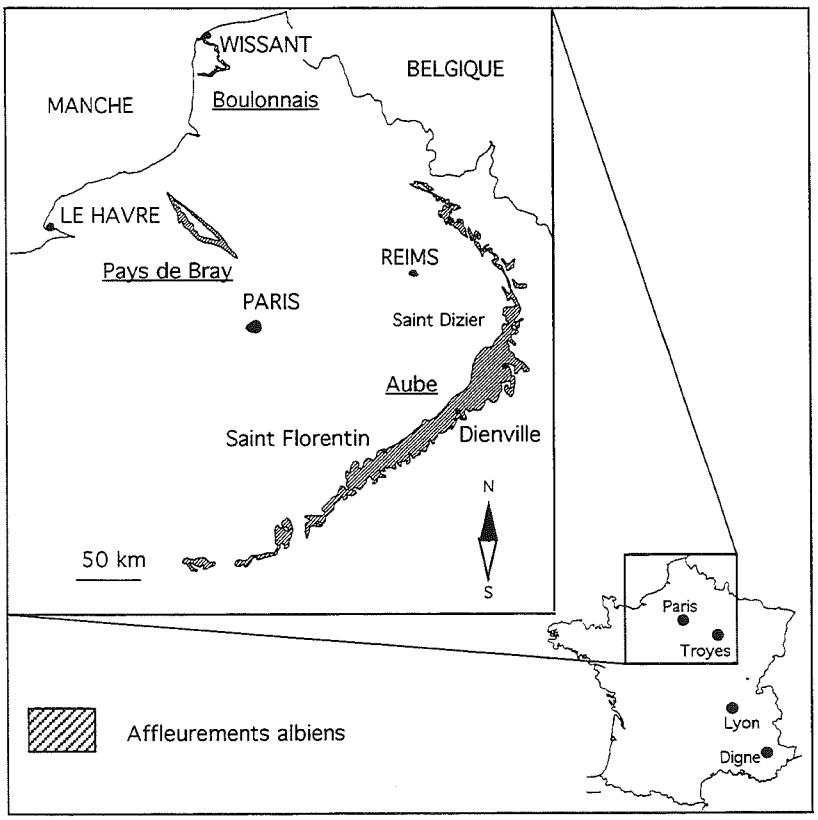


FIG. 2. – Situation géographique des affleurements d'âge albien dans le Bassin Parisien (carte d'après la synthèse géologique du bassin parisien : B.R.G.M., Megnien et Debrand-Passard, 1980).

1.2. Le provincialisme

Au cours de l'Albien, le provincialisme relativement peu marqué des ammonites permet cependant de distinguer deux grands domaines fauniques.

1.2.1. Le domaine boréal

Au Nord : une province arctique et nord-américaine (Western Interior) à faunes plus ou moins endémiques est connue en Alaska [Imlay, 1960], au Canada [Jeletzky, 1964, 1971 et 1980], et en Sibérie orientale [Avdeiko, 1968 ; Alaboushev and Alabousheva, 1988]. Pendant l'Albien moyen-supérieur, les faunes arctiques se retrouvent jusqu'au nord du Colorado [Reeside et Cobban, 1960]. Cette province faunique occupe approximativement l'aire d'extension des climats tempérés chauds à forts contrastes saisonniers définie par Vachrameev [1978] pour le domaine continental. L'Albien des Iles de la Reine Charlotte [côte pacifique canadienne, Mac Learn, 1972], présente des faunes mixtes, mais il reste imparfaitement connu. La Californie et l'Oregon [Jones, Murphy et Packard, 1965] représenterait la terminaison méridionale de cette province.

Au Sud : une province européenne à Hoplitidae *sensu* Owen comprend le Bassin anglo-parisien [Owen, 1971, 1984, 1988 a et b ; Destombes, 1979], l'Allemagne [Kemper, 1975, 1982], le Bassin d'Europe centrale [Marcinowski et Wiedmann, 1985], la plate-forme russe [Pergament, 1969], et se prolonge jusqu'au Pakistan [Spath, 1930] *via* le Mangyshlak [Saveliev, 1973] et le Kopet-dag [Glazounova, 1953]. C'est dans cette province qu'ont pu être élaborées les biochronologies les plus précises.

L'intrusion d'Hoplitidae européens au Spitzberg [Nagy, 1971] et au Groënland [Donovan, 1953 ; Birkelund et Hakansson, 1983], et de rares Gastroplitinae dans la province euro-boréale [Spath, 1937], montrent l'existence de communications entre les provinces arctiques et euro-boréales, et permettent des corrélations d'une relative précision [Owen, 1988a].

1.2.2. Le domaine téthysien

Un grand domaine téthysien s'étend des Cordillières andines à l'Ouest au Sud de l'Inde à l'Est et peut être divisé en plusieurs provinces fauniques.

- La province nord-méditerranéenne comprend les marges nord téthysiennes d'Europe occidentale et une partie de l'Afrique du nord. Elle est caractérisée par l'abondance des Acanthocerataceae au détriment des Hoplitaceae. Dès l'Albien basal, cette province est reliée au Bassin anglo-parisien par les plates-formes jurassienne, helvétique et dauphinoise. Le Bassin vocontien et ses bordures bénéficieront ainsi d'apports des deux provinces (européenne à Hoplitidae et nord-méditerranéenne). La Crimée et la Transcaucasie semblent devoir être raccordées à la province nord-méditerranéenne [Kotetishvili, 1983]. Le Sud de l'Inde, bien qu'incomplètement connu [Stoliczka, 1865] présente de remarquables affinités avec le Sud-Est français. La partie méridionale de la province nord-méditerranéenne correspond à un domaine de plate-forme à Engonoceratidae s'étendant du Portugal au Moyen-Orient. Elle reste pour l'instant difficilement corrélable avec le reste de la Téthys [voir Amedro et Destombes, 1984 ; Latil, 1989].

- La province Est pacifique, marquée par l'abondance des Engonoceratidae, s'étend du Sud des Etats-Unis aux cordillères andines. L'Albien inférieur et moyen y est bien connu, surtout au Pérou [Bénavides-Cacères, 1956], en Colombie [Etayo-Serna, 1979] et au Vénézuela [Renz, 1982]. Le Sud des Etats-Unis [Young, 1966, 1968 et 1974] et le Mexique [Böse, 1923, 1928] sont ici considérés comme sous-province de la province Est-pacifique.

- Une grande province faunique Sud-téthysienne englobe Madagascar [Collignon, 1963], la Somalie [Tavani, 1942-49], la Tanzanie (données inédites), le Mozambique [Förster, 1975], l'Afrique du Sud [Kennedy et Klinger, 1975], l'Angola, le Nigeria et le Gabon [Cooper, 1974].

- Une province australe se distingue par un taux d'endémisme assez élevé et s'étend de l'Australie [Whitehouse, 1926] à l'Argentine [Aguirre Urreta et Riccardi, 1988]. Les nombreux échanges fauniques avec le Sud de la Téthys, par l'intermédiaire de l'Afrique méridionale, ne permettent pas de l'individualiser comme un véritable domaine faunique.

2. – LE CADRE STRATIGRAPHIQUE

2.1. Les cadres utilisés pour la province nord-méditerranéenne et le bassin anglo-parisien

Les cadres biostratigraphiques généralement utilisés en littérature sont ceux qui ont été établis pour la province nord-européenne par Owen [1971], Destombes [1979], Amédro [1980] et synthétisés par Owen [1984, 1988a et b). En ce qui concerne la province nord-méditerranéenne, une échelle simplifiée, issue des propositions d'Owen légèrement modifiées, a été récemment adoptée [Latil *in* Hoedemaeker et Bulot, 1990 ; Hoedemaeker et Bulot, 1993].

Le cadre stratigraphique retenu dans le présent travail sera donc pour la province nord-européenne, celui d'Owen remanié en fonction des remarques ci-dessous, et pour la province nord-méditerranéenne, une version simplifiée de ce cadre.

	EUROPEAN PROVINCE OWEN 1971, 1984, 1988 ; LATIL 1991			MEDITERRANEAN PROVINCE LATIL 1991	
	ZONES		SOUS-ZONES	ZONES	SOUS-ZONES
ALBIEN SUPERIEUR	STOLICZKAIA DISPAR		Stoliczkaia dispar	STOLICZKAIA DISPAR	Stoliczkaia dispar
			Stoliczkaia blancheti		Stoliczkaia blancheti
	MORTONICERAS INFLATUM		Callihoplites auritus	MORTONICERAS INFLATUM	Callihoplites auritus
			Hysteroceras varicosum		Hysteroceras varicosum
			Hysteroceras orbignyi		Hysteroceras orbignyi
			Dipoloceras cristatum		Dipoloceras cristatum
ALBIEN MOYEN	EUHOPLITES LAUTUS		Anahoplites daviesi	EUHOPLITES LAUTUS	
			Euhoplites nitidus		
	EUHOPLITES LORICATUS		Euhoplites meandrinus	EUHOPLITES LORICATUS	
			Mojsisovicsia subdelaruei		
			Dimorphoplites niobe		
			Anahoplites intermedius		
	HOPLITES DENTATUS		Hoplites spathi	HOPLITES DENTATUS	Hoplites spathi
			Lyelliceras lyelli		Lyelliceras lyelli
ALBIEN INFERIEUR	D. MAMMILLATUM	OTOHOPLITES AURITIFORMIS	Lyelliceras pseudolyelli	DOUVILLEICERAS MAMMILLATUM	Lyelliceras pseudolyelli
			Hoplites steinmanni		
			Otohoplites bulliensis		
			Protohoplites puzosianus		
			Otohoplites raulinianus		
		SONNERATIA CHALENSIS	Cleoniceras floridum		
			Sonneratia kitchini		
			Sonneratia perinflata		
	LEYMERIELLA TARDEFURCATA		Leymeriella regularis	LEYMERIELLA TARDEFURCATA	Leymeriella regularis
			Leymeriella acuticostata		Leymeriella acuticostata
			Leymeriella schrammenni		?

FIG. 3. – Echelles biochronologiques pour les régions nord-européennes et méditerranéennes.

Il est à noter que, conformément aux usages en cours pour l'Albien, et par extension pour le Crétacé, toutes les discussions porteront sur des échelles biostratigraphiques, en termes de biozone d'intervalle (voir 2.2.). A la suite de Callomon [1984], nous rappellerons néanmoins tous les inconvénients de l'usage systématique de la notion de biozone.

a) La biozone est subjective dans le sens où elle est sujette aux variations d'interprétation taxinomique de l'espèce index. Nous ne donnerons comme exemple que la sous-zone à Rostratum de la zone à Dispar qui représente pour Owen la base de la zone, et pour Breistroffer la partie supérieure de cette même zone (voir plus loin).

b) La biozone est définie par les limites connues de distribution des formes index, et il arrive que deux zones ou sous-zones soient séparées par des intervalles non fossilifères [intrazones ou interzones stériles *sensu* Hedberg, 1979]. C'est le cas probable de la Zone à Dispar dont les deux sous-zones, qui ne sont pas chronostratigraphiquement définies, sont séparées par une intrazone dont il est difficile de dire si elle appartient à la sous-zone inférieure ou à la sous-zone supérieure (fig. 4).

c) La biozone est par définition éphémère, ses limites étant susceptibles d'être modifiées à tout moment, au gré des données nouvelles sur la répartition dans le temps des espèces index.

d) La biozone ne fait intervenir aucune notion de temps, sinon la durée de vie d'une espèce. Son extension, comme sa durée, peut varier d'un endroit à l'autre selon l'enregistrement fossile.

La biostratigraphie est une étape de la chronostratigraphie standard *sensu* Callomon [1984]. Dans l'avenir, il serait bon de mettre progressivement en place pour l'Albien une échelle chronostratigraphique standard, définie dans la mesure du possible dans la région stratotypique. C'est ce qui sera tenté ici pour les quelques sous-zones entourant la limite Albien inférieur-Albien moyen, parallèlement aux discussions biostratigraphiques (discussion *in* Latil, ce volume).

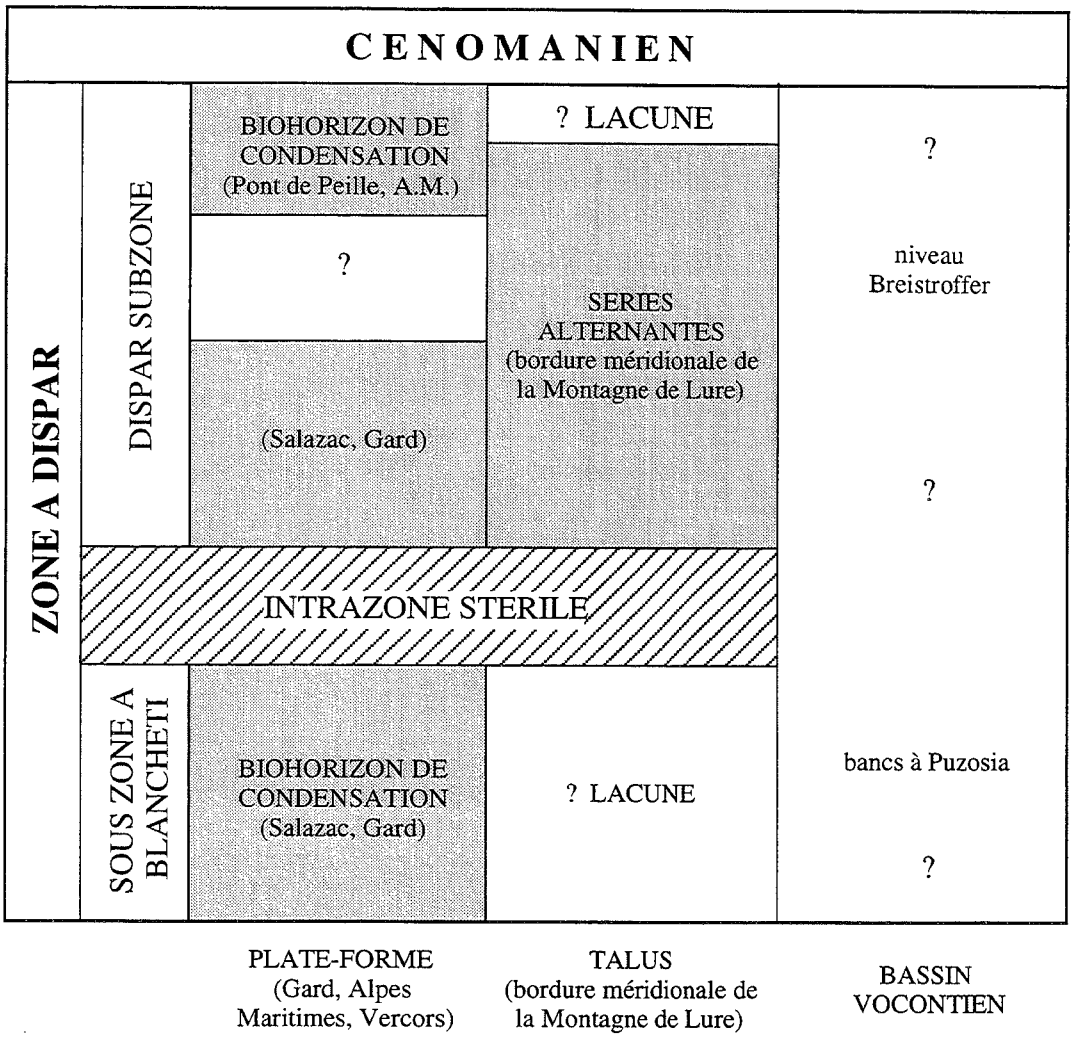


FIG. 4. – Subdivisions régionales de la zone à Dispar pour le Sud-Est de la France.

2.2. Les notions de zone et sous-zone utilisées

Le souci d'élaboration d'échelles biochronologiques continues a conduit les biostratigraphes du Crétacé inférieur à utiliser soit une notion d'Assemblage-zone proche de l'Intervalle-zone [Amedro, 1981], soit la biozone d'intervalle définie par l'incrément séparant le «Lowest Occurence Datum» de l'espèce index (LOD) du LOD de l'espèce index de la zone suivante. C'est cette dernière conception qui a été adoptée par le groupe de travail de l'IGCP 262 sur les céphalopodes, tout en tenant compte des usages (cas des biozones utilisées depuis longtemps et reconnues par tous). Le but de ce travail n'étant pas de faire subir aux zonations de profonds remaniements, nous nous tiendrons le plus possible aux usages.

Comme l'a souligné Guex [1987], le FAD (First Appearance Datum) correspond à la première apparition **phylétique** (et non fortuite) d'une espèce. Une biozone d'intervalle devrait donc être phylogénétique. Or, les zones et sous-zones albiennes proposées jusqu'ici ne se réfèrent pas à ce concept et la notion de FAD utilisée par les auteurs correspond en fait à la première présence de l'index (LOD). Lorsqu'il aura été démontré que le LOD d'une espèce index est phylétique, nous aurons une véritable biozone d'intervalle, utilisable à des fins de corrélation précise.

Dans le cas où la base d'une zone est mise en évidence par un intervalle biochronologique renfermant des populations morphologiquement intermédiaires entre deux espèces ou genres, on pourra assimiler ce type d'intervalle à une sous-zone et l'utiliser à des fins de corrélation. C'est le cas du sommet de l'Albien inférieur, défini par un biohorizon à populations transitoires entre les genres phylétiquement liés *Tegoceras* HYATT, 1903 et *Lyelliceras* SPATH, 1921.

2.3. L'Albien inférieur

2.3.1. La zone à Tardefurcata

La zone à Tardefurcata a été divisée en trois sous-zones [Owen, 1988a], suite aux travaux de Saveliev [1973] et Kemper [1975, 1982]. L'Albien débute avec la sous-zone à Schrammeni, qui n'a pas pu être reconnue avec certitude dans le domaine téthysien. Cette sous-zone semble représenter un horizon plutôt qu'une véritable sous-zone en raison de son aire d'extension géographique. Néanmoins, elle doit être conservée puisqu'elle sert de limite entre les étages Aptien et Albien avec un stratotype à Vöhrum en Allemagne. Les sous-zones à Acuticostata et à Regularis pouvant exceptionnellement être identifiées en domaine téthysien [Bréheret *et al.*, 1987] seront retenues.

2.3.2. Les zones à Chalensis et Auritiformis

Le cadre biochronologique discuté en détail par Owen [1988b], n'est malheureusement utilisable que dans la province nord-européenne (province européenne à holipitidés). La nature systématiquement condensée des affleurements en domaine téthysien ne permet pas d'étude stratigraphique précise. Nous devrons donc nous contenter d'une Super-zone [*sensu* Owen, 1988] à Mammillatum.

Par ailleurs, les travaux de Bréheret *et al.* [1987] ont montré que *Douvilleiceras mammillatum* apparaissait au cours de la zone à Tardefurcata (sous-zone à Regularis), ce qui fait de cette ammonite un très mauvais index. Malheureusement, aucune espèce ne peut caractériser, en domaine téthysien, l'intervalle séparant le début de la zone à Chalensis du début de l'Albien moyen.

2.4. L'Albien moyen

2.4.1. La limite inférieure

Une recommandation du congrès de Copenhague 1983 [Owen, 1984, 1985], a fixé la limite entre l'Albien inférieur et l'Albien moyen à la base de la sous-zone à Lyelli, mais cette limite reste mal définie. En toute rigueur, d'un point de vue biostratigraphique, il convient donc de faire débuter l'Albien moyen dès l'apparition des premiers *Lyelliceras lyelli* vrais.

D'un point de vue chronostratigrahique, il conviendrait de placer définitivement la limite Albien inférieur-Albien moyen à la base de la zone à Dentatus, la limite inférieure de cette zone étant définie sur un stratotype. Les niveaux à *Lyelliceras* du groupe *pseudolyelli-hirsutum-huberianum*, assimilables à une sous-zone, ont une réelle valeur biochronologique. En effet, l'intervalle d'existence des populations morphologiquement transitoires entre *Tegoceras* et *Lyelliceras* est très bref : il permet d'une part de dater très précisément l'extrême sommet de l'Albien inférieur et d'autre part, d'être utilisé tout aussi précisément à des fins de corrélation. Aussi, je propose ici de placer la limite inférieure de l'Albien moyen au sommet de ces niveaux sur un stratotype clairement défini chronostratigraphiquement (voir plus loin).

2.4.2. Les zones à Dentatus, Loricatus et Lautus

En accord avec Owen [1988b, 1991], le cadre stratigraphique élaboré dans le bassin anglo-parisien n'est utilisable que dans la province européenne, à l'exception de la zone à Dentatus, bien représentée en domaine téthysien par ses deux sous-zones à Lyelli et Spathi.

2.5. L'Albien supérieur

2.5.1. La zone à Inflatum

Les subdivisions établies par Spath et Owen peuvent être localement reconnues dans la province nord-méditerranéenne (sous-zone à Cristatum dans le Bassin vocontien et dans la région d'Escragnolles, Var, S.E. France ; sous-zone à Auritus à La Palud-sur-Verdon, Var, S.E. France ; sous-zone à Orbignyi dans le Bassin vocontien et à Salazac, Gard, France). Elles seront donc conservées sans qu'il soit possible d'apporter des précisions supplémentaires.

2.5.2. La zone à Dispar

Les subdivisions de la zone à Dispar étant discutées par ailleurs [Latil, ce volume], nous nous contenterons de rappeler la figure 4.

3. – Les successions biochronologiques de la province européenne à Hoplitidés et de la province nord-méditerranéenne, au cours de l'Albien inférieur et moyen

Les successions biochronologiques de l'Albien seront discutées en termes de zones et de sous-zones utilisables pour chaque province. Le but d'une telle démarche est essentiellement de définir les coupures biostratigraphiques utilisées dans le cadre du présent travail pour le bassin anglo-parisien et celles que l'on a pu reconnaître dans la province nord-méditerranéenne.

3.1. Les marges nord-tethysiennes de la province nord-méditerranéenne

Dans le Sud-Est de la France, on peut reconnaître trois faciès différents qui sont traités séparément : la partie interne du Bassin Vocontien (3.1.1.), le talus qui correspond essentiellement à la bordure méridionale de la montagne de Lure (3.1.2.) et les plates-formes qui encadrent ce domaine (3.1.3. à 3.1.6).

3.1.1. Le Bassin Vocontien : la formation des marnes bleues de la partie interne du bassin

Les séries dilatées alternantes à dominante marneuse de la partie interne du Bassin Vocontien (Drôme, Alpes de Haute Provence) ont permis la mise en évidence de plusieurs biohorizons de concentration corrélables à l'échelle du bassin [niveaux A3 à A8 pour l'Albien inférieur et moyen : Bréheret *et al.*, 1987]. Mais la mauvaise préservation des faunes, sous forme de moules écrasés, ne permet pas ou peu d'étude paléontologique.

Au-dessus du faisceau Kilian d'âge Clansayésien terminal, un premier horizon à *Hypacanthoplites clavatus* [Fritel, 1906] et ? *«Proleymeriella»* sp., pourrait dater l'Albien basal à *Leymeriella schrammeni* [Jacob, 1907] [horizons A 3 *in* Bréheret *et al.*,1987].

L'horizon A4 de Bréheret *et al.* [1987] à *Leymeriella tardefurcata* (Leymerie, 1842) pourrait dater la sous-zone à Acuticostata, alors que le niveau Paquier [biohorizon A5 *in* Bréheret *et al.*, 1987] date avec certitude la sous-zone à Regularis. L'espèce *Douvilleiceras mammillatum* (Schlotheim, 1813) apparaît ici en présence de *L. tardefurcata*, soit bien plus bas que son apparition supposée, ce qui pose un problème quant à son utilisation comme espèce index.

L'horizon A6 à *Leymeriella* gr. *regularis* date la sous-zone à Regularis, ce qui donne à cette sous-zone une épaisseur remarquable en domaine téthysien.

La superzone à Mammillatum est représentée sans plus de précision avec l'horizon A7. L'horizon A8 à Lyelliceratinae indéterminés date quant à lui, soit le sommet de l'Albien inférieur, s'il s'agit de *Tegoceras* Hyatt, 1903, soit la base de l'Albien moyen s'il s'agit de formes assimilables à l'*Ammonites versicostatum* (Michelin, 1838).

L'Albien moyen et supérieur ne sont caractérisés que par des biohorizons à ammonites de faible valeur stratigraphique, à l'exception du biohorizon Breistroffer datant la sous-zone à Dispar.

3.1.2. Le prolongement de la plate-forme nord-provençale et les séries alternantes hémipélagiques du Sud de l'axe Ventoux-Lure (Alpes-de-Haute-Provence)

Exception faite d'un niveau de condensation d'âge Albien moyen dans la région d'Oppedette (Vaucluse), et de la présence du niveau Paquier dans les environs de Château-Arnoux [Latil, données inédites], l'Albien inférieur et moyen reste assez mal représenté sur la plate-forme externe. A la Chapelle d'Ongles, un lambeau à faunes clansayésiennes très remaniées a été mis en évidence à la surface du Bédoulien (matériel inédit récolté par Breistroffer, en collection à l'Institut Dolomieu, Grenoble). Ce niveau renferme *Parahoplites grossouvrei* Jacob, 1905 et *Acanthoplites seunesi* (Jacob, 1905). A cet endroit, après une lacune sédimentaire de nature érosive, englobant l'Aptien moyen et supérieur ainsi que la quasi totalité de l'Albien, la partie moyenne et supérieure de la zone à Dispar repose directement sur le Bédoulien. Bien que très dilatée, cette série est caractérisée par une importante lacune faunique à la base. La zone à Inflatum pourraît être localement bien représentée [Latil, données inédites].

La sous-zone à Dispar est très bien représentée par une faune caractéristique à *Stoliczkaia dispar* (d'Orbigny, 1841) et *Mortoniceras rostratum* (J. Sowerby, 1818). La partie sommitale de l'Albien voit la disparition (locale ?) des Mortoniceratinae, alors

qu'apparaissent les genres *Hyphoplites* SPATH, 1922 et *Ostlingoceras* HYATT, 1903.

L'Albien moyen a pu être mis en évidence dans la région d'Oppedette dans d'anciennes exploitations de phosphate (fig. 5). Au-dessus d'un niveau à sables glauconieux mal datés (niveau 1), se développe une série condensée (niveau 2) représentée par des sables glauconieux et phosphatés à nombreuses ammonites très roulées et souvent indéterminables. La présence de *Lyelliceras lyelli* permet de dater la base de l'Albien moyen. Les sables jaunes à horizons indurés représentent probablement l'Albien supérieur (zone à Inflatum, notice de la carte géologique Sault au 1/50.000).

3.1.3. Le domaine néritique marginal : Plate-forme nord-provençale et rhodanienne ; Arc de Castellane et Arc de Nice

La plupart des ammonites récoltées sur les bordures du Bassin Vocontien proviennent de niveaux de condensation phosphato-glauconieux, souvent polyzonaux, interdisant toute précision stratigraphique au-delà de la zone. Dans quelques cas, pour l'Albien supérieur [Pont-de-Peille : Delanoy et Latil, 1988 ; Salazac : Latil, 1989], la précision est plus grande, sans toutefois dépasser le cadre de la sous-zone. C'est sur l'étude des ces niveaux que repose la stratigraphie élaborée par Breistroffer [1931 b, 1936 a et b, 1940, 1947, 1963 et 1983].

L'Albien inférieur et moyen, étudiés par Gebhard [1983], ne sont représentés que par des horizons de condensation phosphato-glauconieux datant :

- l'Albien inférieur et moyen à Escragnolles, Gourdon, La Roque-Esclapon et Brovès ;
- l'Albien moyen à Valferrière et au Nord-Est de Comps ;
- l'Albien moyen et supérieur à Escragnolles, Peille et Beausoleil.

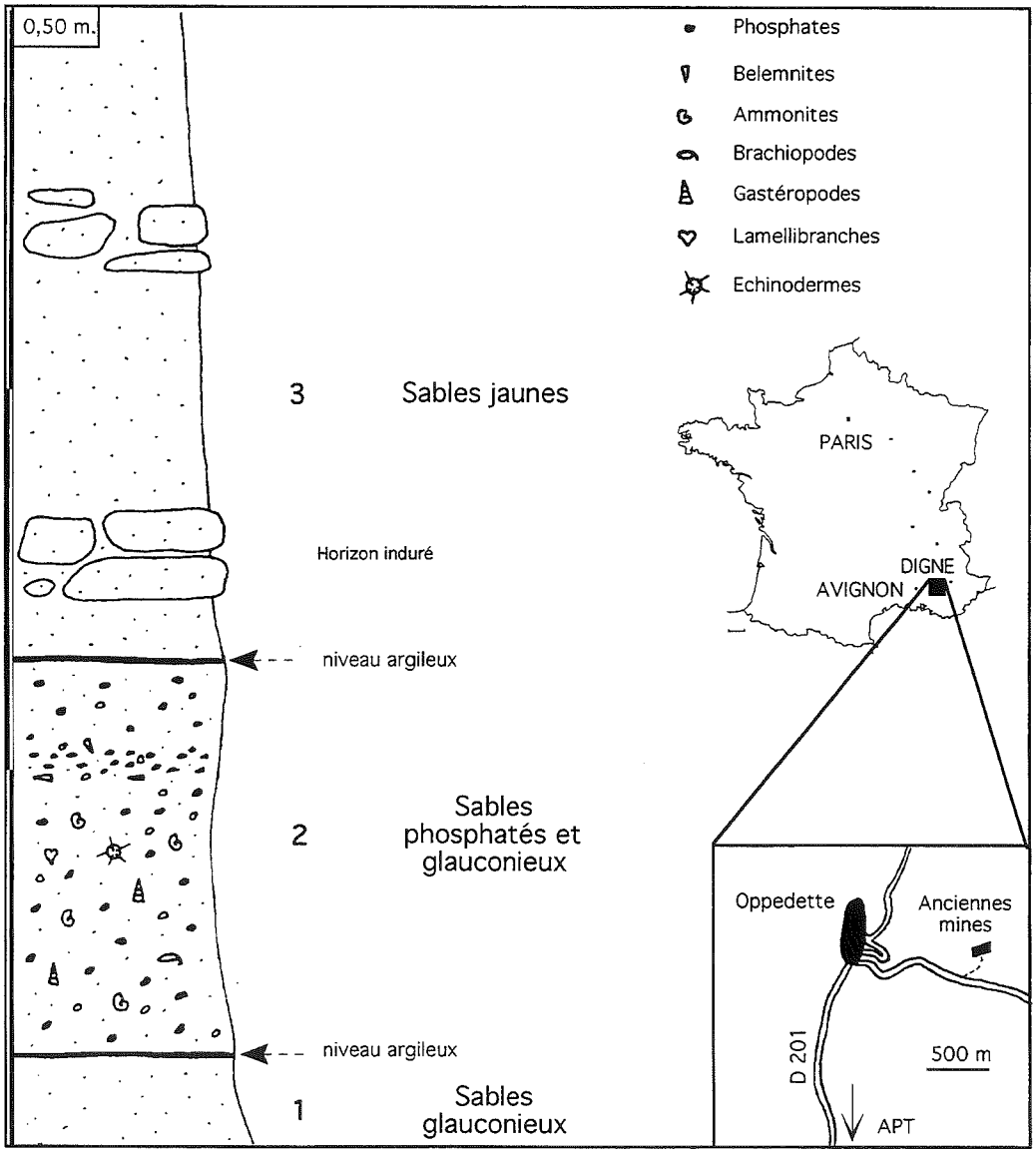


FIG. 5. – Albien d'Oppedette (Vaucluse, S.E. France) : anciennes exploitations souterraines pour le phosphate.

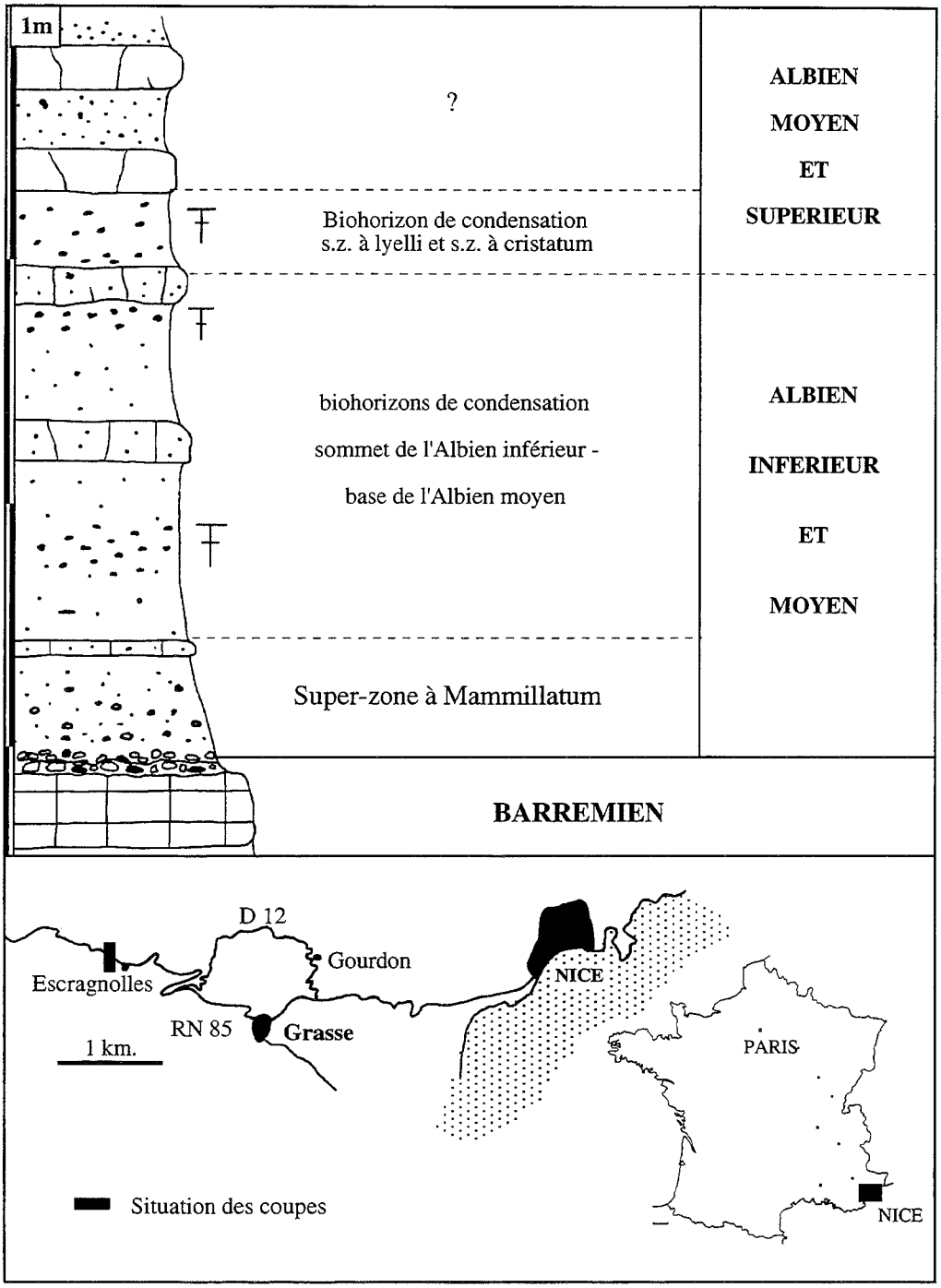


FIG. 6. – Albien d'Escragnolles (Var, SE France), d'après Gebhard [1983].

De nombreuses ammonites, récoltées dans les affleurements historiques d'Escragnolles (fig. 6) et de Gourdon (Var), seront étudiées ici comparativement aux faunes du Bassin Parisien.

3.1.4. La plate-forme dauphinoise et les bordures septentrionales du Bassin Vocontien

Les travaux de Breistroffer [1931] sur le Vercors et le massif de la Chartreuse, montrent partout des horizons polyzonaux de condensation, avec notamment la Balme de Rencurel et les Prés de Rencurel (Isère). Les Lyelliceratinae y sont de plus relativement rares.

3.1.5. La plate-forme helvétique

Les travaux de Delamette [1988], tout en précisant la biochronologie de l'Albien du domaine helvétique, montrent la présence quasi-systématique de niveaux de condensation et de remaniements d'où une précision biochronologique qui ne s'étend pas en deçà de la zone d'ammonites. Le matériel abondant récolté par Delamette, qu'il a bien voulu me prêter pour étude, a permis de préciser l'évolution de la morphologie ornementale des Lyelliceratinae et les relations entre les genres Leymeriella et *Tegoceras*.

3.1.6. La plate-forme jurassienne

Victime elle aussi de phénomènes de condensation sédimentaires, la plate-forme jurassienne avait pu fournir, avec les travaux de Jayet [1927], une succession de neuf biohorizons de condensation. La coupe de la Perte-du-Rhône ne donne néanmoins qu'une succession biochronologique incomplète et peu précise.

3.2. Le bassin anglo-parisien : l'Albien inférieur-moyen dans sa région type

Lors de la révision de l'Albien stratotypique [Rat *et al.*, 1979], un certain nombre d'affleurements exposant la limite Albien inférieur-Albien moyen avaient été cités ou décrits, sans que la limite entre les sous-zones à Steinmanni et à Lyelli soient clairement définie. Au cours d'une recherche de ces niveaux sur le terrain en 1990-91, j'ai malheureusement constaté que les principaux affleurements concernés avaient disparu.

• Le Perchois Est, qui a livré de nombreux *Tegoceras* de la sous-zone à Floridum est entièrement recouvert par la végétation.

• La base de la carrière de Courcelles étant occupée par un étang, la sous-zone à Lyelli n'y est plus visible.

• La carrière de Montreuil-sur-Barse ne montre pas les faunes de transition entre l'Albien inférieur et moyen.

• D'autres affleurements sporadiques et sondages (Epothémont, La Vendue-Mignot, Villemoyenne, Lusigny-sur-Barse, Le Plessis tuilerie) ne sont plus visibles.

Il ne reste plus guère à ce jour que les berges du lac de la Forêt d'Orient (Réservoir Seine), qui exposent la totalité des sous-zones à Bulliensis et Steinmanni ainsi qu'une partie de la sous-zone à Lyelli. C'est là qu'ont été levées les coupes étudiées dans le présent travail (fig. 7).

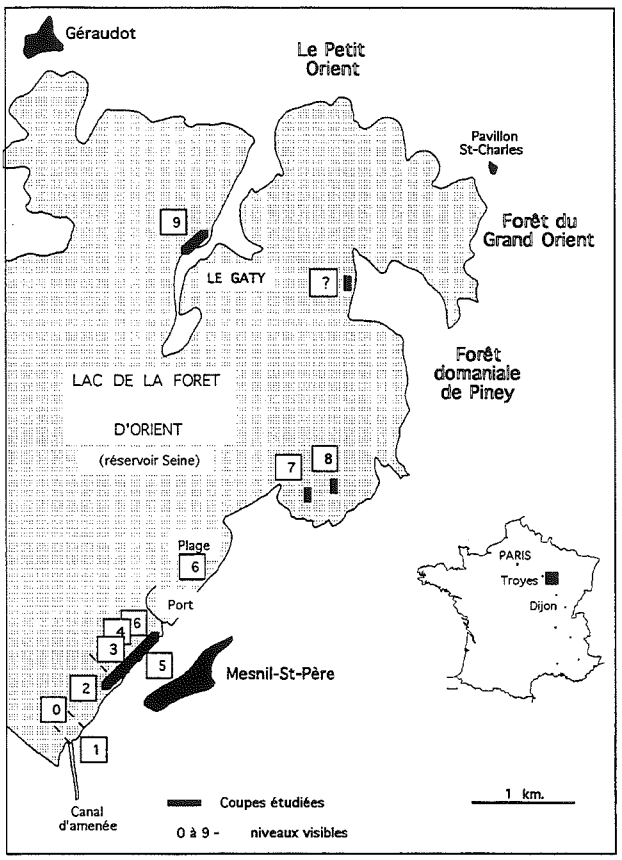


Fig. 7. – Situation des coupes étudiées dans l'Albien inférieur-moyen des berges du lac de la forêt d'Orient (Aube, France).

3.2.1. Les affleurements de Mesnil-St-Père (sommet de l'Albien inférieur - extrême base de l'Albien moyen)

Le secteur étudié suit les berges du lac et s'étend du canal d'amenée à la forêt domaniale de Piney. Coordonnées U.T.M. fuseau 31, feuille I.G.N. 1:25000 Brienne-Le-Château : x = 598,2 à 601 ; y = 5344,6 à 5349. Dix niveaux ont été reconnus (fig. 7). Sept d'entre eux ont été étudiés (2 à 8). Les niveaux 2 à 6 sont en continuité, alors que trois lacunes d'affleurement sont à déplorer (base du niveau 2, niveaux 6-7 et niveaux 7-8).

Le niveau 0 n'est pas en place : il provient de déblais remontés du fond du lac lors de la construction du canal d'amenée. La présence de *Douvilleiceras* sp., *Hypacanthoplites milletianus* (D'ORBIGNY), *Leymeriella tardefurcata* (LEYMERIE), *Beudanticeras* sp. et ? *Puzosia* sp., indique une équivalence avec l'affleurement d'Unienville décrit par Destombes [1979] (zone à Tardefurcata).

Le niveau 1, représenté par de rares *Protohoplites* sp., date probablement la sous-zone à Puzosianum. La base de la série n'offrant que peu d'intérêt dans le cadre de ce travail, la coupe de Mesnil-St-Père n'a été levée qu'à partir du niveau 2 (fig. 8).

Le niveau 2, constitué de marnes bleues, est dominé par la présence de *Otohoplites bulliensis* DESTOMBES, 1973. Les Lyelliceratidae sont absents. Ce niveau correspond à la partie supérieure de la sous-zone à Bulliensis. La base de cette sous-zone n'est pas chronostratigraphiquement définie, ni à Bully où la sous-zone a été créée [Destombes, 1973], ni dans la région stratotypique.

Le niveau 3 correspond à l'horizon à *Otohoplites normanniae* DESTOMBES, JUIGNET & RIOULT, 1973. La transformation de ce niveau en sous-zone, proposée par Destombes [1973], paraît peu justifiée en raison des possibilités limitées de corrélation à grande échelle. Cet horizon caractérise le passage entre les sous-zones à Bulliensis et à Steinmanni. Il est à noter que *Otohoplites normanniae* semble n'être qu'une forme intermédiaire entre *O. bulliensis* et les *Hoplites sensu*

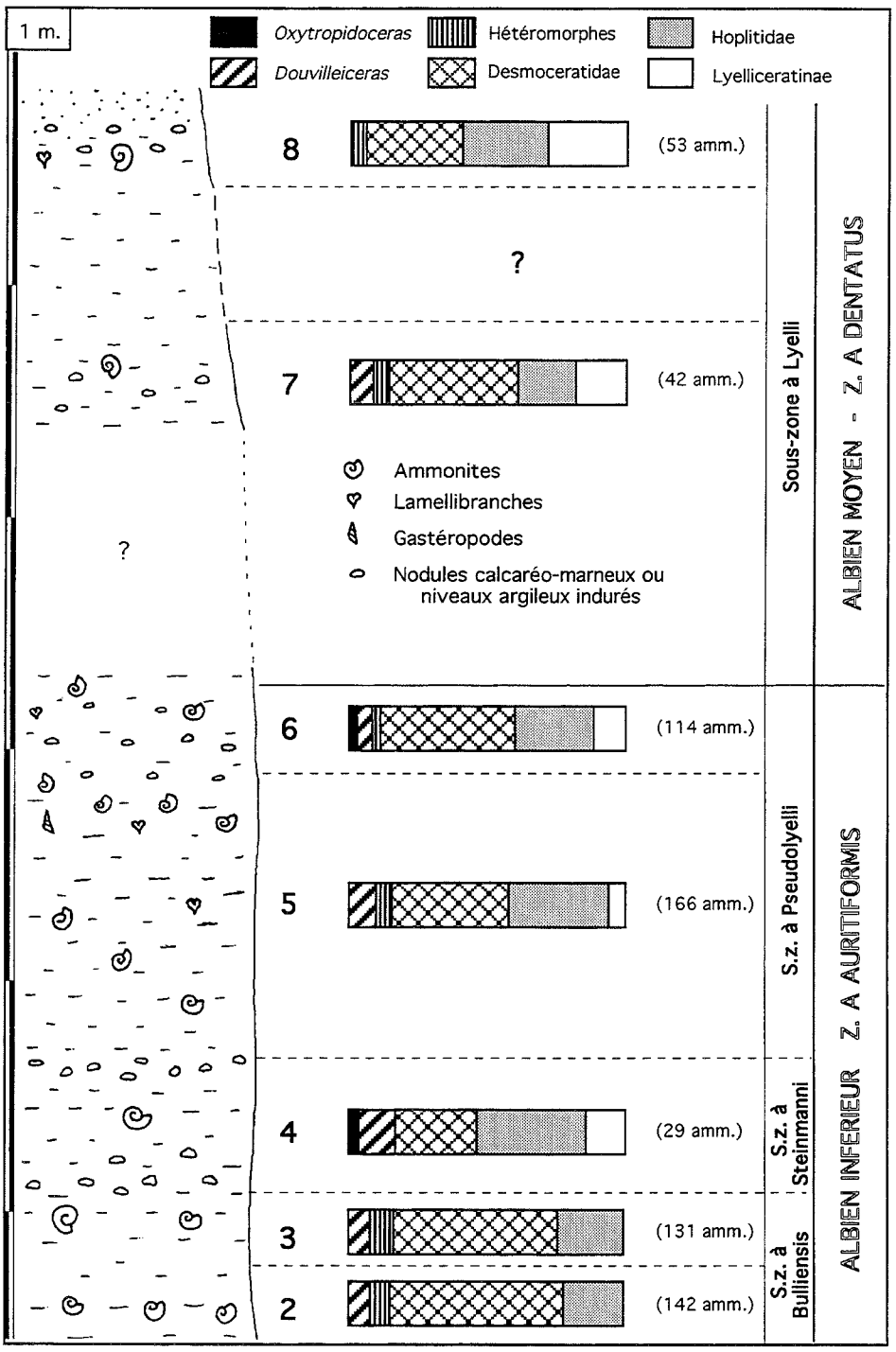


FIG. 8. – Coupe de Mesnil-St-Père (Aube, France) : sommet de l'Albien inférieur-base de l'Albien moyen.

lato, certains exemplaires de *O. normanniae* montrant des côtes alternes de part et d'autre de la région ventrale chez le jeune, qui ont tendance à s'opposer avec l'âge, voire chez certains spécimens à traverser la région ventrale. *O. normanniae* et *H. (I.) steinmanni* n'étant séparés que par des différences de costulation, il est possible que ces deux formes soient à inclure au sein d'une même chrono-espèce. En tout état de cause, il paraît abusif de les considérer comme appartenant à deux genres distincts.

Le niveau 4 est caractérisé par l'apparition des vrais *H. (I.) steinmanni*. Cette forme se poursuivra jusqu'au sommet du niveau 6 (fig. 9), mais il est proposé ici que les niveaux 5 et 6 soient élevés au rang de sous-zone. Il en résulte donc que la sous-zone à Steinmanni se limite au niveau 4 de la coupe de Mesnil-St-Père. Elle sera chronostratigraphiquement définie par l'intervalle séparant la base du premier niveau d'argiles rouges indurées, et le sommet du deuxième niveau d'argiles rouges dans la coupe de Mesnil-St-Père (fig. 8 et 9).

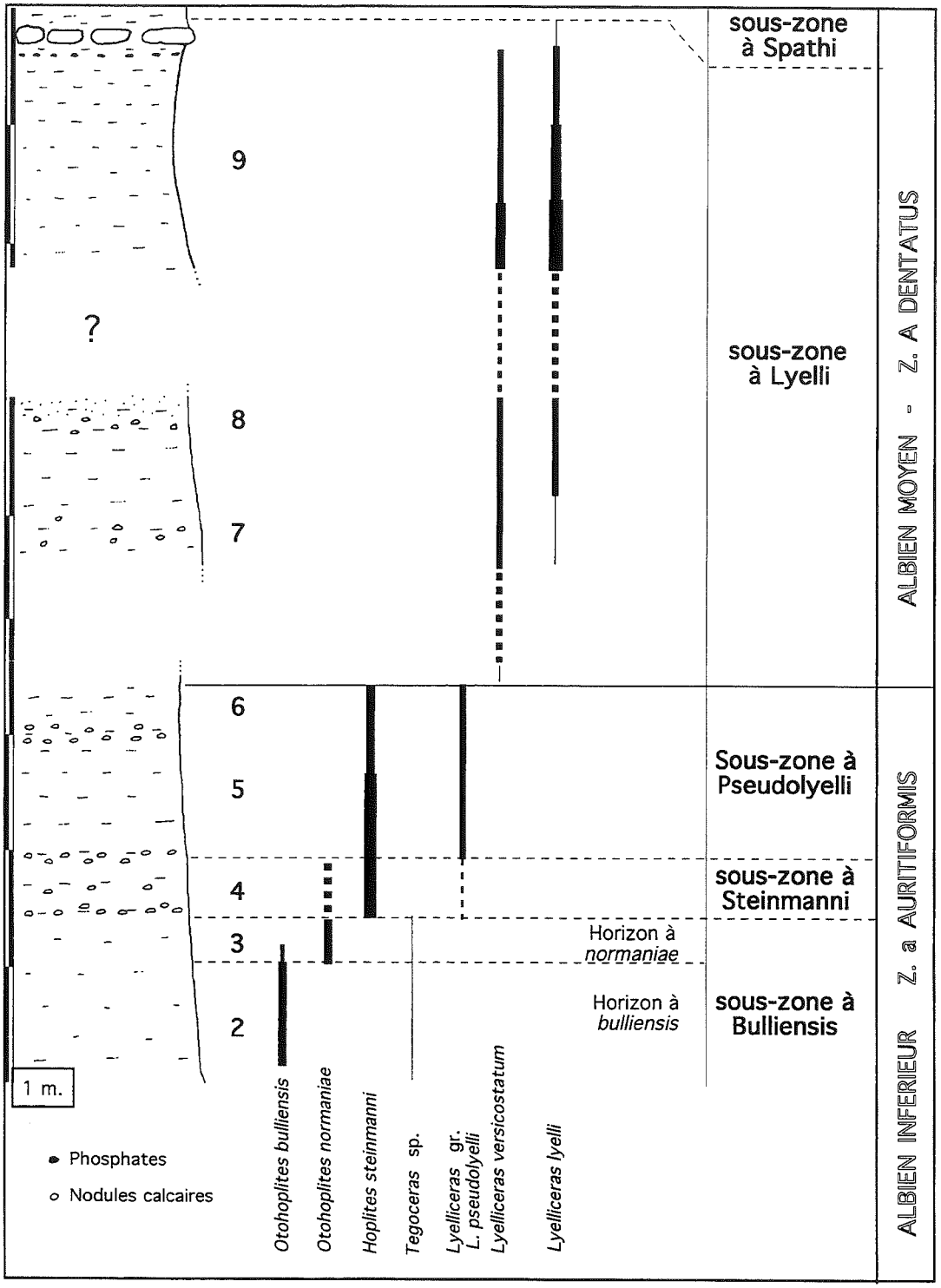


FIG. 9. – Biozonation de la limite Albien inférieur-Albien moyen sur les berges du lac de la Forêt d'Orient (Aube, France) ; répartition stratigraphique des formes étudiées et des ammonites de zone.

Les niveaux 5 et 6 constituent la sous-zone à Pseudolyelli, comprenant toutes les formes transitionnelles de *Tegoceras* vers *Lyelliceras*. On constate à partir de là un épanouissement des Lyelliceratidae qui se poursuivra quasiment jusqu'au sommet de la sous-zone (fig. 8). Cette sous-zone de faible durée (niveaux 5 et 6 exclusivement) se révèle être un très bon marqueur du sommet de l'Albien inférieur, d'autant plus qu'on le retrouve depuis Madagascar [Collignon, 1963] jusque dans les cordillères andines [Renz, 1984 ; Benavides Caceres, 1956...], aussi bien en domaine téthysien que dans la province européenne à Hoplitidae.

La limite Albien inférieur-Albien moyen doit être placée à la base de la zone à Dentatus. Dans la région stratotypique, la base de la zone à Dentatus est mise en évidence pour la première fois à la base du niveau 7 de

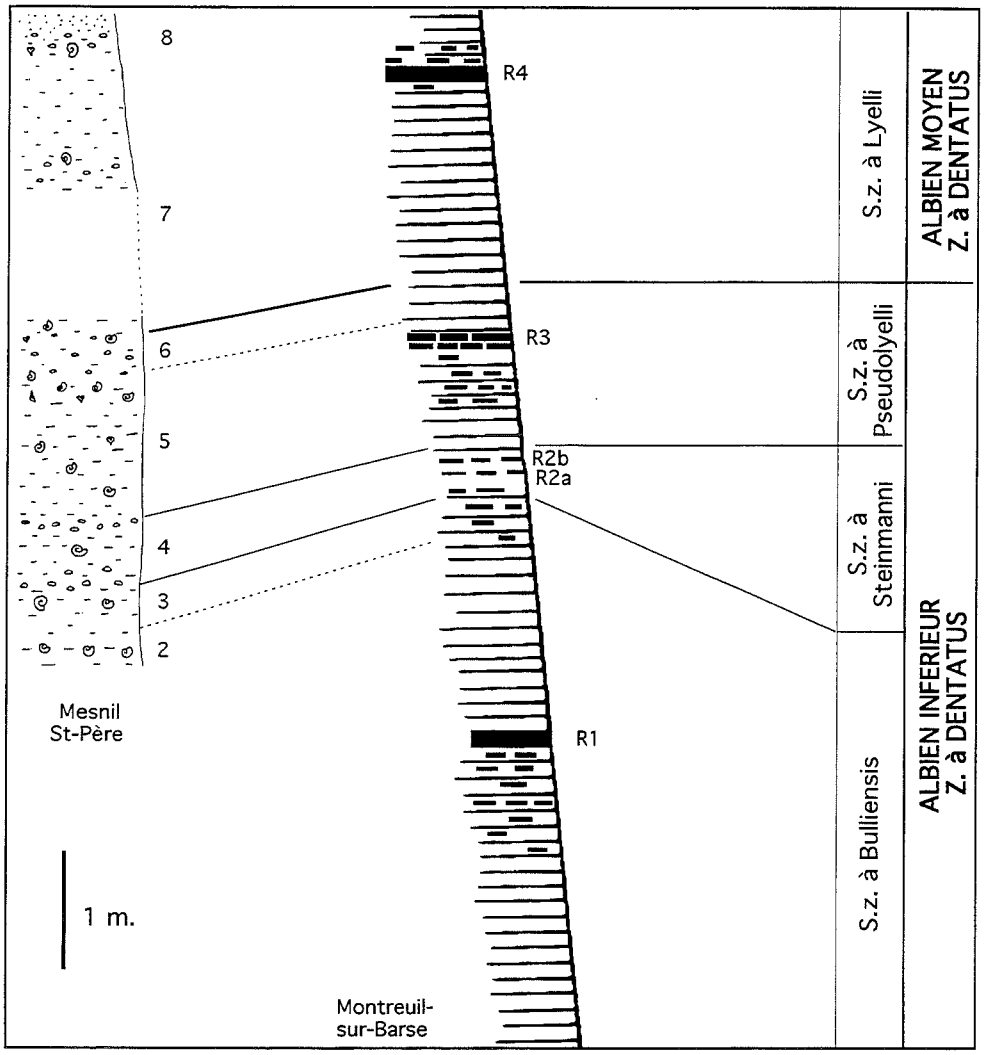


FIG. 10. – Corrélations entre les coupes de Mesnil-St-Père et de Montreuil-sur-Barse [d'après la figure de Destombes, 1979].

la coupe de Mesnil-St-Père. En conséquence, je propose que cette coupe soit considérée comme le stratotype de la limite entre ces deux sous-étages.

Le niveau 7 voit l'apparition simultanée des espèces *Lyelliceras versicostatum* et *L. lyelli*, les formes *L. pseudolyelli* et *L. hirsutum* étant encore représentées par quelques individus : c'est le début de la sous-zone à Lyelli *sensu stricto*. L'épaisseur de cette sous-zone dans l'Aube reste difficile à évaluer, aucune coupe n'ayant jamais exposé la sous-zone dans sa totalité. D'après les sondages étudiés par Magniez-Jannin [*in* Rat *et al.*, 1979, fig. 5-1], on peut envisager une épaisseur de l'ordre de 20 mètres. Je n'ai pu observer que des coupes partielles dans les premiers mètres (niveaux 7 et 8), ainsi qu'une coupe dans les deux mètres sommitaux des anciennes carrières du Gaty.

La figure 8 montre que l'ensemble de la série est dominée par les Desmoceratidae et les Hoplitidae ; les Lyelliceratidae, malgré leur tentative de diversification dans les niveaux 5 et 6, arrivent difficilement à s'imposer. Ils n'occuperont une place significative qu'à partir du niveau 8. Tant par les conditions d'affleurement que par la richesse des faunes, cette coupe s'est révélée être d'un grand intérêt, d'autant plus que des recherches ultérieures, axées sur les Hoplitidae, devraient permettre de compléter et de préciser ces premières observations.

La coupe de Mesnil-St-Père, corrélée avec la coupe de Montreuil-sur-Barse publiée par Destombes [1979], appelle quelques commentaires (fig. 10).

- *Otohoplites normanniae* est signalée dans le texte comme appartenant au niveau 5 de la coupe de Montreuil, alors que la répartition de l'espèce sur la figure 4.4 de Destombes englobe les niveaux 6 à 8. Je n'ai personnellement trouvé cette forme que dans le niveau 3 de la coupe de Mesnil-St-Père, mais il n'est pas impossible que son extension verticale soit plus importante.

- Les niveaux 7 et 8 de la coupe de Mesnil-St-Père sont difficilement corrélables avec la partie supérieure de la carrière de Montreuil-sur-Barse et il semble que cette dernière n'ait pas livré de *Lyelliceras*.

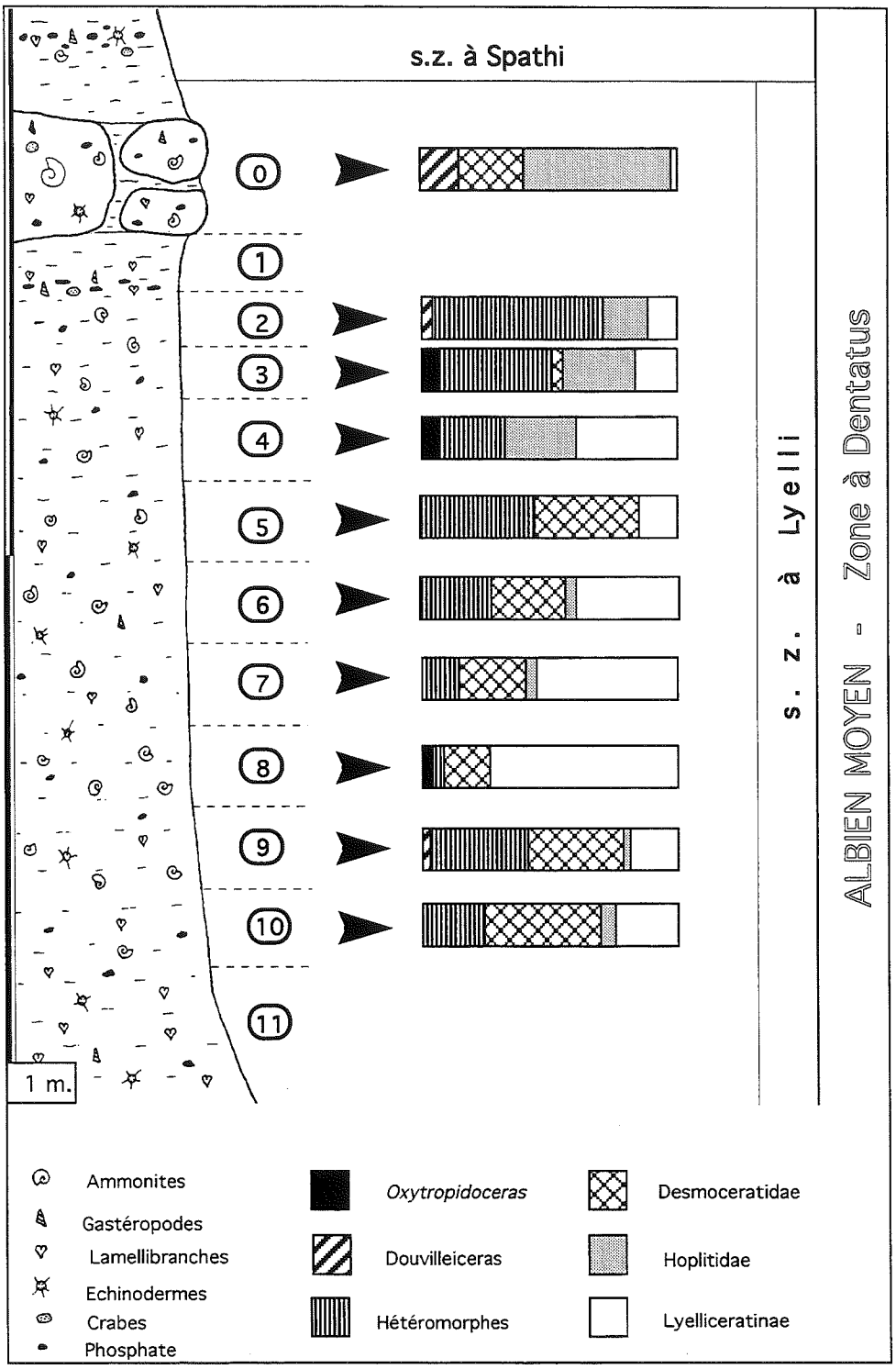


FIG. 11. – Le Gaty (Aube, France).

3.2.2. L'ancienne carrière du Gaty

Coordonnées U.T.M. fuseau 31, feuille I.G.N. 1:25000 Brienne-Le-Château : x = 599,4 à 599,8 ; y = 5349,4 à 5349,6. Cet affleurement d'intérêt historique, équivalent de la base de la carrière de Courcelles [Destombes *in* Rat *et al.*, 1979], n'est plus représenté aujourd'hui que par la partie terminale de la série. Un levé stratigraphique extrêmement précis de la partie sommitale de la sous-zone à Lyelli a été effectué en opérant un quadrillage décimétrique au sein d'un ensemble argileux homogène.

Les ammonites sont conservées à l'état de moules internes pyritisés souvent juvéniles ou pré-adultes, la plupart du temps sur les flancs, plus rarement en

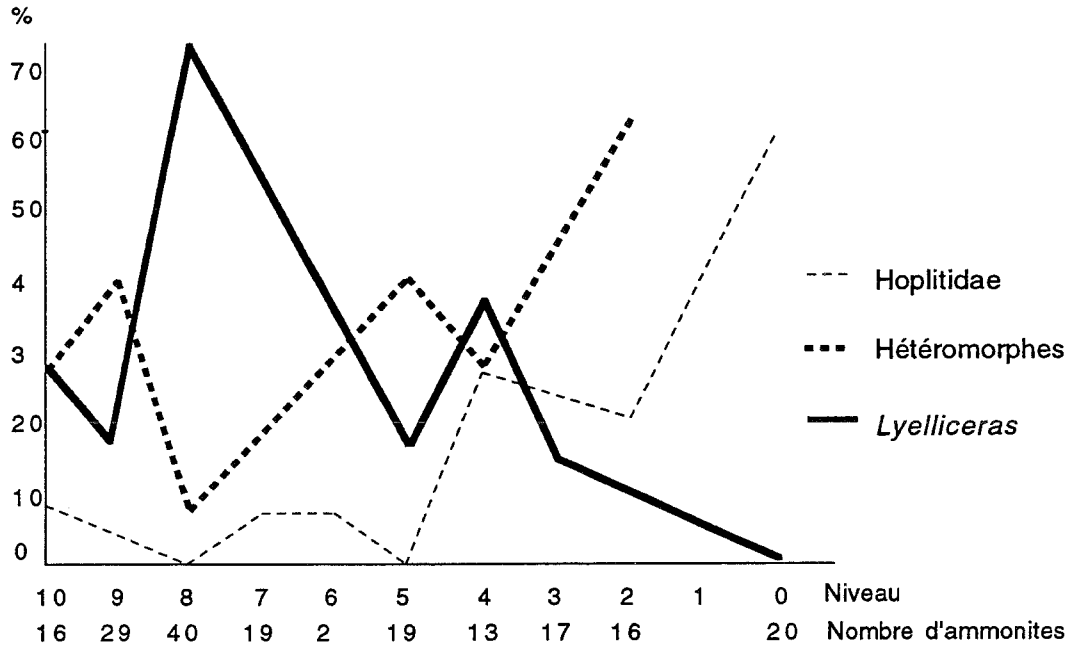


FIG. 12. – Variations de fréquence des principaux groupes d'ammonites dans les dix horizons de la coupe du Gaty.

position verticale (dans ce dernier cas, la déformation dont les fossiles sont affectés témoigne du degré de compaction de la série). La chambre d'habitation est conservée à l'état d'empreinte phosphatée, les fossiles brisés sont exceptionnellement rares, ce qui témoigne d'un milieu calme à sédimentation relativement rapide. Cette constatation est confirmée par les conclusions de la révision du stratotype [Rat *et al.*, 1979] faisant état d'un milieu calme à sédimentation statistiquement lente appartenant à l'étage circalittoral. En dessous du niveau 10, les ammonites sont très rares et la faune est presque exclusivement constituée de lamellibranches.

Lithologiquement, des argiles riches en oxydes de fer et en gypse sont présentes des niveaux 11 à 2, alors que les niveaux 1 et 0 sont marqués par un enrichissement en phosphate. Parallèlement, alors que les ammonites constituent l'essentiel de la faune entre les niveaux 10 et 2 inclus, elles deviennent très rares dans le niveau 1. Ce dernier voit l'arrivée en masse de restes de crabes, de gastéropodes, de polypiers isolés et de lamellibranches. Le banc 0 semble avoir privilégié la fossilisation des formes de grande taille.

La figure 11 montre que les assemblages fauniques changent considérablement dans les deux derniers mètres de la série. On constate une prédominance des Desmoceratidae et des hétéromorphes dans les niveaux 10, 9 et 5. Les Lyelliceratidae dominent très largement le niveau 8, puis leur nombre va progressivement décroître jusqu'à leur disparition au-dessus du niveau 0.

L'épanouissement des Hoplitidae est concomitante de l'extinction des *Lyelliceras*. Dans les niveaux 10 à 5, les Lyelliceratidae semblent atteindre un développement maximum, alors que les Hoplitidae régressent. Les niveaux 4 à 2 témoignent d'une période de coexistence entre les deux familles, alors que les niveaux 1 et 0 marquent le retour des Hoplitidae à une période où ne persistent que quelques rares *Lyelliceras* très évolués. D'autre part, jusqu'au banc 2, le pourcentage d'hétéromorphes décroît lorsque croît celui des *Lyelliceras* (fig. 12).

L'interprétation de ces données est délicate, mais on peut envisager à partir du niveau 4 une baisse progressive du niveau marin. Une telle éventualité semble être confirmée par la présence d'importants apports détritiques (organismes néritiques, restes de dinosauriens...) dans les niveaux 1 et 0.

PALEOBIOGEOGRAPHIE DES LYELLICERATINAE

1. – RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DU GENRE *TEGOCERAS* (ALBIEN INFÉRIEUR, ZONES À CHALENSIS ET AUTITIFORMIS

La répartition géographique du genre *Tegoceras* reste mal connue du fait de l'extrême rareté de ses représentants. Seules les figurations et les citations vérifiées ont été prises en compte dans cette étude, ce afin de limiter les risques d'erreur dus à des citations erronées.

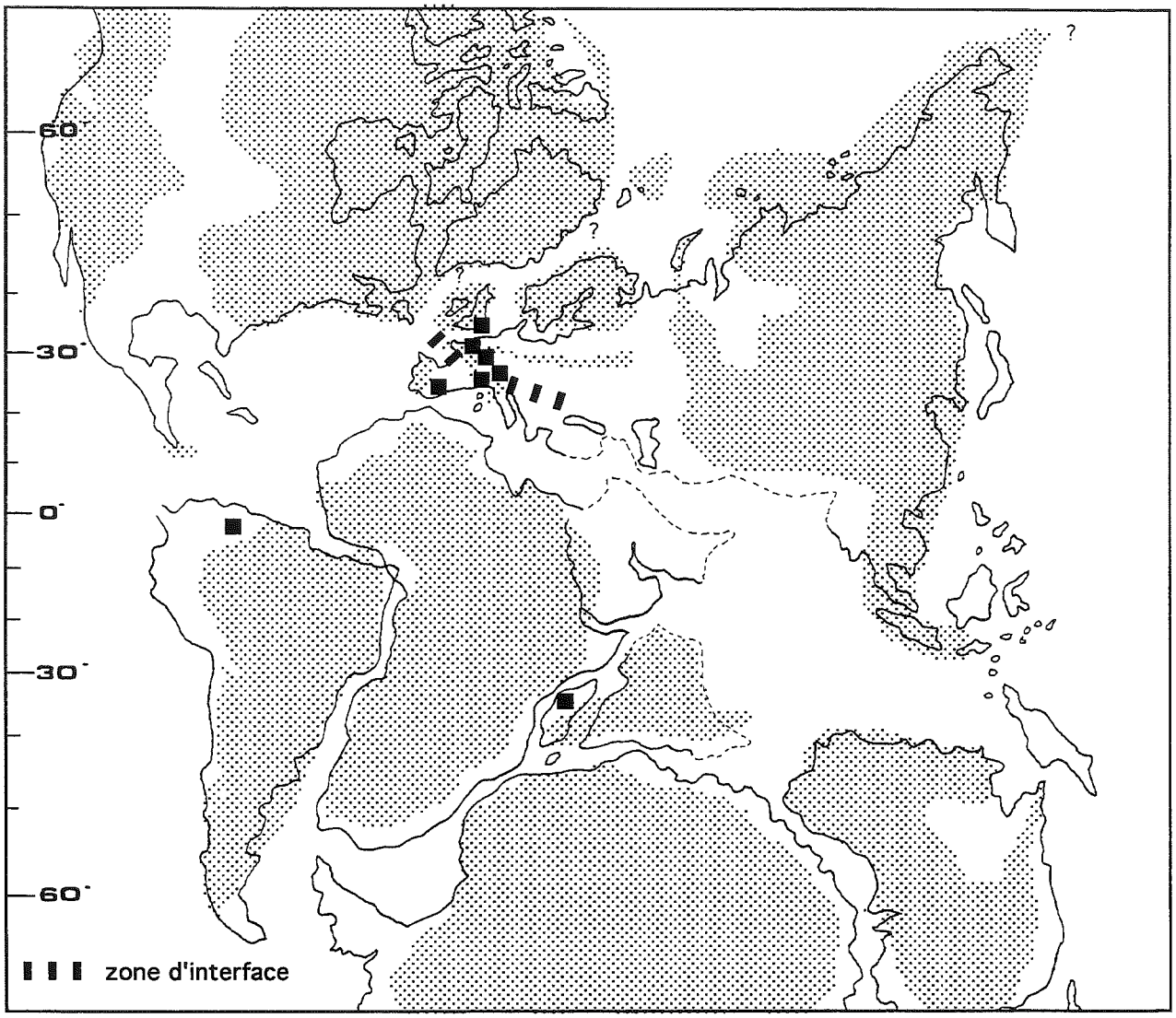


FIG. 13. – Répartition géographique du genre *Tegoceras* (Albien inférieur) (les surfaces en pointillé correspondent aux aires approximatives des surfaces émergées [d'après Smith *et al.* 1973 ; Baron, 1987].

Les premières figurations d'ammonites attribuables au genre *Tegoceras* sont dues à d'Orbigny [1841], avec *T. mosense* (D'ORBIGNY, 1841) de Varennes, Meuse, France, et *T. camatteanum* (D'ORBIGNY, 1841) d'Escragnolles, Var, S.E. France. Ce genre fut ensuite signalé dans l'Albien inférieur de la plate-forme helvétique [Pictet, 1847 ; Delamette, 1988, 1989], des Ardennes [Bayle, 1878], de Normandie [Destombes, 1977], du département de l'Aube (stratotype) [Destombes, 1979] et du Kent en Angleterre [Casey, 1957, 1978].

En dehors du Bassin anglo-parisien et du Sud-Est de la France, ce taxon n'est connu avec certitude que dans la Sierra de Ricote, Province de Murcie, Espagne [Almella et de la Revilla, 1957], et dans la formation Chimana au Venezuela [Renz 1982].

L'exemplaire signalé par Collignon [1963] à Madagascar correspond à une forme évoluée. Les exemplaires décrits par Etayo-Serna [1979] en Colombie et au Pérou, et désignés comme étant des *Tegoceras*, sont également à rapporter au genre *Lyelliceras*, du fait de la présence de tubercules ventraux.

Dans l'état actuel des connaissances, le genre *Tegoceras* semble avoir une répartition sensiblement latitudinale à l'interface des provinces nord-méditerranéenne et euro-boréale (fig. 13). Les *Tegoceras* les plus anciens connus avec certitude proviennent de l'Albien inférieur (Zone à Chalensis, sous-zone à Floridum). Le genre est surtout bien représenté dans les affleurements condensés du Sud-Est de la France. Il est possible sur ces bases d'envisager une origine en Europe occidentale suivie d'une dispersion au cours de l'Albien inférieur vers le domaine téthysien.

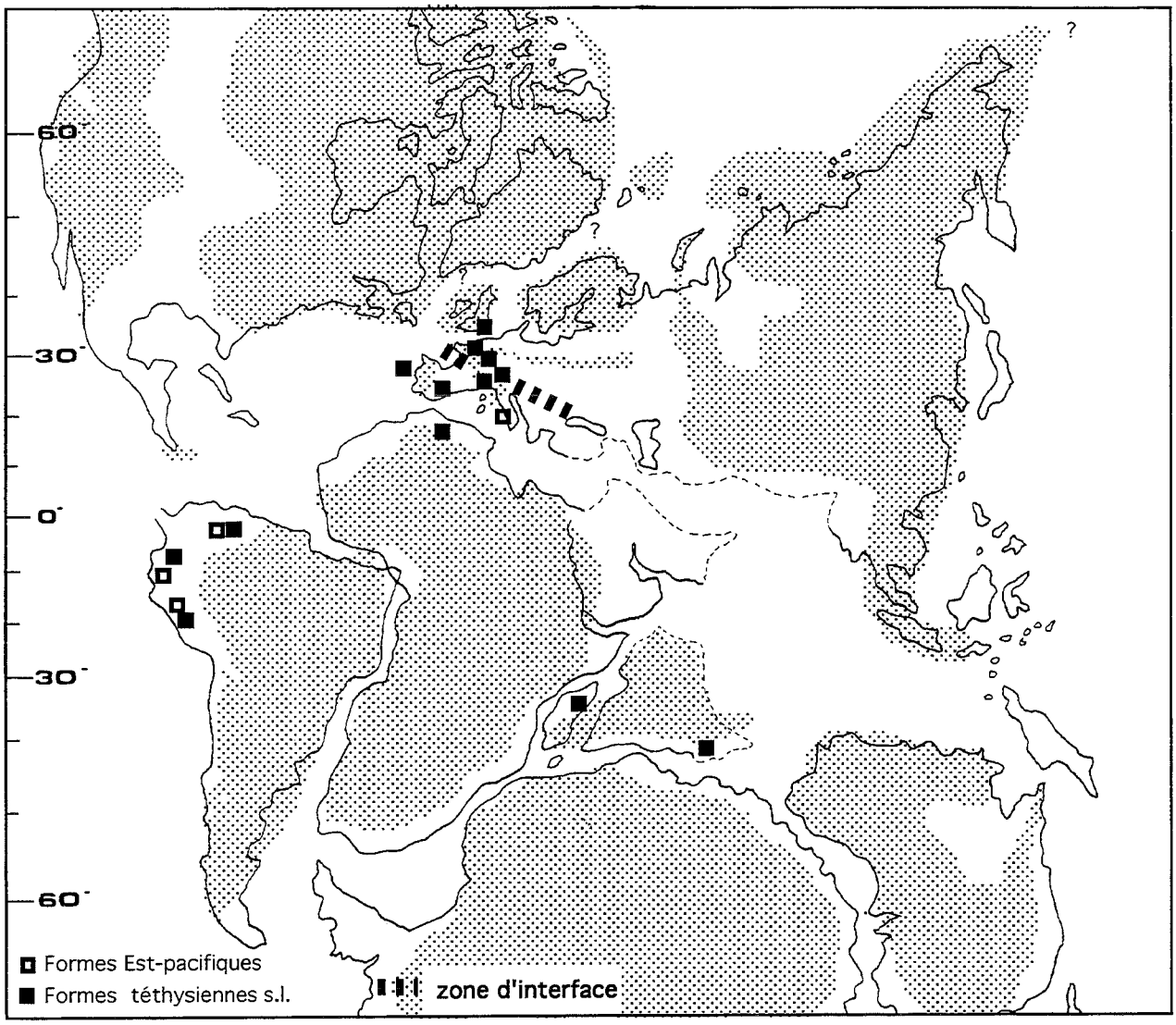


FIG. 14. – Répartition géographique du genre *Lyelliceras* (albien inférieur et moyen) (les surfaces en pointillé correspondent aux aires approximatives des surfaces émergées [d'après Smith *et al.*, 1973 ; Barron, 1987].

2. – RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DU GENRE *LYELLICERAS* (ALBIEN INFÉRIEUR-MOYEN, ZONES À AURITIFORMIS ET DENTATUS)

Plus largement représentés que leurs ancêtres, les *Lyelliceras* donnent une bonne idée de l'aire d'extension géographique de la sous-famille (fig. 14).

Le genre *Lyelliceras* est très bien représenté en Europe occidentale où il peut être localement très abondant (Le Gaty, Aube). Il est depuis longtemps connu dans le Sud-Est de la France : sur les plates-formes de l'Arc de Nice [Bayle, 1878 ; Parona et Bonarelli, 1896 ; Breistroffer, 1953] et sur les plates-formes helvétique [Pictet, 1847 ; Pictet et Campiche, 1858-60 ; Delamette, 1988, 1989] et jurassienne [Pictet et Campiche, 1858-60].

Les *Lyelliceras* sont également bien représentés dans la province euro-boréale, en Angleterre [Spath, 1930 ; Owen, 1971], en Normandie [Destombes, Juignet et Rioult, 1973] et dans le bassin parisien [Bayle, 1878 ; Ciry, 1927 ; Destombes, 1979].

Plus au Sud, on a signalé le genre *Lyelliceras* en Espagne, province de Murcie [Almella et de la Revilla, 1957], et dans l'Atlantique, au large de la péninsule ibérique [DSDP, leg 47B, forage 398D ; Renz, 1979].

Lyelliceras est connu avec certitude jusqu'à Madagascar [Collignon, 1963] et au Pakistan, dans les Monts Samana [Spath 1930]. *Prionotropis radenaci* PERVINQUIERE, 1907, du Djebel Hamaima, Albien inférieur tunisien, appartient probablement au genre *Lyelliceras*. Ce genre est par ailleurs très bien représenté dans les cordillères andines, où il semble

avoir connu une évolution légèrement différente de celle qu'ont connu les *Lyelliceras* européens. On le trouve en Colombie [Riedel, 1938 ; Bürgl, 1955, 1957 ; Etayo-Serna, 1979], au Pérou [Steinmann, 1881 ; Knechtel, 1947 ; Bénavides Cacéres, 1956 ; Obata *et al.*, 1975], et au Vénézuela dans la partie supérieure de la formation Chimana [Renz, 1982].

De rares *Lyelliceras* présentant de fortes affinités avec les faunes andines ont récemment été décrits dans le massif apennin de la Maiella, Italie, par Accarie et Delamette [1991]. Le caractère intra-océanique de la plate-forme lazio-abruzzaise lui conférant un isolement relatif ne suffit pas à expliquer cette originalité.

Les populations figurées par Dubourdieu [1953] sous le nom de *Lyelliceras flandrini* DUBOURDIEU, 1953 et provenant de l'Albien inférieur d'Algérie sont à réétudier ; elles ne seront pas considérées ici comme appartenant au genre *Lyelliceras*. Il en est de même de *Somalites vertebralis* TAVANI, 1949 de Somalie (voir conclusions taxonomiques).

Les citations de *Lyelliceras* sur le continent nord-américain sont à rejeter : *Lyelliceras stanislausense* ANDERSON, 1958 du Cénomanien inférieur de Californie, séparé par deux sous-étages des derniers Lyelliceratinae connus, n'est pas phylétiquement relié au genre *Lyelliceras*. Il pourrait s'agir d'un cas d'homéomorphie mais la mauvaise figuration donnée par l'auteur ne permet pas d'en dire davantage. Il en va de même de l'exemplaire figuré par Böse [1923] comme «*Acanthoceras* ex aff. *A. Lyelli* LEYM.» et provenant de l'Albien terminal du Mexique.

3. – CONCLUSIONS

Il n'est pas possible pour le moment d'envisager des études paléobiogéographiques, du fait d'une mauvaise connaissance des faunes et de leur répartition. Nous en resterons donc aux hypothèses permises par les données disponibles.

Si on place l'origine des Lyelliceratinae en Europe occidentale (ce que confirme la phylogénèse : les Lyelliceratinae dérivant de la sous-famille euro-boréale des Leymeriellinae), on peut admettre que la dispersion s'est effectuée vers l'Ouest dès l'Albien inférieur avec le genre *Tegoceras*, présent au Vénézuéla et à Madagascar. A l'Albien moyen, on retrouve dans les cordillères andines une partie au moins des espèces méditerranéennes : *L. lyelli, L. pseudolyelli.* Mais il semble que le groupe ait évolué différemment, donnant naissance à des morphologies particulières : *L. ulrichi* KNETCHEL, 1947 ; *L. mathewsi* KNETCHEL, 1947 ; *L. schebei* RIEDEL, 1938. *L. lobatum* (RIEDEL, 1938), *L. prorsocurvatum* (GERHARDT, 1897) et *L. peruvianum* (SPATH, 1930) ont des morphologies beaucoup trop particulières pour que leur position systématique soit précisée maintenant. L'ensemble de ces formes mériterait d'être réétudié, d'une part afin d'établir ou de réfuter ces espèces, d'autre part afin de préciser les relations existant avec les autres *Lyelliceras*. On peut penser que les différences morphologiques entre les formes andines et les taxons téthysiens sont trop peu sensibles pour être significatives.

Quoiqu'il en soit, les taxons andins n'ont jamais été signalés ailleurs que dans les cordillières andines, à l'exception des spécimens figurés par Accarie et Delamette [1991] provenant de la plate-forme intra-océanique lazio-abruzzaise et que les auteurs rapprochent de *L. cotteri* (SPATH, 1930). Les spécimens en question sont trop mal conservés et trop jeunes pour que l'on puisse certifier qu'il s'agit d'espèces non européennes, certains exemplaires juvéniles de *L. lyelli* provenant de la région statotypique de l'Albien pourraient tout aussi bien être assimilés aux taxons de la plate-forme lazio-abruzzaise. D'autre part, il paraît difficile d'expliquer la présence de formes andines dans un unique affleurement méditerranéen.

Par ailleurs, il est difficile de dater la migration vers l'Est des Lyelliceratinae. Comme pour la dispersion vers l'Ouest, tout semble se faire par le jeu des plates-formes nord-africaines. Dans l'état actuel de nos connaissances, cette migration a dû s'amorcer dès la fin de l'Albien inférieur.

GENERALITES SUR LES LYELLICERATIDAE SPATH, 1930

1. – INTRODUCTION : LES ACANTHOCERATACEAE GROSSOUVRE, 1894 ; HISTORIQUE ET CLASSIFICATION

1.1. La période des grands regroupements taxinomiques (jusqu'en 1957)

De Grossouvre [1894] crée la grande famille des «Acanthoceratidés» à partir des caractéristiques générales de la ligne suturale. Il inclut dans cette nouvelle famille le genre barrémien *Pulchellia* UHLIG, 1983, les genres *Stoliczkaia* NEUMAYR, 1875, *Neolobites* FISCHER, 1882 et *Acanthoceras* NEUMAYR, 1875 qui appartiennent aujourd'hui à trois super-familles distinctes. Le genre morphologique *Acanthoceras* incluait quant à lui de nombreuses formes albo-cénomaniennes dont l' «*Ammonites Lyelli*» HYATT, 1900.

Hyatt [1903] crée au sein de ses «Pseudoceratites de la Craie» plusieurs familles d'ammonites définies d'après des critères de ressemblance morphologique.

Ce type de classification fut un bel exemple de hiérarchisation à partir des caractères ornementaux, sans tenir aucun compte de la phylogénèse, ni même parfois des successions stratigraphiques. C'est ce type de classification non phylogénétique qui persiste encore de nos jours sous une forme atténuée. Ainsi :

– il introduit dans l'ordre des Mammitida les Mojsisovicsiidae HYATT, 1903 représentés par le seul genre *Mojsisovicsia* STEINMANN, 1881 qui se révèle être un Acanthocerataceae ;

– le genre *Tegoceras* HYATT, 1903 est placé au sein des Eulophoceratidae HYATT, 1903 à côté des genres *Lenticeras* GERHARDT, 1897 ; *Paralenticeras* HYATT, 1900 et *Eulophoceras* HYATT, 1903, représentants des Lenticeratinae HYATT, 1900 du Crétacé supérieur ; il s'avère en fait que le genre *Tegoceras* est aussi un Acanthocerataceae qui est très éloigné des Lenticeratinae du Crétacé supérieur ;

– l'ordre des Mantelliceratida HYATT, 1903 correspond quant à lui à un vaste groupe morphologique comprenant notamment les Mantelliceratidae HYATT, 1903 et les Metoicoceratidae HYATT, 1903.

Dans la première moitié du vingtième siècle, alors que se précise la classification des ammonites crétacées, les travaux de Spath [1921, 1925, 1926 et 1934], Adkins [1928], Van Hoepen [1942], Wright and Wright [1951], Wright [1952 et 1957] et Breistroffer [1953] introduisent au sein des Acanthocerataceae albo-cénomaniens, un grand nombre de subdivisions plus ou moins justifiées. Cette période, qui voit s'accroître l'importance des travaux biostratigraphiques, est caractérisée par une classification prenant en compte les résultats des études de successions fauniques, mais qui persiste à privilégier les caractères ornementaux sans analyse approfondie de leur signification phylogénétique. Ce type de démarche sera matérialisé par la classification publiée dans la partie «Ammonites mésozoïques» du «Traité de Paléontologie des Invertébrés» [Wright *in* Arkell *et al.*, 1957].

1.2. La systématique eclectique à démarche stratophénétique (1957 à nos jours)

Ces dernières décennies sont marquées par de nombreuses tentatives d'affinement de la systématique sur la base du schéma proposé par Arkell *et al.* [1957].

Casey [1957] propose de réunir les Leymeriellidae BREISTROFFER, 1953 aux Lyelliceratidae après démonstration de relations phylétiques étroites, les deux sous-familles ayant une souche probable commune au sein des Puzosinae SPATH, 1922 (Desmoceratacea ZITTEL, 1895). De nombreux travaux entrepris dans les années soixante-dix, vont conduire à une nouvelle classification des ammonites crétacées [Wright, 1980], où l'on constatera quelques changements au sein des Acanthocerataceae GROSSOUVRE, 1894, dont le rattachement des Leymeriellidae BREISTROFFER, 1953 et des Forbesiceratidae WRIGHT, 1952, deux familles qui avaient été placées en 1957 au sein des Hoplitaceae, sur des critères de ressemblances morphologiques.

1.3. Vers une classification phylogénétique des ammonites crétacées

Les récents travaux d'Owen [1988b] (fig. 15), basés sur les origines phylétiques des différentes lignées apparues au cours de l'Albien inférieur et moyen, proposent la mise en place de familles monophylétiques. Il réduit ainsi les Brancoceratidae SPATH, 1933 aux seuls Brancoceratinae apparus au sommet de l'Albien inférieur (Sous-zone à Steinmanni), peut-être sensiblement plus tôt [Bréheret *et al.*, 1987], et qui s'enracinent au sein des *Silesitoides* (Puzoninae, Desmoceratacea) de l'Albien inférieur. La famille des Mojsisovicsiidae est rétablie en admettant en son sein le stock comprenant les Mojsisovicsiinae HYATT, 1903 et les Mortoniceratinae SPATH, 1925. Cette famille, apparue dans la sous-zone à Raulinianus (Albien inférieur) s'enracinerait au sein des Puzosinae par l'intermédiaire probable des Leymeriellinae. Les Lyelliceratidae quant à eux sont réduits aux seules sous-familles des Leymeriellinae et des Lyelliceratinae (voir plus loin).

Comme pour le genre, la sous-famille et la famille doivent exprimer la phylogénèse et les tendances évolutives. C'est seulement lorsque l'origine de ces unités est incertaine, ou que les liens phylétiques entre deux sous-familles sont mal définis, que nous recourons à l'approche phénétique. Par opposition, la notion de super-famille utilisée ici et dans la littérature n'exprime plus forcément la phylogénèse, elle correspond parfois simplement à de grands regroupements morphologiques.

La figure 15 donne la classification adoptée [Owen 1988b et dans ce travail] en comparaison avec celle de Wright [1980]. La nature des relations phylétiques entre les Lyelliceratidae et les autres familles albiennes classées au sein des Acanthocerataceae sera reprise plus loin. Les liens phylétiques entre les sous-familles et familles de l'Albien supérieur n'ont pas été pris en compte dans le cadre de ce travail ; c'est pourquoi, la nature des liens phylétiques entre certaines sous-familles (Acanthoceratinae, Euomphaloceratinae, Mammitinae) n'apparaissent pas sur la figure 15. Les relations entre Lyelliceratinae et Leymeriellinae sont codées en tenant compte des deux hypothèses émises dans la littérature récente [Casey, 1978 ; Owen, 1988b], problème qui sera lui aussi discuté plus loin.

2. – Les Lyelliceratidae Spath, 1921 : Origine et devenir

La famille des Lyelliceratidae a connu bon nombre de transformations depuis sa création par Spath en 1921. D'abord comprise comme une famille morphologique, elle fut longtemps considérée comme admettant les Lyelliceratinae en tant que descendants des Stoliczkaiinae, et par extension de tous les Acanthoceratidae. Depuis, les travaux de Casey [1957] ont montré que les Lyelliceratinae étaient en relation très étroite avec les Leymeriellinae. Owen [1988] suggère quant à lui que les Lyelliceratinae n'ont pas de lien phylétique direct avec les Stoliczkaiinae. Seule la connaissance des phylogénies a guidé notre choix dans l'établissement d'une hiérarchisation taxinomique au sein des Acanthocerataceae albiens.

2.1. L'origine phylétique de la famille

Les Lyelliceratidae (Leymeriellinae et Lyelliceratinae) correspondent aux premiers représentants de la super-famille des Acanthocerataceae : on se référera aux discussions de Casey [1978] sur l'appartenance des Leymeriellinae aux Acanthocerataceae, malgré les ambiguïtés induites par les études sur l'ontogenèse suturale [Mikhailova, 1973]. Les Leymeriellinae apparaissent donc à l'extrême base de l'Albien ; les travaux de Brinkmann [1937] suggèrent un enracinement dans le genre aptien *Callizoniceras* Spath, 1923 (Desmoceratacеae). Le passage de *Callizoniceras keilhacki* (Wollemann, 1904) à *Leymeriella schrammeni* (Jacob, 1907) à la limite Aptien-Albien est bien documenté [Casey, 1978]. On constate un effacement de l'ornementation sur la région ventrale suivie d'une forte tendance à la proversité sur la région ventro-latérale, alors que se met en place une costulation bien marquée sur les flancs.

Les processus évolutifs qui ont permis la naissance des Leymeriellinae n'ont pas été étudiés. D'après le matériel figuré par Kemper [1982], il semble s'agir de processus paedomorphiques ayant affecté l'ornementation, mais il serait nécessaire de réétudier le matériel du Hanovre d'un point de vue évolutif pour pouvoir préciser davantage. Par ailleurs, les travaux de Saveliev [1973] sur les modalités de mise en place de l'ornementation suggèrent que l'interruption de la costulation sur la région ventrale résulte d'une propagation centrifuge, donc paedomorphique.

2.2. Les liens phylétiques entre les Leymeriellinae et les Lyelliceratinae

Si l'origine des Leymeriellinae est clairement établie, il n'en est pas de même des relations entre cette sous-famille et les Lyelliceratinae. Les faits observés sont les suivants.

a) - Les Lyelliceratinae les plus anciens, représentés par *Tegoceras mosense* font apparaître sur la chambre d'habitation une ornementation rappelant celle du genre aptien *Callizoniceras* (? atavisme qu'il est possible de mettre en liaison avec l'augmentation de la taille adulte).

b) - Les genres *Leymeriella* (Leymeriellinae) et *Tegoceras* (Lyelliceratinae) montrent des similitudes au niveau de l'ontogénèse de l'ornementation : la succession des stades ornementaux est quasiment identique.

c) - Les premiers représentants du genre *Tegoceras* ne sont pas sans rappeler les *Leymeriella* du groupe *L. (Neoleymeriella) rudis* Casey, 1957, présents dans la sous-zone à Regularis. Il ne faut pas exclure cependant la possibilité d'une convergence ornementale.

d) - Les premiers *Tegoceras* sont séparés des derniers Leymeriellinae par les deux premières sous-zones de la Zone à Chalensis. L'extrême rareté des *Tegoceras* à l'Albien inférieur est connue, aussi ne doit-on pas exclure la présence de *Tegoceras* en deçà de la sous-zone à Floridum.

De ces observations lacunaires dues à des archives paléontologiques incomplètes, on peut retenir deux hypothèses phylétiques (fig. 17).

1) Les Lyelliceratinae s'enracineraient au sein des Puzosinae (Desmoceratacеae) et partageraient avec les Leymeriellinae le genre *Callizoniceras* comme ancêtre commun. Cela signifie que les Leymeriellinae et les Lyelliceratinae auraient suivi une évolution parallèle au cours de la zone à Tardefurcata (hypothèse retenue par Casey [1978]. Aucun représentant des Lyelliceratinae n'ayant été trouvé à ce jour avant la sous-zone à Floridum, cette hypothèse reste non vérifiée.

2) Les Lyelliceratinae dériveraient directement des Leymeriellinae par l'intermédiaire du sous-genre *Leymeriella (Neoleymeriella),* hypothèse envisagée par Owen [1988b].

2.3. Des Lyelliceratinae aux Stoliczkaiinae : un hiatus morphologique et stratigraphique

Les Stoliczkaiinae ont toujours été considérés comme les descendants des Lyelliceratidae, car ils présentaient en commun une région ventrale trituberculée et certains caractères suturaux. Seul Owen [1988b] exclut les Stoliczkaiinae des Lyelliceratidae sans pour cela préciser la nouvelle affectation de cette sous-famille.

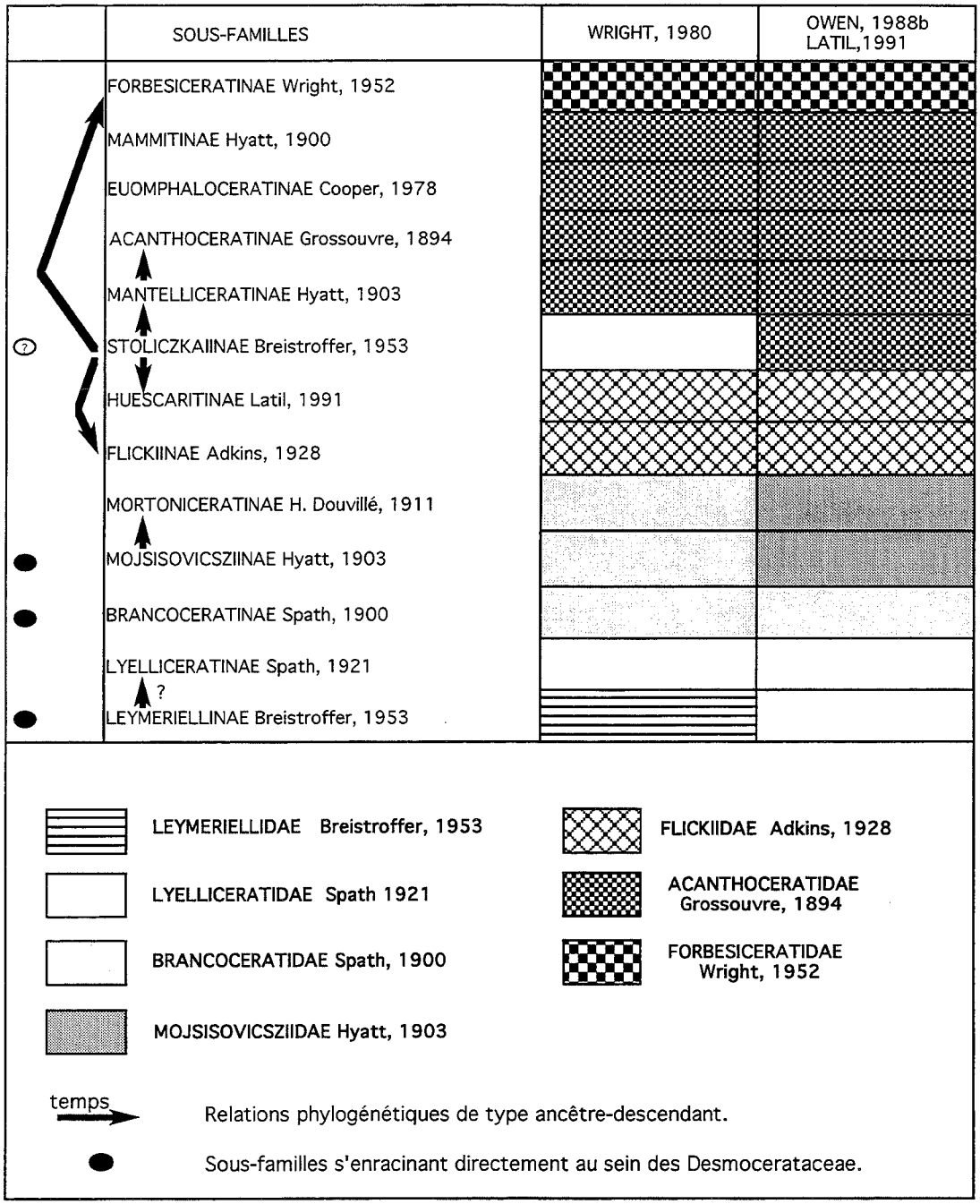


FIG. 15. – Deux types de regroupements en familles et sous-familles d'Acanthoceratacea individualisées au cours de l'Albien. La classification proposée par Owen [1988 b], complétée pour l'Albien supérieur et le Cénomanien a été retenue dans le cadre de ce travail, car elle semble refléter au mieux la phylogenèse telle qu'elle est connue à ce jour.

Si on a longtemps retenu les quelques caractères qu'ont en commun ces deux sous-familles, on a rarement parlé des différences :

- les caractères ornementaux sont presque tous différents (enroulement, costulation, forme de la section, tuberculation).
- La ligne suturale très découpée des premiers Stoliczkaiinae (genre *Neophlycticeras*) suggère un enracinement plus «direct» au sein des Desmoceratacea.

Il paraît difficile de suggérer sur ces bases des relations phylétiques de type ancêtre-descendant entre les Lyelliceratinae et les Stoliczkaiinae, d'autant plus que ces deux sous-familles sont séparées par un sous-étage, soit au moins trois millions d'années. Le passage des Stoliczkaiinae aux Mantelliceratinae étant bien documenté et progressif, les Stoliczkaiinae peuvent être considérés comme étant à l'origine des Acanthoceratidae (fig. 15 et 16).

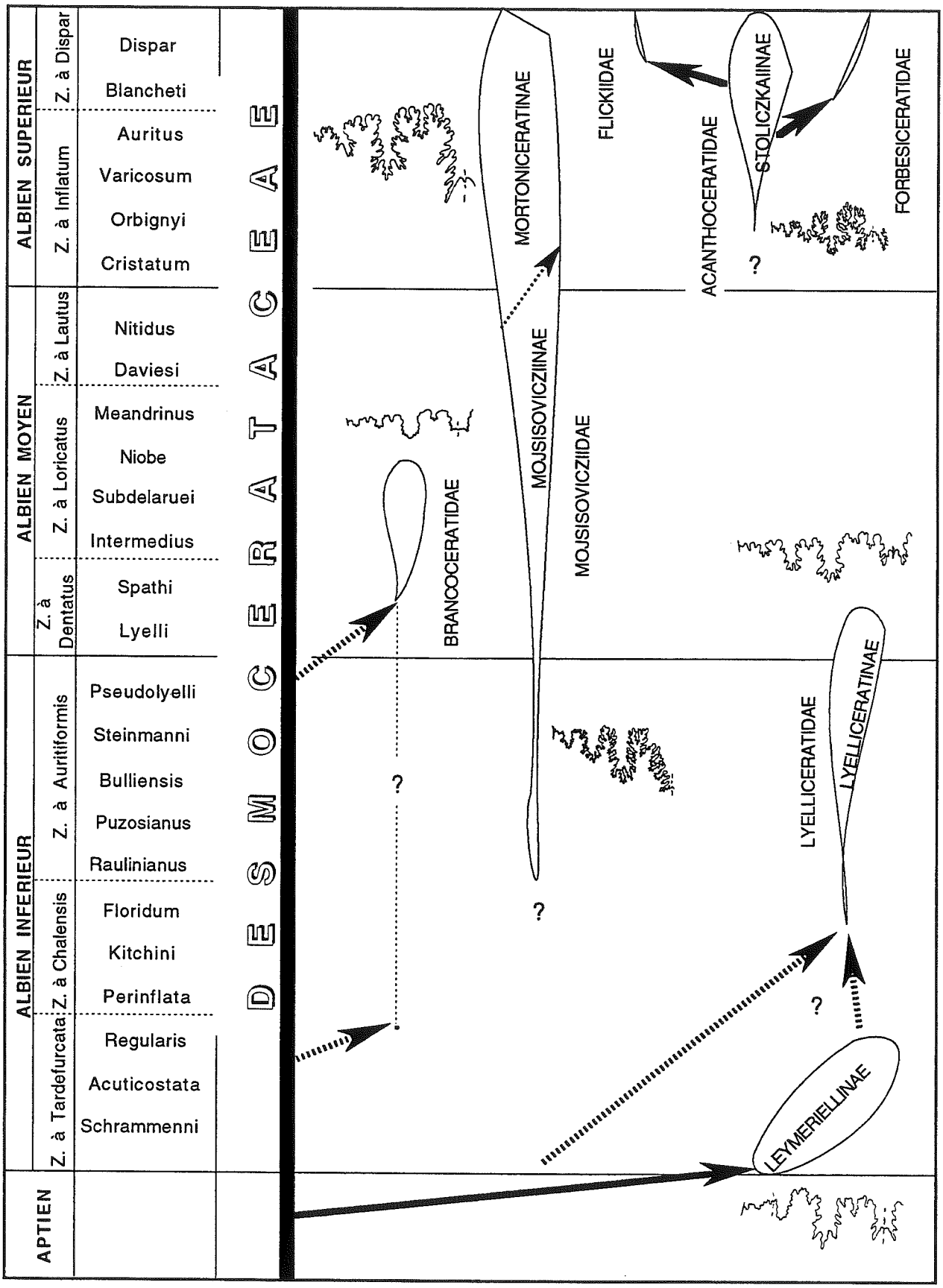


FIG. 16. – Répartition stratophénétique des Acanthocerataceae albiens retenue dans ce travail. Les relations phylétiques sont exprimées lorsqu'elles sont connues avec certitude.

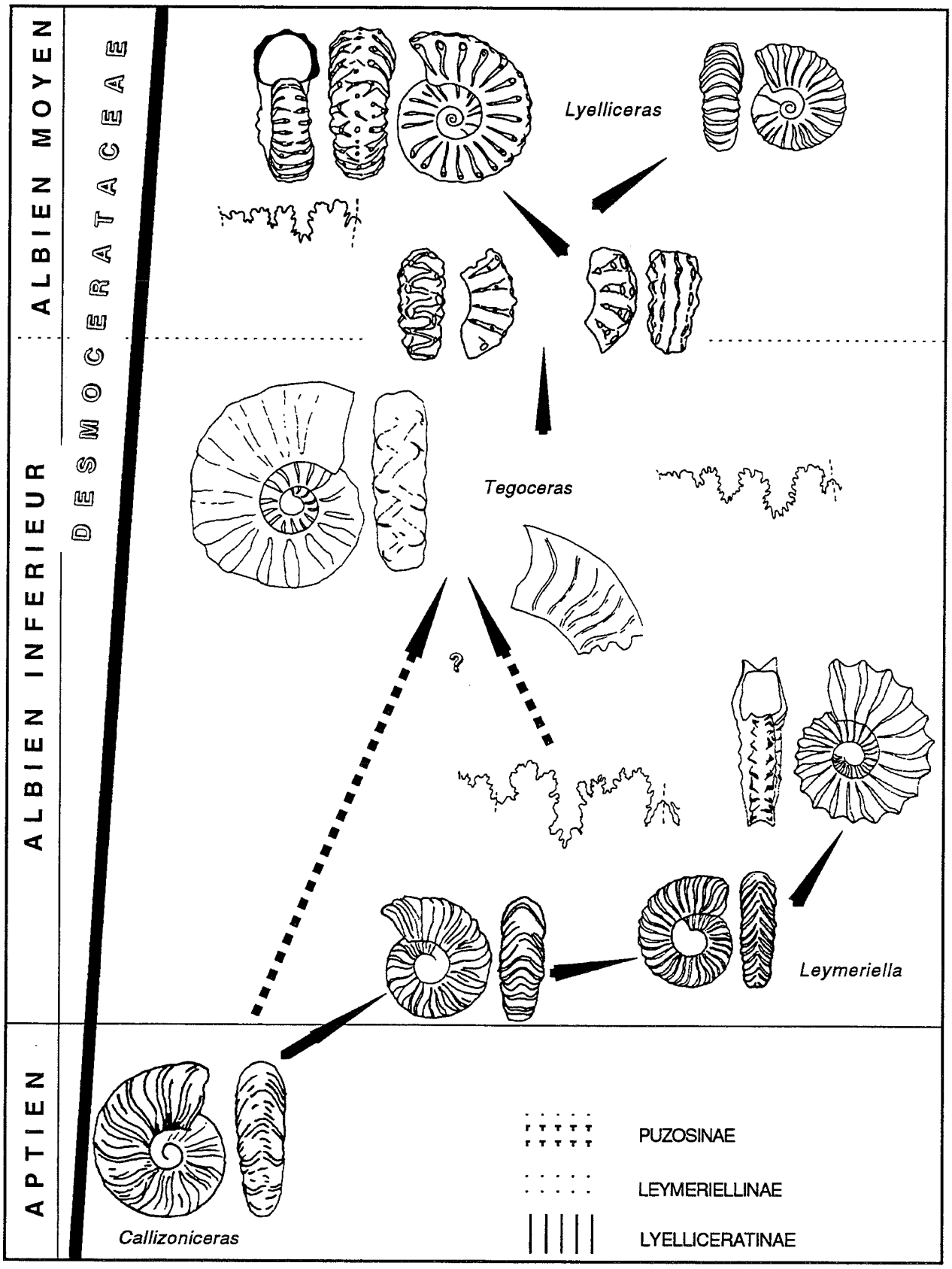


FIG. 17. – Hypothèse phylétique probable tenant compte des données provenant de la littérature [Saliev, 1973 ; Casey, 1978 ; Owen, 1988 b] et de mes propres données sur le Bassin Parisien. (les tailles des individus reproduits sur cette figure ne sont pas représentatives de la taille adulte).

2.4. La nature des liens de parenté entre les Lyelliceratidae, les Brancoceratidae et les Mojsisovicziidae

2.4.1. Famille des Brancoceratidae *SPATH, 1933 [sensu Owen, 1988b]*

Les Brancoceratidae s'enracinent au sein des Desmocerataceae (genre *Silesitoides* SPATH, 1925) [voir Owen, 1988] au sommet de l'Albien inférieur. La découverte d'un Brancoceratidae probable dans la Zone à Tardefurcata (Bréheret *et al.*, 1987) ne remettrait pas en cause cette hypothèse mais placerait l'origine de la famille plus loin dans le temps. Certaines convergences ornementales entre les premiers *Brancoceras* et le genre *Lyelliceras* ont pu faire croire à des relations phylétiques plus étroites ; on pourrait tout aussi bien les mettre sur le compte d'un potentiel génétique commun hérité des Puzoniinae.

2.4.1. Famille des Mojsisovicziidae *HYATT, 1903 [sensu Owen 1988b]*

L'origine des Mojsisovicziidae est encore obscure. Selon Casey [1957], cette famille s'enracinerait au sein des Puzosiinae par l'intermédiaire des Brancoceratidae et des Lyelliceratidae. Selon Owen [1988b], ce phyllum pourrait descendre directement des Leymeriellidae. Toutes ces spéculations sont issues de la recherche systématique d'homologies au niveau des caractères ornementaux. Le fait que les phénomènes d'homéomorphie soient fréquents chez les ammonites et tout spécialement à cette période de l'Albien devrait nous inciter à la prudence.

3. – CONCLUSIONS

Les figures 15 à 17 illustrent la classification adoptée dans le présent travail. Il s'agit là d'une classification exprimant au mieux la phylogénèse dans une optique stratophénétique. Seul un travail plus vaste portant sur l'ensemble des Acanthoceratacea pourrait préciser les relations phylogénétiques entre les différentes familles. Pour l'heure, on retiendra notamment que :

1) le caractère lacunaire des archives paléontologiques empêche de définir avec précision les relations entre les Lyelliceratidae, les Brancoceratidae et les Mojsisovicziidae. Il semble clairement établi que ces trois sous-familles partagent des caractères en commun avec les Puzosiinae de l'Aptien terminal et de l'Albien inférieur, sans que les modalités d'apparition soient bien connues.

2) Etant entendu qu'il est à ce jour impossible de faire dériver les Stoliczkaiinae des Lyelliceratidae et qu'aucune relation phylogénétique avec les Brancoceratidae, les Mojsisovicziidae ou les Lyelliceratidae n'a pu être mise en évidence, les Stoliczkaiinae peuvent être placés au sein des Acanthoceratidae. Des travaux ultérieurs pourraient par ailleurs démontrer que la lignée Stoliczkaiinae - Mantelliceratinae (deux genres se succédant dans le temps) forment une lignée de type anagénétique.

CONCLUSIONS TAXINOMIQUES

Le matériel paléontologique utilisé lors de cette étude provient de diverses sources. L'origine des spécimens figurés est signalée par les abréviations suivantes :

BMNH : British Museum of Natural History, Londres.

CEM : Centre d'Etudes Mediterranéennes, Museum d'Histoire Naturelle de Nice.

ENSM : Ecole Nationale des Mines de Paris. Ces collections sont conservées par l'Université Claude Bernard à Villeurbanne.

FSL : Faculté des Sciences de Lyon : Université Claude Bernard à Villeurbanne.

MHNG : Museum d'Histoire naturelle de Genève.

MHNH : Museum d'Histoire Naturelle du Havre.

MHNM : Museum d'Histoire Naturelle de Marseille.

OUM : Oxford University Museum, Oxford, Grande Bretagne.

SM : Sedgwick Museum, Cambridge, Grande Bretagne.

UD : Université de Dijon, Centre des Sciences de la Terre.

Collection Latil : provisoirement déposée au domicile de l'auteur.

1. – SYSTÉMATIQUE

Super-famille ACANTHOCERATACEAE GROSSOUVRE, 1894

Famille LYELLICERATIDAE SPATH, 1921

Sous-famille LYELLICERATINAE SPATH, 1921

Genre TEGOCERAS HYATT, 1900
(= *Raulinicera*s H. DOUVILLÉ, 1911)
(= *Raulinicera*s *(Seunesiceras)* BREISTROFFER, 1953)

Espèce type : *Ammonites mosensis* D'ORBIGNY, 1841 : p. 237, pl. 67, fig. 5-7.

TEGOCERAS mosense (D'ORBIGNY, 1841)
fig. 18 ; pl. 1, fig. 1-5.

1841 - *Ammonites mosensis* D'ORBIGNY ; p. 237, pl. 67, fig. 5-7.
1878 - *Hoplites gladiator* BAYLE ; pl. 45, fig. 1-2.
1903 - *Tegoceras mosense* HYATT ; p. 84.
1911 - *Rauliniceras mosense* (D'ORBIGNY) ; R. Douvillé, pal. Univ. n° 219.
1911 - *Rauliniceras gladiator* (D'ORBIGNY) ; R. Douvillé, pal. Univ. n° 219.
1911 - *Rauliniceras gladiator* (BAYLE) ; H. Douvillé, p. 298, fig. 13.
1957 - *Tegoceras gladiator* (BAYLE) ; Casey, pl. 7, fig. 8, fig. 1n dans le texte.
1978 - *Tegoceras mosense* (D'ORBIGNY) ; Casey, p. 627, fig. 239, pl. 100, fig. 5.
1978 - *Tegoceras gladiator* (BAYLE) ; Casey, p. 624, fig. 238 a-f, pl. 100, fig. 1-2.
1978 - *Tegoceras miles* CASEY, p. 627, fig. 238 g, pl. 100, fig. 3-4.
1979 - *Tegoceras mosense* (D'ORBIGNY) ; Destombes, p. 107, fig. 4-13.
1979 - *Tegoceras gladiator* (BAYLE) ; Destombes, p. 105, pl. 4-19, fig. 2-3.
1979 - *Tegoceras gladiator* var. *evoluta* DESTOMBES, p. 107, pl. 4-23, fig. 3.
1979 - *Tegoceras gladiator* var. *attenuata* DESTOMBES, p. 107, pl. 4-23, fig. 1-2.
1982 - *Tegoceras gladiator* (BAYLE) ; Renz, p. 39, fig. 26 a-b, pl. 5, fig. 16.

Localité type : Varennes, Meuse, France.

Niveau type : «Couches du Gault ou Grès vert inférieur».

Holotype : Exemplaire figuré par d'Orbigny 1841, p. 237, pl. 67, fig. 5-7, refiguré par R. Douvillé 1911, fiche n° 219, n° ENSM A.1396.

Matériel étudié :
Un exemplaire de Varennes (Meuse, France) (n° ENSM A. 1396) ; un exemplaire de Machéroménil (Ardennes, France) (n° ENSM A. 1227) ; un exemplaire de Folkestone (Kent, Angleterre) (n° BMNH C.72252) ; deux exemplaires du Perchois-Ouest, sous-zone à Floridum (Aube, France) (UD) ; 19 exemplaires du Perchois-Est (Aube, France) (MHNH et UD) ; un exemplaire de Peille (Alpes-Maritimes, France) (n° CEM 28710) ; sept exemplaires d'Eze (Alpes-Maritimes, France) (coll. Latil EZE.1 à 3 et 6 à 9).

Caractères diagnostiques :

- Taille adulte : supérieure à 100 mm.
- Tubercules périombilicaux : absents.
- Tubercules latéraux : absents chez l'adulte ; ils peuvent exister chez le jeune où ils sont allongés dans le sens de la costulation et positionnés sur le tiers interne des flancs (plésiomorphie 2a).
- Tubercules ventro-latéraux : ronds, exceptionnellement allongés dans le sens de l'enroulement chez le jeune (plésiomorphie 3a).
- Tubercules ventraux : absents.
- Costulation : peu marquée et flexueuse, généralement présente chez le jeune, elle a tendance à s'effacer chez l'adulte et sur la région ventrale. Elle traverse la région ventrale en zig-zag.
- Forme de la section : forte variabilité intrapopulationelle et au cours de l'ontogénèse s'étendant d'un pôle quadrangulaire légèrement plus épais que haut à un pôle ellipsoïde nettement plus haut que large.
- Enroulement : subinvolute à tours peu recouvrants.

Variabilité (fig.18) : Le degré de variabilité intraspécifique chez *T. mosense* est difficilement évaluable du fait de la rareté des spécimens dans les affleurements. On note tout de même des différences sensibles entre les jeunes fortement costulés (type de *T. miles*, fig. 18c) et les adultes à ornementation très atténuée (type de *T. mosense*, fig. 18a), mais il semble que tous les intermédiaires existent avec notamment le type de *T. gladiator* (fig. 18b). Les formes à section renflée sont absentes du Bassin Parisien mais elles sont représentées sur les marges nord-téthysiennes au moins sur les stades juvéniles (fig. 18f).

Age : Albien inférieur : Zone à Chalensis, sous-zone à Floridum ; Zone à Auritiformis, sous-zones à Raulinianus et Puzosianus.

TEGOCERAS camatteanum (D'ORBIGNY, 1841)
fig. 19 ; pl. 1, fig. 6-13.

1841 - *Ammonites Camatteanum* D'ORBIGNY ; p. 241, pl. 69, fig. 1-2.
1847 - *Ammonites Seneberianus* PICTET ; *in* Pictet et Roux, p. 73, pl. 6, fig. 7.
1860 - *Ammonites Lyelli* PICTET & CAMPICHE ; p. 198, pl. 24, fig. 5-6.
1887 - *Acanthoceras camattei* D'ORBIGNY ; Seunes, p. 52, pl. 13, fig. 3.
1896 - *Acanthoceras seunesi* PARONA & BONARELLI ; p. 48, pl. 14, fig. 9.
1953 - *Rauliniceras (Seunesiceras) collignoni* BREISTROFFER ; *in* Breistroffer et de Villoutreys, p. 74.

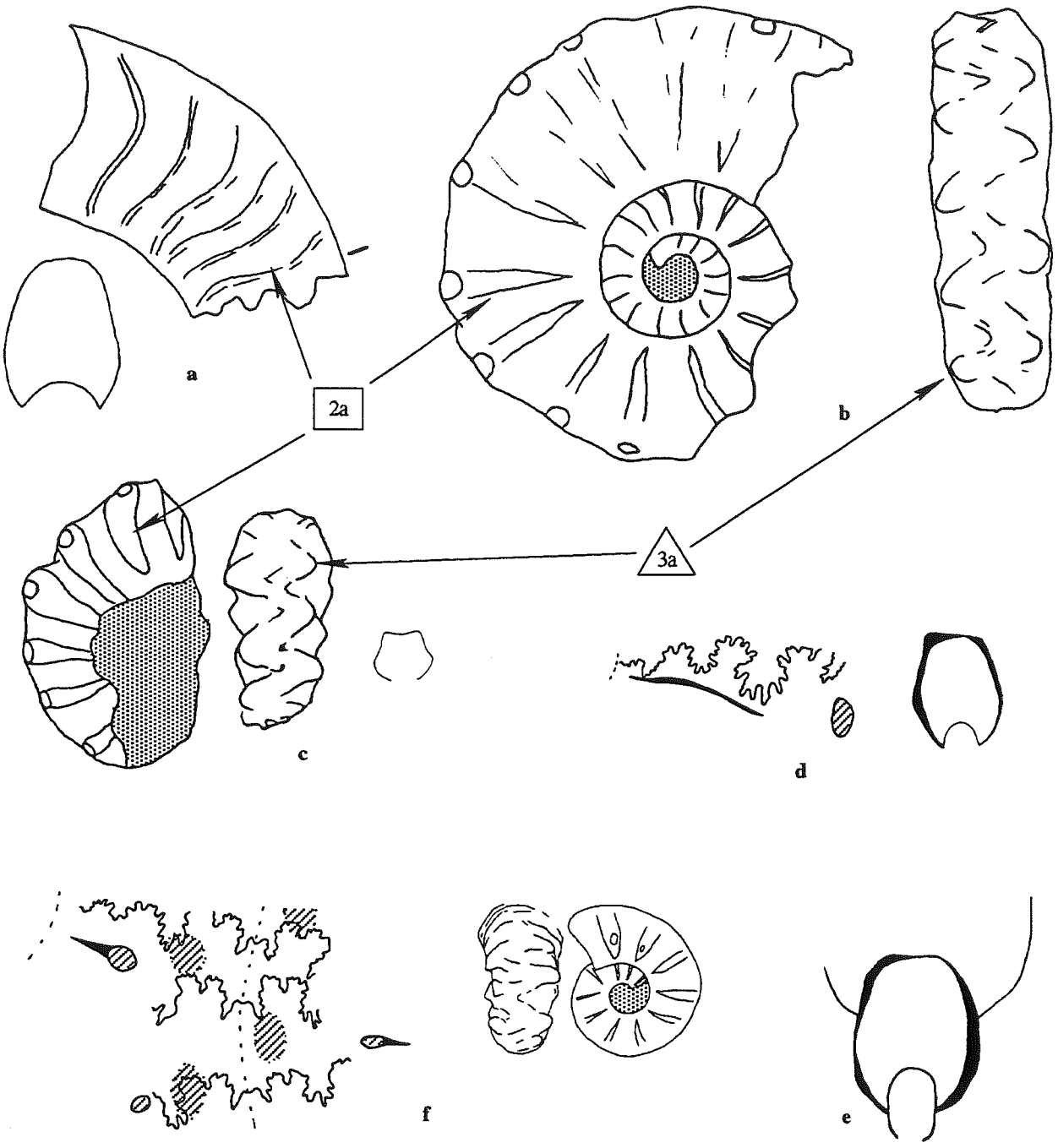


FIG. 18. – *Tegoceras mosense* (D'ORBIGNY, 1841).

a) holotype, n° ENSM A.1396, dernière suture et début de la chambre d'habitation. **x 1.**
b) holotype de l'*Ammonites Gladiator* BAYLE, 1978 ; n° ENSM A. 1227. **x 1.**
c) holotype de *Tegoceras miles* CASEY, 1978 ; n° BMHN C.72252. **x 1.**
d) suture (**x 2,5**) et section (**x 1**) de l'exemplaire n° MHNH 26.5.65 E32 : Le Perchois-Est (Aube, France).
e) section du spécimen du MHNH 26.11.66 E21 : Le Perchois-Est (Aube, France). **x 2,5.**
f) exemplaire juvénile provenant d'un niveau de condensation d'Eze (Alpes-Maritimes, France) ; n° MHNG EZE 1. Suture **x 2,5**, spécimen **x 1.**

Les plésiomorphies 2a et 3a (tubercules ventro-latéraux ronds et absence de tubercules latéraux sauf sur les stades très juvéniles) caractérisent l'espèce.

? 1957 - *Tegoceras camatteanum* D'ORBIGNY ; Almella et de la Revilla, p. 32, pl. 8, fig. 2.
1963 - *Tegoceras (Raulíniceras) seunesi* PARONA & BONARELLI ; Collignon, pl. 317, fig. 1346.
1977 - *Tegoceras quadratum* DESTOMBES ; p. 39, pl. 1, fig. 2.
1979 - *Tegoceras camatteanum* (D'ORBIGNY) ; Destombes, p. 108, pl. 4-13, fig. 3.
1988 - *Tegoceras seneberianum* (PICTET) ; Delamette, pl. 13, fig. 3.
1989 - *Tegoceras seneberianum* (PICTET) ; Delamette, pl. 2, fig. 5.

Localité type : Escragnolles, Var, France.

Niveau type : Série réduite condensant le sommet de l'Albien inférieur et la base de l'Albien moyen.

Holotype : Exemplaire figuré par d'Orbigny (1841), p. 241, pl. 69, fig. 1-2]. L'original ayant servi à la figuration devrait se trouver dans les collections du Museum d'Histoire Naturelle de Paris mais n'a pas été retrouvé à ce jour.

Matériel étudié : Six exemplaires de Bully, niveau 3e (Seine Maritime, France) (MHNH, collection Destombes) ; un exemplaire de Montreuil-sur-Barse, niveau R3 (Aube, France) (UD) ; six exemplaires d'Eze (Alpes-Maritimes, France) (collections Thomel et Latil) ; seize exemplaires de Gourdon (Var, France) (collection Latil et CEM, collection Delanoy) ; deux exemplaires d'Escragnolles (Var, France) (n° ENSM A.380 et collection Latil) ; deux exemplaires des Ferres (Alpes-Maritimes, France) (n° CEM 28711 et 28377) ; un exemplaire de La Balme de Rencurel (Isère, France) (collection Latil).

Caractères diagnostiques :

- Taille adulte : supérieure à 70 mm.
- Tubercules périombilicaux : absents.
- Tubercules latéraux : allongés dans le sens de la costulation et positionnés sur le tiers interne ou la partie médiane des flancs (apomorphie 2b).
- Tubercules ventro-latéraux : toujours allongés dans le sens de l'enroulement au moins chez le jeune, mais ils peuvent être encore arrondis sur la chambre d'habitation pour les formes les moins dérivées (apomorphie 3b).
- Tubercules ventraux : absents.
- Costulation : bien marquée et flexueuse, généralement présente chez le jeune, elle a tendance à s'atténuer chez l'adulte et sur la région ventrale. Elle traverse la région ventrale en zig-zag.
- Forme de la section : forte variabilité intra-populationelle et au cours de l'ontogénèse.
- Enroulement : subinvolute à subévolute à tours peu recouvrants.

Variabilité (fig. 19) : La variabilité intraspécifique de *T. camatteanum* est homogène et très marquée, notamment au niveau de la forme de la section et de la vigueur de l'ornementation, ces deux caractères étant d'ailleurs étroitement corrélés. On passe ainsi par des formes très renflées de petite taille et à ornementation marquée (fig. 19a) à des formes comprimées de taille relativement élevée et à costulation atténuée (type de l'*Ammonites Seneberianus* PICTET, fig. 6j).

On note également une grande variabilité au niveau de l'ontogénèse ornementale avec des individus possédant une ornementation vigoureuse dès les stades très juvéniles (fig. 19h), alors que d'autres montrent un stade juvénile lisse (fig. 19c). Là aussi, tous les intermédiaires existent (fig. 19d, j, k).

Discussion : Les individus regroupés dans la littérature sous la dénomination de *Tegoceras seunesi* ont été rattachés ici à *Tegoceras camatteanum* bien qu'ils s'en distinguent par la présence d'une esquisse de carène chez le jeune. Cette forme a toujours été signalée dans des séries réduites et son âge n'était pas connu avec précision. La forme *T. seunesi* montre effectivement chez le jeune une esquisse de carène ou de tuberculation ventrale, mais ces caractères disparaissent avec l'âge comme en témoignent des restes de chambre d'habitation récoltés à Mesnil-St-Père et à Bully. Nous considérerons ici que la limite entre les genres *Lyelliceras* et *Tegoceras* se situe à l'apparition simultanée de la tuberculation ventrale et des tubercules ombilicaux chez le jeune. Les formes assimilables à *T. seunesi* semblent correspondre aux derniers représentants du genre *Tegoceras* sans former une entité vraiment indépendante : ils sont présents dans le niveau 4 de la coupe de Mesnil-St-Père et dans le niveau 3f de la coupe de Bully et sont contemporains de *Lyelliceras vaasti.* Ils ne représentent en fait que des morphologies évoluées de *Tegoceras camatteanum.*

Age : Albien inférieur : Zone à Auritiformis, sous-zones à Bulliensis et Steinmanni.

Genre LYELLICERAS SPATH, 1921
(= *Prolyelliceras pro parte* SPATH, 1930)
(= *Ralphimlayites* ETAYO-SERNA, 1979)

Espèce type : *Ammonites lyelli* LEYMERIE *in* d'Orbigny, 1841 : p. 255, pl. 74, fig. 4 seulement.

Discussion : Les genres *Tegoceras* et *Lyelliceras* constituant certainement une lignée évolutive de type anagénétique, nous devrions en toute rigueur ne conserver qu'un seul et unique genre. Ces deux genres seront néanmoins conservés afin de respecter l'usage, le

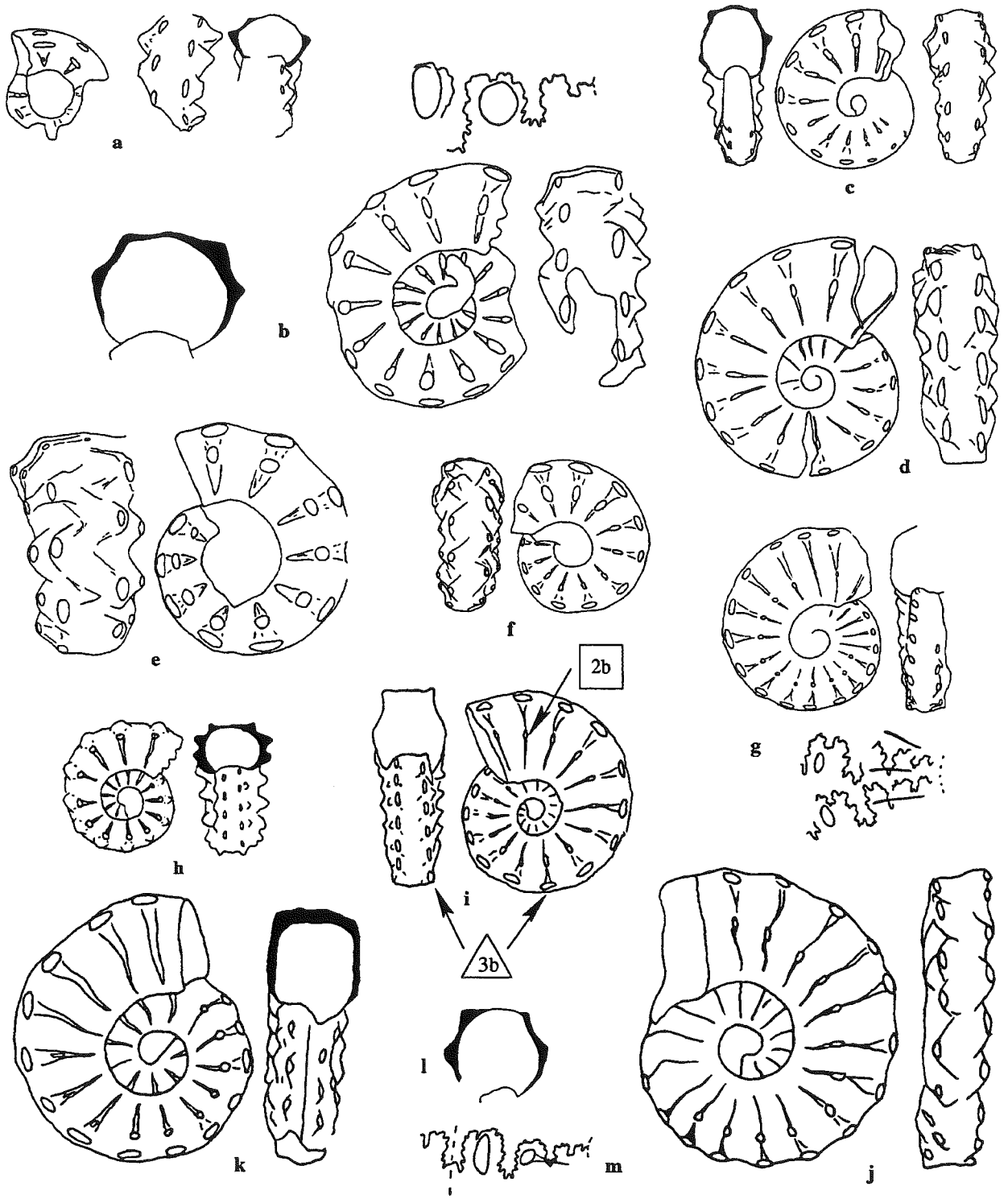


FIG. 19. – *Tegoceras camatteanum* (D'ORBIGNY, 1841).

a) n° CEM 28708 ; b) n° CEM 28705 ; c) n° CEM 28700 ; d) n° CEM 28701 ; l) n° CEM 28707 ; m) n° CEM 28 (Gourdon, Var) **x 1.**
e) n°MHNG EZE 12 ; f) n°MHNG EZE 10 ; g) n°MHNG EZE 11 (Eze, Alpes-Maritimes) **x 1.**
h) holotype de *Rauliniceras (Seunesiceras) collignoni* BREISTROFFER, 1953 **x 1.**
i) holotype de *Lyelliceras camatteanum* (D'ORBIGNY, 1841) d'après la figure de d'Orbigny **x 1.**
j) holotype de l'*Ammonites Seneberianus* PICTET, 1847 **x 1.**
k) holotype de *Acanthoceras Seunesi* PARONA & BONARELLI, 1896 (Musée Géologique de Turin) **x 1.**

Les apomorphies 2b et 3b (tubercules latéraux présents sur les stades pré-adultes et tubercules ventro-latéraux allongés dans le sens de l'enroulement) caractérisent l'espèce.

genre *Lyelliceras* étant arbitrairement caractérisé par la présence de la quadrituberculation et/ou d'une tuberculation ventrale.

LYELLICERAS vaasti DESTOMBES, JUIGNET & RIOULT, 1973
fig. 20 ; pl. 2, fig. 1-3.

1973 - *Lyelliceras vaasti* DESTOMBES, JUIGNET & RIOULT ; p. 90, fig. 9.3 ; pl. 3, fig. 9.

Localité type : Falaise de Cauville, Seine Maritime, France.

Niveau type : Niveau 11 de la coupe de Cauville, *in* Destombes, Juignet et Rioult [1973, fig. 10]. Albien inférieur, sous-zone à Steinmanni.

Holotype : Exemplaire figuré par Destombes, Juignet et Rioult [1973, pl. 3, fig. 9]. Spécimen conservé dans les collections du Museum d'Histoire Naturelle du Havre (leg Vaast).

Matériel étudié : Un exemplaire de Cauville (Seine Maritime, France) (MHNH, leg Vaast) ; 18 exemplaires de Bully (Seine Maritime, France) (MHNH, collection Destombes) ; un exemplaire de La Balme de Rencurel (Isère, France) (collection Latil).

Caractères diagnostiques :

- Taille adulte : supérieure à 60 mm.
- Tubercules périombilicaux : faibles, ronds ou allongés dans le sens de la costulation (apomorphie 1b).
- Tubercules latéraux : ils sont allongés dans le sens de la costulation et positionnés sur le tiers externe des flancs.
- Tubercules ventro-latéraux : allongés dans le sens de l'enroulement.
- Tubercules ventraux : présents sur les stades juvéniles, ils sont généralement absents chez l'adulte (apomorphie 4b).
- Costulation : peu marquée et flexueuse, elle ne traverse pas la région ventrale chez le jeune. Elle a tendance à traverser la région ventrale en zig-zag chez l'adulte (apomorphie 9b).
- Forme de la section : la variabilité intra-populationelle est mal connue, la section est généralement subovale à subhexagonale.
- Enroulement : subévolute, subscaphitoïde en fin de chambre d'habitation.

Discussion : Cette espèce occupe le niveau C11 de la falaise de Cauville, le niveau f de la coupe de Bully, et au moins le niveau 5 de la coupe de Mesnil-St-Père. Elle assure la transition entre les genres *Tegoceras* et *Lyelliceras*. Elle occuperait donc toute la sous-zone à Steinmanni et au moins la base de la sous-zone à Pseudolyelli. La population de Bully étudiée lors de l'analyse cladistique sous la dénomination *Lyelliceras* sp. 1 est rattachée à cette espèce à cause de l'absence de tubercules ventraux ou de carène chez l'adulte, les côtes tendant encore à traverser la région ventrale sur la chambre d'habitation.

Age : Albien inférieur : Zone à Auritiformis, sous-zones à Steinmanni et base de la sous-zone à Pseudolyelli.

LYELLICERAS huberianum (PICTET, 1847)
fig. 21 ; pl. 2, fig. 4-5.

1847 - *Ammonites huberianum* PICTET ; p. 82, pl. 7, fig. 7.
1897 - *Acanthoceras huberianum* PICTET ; Parona et Bonarelli, p. 100, pl. 14, fig. 7-8.

Localité type : Rochers de Leschaux (gisement dit du Mont Saxonnet), massif des Bornes, Haute Savoie, France.

Niveau type : Niveau de condensation d'âge Albien.

Holotype : Exemplaire figuré par Pictet [1847, pl. 7, fig. 7]. L'holotype devrait se trouver dans les collections du Museum d'Histoire Naturelle de Genève mais n'a pu être localisé.

Matériel étudié : Un exemplaire du Rimet (Isère, France) (n° ENSM A.222) ; 3 exemplaires d'Escragnolles (Var, France)(Collection Thomel et n° MHNM 1989-81).

Caractères diagnostiques :

- Taille adulte : inconnue.
- Tubercules périombilicaux : faibles, ronds ou allongés dans le sens de la costulation. Ils peuvent apparaître tardivement.
- Tubercules latéraux : ils sont forts, ronds et positionnés sur le tiers externe des flancs et apparaissent assez tardivement.
- Tubercules ventro-latéraux : très vigoureux et allongés dans le sens de l'enroulement.
- Tubercules ventraux : présents sur les stades juvéniles, ils sont nombreux, très allongés dans le sens de l'enroulement.
- Costulation : bien marquée et droite, elle ne traverse pas la région ventrale chez le jeune. Les côtes sont très espacées, ce qui donne à cette forme une allure caractéristique.
- Enroulement : subinvolute.

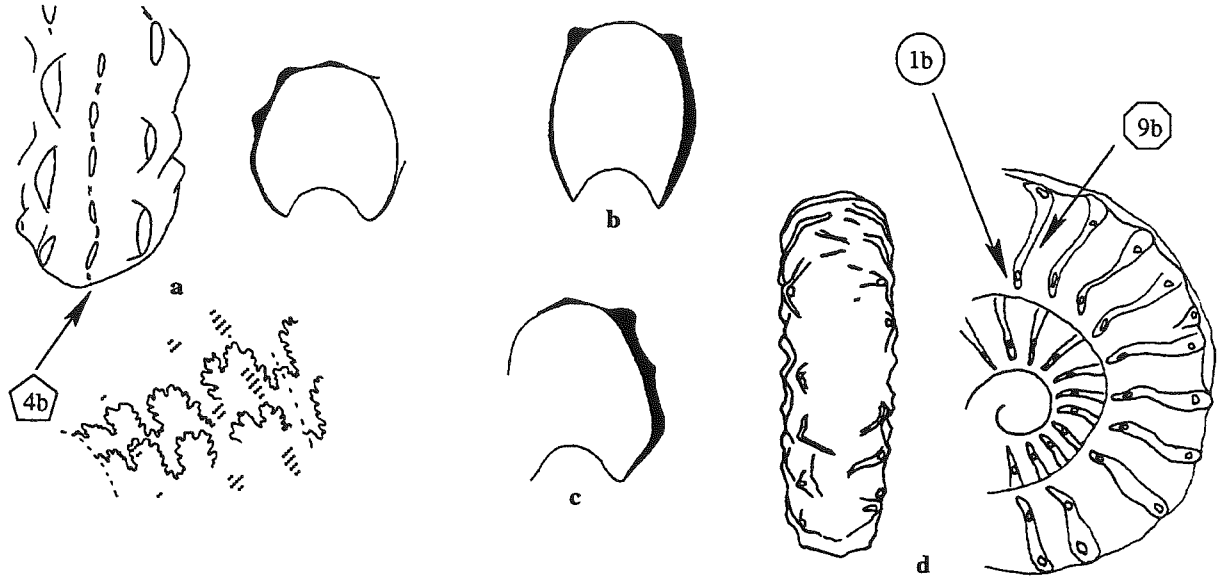


Fig. 20. – *Lyelliceras vaasti* DESTOMBES, JUIGNET & RIOULT, 1983.

a) n°MHNH 29.4.84, collection Destombes ; Bully, Seine Maritime **x 2.**
b) n°MHNH 10.9.73, collection Destombes ; Bully, Seine Maritime **x 2.**
c) n°MHNH 19.5.68, collection Destombe ; Bully, Seine Maritime **x 2.**
d) holotype : MHNH, leg Vaast, Cauville, Seine Maritime **x 1.**

Les apomorphies 1b (apparition des tubercules ombilicaux), 4b (tubercules ventraux sur les stades juvéniles) et 9b (costulation plus marquée chez l'adulte) caractérisent l'espèce.

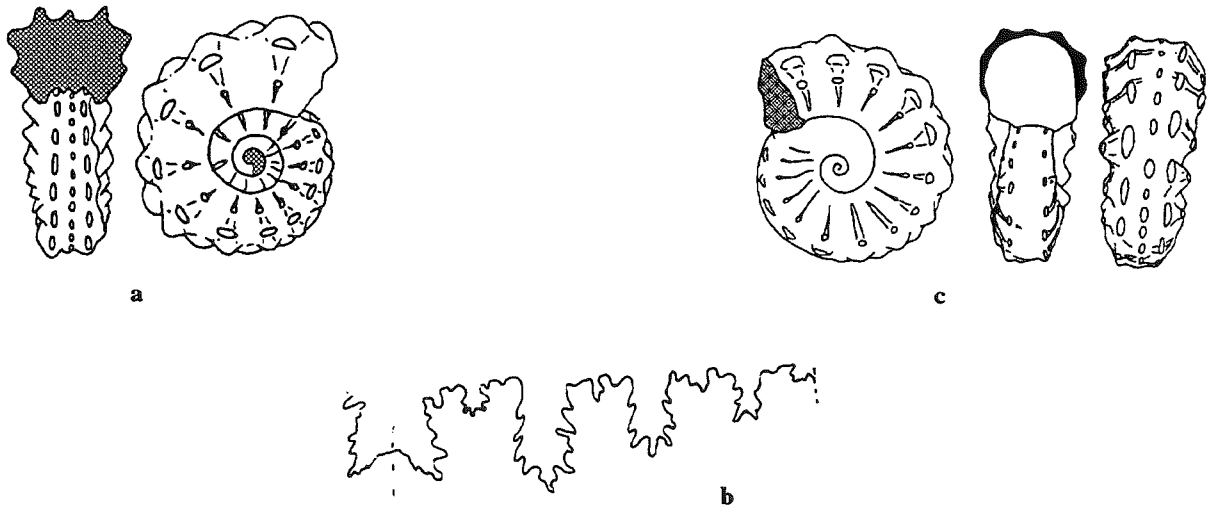


Fig. 21. – *Lyelliceras huberianum* PICTET, 1847.

a) holotype, d'après Pictet [1847] **x 1.**
b) suture de l'holotype, d'après Pictet [1847].
c) n° ENSM A.222 **x 1.**

Discussion : Cette forme reste mal connue en raison de notre méconnaissance de sa position stratigraphique exacte, son degré de variabilité et la proximité des liens de parenté avec *L. vaasti, L. pseudolyelli* et *Tegoceras camatteanum*. Elle est surtout connue par des spécimens provenant de séries réduites du Sud-Est de la France. Certains exemplaires juvéniles du Bassin parisien (Bully, Mesnil-St-Père : sous-zone à Steinmanni et à Pseudolyelli) pourraient être en relation avec cette espèce. Quelques rares exemplaires de Gourdon dépourvus de tubercules périombilicaux et placés dans *Tegoceras camatteanum,* ont par ailleurs une morphologie très proche de celle de *Lyelliceras huberianum*. Quoiqu'il en soit, il semble que nous ayons affaire ici à un *Lyelliceras* très primitif, peut-être contemporain de *L. vaasti*.

LYELLICERAS pseudolyelli (PARONA & BONARELLI, 1897) fig. 22-23 ; pl. 2, fig. 6-11.

1840 - *Ammonites Lyelli* LEYMERIE : d'Orbigny, p. 255, pl. 74, fig. 1-3 seulement.
1847 - *Ammonites Lyelli* LEYMERIE : Pictet, p. 337, pl. 7, fig. 6.
1849 - *Ammonites Lyelli* LEYMERIE : Quenstedt, p. 138, pl. 10, fig. 3.
1860 - *Ammonites Lyelli* LEYMERIE : Pictet et Campiche, p. 197, pl. 24, fig. 1-2 seulement.
1878 - *Acanthoceras Lyelli* LEYMERIE : Bayle, pl. 74, fig. 6 seulement.
1897 - *Acanthoceras pseudo-Lyelli* PARONA & BONARELLI : p. 99, pl. 14, fig. 1-2.
1897 - *Acanthoceras hirsutum* PARONA & BONARELLI : p. 99, pl. 14, fig. 4-6.
1931 - *Lyelliceras pseudolyelli* (PARONA & BONARELLI) : Spath, p. 319, pl. 32, fig. 14-15.
1938 - *Lyelliceras pseudolyelli* PARONA & BONARELLI : Riedel, p. 54, pl. 9, fig. 5-6, pl. 13, fig. 16.
1956 - *Lyelliceras pseudolyelli* PARONA & BONARELLI : Bénavides Cacéres, p. 463, pl. 52, fig. 3.
1963 - *Lyelliceras pseudo-lyelli* PARONA & BONARELLI : Collignon, pl. 315, fig. 1334.
1963 - *Lyelliceras hirsutum* PARONA & BONARELLI : Collignon, pl. 315, fig. 1335.
1979 - *Lyelliceras lyelli* (DESH. *in* LEYMERIE) ; Destombes, p. 110, pl. 4.24, fig. 2.
1982 - *Lyelliceras pseudolyelli* (PARONA & BONARELLI) : Renz, p. 39, fig. 26c-d, pl. 5, fig. 15.
? 1988 - *Lyelliceras pseudolyelli* (PARONA & BONARELLI) : Delamette, pl. 8, fig. 16.
? 1989 - *Lyelliceras pseudolyelli* (PARONA & BONARELLI) : Delamette, pl. 1, fig. 2.

Localité type : Escragnolles, Var, France.

Niveau type : Série réduite condensant le sommet de l'Albien inférieur et la base de l'Albien moyen.

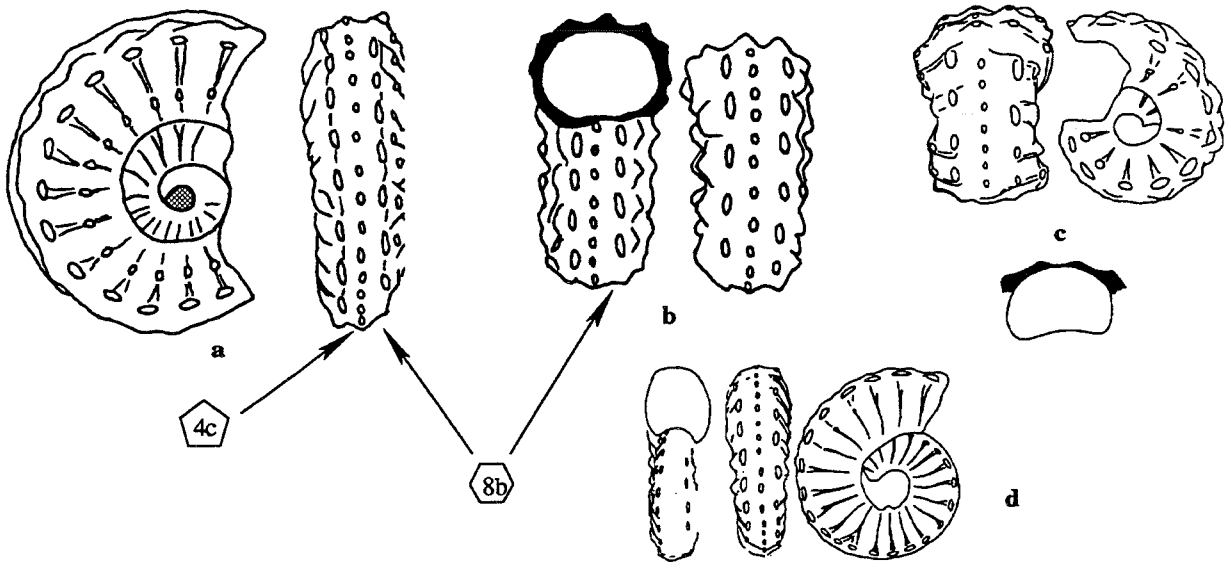


Fig. 22. - *Lyelliceras pseudolyelli* PARONA & BONARELLI, 1896.

a) holotype, Escragnolles, Var ; Musée Géologique de Turin **x 1.**
b) holotype d'*Acanthoceras hirsutum* PARONA & BONARELLI, 1896, d'Escragnolles, Var ; Musée Géologique de Turin **x 1.**
c) n° 18394, Escragnolles, Var ; coll. Thomel **x 1.**
d) n° 1758, Gourdon, Var ; coll. Thomel **x 1.**

Les apomorphies 4c (nombreux tubercules ventraux présents jusque sur les stades adultes) et 8b (côtes ne traversant plus la région ventrale) caractérisent l'espèce.

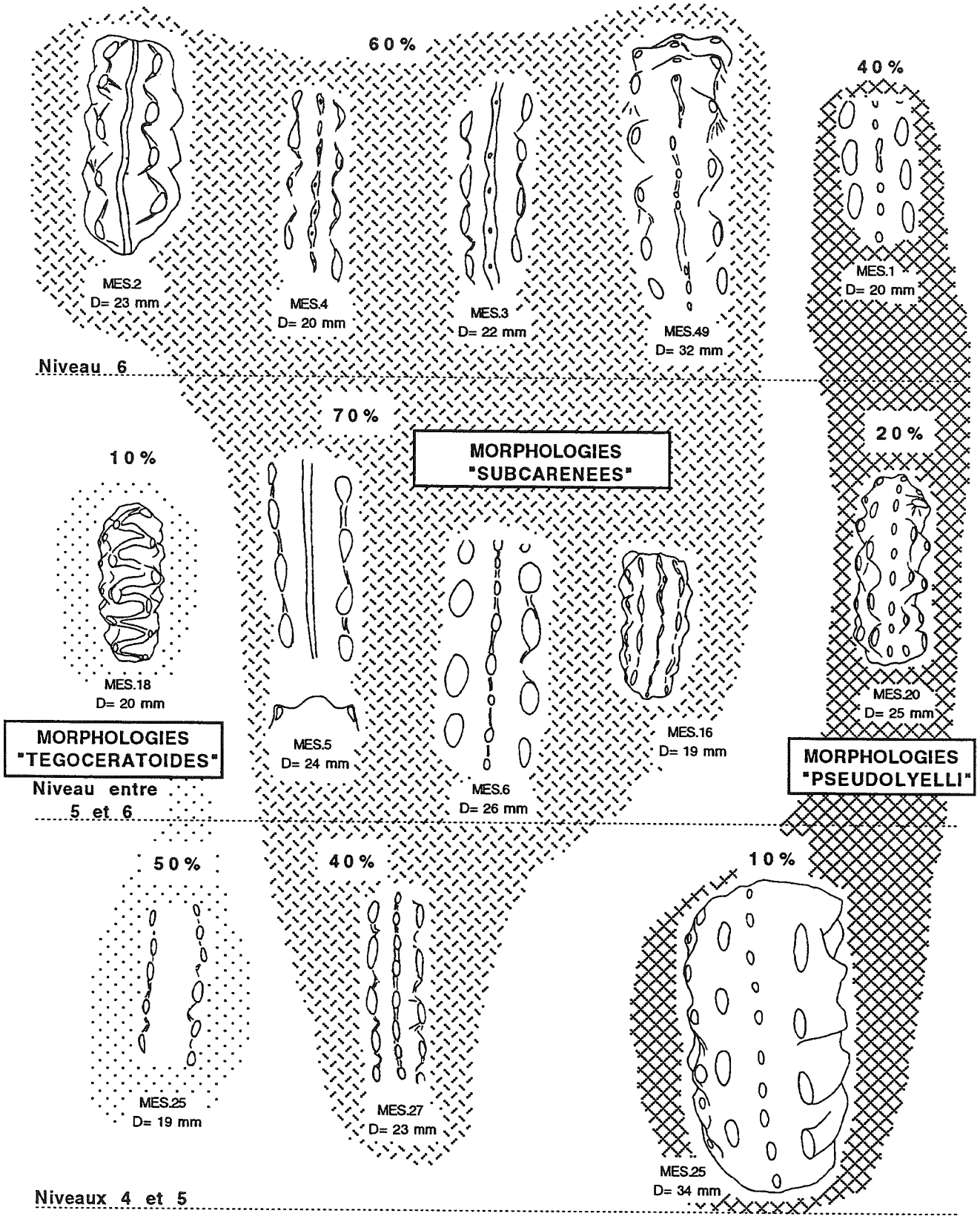


FIG. 23. – Variabilité de l'ornementation sur la région ventrale chez *Lyelliceras pseudolyelli* dans trois niveaux stratigraphiques successifs de la coupe de Mesnil-St-Père.

Holotype : Un lectotype a été désigné par Spath 1930 comme étant l'exemplaire figuré par Parona et Bonarelli, pl. 14, fig. 2 (Musée géologique de Turin).

Matériel étudié : 43 exemplaires de la coupe du Mesnil-St-Père (Aube, France) (collection Latil) ; 138 exemplaires de Gourdon (Var, France) (collections Latil et Thomel ; CEM, collection Delanoy) ; 3 exemplaires du Rimet (Isère, France) (ENSM A221 à 223) ; 6 exemplaires d'Escragnolles (Var, France) (Coll. Thomel et ENSM A.226) ; 2 exemplaires de Beausoleil (collection Latil).

Caractères diagnostiques :

- Taille adulte : supérieure à 80 mm.
- Tubercules périombilicaux : généralement présents, quelques exemplaires très comprimés n'ont pas de tubercules périombilicaux.
- Tubercules latéraux : ils sont ronds ou légèrement allongés dans le sens de l'enroulement et positionnés sur le tiers externe des flancs.
- Tubercules ventro-latéraux : allongés dans le sens de l'enroulement et alternes de part et d'autre de la ligne siphonale.
- Tubercules ventraux : très nombreux, ronds ou allongés dans le sens de l'enroulement (apomorphie 4c).
- Costulation : radiale, elle ne traverse pas la région ventrale (apomorphie 8b).
- Forme de la section : forte variabilité intra-populationelle et au cours de l'ontogenèse allant d'un pôle quadrangulaire plus épais que haut à un pôle rectangulaire nettement plus haut que large.
- Enroulement : subserpenticône.

Variabilité (fig. 22-23) **:** Le degré de variabilité intraspécifique chez *L. pseudolyelli* est très élevé. Le taux de compression et la forme de la section influent considérablement sur l'ornementation et la taille adulte : les formes les plus renflées ont une ornementation très marquée et une taille adulte inférieure à 30 mm, les formes les plus comprimées montrant une ornementation plus discrète s'accompagnant parfois d'une absence de tubercules périombilicaux, voire de tubercules latéraux. La variabilité étant continue, il n'est pas possible de distinguer objectivement les formes à 2, 3 ou 4 tubercules.

La région ventrale est soit aplatie, soit tectiforme, le nombre de tubercules n'est pas corrélable avec ces caractères, ainsi existe t-il des individus quadri-tuberculés à région ventrale tectiforme et des individus bituberculés à région ventrale aplatie. Aussi, les morphologies regroupées dans la littérature sous le nom de *Prolyelliceras* sont ici intégrées au sein des espèces *pseudolyelli* et *lyelli* selon la position des tubercules ventro-latéraux de part et d'autre de la ligne siphonale.

Age : Albien inférieur : Zone à Auritiformis, sous-zone à Pseudolyelli ; de rares exemplaires subsistent dans l'Albien moyen : Zone à Dentatus, sous-zone à Lyelli.

LYELLICERAS lyelli (LEYMERIE *in* d'Orbigny, 1841) fig. 24-27 ; pl. 2, fig. 12-13 ; pl. 73 fig. 1-17.

1841 - *Ammonites Lyelli* LEYMERIE : d'Orbigny, p. 255, pl. 74, fig. 4 seulement.
1842 - *Ammonites Lyelli* LEYMERIE : p. 15, pl. 17, fig. 16.
1846 - *Ammonites Lyelli* LEYMERIE : pl. 5, fig. 2.
1860 - *Ammonites Lyelli* PICTET & CAMPICHE : pl. 24, fig. 7.
1878 - *Acanthoceras Lyelli* (LEYMERIE) : Bayle, pl. 74, fig. 4-5 seulement.
1897 - *Acanthoceras lyelli* (DESH. *in* Leymerie) : Parona et Bonarelli, p. 96, pl. 13, fig. 7-12.
1907 - *Acanthoceras Gevreyi* JACOB : p. 37.
1927 - *Lyelliceras lyelli* (D'ORBIGNY) var. *ornatissima* CIRY : p. 562, pl. 6, fig. 4.
1930 - *Lyelliceras lyelli* (D'ORBIGNY) : Spath, p. 62, pl. 9, fig. 7.
1930 - *Lyelliceras cotteri* SPATH : p. 65, pl. 9, fig. 1-8.
1931 - *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE MS.) d'Orbigny : Spath, p. 316, pl. 32, fig. 9, 12-13.
1956 - *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE) d'Orbigny : Bénavides Cacéres, p. 463, pl. 51, fig. 1-3.
1957 - *Lyelliceras lyelli* LEYM. : Almella et de la Revilla, pl. 8, fig. 1.
1963 - *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE) : Collignon, pl. 315, fig. 1333.
1971 - *Lyelliceras lyelli* (D'ORBIGNY) : Owen, pl. 2, fig. 2.
1973 - *Lyelliceras lyelli* (D'ORB.) var. *ornatissima* CIRY : Destombes *et al.*, p. 90, pl. 5, fig. 5.
1979 - *Lyelliceras lyelli* var. *ornatissima* CIRY : Destombes, p. 110, pl. 4.24, fig. 3.
1979 - *Lyelliceras* aff. *cotteri* SPATH : Destombes, p. 110, pl. 4.24, fig. 1.
1979 - *Lyelliceras lyelli* (D'ORBIGNY) : Renz, p. 364, pl. 2, fig. 5.
1982 - *Lyelliceras lyelli* (D'ORBIGNY) ; Renz, p. 38, pl. 5, fig. 14.
1982 - *Prolyelliceras gevreyi* (JACOB) ; Renz, p. 38, pl. 5, fig. 13.
1988 - *Lyelliceras lyelli* (D'ORBIGNY) : Delamette, pl. 13, fig. 4.
1989 - *Lyelliceras lyelli* (D'ORBIGNY) : Delamette, pl. 2, fig. 6.

Localité type : Le Gaty, Aube, France.

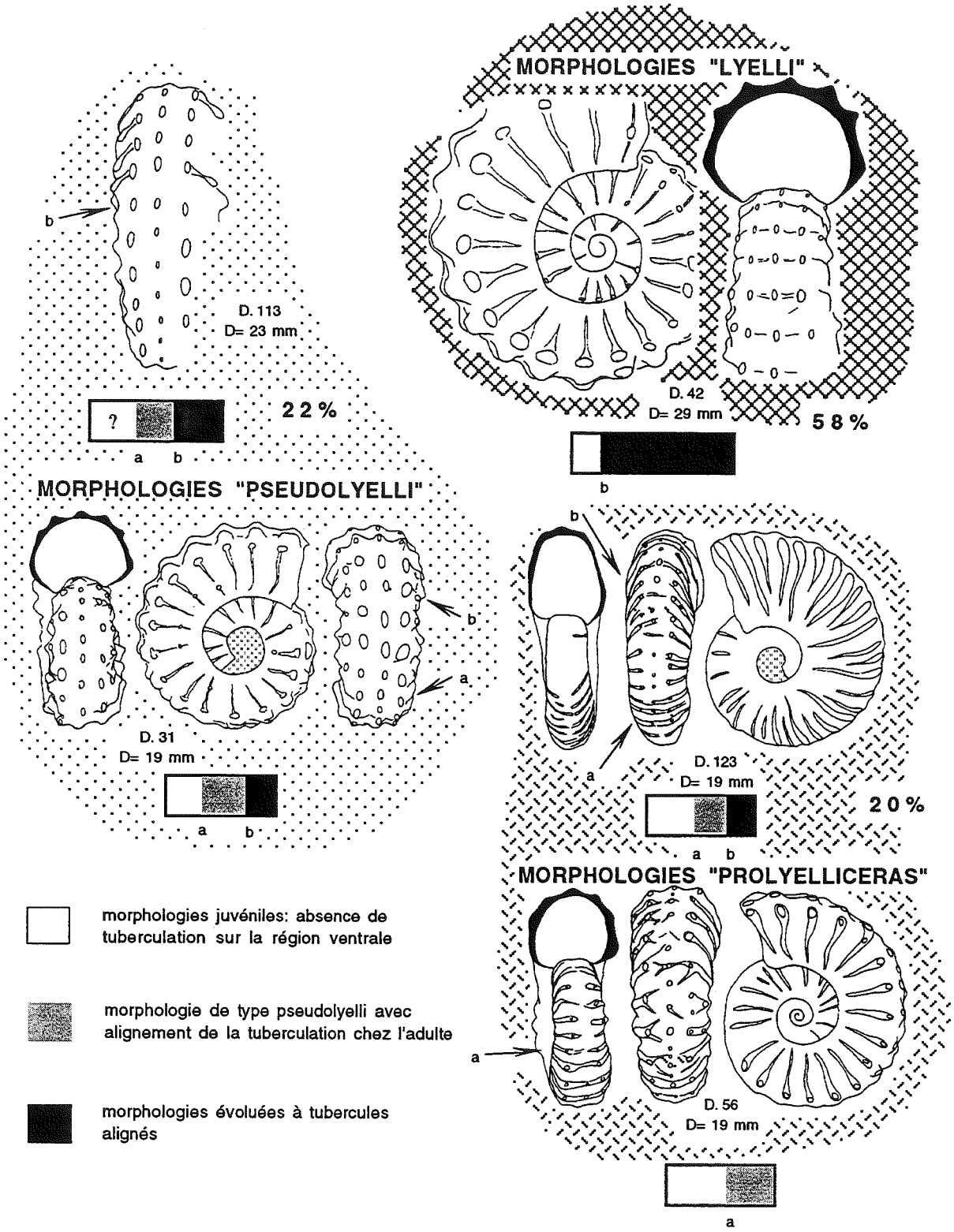


FIG. 24. – Variabilité de l'ornementation sur la région ventrale chez *Lyelliceras lyelli* dans la coupe du Gaty (Aube, France) (Albien moyen, sommet de la sous-zone à Lyelli). Les cartouches représentent l'ontogénèse de l'ammonite. Les faunes ont été récoltées dans les niveaux 11 à 2 de la coupe, ce qui correspond à un horizon.

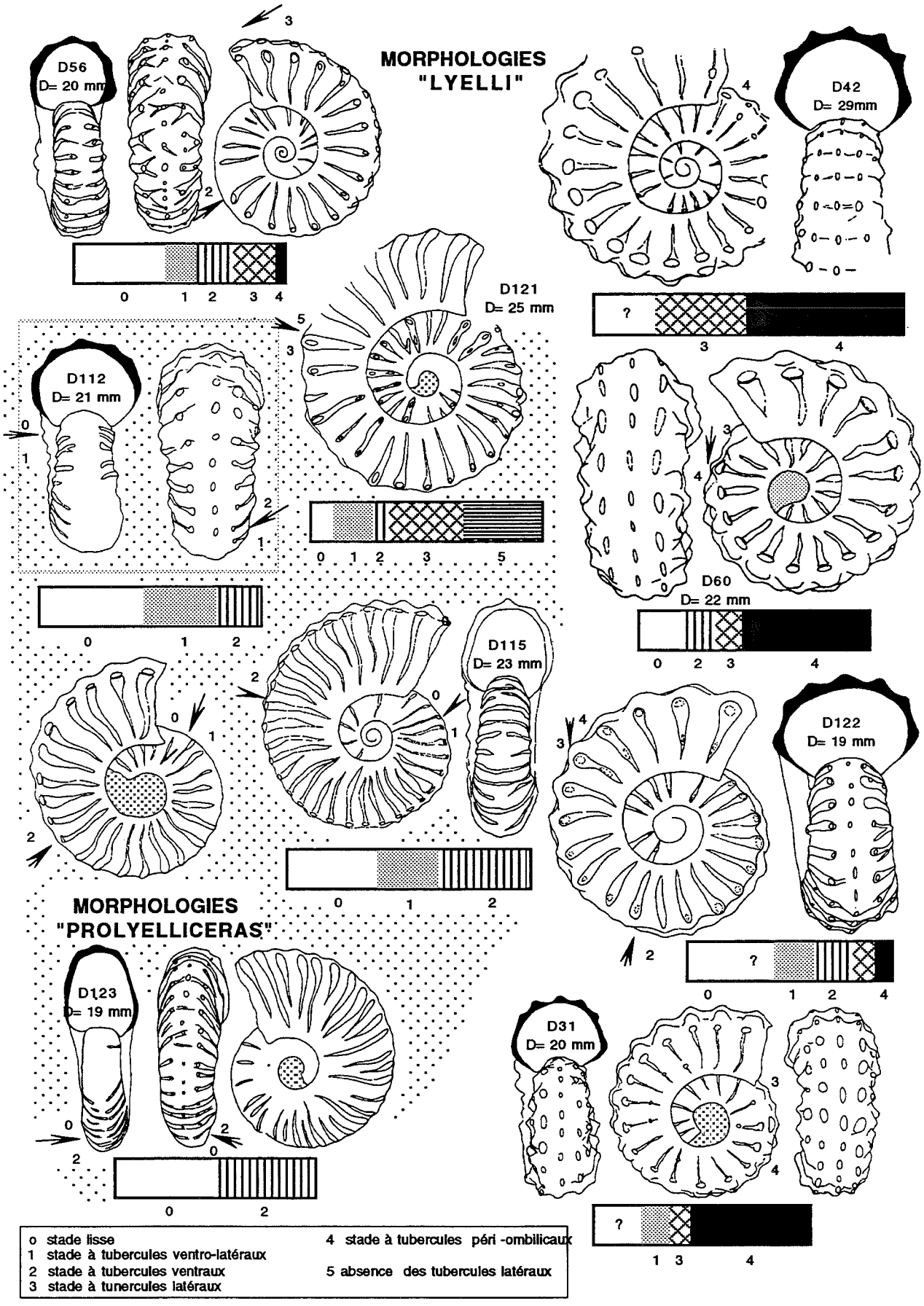


FIG. 25. – Variabilité intra-groupe de la tuberculation chez *Lyelliceras lyelli* dans la coupe du Gaty (Aube, France). Les cartouches représentent l'ontogenèse de l'ammonite.

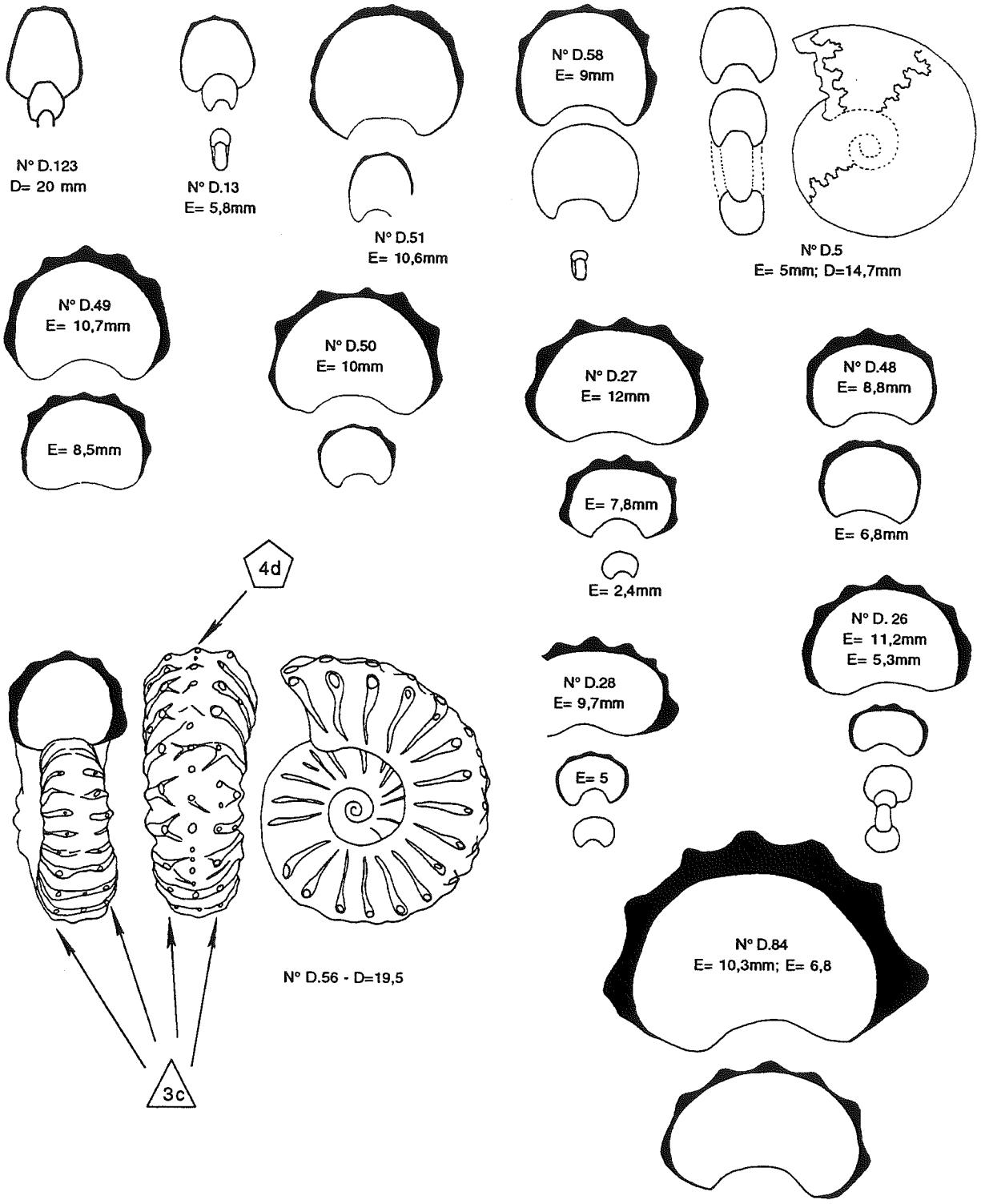


FIG. 26. – *Lyelliceras lyelli* : Le Gaty, Aube France ; quelques exemples illustrant la variabilité de la forme de la section. Les apomorphies 3c et 4d (tubercules ventro-latéraux et ventraux alignés) caractérisent l'espèce.

Niveau type : Sommet de la sous-zone à Lyelli, coupe du Gaty.

Holotype : Exemplaire figuré par Leymerie 1842, pl. 17, fig. 16. Ce spécimen devrait se trouver dans les collections du Museum d'Histoire Naturelle de Troyes. Les recherches entreprises jusqu'à ce jour n'ont pas permis de le localiser : la conservation en pyrite des ammonites du Gaty a conduit à la détérioration d'un grand nombre de spécimens de la collection Leymerie, aussi le type de l'espèce peut-t-il être considéré comme perdu.

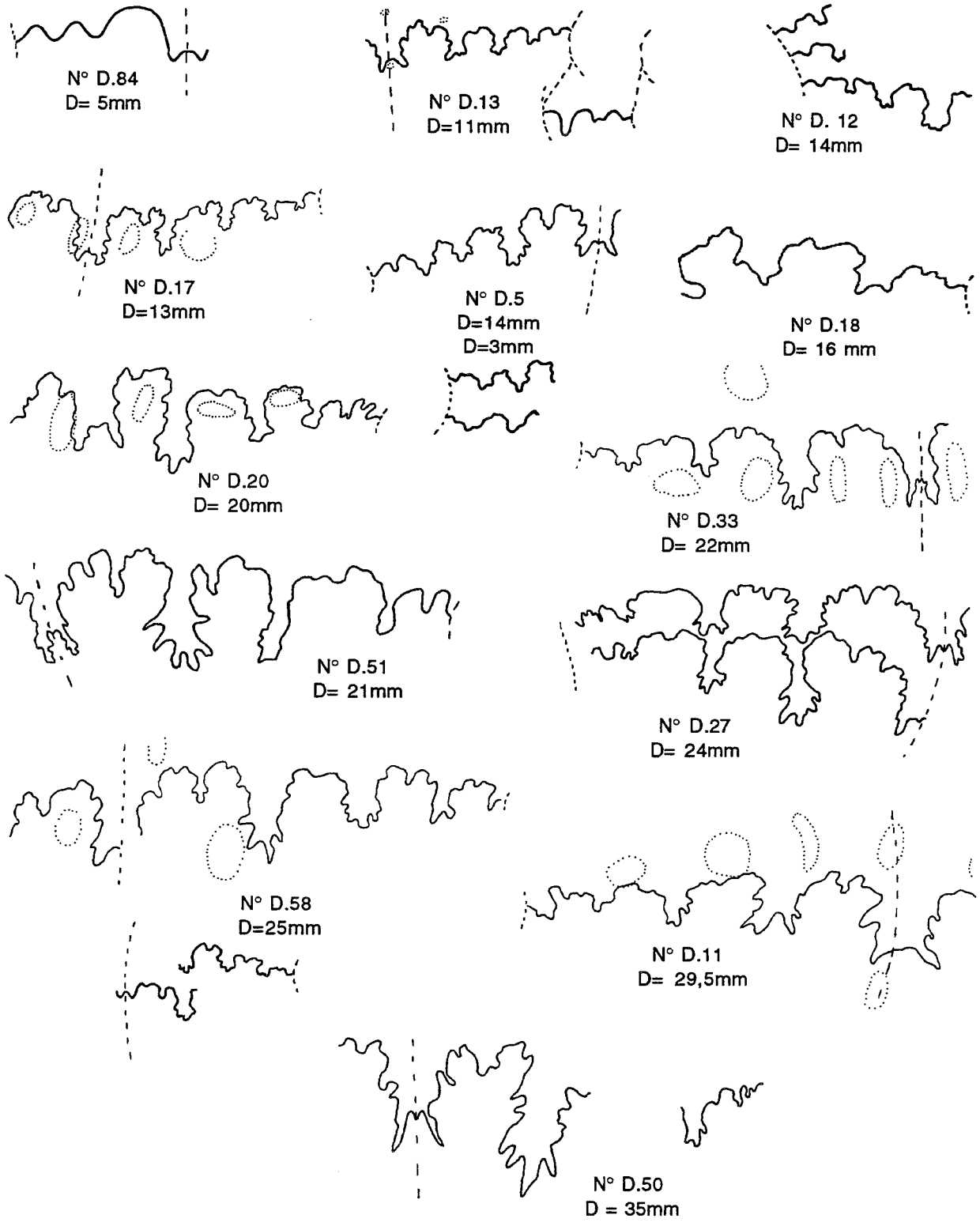


FIG. 27. – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* d'Orbigny, 1841).
Illustration de la variabilité de la ligne suturale dans la population du Gaty, Aube, France.

Matériel étudié : 1 exemplaire de Saint Florentin (Yonne, France) (ENSM A.1278) ; 5 exemplaires de la coupe du Mesnil-St-Père (Aube, France) (collection Latil) ; environ 200 exemplaires de la coupe du Gaty (Aube, France) (collection Latil et UD) ; 31 exemplaires de Gourdon (Var, France) (collection Latil et CEM, collection Delanoy) ; 28 exemplaires d'Escragnolles (Var, France) (Coll. Thomel) ; 17 exemplaires de Beausoleil (Alpes-Maritimes, France) (collection Latil) ; 1 exemplaire de Jabron (Var, France) (FSL 13929) ; 1 exemplaire de Peille (Alpes-Maritimes, France) (collection Thomel).

Caractères diagnostiques :

- Taille adulte : supérieure à 80 mm.

- Tubercules périombilicaux : généralement présents, certains spécimens n'ayant pas développé de tels tubercules.

- Tubercules latéraux : ils sont ronds ou légèrement allongés dans le sens de l'enroulement et positionnés sur le tiers externe des flancs.

- Tubercules ventro-latéraux : allongés dans le sens de l'enroulement ou ronds et alignés de part et d'autre de la ligne siphonale (apomorphie 3c).

- Tubercules ventraux : ronds ou allongés dans le sens de l'enroulement, ils sont alignés sur les tubercules ventro-latéraux. Néanmoins, certains exemplaires montrent un nombre plus important de tubercules ventraux sur les stades juvéniles (apomorphie 4c).

- Costulation : radiale, elle traverse la région ventrale en s'atténuant.

- Forme de la section : forte variabilité intra-populationelle et au cours de l'ontogénèse, allant d'un pôle quadrandulaire nettement plus épais que haut à un pôle rectangulaire ou ellipsoïde nettement plus haut que large.

- Enroulement : subserpenticône.

Variabilité (fig. 24-26) : Le degré de variabilité intraspécifique chez *L. lyelli* est très élevé. Comme chez *L. pseudolyelli*, le taux de compression et la forme de la section influent considérablement sur l'ornementation et la taille adulte : les formes les plus renflées ont une ornementation très marquée et une taille adulte inférieure à 30 mm, les formes les plus comprimées montrant une ornementation plus discrète s'accompagnant parfois d'une absence de tubercules périombilicaux, voire de tubercules latéraux. La variabilité étant continue, il n'est pas possible de distinguer clairement les formes à 2, 3 ou 4 tubercules.

Age : Albien moyen : Zone à Dentatus, sous-zone à Lyelli.

LYELLICERAS nov. sp. ?
fig. 28 ; pl. 7, fig. 18-20.

Matériel étudié : 2 exemplaires d'Escragnolles (Var, France) (n° BMNH C.37265e et n° MHNM 1989-69) ; 1 exemplaire d'Escragnolles (n° FSL 341505).

Caractères diagnostiques.

- Taille adulte : supérieure à 38 mm.

- Tubercules périombilicaux : présents sur les côtes principales, ils sont allongés dans le sens de la costulation.

- Tubercules latéraux : ils sont légèrement allongés dans le sens de l'enroulement et positionnés très haut

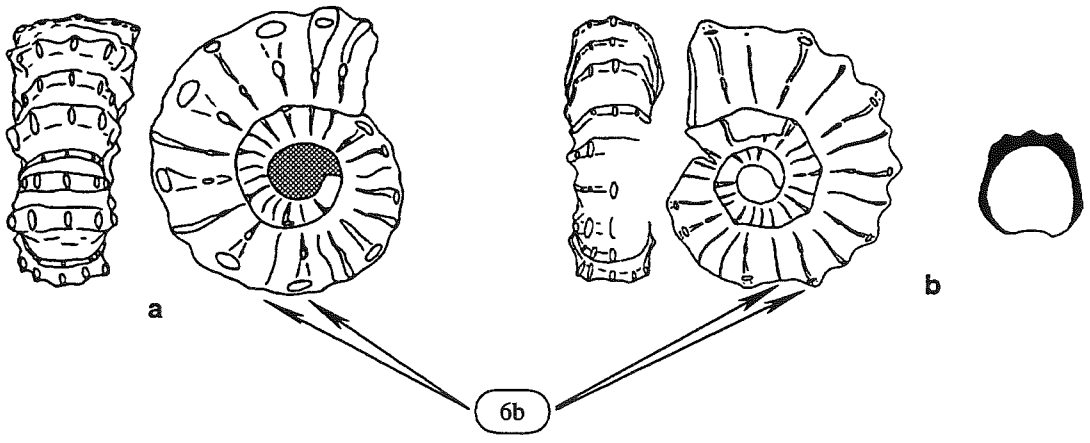


FIG. 28. – *Lyelliceras* nov. sp.
a) N° FSL 341505 ; Escragnolles (Var, France) x 1,5 ; b) N° MHNM 1986-69 ; Escragnolles (Var, France) x 1.

sur le tiers externe des flancs au point de tendre à fusionner avec les tubercules ventro-latéraux. Ils sont très faibles sur les côtes intercalaires.

- Tubercules ventro-latéraux : très vigoureux sur les côtes principales, ils sont allongés dans le sens de l'enroulement ou ronds et alignés de part et d'autre de la ligne siphonale. Ils sont peu marqués sur les côtes intercalaires.

- Tubercules ventraux : allongés dans le sens de l'enroulement, ils sont alignés sur les tubercules ventro-latéraux. Néanmoins, certains exemplaires montrent un nombre plus important de tubercules ventraux sur les stades juvéniles.

- Costulation : légèrement flexueuse, elle traverse la région ventrale perpendiculairement à l'axe siphonal. Elle est caractérisée par la présence de côtes principales très marquées alternant avec des côtes intercalaires plus discrètes (apomorphie 6b).

- Forme de la section : subhexagonale.

- Enroulement : serpenticône.

Variabilité (fig. 28) **:** Cette forme n'étant connue que par trois individus provenant d'un niveau de condensation, il n'est guère possible d'avoir une bonne idée de sa variabilité, mais on peut souligner que les trois exemplaires connus ont des morphologies très proches les unes des autres.

Age : Albien moyen : Zone à Dentatus, sous-zone à Lyelli.

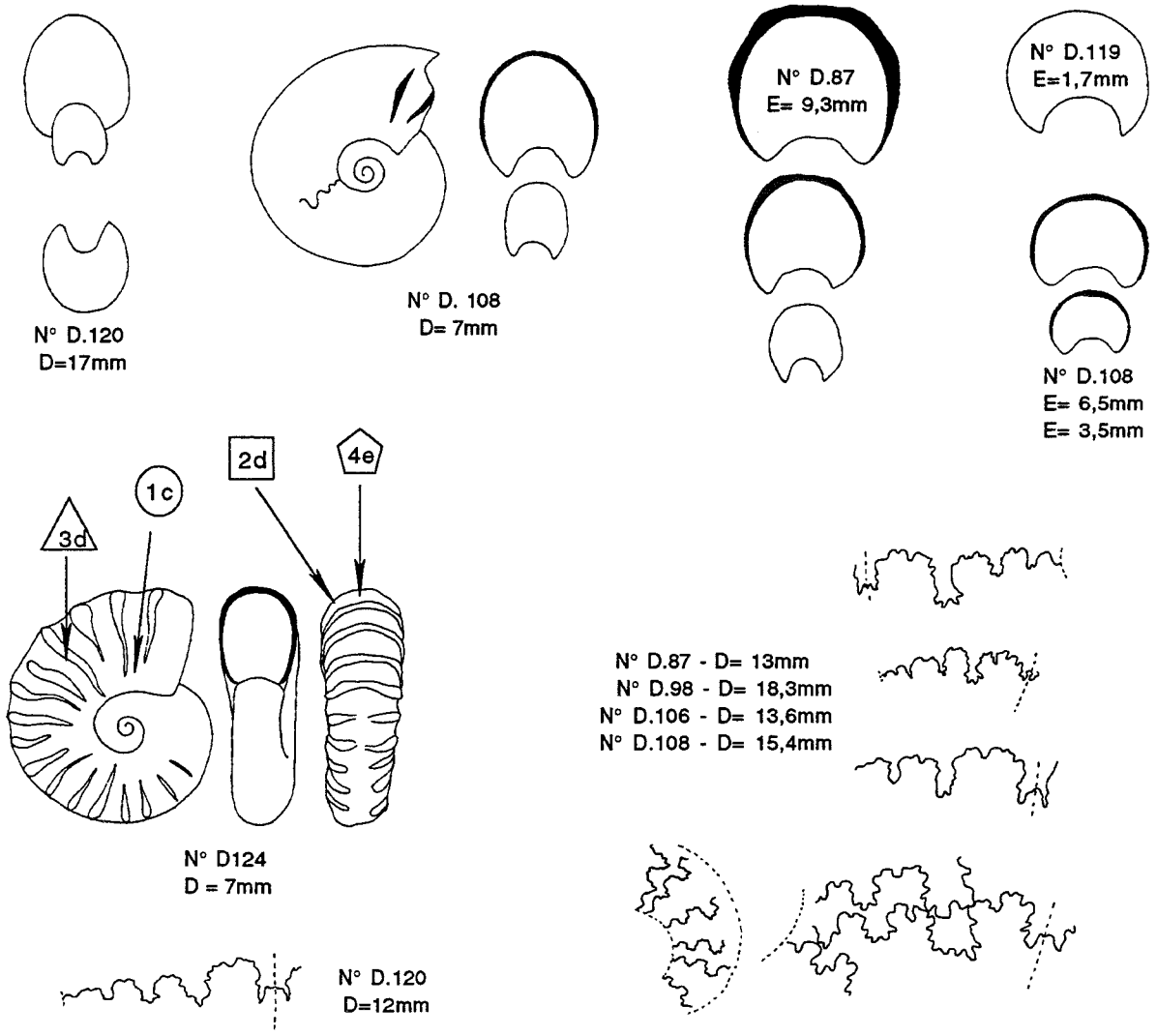


FIG. 29. – *Lyelliceras versicostatum* (MICHELIN, 1838). Illustration de la variabilité de la forme de la section et de la ligne suturale. Les autapomorphies 1c, 2d, 3d et 4e (absence de tuberculation) caractérisent l'espèce.

LYELLICERAS versicostatum (MICHELIN, 1838)
fig. 29 , 30 ; pl. 3, fig. 21-24.

1838 - *Ammonites Versicostatus* MICHELIN : p. 101, pl. 12, fig. 10.
1841 - *Ammonites Versicostatus* MICHELIN : d'Orbigny, p. 273, pl. 81, fig. 1-3.
1979 - *«Rauliniceras» ? versicostatum* (MICHELIN) : Destombes, p. 109.

Localité type : Le Gaty, Aube, France.

Niveau type : Sommet de la sous-zone à Lyelli, coupe du Gaty.

Holotype : Exemplaire figuré par Michelin [1838, pl. 12, fig. 10]. Ce spécimen n'a pas pu être retrouvé.

Matériel étudié : 39 exemplaires de la coupe du Gaty (Aube, France) (collection Latil et U.D.).

Caractères diagnostiques :

- Taille adulte : supérieure à 20 mm.

- Tubercules totalement absents. Ils peuvent subsister à l'état de traces sur les stades très juvéniles (apomorphies 1c, 2d, 3d, 4e).

- Costulation : droite ou légèrement flexueuse, elle traverse la région ventrale sans interruption.

- Forme de la section : forte variabilité intra-populationelle et au cours de l'ontogénèse allant d'un pôle ellipsoïde plus large que haut chez le jeune à un pôle ellipsoïde nettement plus haut que large chez l'adulte.

- Enroulement : subserpenticône.

Variabilité (fig. 29-30) **:** Le degré de variabilité intraspécifique chez *L. versicostatum* est relativement élevé, essentiellement en ce qui concerne la forme de la section. L'ornementation toujours dépourvue de toute trace de tuberculation varie peu sinon au cours de l'ontogenèse où l'on passe d'un stade lisse à un stade fortement costulé avec parfois des phases intermédiaires.

Age : Albien moyen : Zone à Dentatus, sous-zone à Lyelli.

2. Dénominations douteuses ou à rejeter

Lyelliceras flandrini DUBOURDIEU, 1953, p. 27, pl. 3, fig. 6-22, a été créé pour des formes algériennes (Monts du Mellègue) qui apparaîtraient dès la zone à Tardefurcata, et que l'on retrouve dans un niveau de condensation qui daterait la partie supérieure de l'Albien inférieur (zones à Chalensis et Auritiformis). L'étude de la ligne de suture de *Lyelliceras flandrini* au même diamètre montre qu'elle présente un nombre moins élevé d'éléments que les représentants du genre *Lyelliceras* (fig. 31).

Une forme morphologiquement très proche des spécimens algériens, conservée dans les collections du Museum d'Histoire Naturelle de Genève (fig. 32 ; pl. 3, fig. 25), provient de l'Albien inférieur (Zone à Tardefurcata) de la région de Bellegarde (Ain, France), et il se pourrait qu'elle soit apparentée aux *«L. flandrini»* à moins que ces formes représentent un exemple remarquable d'homéomorphie.

Prionotropis radenaci PERVINQUIERE, 1907 de l'Albien inférieur tunisien, bien qu'ayant lui aussi l'allure générale d'un *Lyelliceras*, semble s'en écarter par sa ligne suturale à éléments moins nombreux au même diamètre (fig. 33). L'unique représentant de cette espèce qui devrait se trouver dans les collections de la Sorbonne (Paris VI), n'a pu être retrouvé. Il semble néanmoins que, de par sa ligne suturale, son allure générale et sa position stratigraphique, ce spécimen soit à rapprocher du groupe de *«Lyelliceras flandrini»* DUBOURDIEU, 1953.

Somalites vertebralis TAVANI, 1949 ; p. 46, pl. 9, fig. 5-6, est placé par Dubourdieu [1953] au sein du genre *Lyelliceras*. Cette forme d'âge incertain, provenant de Somalie, semble avoir été récoltée en présence de faunes datant l'Aptien terminal ou l'Albien basal. Son ontogénèse ornementale, pour peu que l'on puisse en juger, est très différente de celle des espèces de Lyelliceratinae. Par ailleurs, la suture diverge radicalement des sutures de Lyelliceratinae par son nombre réduit d'éléments et l'allure du premier lobe latéral. Le matériel décrit par Tavani [1949], qui devrait se trouver dans les collections du Musée de Géologie et de Paléontologie de Florence (Italie) n'a pas été retrouvé.

Lyelliceras stanislausense ANDERSON, 1958 ; pl. 8, fig. 5, du Cénomanien inférieur de Californie, n'est probablement pas un Lyelliceratidae, au moins en raison de sa position stratigraphique deux sous-étages plus haut que les derniers *Lyelliceras* connus. La figuration d'Anderson est très mauvaise. De plus, ce spécimen, conservé dans les collections de l'Académie des Sciences de Californie, n'a pas été disponible lors de cette étude, aussi est-il difficile d'en dire davantage.

Pour les mêmes raisons que précédemment, *Acanthoceras* ex. aff. *A. Lyelli in* Böse [1923 ; pl. 11, fig. 1-3], de l'Albien supérieur du Mexique n'est probablement pas à rattacher au genre *Lyelliceras*. L'état de conservation du spécimen figuré ne permet guère d'en dire davantage.

Lyelliceras scheibei RIEDEL, 1938 des Cordillières andines n'est pas une ammonite de l'Albien et ne présente aucun lien de parenté avec les Lyelliceratinae.

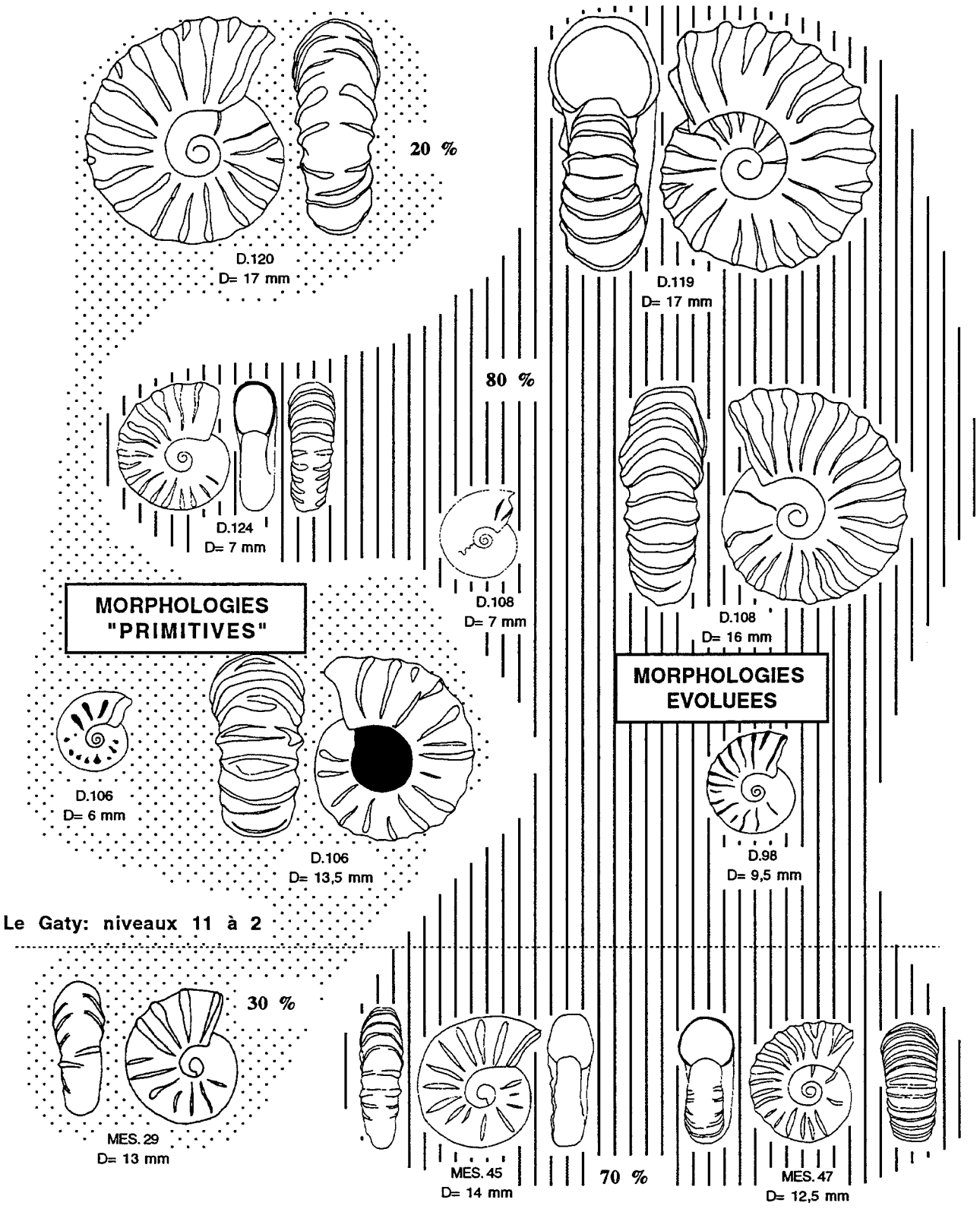


FIG. 30. – Variabilité intra-spécifique de l'ornementation au sein de *Lyelliceras versicostatum*.

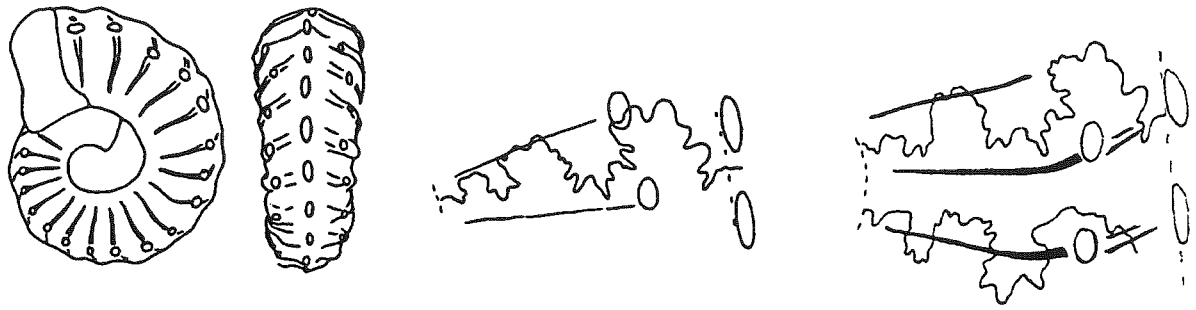


FIG. 31. – Gen. indét., N° ENSM A.335 ; Le Rimet (Isère, France). D = 22 mm. Sutures relevées à un diamètre de 13 mm.

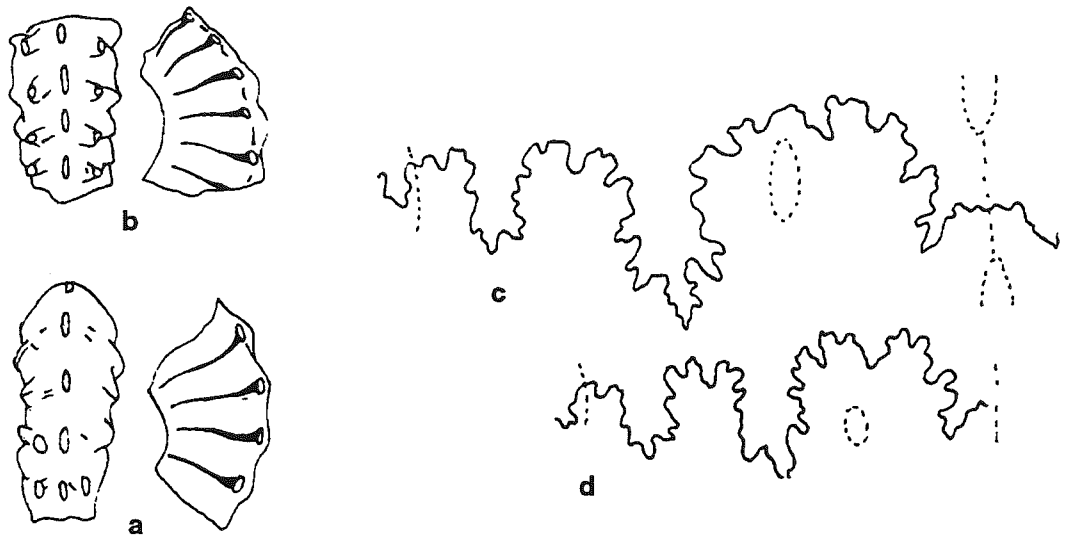


FIG. 32. – *Lyelliceras flandrini* DUBOURDIEU, 1953.

a) Dessin d'après Dubourdieu 1953, pl. 3 fig. 37-38. **x 2,5**.
b) Dessin d'après Dubourdieu 1953, pl. 3 fig. 16-17. **x 2**.
c) Dessin d'après Dubourdieu 1949 pour H = 7 mm.
d) Suture d'après Dubourdieu 1949 pour H = 5,2 mm.

FIG. 33. – *Prionotropis radenaci* PERVINQUIERE, 1907. Suture relevée par Pervinquière [1907] pour un rayon de 5 mm. **x 10**.

PERSPECTIVES

L'étude des Lyelliceratinae a montré que cette sous-famille se comportait en fait comme une lignée évolutive de type anagénétique ponctuée par une cladogenèse à la base de la Zone à Dentatus. Cette lignée est constituée de plusieurs espèces se succédant dans le temps par petits sauts évolutifs affectant essentiellement l'ornementation, à moins que ces «sauts» ne correspondent à des lacunes stratigraphiques non détectées, le plus important d'entre eux se situant au passage de *Tegoceras* à *Lyelliceras*.

Cette étude régionale effectuée à l'échelle du territoire français laisse plusieurs points en suspens qui mériteront à l'avenir d'être approfondis. Il serait maintenant intéressant d'étudier d'une part les relations évolutives entre les Leymeriellinae et les Lyelliceratinae, d'autre part les relations phylogénétiques existant entre les différentes familles d'ammonites constituant les Acanthoceratacеae albiens. Une telle connaissance ne pourra passer que par une révision analytique des familles concernées (Brancoceratidae, Mojsisovicsiidae). Peut-être alors pourrons-nous prétendre à une véritable classification phylogénétique des ammonites crétacées. La difficulté majeure réside dans les possibilités d'exploitation des caractères disponibles pour l'étude cladistique : ces caractères sont peu nombreux et étroitement corrélés entre eux du fait des contraintes imposées par la construction de la coquille, ce qui fait des ammonites un sujet difficile pour l'analyse cladistique.

Les Lyelliceratidae, de par leur répartition géographique importante et de par leur utilité à des fins de datation (5 index de sous-zones) peuvent être utilisés à des fins de corrélation stratigraphique à grande échelle, tant pour l'Albien inférieur que pour la base de l'Albien moyen. Aussi serait-il bon de préciser les relations phylogénétiques et évolutives existant entre les Lyelliceratinae européens et les Lyelliceratinae des Cordillères andines.

L'étude systématique a mis en évidence des phénomènes d'homéomorphie avec des morphologies «lyelliceratiformes» présentes dans l'Albien inférieur (Zone à Tardefurcata ?) d'Afrique septentrionale et dans une moindre mesure dans l'Albien inférieur du Sud-Est de la France. Ces morphologies, généralement attribuées par la littérature au genre *Lyelliceras* (sous-genre *Prolyelliceras pro parte*), sont très probablement à exclure des Lyelliceratinae, leur position systématique et stratigraphique étant pour l'heure incertaine. Une étude plus approfondie des affleurements africains ayant livré de telles formes devrait permettre de préciser les relations phylogénétiques entre les Lyelliceratidae (et surtout les Leymeriellinae) et ces morphologies homéomorphes.

Contrairement à toute attente, il n'a pas été possible de mettre en évidence un polymorphisme au sein des Lyelliceratinae : la variation intraspécifique au sein de *Lyelliceras lyelli*, bien qu'importante, semble être de nature continue. Si un dimorphisme sexuel existe, il est trop discret pour être clairement identifié.

ADDENDUM

Cooper [1992] remanie la classification des Acanthoceratacеae à la suite d'une approche phylogénétique ne tenant aucun compte des successions stratigraphiques. Il est établi que des liens de parenté de type ascendant-descendant ont été mis en évidence, d'une part entre les Leymeriellinae et les Lyelliceratinae, d'autres part entre les Stoliczkaiinae et les Flickiidae, les Stoliczkaiinae et les Acanthoceratinae. Par ailleurs, il n'existe aucune évidence de lien de parenté entre les Lyelliceratinae et les Stoliczkaiinae. La classification de Cooper [1992] n'est donc pas acceptée dans le présent travail. Il semble que toute étude cladistique en paléontologie doive tenir compte de la succession des faunes dans le temps, les études phylogénétiques étant indissociables des études évolutives.

REMERCIEMENTS

Je remercie tout particulièrement :

Les copains et amis qui ont supporté une partie de mes campagnes de terrain : Luc Bulot, Gérard Delanoy, Jean et Marie-France Dubois, Bruno Dubus, Martine et Francis Fuhr.

Les chercheurs chargés de la pérennité des collections paléontologiques (tâche ô combien aléatoire) qui ont supporté mes assauts les plus inattendus et mes requêtes les plus sordides : Abel Prieur (Université de Lyon), Jean-Pierre Thieuloy et Martine Argot (Institut Dolomieu, Grenoble), Roger Fournier (Museum d'Histoire Naturelle de Marseille), Jacques Thierry (Université de Dijon), Christine Balme (Parc régional du Lubéron, Apt), Gérard Breton (Museum d'Histoire Naturelle du Havre), Pierre-Yves Berthou (Université de Paris VI), René Panchaud et Otto Renz (Museum d'Histoire Naturelle de Bâle), Jost Wiedmann (Institut de Paléontologie de l'Université de Tübingen), Aymon Baud (Museum d'Histoire Naturelle de Lausanne), Danièle Decrouez (Museum d'Histoire Naturelle de Genève), Riszard Marcinowski (Université de Varsovie), S. C. Shah (Service Géologique de Calcutta, Inde), Giulio Pavia (Musée géologique de Turin), Hugh Owen (British Museum of Natural History, Londres), Michel Delamette (Université de Lausanne), C.W. Wright (Seaborough, Angleterre).

Laszlo Bujtor, Gesa Czaszar et Istvan Nagy à qui je dois une redécouverte (géologique!) de la Hongrie ; Miguel Company qui m'a guidé dans les collections

de l'Université de Grenade et dans les Cordillères Bétiques et dont je garde entre autres le souvenir très net de certains maux de tête matinaux.

Bruno David, Didier Marchand et tous les membres du laboratoire de Géologie de l'Université de Dijon avec qui j'ai eu des discussions utiles autant qu'amicales.

Bernard Laurin et Francis Amedro qui ont subi la lecture de mon manuscrit et à qui je dois quelques remarques d'importance.

Jean Chaline, Directeur de l'Unité associée du C.N.R.S. et directeur du Laboratoire de Préhistoire et Paléoécologie du Quaternaire de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, qui a bien voulu m'accueillir pendant une année au sein de son laboratoire ; et enfin et surtout Jean-Louis Dommergues qui est à l'origine de ce travail et qui a bien voulu en assurer la direction scientifique et qui n'a ménagé ni son temps ni son amitié pendant toute la durée de mon séjour à Dijon.

Références

ACCARIE H. & DELAMETTE M. (1991). – Découverte d'ammonites albiennes dans le massif apennin de la Maiella (plate-forme lazio-abruzzaise, Italie centrale) : précision sur la durée du hiatus bauxitique médio-crétacé. *Cretaceous Research*, **12**, 81-90, London.

ADKINS W.S. (1928). – Handbook of Texas cretaceous fossils. *Univ. Tex. Bull.*, **2838**, 303 p., Austin.

AGUIRRE URRETA M.B. & RICCARDI A.C. (1988). – Albian heteromorph ammonoids from southern Patagonia, Argentina. *J. Paleont*, **62**, 4, 598-614, Tulsa.

ALABOUCHEV A.I. & ALABOUCHEVA A.V. (1988). – Ammonidei Alba i nijneto Cenomana cevero-vostoka, U.R.S.S. *SVKNII AKad. Nauk S.S.S.R.*, 1-41, Magadan.

ALMELLA A. & DE LA REVILLA J. (1957). – Fosiles piritosos del Cretàceo de la Sierra de Ricote (Murcia). *Bol. Inst. Geol. Min. Espana*, **68**, 45-83, Madrid.

AMEDRO F. *in* ROBASZINSKI *et al.* (1980). – Synthèse biostratigraphique de l'Aptien au Santonien du Boulonnais à partir de sept groupes paléontologiques : Foraminifères, nanno-plancton, Dinoflagellés et macrofaunes. Zonations micropaléontologiques intégrées dans le cadre du Crétacé boréal nord-européen. *Rev. Micropal.*, **22**, 4, 195-321, Paris.

AMEDRO F. & DESTOMBES P. (1984). – Présence du genre *Knemiceras* (Ammonoidea, Engonoceratidae) dans l'Albien moyen de l'Aube (France). *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, **21**, 4, 21-25.

ANDERSON F.M. (1958). – Upper Cretaceous of the Pacific Coast. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, Mém. **71**, 281 p.

ARKELL W.J., KUMMEL B. & WRIGHT C.W. *In* MOORE C. (1957). – Treatise of invertebrate Paleontology, **L1**, 29-402, Kansas.

AVDEIKO G.P. (1968). – Niznemelovye otlozheniia severa Tikhookeanskogo Kolt'sa. Nauka Sibirskoye Otldenie Instytut Vulkanologii, 137 p., Moscou.

BAYLE E. (1878). – Fossiles principaux des terrains. *Mém. Expl. Carte géol. France*, **4**, 158 pl., Paris.

BARRON E.J. (1987). – Cretaceous plate tectonic reconstructions. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, **59**, 3-29, Amsterdam.

BÉNAVIDES-CACÉRES V.E. (1956). – Cretaceous system in northern Peru. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, **108**, 4, 357-493, New York.

BIRKELUND T. & HAKANSSON E. (1983). – The Cretaceous of North Greenland - a stratigraphic and biogeographic analysis. *Zitteliana*, **10**, 7-25, Munich.

BOSE E. (1923). – Algunas faunas cretacicas de Zacatecas, Durango y Guerrero. *Bol. Inst. Geol. Mexico*, **42**, 219 p., Mexico.

BOSE E. (1928). – Cretaceous Ammonites from Texas and Northern Mexico. *Univ. Tex. Bull*, **2748**, 143-312, Austin.

BRAGA J. C., COMPANY M., GARCIA-HERNANDEZ M., LINARES A., RIVAS P. & SANDOVAL J. (1982). – El Albense superior en el sector de Huéscar (Provincia de Granada, Cordilleras Béticas). *In* : «II° Col. Estratigrafia y Paleogeografia del Cretàcico en España», *Cuad. Geol. Iber.*, **8**, 703-720, Madrid.

BRÉHERET J.G., CARON M. & DELAMETTE M. (1987). – Niveaux riches en matière organique dans l'Albien vocontien ; quelques caractères du paléoenvironnement; essai d'interprétation génétique. *Docum. Bur. Rech. Géol. Min.*, **110**, 141-191, Madrid.

BREISTROFFER M. (1931a). – Sur l'étage Albien en Chartreuse (Isère et Savoie). *C. R. Acad. Sci. Paris*, **193**, 23, 1202-1204, Paris.

BREISTROFFER M. (1931 b). – Etude de l'étage Albien dans le massif de la Chartreuse (Isère et Savoie). *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble*, **17**, 1-50, Grenoble.

BREISTROFFER M. (1936 a). – Les subdivisions du Vraconien dans le Sud-Est de la France. *Bull. Soc. géol. Fr.*, **2**, 23-25, Paris.

BREISTROFFER M. (1936 b). – Sur la stratigraphie du Crétacé moyen en Chartreuse. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **202**, 1691-1693, Paris.

BREISTROFFER M. (1940). – Révision des Ammonites du Vraconien de Salazac (Gard) et considérations générales sur ce sous-étage Albien. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc., Grenoble*, **22**, 71-171, Grenoble.

BREISTROFFER M. (1947). – Sur les zones d'Ammonites dans l'Albien de France et d'Angleterre. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc., Grenoble*, **26**, 17-104, Grenoble.

BREISTROFFER M. (1963). – Vues sur les zones d'Ammonites de l'Albien. *In* : «Colloque sur le Crétacé inférieur, Lyon, Sept. 1963», *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, **34**, 311-313, Paris.

BREISTROFFER M. (1983). – Le Mésocrétacique à ammonites en Europe et ailleurs. 108° Congr. Nat. Soc. Sav., Sér. Sc., **2**, 51-58, Grenoble.

BREISTROFFER M. & VILLOUTREYS O. (1953). – Les ammonites albiennes de Peille (Alpes maritimes). *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc.,Grenoble*, **30**, 69-74, Grenoble.

BRINKMANN R. (1937). – Biostratigraphie des Leymeriellenstammes nebst Bemerkungen zür Paläogeographie der Nordwest-deutschen Alb. *Mitt. Geol. Staatsinst.*, **16**, 1-18, Hamburg.

BÜRGL H. (1955). – El anticlinal de Apulo. *Bol. Geol Bogota* (Minist. Minas y Petroleos), **3**, 2, 2-22, Bogota.

BÜRGL H. (1957). – Biostratigrafia de la Sabana de Bogotà y sus alrededores. *Bol. Geol Bogota* (Minist. Minas y Petroleos), **5**, 2, 113-147, Bogota.

CALLOMON J.H. (1984). – Biostratigraphy, Chronostratigraphy and all that- again ! *In* : «II° International Symposium on Jurassic stratigraphy», Michelsen & Zeiss Eds., 907 p, Erlangen.

CASEY R. (1957). – The Cretaceous ammonite genus *Leymeriella*, with a systematic account of its british occurences. *Paleontology*, **1**, 1, 26-59, London.

CASEY R. (1978). – A monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand. *Palaeont. Soc*, Part. **8** , 583-632 , London.

CIRY R. (1927). – Révision de la faune albienne du département de la Côte d'Or. *Bull. Soc. Hist. Nat.*, **61**, 549 p., Toulouse.

COLLIGNON M. (1963). – Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar (Ammonites). Fasc.10, Albien. *Serv. Géol. Républ. Malgache*, 184 p., Tananarive.

COOPER M.R. (1974). – The Cretaceous stratigraphy of South-central Africa. *Ann. S. Afr. Mus.*, **66**, 5, 81-107, Cape Town.

COOPER M.R. (1978). – Uppermost Cenomanian-basal Turonian ammonites from Salinas, Angola. *Ann. S. Afr. Mus.*, **75**, 51-152, Cape Town.

COOPER M.R. (1992). – Towards a phylogenetic classification of the Cretaceous ammonites : II. Lyelliceratacеae. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **185**, 21-38, Stuttgart.

DEBRAND-PASSARD S. & COURBOULEIX S. (1984). – Synthèse géologique du Sud-Est de la France. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min. Fr.*, n° **126**, Orléans.

DELAMETTE M. (1988). – L'évolution du domaine helvétique (entre Bauges et Morcles) de l'Aptien supérieur au Turonien. *Publ. Dept. Géol. Paléont. Univ.* Genève, **5**, 316 p., Genève.

DELAMETTE M. (1989). – L'origine des mélanges de faunes dans les conglomérats phosphatés albiens-cénomaniens de la plate-forme helvétique (Alpes occidentales). *Rev. Paléobiol.*, vol. sp., **3**, 19-37, Genève.

DELANOY G. & LATIL J.L. (1988). – Découverte d'un nouveau gisement albien dans les environs de Drap (Alpes Maritimes, France) et description d'une riche ammonitofaune d'âge Albien terminal. *Geobios*, **21**, 6, 749-771, Lyon.

DESTOMBES P. (1973). – Hoplitidae et zonation nouvelle de l'Albien inférieur de Bully-St-Martin (Bray occidental). *C. R. Acad. Sc. Paris*, **277**, 2145-2148, Paris.

DESTOMBES P. (1977a). – The Gault at Bully, Pays de Bray. *Proc. Geol. Assoc.*, **88**, 1, 25-27, London.

DESTOMBES P. (1977b). – Some new Ammonites from the Gault at Bully. *Proc. Geol. Assoc.*, **88**, 1, 39-43, London.

DESTOMBES P. (1979). – Les ammonites de l'Albien inférieur et moyen dans le stratotype de l'Albien : Gisements, paléontologie, biozonation. *In* : «l'Albien de l'Aube», Rat P. Ed., Les stratotypes français, **5**, 51-193, C.N.R.S. Paris.

DESTOMBES P., JUIGNET P. & RIOULT M. (1973). – Ammonites de l'Aptien-Albien du pays de Caux. *Bull. Soc. Géol. Normandie*, **61**, 49-106, Le Havre.

DONOVAN D.T. (1953). – The Jurassic and Cretaceous stratigraphy and palaeontology of Trail Ö, East Greenland. *Med. Grönland*, **111**, 4, 1-150, Copenhagen.

DOUVILLÉ H. (1911). – Evolution et classification des Pulchelliidés. *Bull. Soc. géol. Fr.*, **4**, 11, 285-320, Paris.

DOUVILLÉ R. (1911). – Paleontologia Universalis : fiche n° 219, Paris.

DUBOURDIEU G. (1953). – Ammonites nouvelles des monts du Mellègue. *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, Ser. Paléont., **16**, 1-76, Alger.

ETAYO-SERNA F. (1979). – Zonation of the Cretaceous of central Colombia by ammonites. *Publ. Geol. Esp. Ingeominas*, 186 p., Bogota.

FISCHER P. (1880-87). – Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie conchyliologique. 1369 p., Paris.

FORSTER R. (1975). – Die geologische Entwicklung von Süd-Mozambique seit der Unterkreide und die Ammoniten-Fauna von Unterkreide und Cenoman. *Geol. Jb.*, **12**, 3-324, Stuttgart.

FRITEL P. (1906). – Sur les variations morphologiques d'*Acanthoceras milletianum*, d'Orbigny sp.. *Le Naturaliste*, **28** (2), n°472, 245-247.

GEBHARD G. (1983). – Stratigraphische kondensation am beispiel Mittelkretazischer vorkommen im perialpinen raum. Thèse de Doctorat, 145 p., Tübingen (inédit).

GERHARDT K. (1897). – Beitrag zur Kenntnis der Kreideformation in Columbien. *N. Jb. Mineral. Geol. Paläont.*, **11**, 65-117, Berlin.

GLAZOUNOVA A.E. (1953). – Ammonity Apta i Alba Kopet-daga, Malogo i Bol'shogo Balkhanov i Mangyshlaka. *Tr. Vses. Nauch. Issled.* Geol. Inst. (VSEGEI), 156 p, Leningrad.

GROSSOUVRE A. DE (1894). – Recherches sur la Craie Supérieure, deuxième partie, Paléontologie. Les Ammonites de la Craie Supérieure. *Mém. Carte Géol. Dét. France*, 264 p., Paris.

GUEX J. (1987). – Corrélations biochronologiques et associations unitaires. Presses polytechniques romandes, 244 p., Lausanne.

HEDBERG H. (1979). – Guide stratigraphique international. Doin Ed., Paris.

HOEDEMAEKER & BULOT (1990). – Preliminary ammonite zonation for the lower Cretaceous of the mediterranean region. *Géol. Alpine*, **66**, 123-127, Grenoble.

HOEPEN E.C.N. VAN (1941-51). – Die gekielde Ammoniete van die Suid-Afrikaanse Gault. *Palaont. Navors. Nas. Mus.*, 344 p., Bloemfontein.

HYATT A. (1900). – Cephalopoda. *In* : Text book of Paleontology, Zittel K.A., Eastman Ed., 502-592.

HYATT A. (1903). – *Pseudoceratites* of the Cretaceous. *U.S. Geol. Surv. Mon.*, **44**, 354 p., Washington.

IMLAY R.W. (1960). – Early Cretaceous (Albian) ammonites from the Chitina Valley and Talkeetna Mountains, Alaska. *Geol. Surv. Prof. Pap.*, **354-D**, 87-114.

JACOB CH. (1905). – Etude sur les ammonites et sur l'horizon stratigraphique du gisement de Clansayes. *Bull. Soc. Géol. France*, **4**, 5, 399-432, Paris.

JACOB CH. (1907). – Etudes paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines. *Trav. Lab. Géol. Univ., Grenoble*, **8**, 2, 280-590, Grenoble.

JACOB CH. (1907). – Etudes sur quelques ammonites du Crétacé moyen. *Mém. Soc. Géol. France*, **38**, 63 p., Paris.

JAYET A. (1927). – Etude stratigraphique de La Perte du Rhône, près de Bellegarde (Ain). *Eclogae Geol. Helv.*, **20**, 159-222, Basel.

JELETZKY J.A. (1964). – Illustrations of canadian fossils. Lower Cretaceous marine index fossils of the sedimentary basins of Western and arctic Canada. *Geol. Surv. Canada Pap.*, **64**, 11, 101 p., Toronto.

JELETZKY J.A. (1971). – Marine Cretaceous biotic province and Paleogeography of Western and arctic Canada. *Geol. Surv. Canada Pap.*, **70**, 22, 92 p., Toronto.

JELETZKY J.A. (1980). – New or formerly poorly known, biochronologically important gastroplitinid and cleoceratinid (Ammonitida) taxa from middle Albian rocks of mid-Western and arctic Canada. *Geol. Surv. Canada Pap.*, **79**, 22, 41 p., Toronto.

JONES D.L., MURPHY M.A. & PACKARD E.L. (1965). – The lower Cretaceous (Albian) ammonite genera *Leconteites* and *Brewericeras*. *Prof. Paps. U.S. Geol. Surv.*, **503F**, 21 p.

KEMPER E. (1975). – Die Cephalopoden aus dem Unter-Alb (Zone der Leymeriella tardefurcata) von Altwarmbüchen. *Ber. Natur. Hist. Ges.*, **119**, 87-111, Hanovre.

KEMPER E. (1982). – Das späte Apt und frühe Alb Nordwest-deutschlands, Versuch der umfassenden Analyse einer schichtenfolge. *Geol. Jahr.*, **A 65**, 703 p., Stuttgart.

KENNEDY W.J. & KLINGER H.C. (1975). – Cretaceous faunas from Zululand and Natal, South Africa. Introduction, stratigraphy. *Br. Mus. Nat. Hist.*, Ser. Geology, **25**, 4, 265-315, London.

KNECHTEL M., RICHARDS E. & RATHBURN M. (1947). – Mesozoic fossils of the peruvian Andes : Cephalopoda. *Johns Hopkins Univ. Studies in Geol.*, **15**, 1-150, Baltimore.

KOTETISHVILI E.V. (1983). – Sur la paléozoogéographie des bassins éocrétacés du Caucase. *Zitteliana*, **10**, 375-386, Munich.

LATIL J.L. (1989). – Les genres *Engonoceras* Neumayr & Uhlig,1881 et *Hypengonoceras* Spath, 1922 dans l'Albien supérieur (Z. à Dispar) de Salazac, Gard, France. *Rev. Paléobiol.*, **8**, 1, 51-63, Genève.

LATIL J.L. *in* HOEDEMAEKER & BULOT (1990). – Preliminary ammonite zonation for the lower Cretaceous of the mediterranean region. *Géol. Alpine*, **66**, 123-127, Grenoble.

LATIL J.L. (1990 b). – *Huescarites companyi* nov. gen., nov. sp. : a new albian (early Dispar Zone) *Flickiidae* Adkins, 1928 (Ammonoidea, Cephalopoda) from South-West Europe. *Mésogée*, **50**, 31-35, Marseille.

LATIL J.L. (1992). – Evolution des Lyelliceratinae Spath, 1921 (Ammonitina, Ammonoidea) de l'Albien inférieur et moyen : perspectives ontogénétiques et phylogénétiques. Thèse E.P.H.E., 128 p., Dijon (inédit).

LEYMERIE A. (1842). – Mémoire sur le terrain crétacé du département de l'Aube, contenant des considérations générales sur le terrain Néocomien. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, **1**, 5, Paris.

LEYMERIE A. (1846). – Statistique géologique et minéralogique du département de l'Aube. 676 p., Troyes.

MAC LEARN F.H. (1972). – Ammonoids of the lower Cretaceous sandstone member of the Haida formation, Skidegate Inlet, Queen Charlotte Islands, Western British Columbia. *Geol. Surv. Canada Bull.*, **188**, 78 p, Toronto.

MARCINOWSKI R. & WIEDMANN J. (1985). – The Albian ammonite fauna of Poland and its paleogeographical significance. *Acta Geol. Polon.*, **35**, 3-4, 199-218, Varsovie.

MEGNIEN C. & DEBRAND-PASSARD S. (1980). – Synthèse géologique du bassin de Paris. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, **102**, atlas, Orléans.

MICHELIN H. (1838). – Note sur une argile dépendant du Gault, observée au Gaty, près Géraudot. *Mém. Soc. Géol. France*, **3**, 97-103, Paris.

MIKHAILOVA I.A. (1973). – On the ontogeny of two species of the genus *Hoplites* Neumayr (Ammonoidea, Hoplitaceae). *Byul. M. O-va Isp. Pripody Otd. Geol.*, **48**, 91-102, Moscou (en Russe).

NAGY J. (1970). – Ammonite faunas and stratigraphy of lower Cretaceous (Albian) rocks in southern Spitsbergen. *Norsk. Polarinst. Skrift.*, **152,** 58 p., Oslo.

NEUMAYR M. (1875). – Die Ammoniten der Kreide und die systematik der Ammonitiden. *Z. dtsch. Geol. Ges.*, **27**, 854-942.

OBATA I., SHIBATA K. & OGAWA Y. (1975). – Albian Ammonites from the central Andes. *Bull. Nat. Sci. Mus.*, ser. C (Geol.), **1**, 2, 69-82, Tokyo.

ORBIGNY A. D' (1840-42). – Paléontologie française. Terrains crétacés. Céphalopodes. 662 p., Paris.

OWEN H. G. (1971). – Middle Albian stratigraphy in the Anglo-Paris Basin. *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist.*, Suppl. **8,** 164 p., London.

OWEN H. G. (1984). – Albian stage and substage boundaries. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, **33**, 183-189, Copenhagen.

OWEN H.G. (1985). – The Albian stage : European Province chronology and Ammonite zonation. *Cretaceous Research*, **5**, 329-344, London.

OWEN H.G. (1988a). – Correlation of ammonite faunal provinces in the Lower Albian (mid-Cretaceous). *In* : «Cephalopods – Present and Past», Wiedmann J. & Kullmann J. Eds., 477-489, Schweizerbart'sche Verlag., Stuttgart.

OWEN H.G. (1988b). – The ammonite zonal sequence and ammonite taxonomy in the Douvilleiceras mammillatum Superzone (Lower Albian) in Europe. *Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.)*, Geol. Ser., **44,** 3, 177-231, London.

PARONA C.F & BONARELLI G. (1897). – Fossili albiani d'Escragnolles, del Nizzardo e della Liguria occidentale. *Paleontogr. Ital.*, **2**, 53-112, Pise.

PERGAMENT M.A. (1969). – Zonal'nyye podrazde leniya mela severo-vostoka Azili i sopostavlenye a amerikanskoy i yevropeyskoy shkalami. *Izvest. Akad. Nauk SSSR* (Geol.), **4**, 106-119, Moscou (en russe).

PERVINQUIERE L. (1907). – Etudes de paléontologie tunisienne. 1ère Partie. Céphalopodes des terrains secondaires. *Mém. Carte Géol. Tunisie*, 438 p., Tunis.

PICTET F.J. & ROUX W. (1847-1854). – Description des mollusques fossiles qui se trouvent dans les grès verts des environs de Genève. *Mém. Soc. Phys. Hist. Nat.*, **11** (1847), 257-412 ; **12** (1849), 157-287 ; **13** (1854), 73-173, 489-558 ; Genève.

PICTET F.J. & CAMPICHE G. (1858-1864). – Description des fossiles du terrain crétacé des environs de Ste Croix. *Matériaux Paléont. Suisse*, 1 (1858-60), 380 p., 2 (1861-64), 752 p., Genève.

QUENSTEDT F.A. (1845-1849). – Petrefactenkunde Deutschlands 1. Die Cephalopoden. 580 p., Tübingen.

RAT P. *et al.* (1979). – L'Albien de l'Aube. Les Stratotypes français, **5**, C.N.R.S. Ed., 448 p., Paris.

REESIDE J.B. JR. & COBBAN W.A. (1960). – Studies of the Mowry shale (Cretaceous) and contemporary formations in the United States and Canada. *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, **355**, 126 p.

RENZ O. *in* SIBUET J.C., RYAN W.B.F. *et al.* (1979). – Lower Cretaceous Ammonoidea from the northern Atlantic, leg 47B, Hole 398D, *DSDP. Init. Repts.* Deap Sea Drill. Proj., 47/2, 361-369, Washington (U.S. Government Print Office).

RENZ O. (1982). – The Cretaceous Ammonites of Venezuela. Birkhäuser Ed., 132 p., Bâle.

RIEDEL L. (1938). – Estudios geologicos y paleontologicos sobre la Cordillera Oriental de Colombia. Ammonitas del Cretacico inferior de la Cordillera Oriental. *Dept. Minas y Petroleo*, **2**, 7-80, Bogota.

SAVELIEV A.A. (1973). – Sratigrafiya i Ammonity nizhnego Al'ba Mangyshlaka (zony Leymeriella tardefurcata i Leymeriella regularis). *Trudy Vses. Neft. Nauchno-issled. Geol. Rasv. Inst.*, **323**, 339 p., Leningrad (en russe).

SCHLOTHEIM E.F. VON (1813). – Beiträge zur Naturgeschichte der Versteinerungen in geognostischer Hinsicht. *In* Leonhard : *Taschenbuch für die gesammte Mineralogie*. 1c. Jahrg., **7**, 1, p. 68.

SEELEY H.G. (1865). – On Ammonites of the Cambridge Greensand in the Woodwardian Museum, Cambridge. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, **16**, 225-247, Cambridge.

SEUNES J. (1887). – Sur quelques ammonites du Gault. *Bull. Soc. Géol. France*, **3**, 15, 557-571, Paris.

SMITH A.G., BRIDEN J.C. & DREWY G.E. (1973). – Phanerozoic world maps. *Sp. Pap. Palaeont.*, **12**, 1-42, London.

SOWERBY J. & SOWERBY J. DE C. (1812-46). – The mineral conchyology of Great Britain. 7 vols, London.

SPATH L.F. (1921). – On Cretaceous cephalopoda from Zululand. *Ann. S. Afr. Mus.*, **12**, 217-321, Cape Town.

SPATH L.F. (1922). – On Cretaceous Ammonoidea from Angola, collected by Prof. J.W. Gregory, D. Sc. F.R.S. *Trans. Roy. Soc.*, **53**, 91-160, Edimborough.

SPATH L.F (1923-43). – A monograph of the Ammonoidea of the Gault. *Palaontogr. Soc.*, 787 p., London.

SPATH L.F. (1930). – The Lower Cretaceous Ammonoidea with notes on Albian Cephalopoda from Hazara. The fossil fauna of the Samana Range and some neighbouring areas. *Palaeont. Indica*, n.s. **15**, 50-66, Calcutta.

SPATH L.F. (1937). – The canadian ammonite genus *Gastroplites* in the english Gault. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, **10**, 9, 257-260, Cambridge.

STEINMANN G. (1881). – Uber Tithon und Kreide in den Peruanischen Anden. *N. Jb. Mineral. Geol. Paläont.*, **2**, 130-153, Berlin.

STOLICZKA F. (1863-66). – The fossil cephalopoda of the Cretaceous rocks of southern India. *Paleont. Indica*, 41-216, Calcutta.

TAVANI G. (1942). – Paleontologia della Somalia. III Fossili del Cretaceo. 6- Molluschi del Cretaceo della Somalia. *Paleontogr. Ital.*, **32**, suppl. 4, 7-47, Pise.

TAVANI G. (1948). – Fauna malacologica Cretacea della Somalia e dell'Ogaden. *Paleontogr. Ital.*, **43**, 84-153, Pise.

TAVANI G. (1949). – Fauna malacologica Cretacea della Somalia e dell'Ogaden (II. Gastropoda – Cephalopoda – Conclusioni.). *Paleontogr. Ital.*, **45**, N.S. 5, 1-76, Pise.

WHITEHOUSE F. W. (1926). – The Cretaceous Ammonoidea of Eastern Australia. *Mem. Queensl. Mus.*, **8**, 5, 195-242, Brisbane.

WOLLEMANN A. (1904). – Die fauna des mittleren Gaults von Algermissen. *Jahrb. preuss. Geol. Landes*, **24,** 22-42, Berlin.

WRIGHT C.W. (1952). – A classification of the Cretaceous Ammonites. *J. Paleont.*, **26**, 213-222, Tulsa.

WRIGHT C. W. *in* ARKELL W. J., KUMMEL B. & WRIGHT C. W. (1957). – Treatise of invertebrate Paleontology, **L129**, 402, Kansas.

WRIGHT C.W. (1980). – Cretaceous Ammonoidea. *In* : «The Ammonoidea», House M.R. & Senior J. R. Ed., Academic Press, 157-174, Oxford.

WRIGHT C.W. & WRIGHT E.V. (1951). – A survey of the fossil Cephalopoda of the Chalk of Great Britain. *Palaeontogr. Soc.*, 40 p., London.

YOUNG K. (1966). – Texas Mojsisovicziinae (Ammonoidea). and the zonation of the Fredericksburg. *Geol. Soc. Amer.*, **100**, 225 p., Tulsa.

YOUNG K. (1968). – Upper Albian (Cretaceous, M. roemeri Zone) Ammonites in Texas and Mexico. *J. Paleont.*, **42**, 70-80, Tulsa.

YOUNG K. (1974). – Lower Albian (Cretaceous) Ammonites of Texas. *Geoscience and Man*, **8**, 175-228, Austin.

Planche 1

Fig. 1 – *Tegoceras mosense* (D'ORBIGNY, 1841) : Le Perchois-Est (Aube, France), Zone à Chalensis, Sous-Zone à Floridum ; n° MHNH 26.5.65. **x 1.**

Fig. 2 – *Tegoceras mosense* (D'ORBIGNY, 1841) : Albien inférieur de Peille (Alpes-Maritimes, France) ; n° CEM 28710. **x 1.**

Fig. 3 – *Tegoceras mosense* (D'ORBIGNY, 1841) : Albien inférieur d'Eze (Alpes-Maritimes, France) ; coll. Latil n° EZE 6. **x 1.**

Fig. 4 – *Tegoceras mosense* (D'ORBIGNY, 1841) : Albien inférieur d'Eze (Alpes-Maritimes, France) ; coll. Latil n° EZE 1. **x 1.**

Fig. 5 – *Tegoceras mosense* (d'ORBIGNY, 1841) : Albien inférieur d'Eze (Alpes-Maritimes, France) ; coll. Latil n° EZE 2. **x 1.**

Fig. 6 – *Tegoceras camatteanum* (D'ORBIGNY, 1841) : Bully (Seine-Maritime, France), Zone à Auritiformis, Sous-Zone à Bulliensis ; n° MHNH 9.12.72. **x 1.**

Fig. 7 – *Tegoceras camatteanum* (D'ORBIGNY, 1841) : Bully (Seine-Maritime, France), Zone à Auritiformis, Sous-Zone à Bulliensis ; n° MHNH 10.3.73. **x 1.**

Fig. 8 – *Tegoceras camatteanum* (D'ORBIGNY, 1841) : Bully (Seine-Maritime, France), Zone à Auritiformis, Sous-Zone à Bulliensis ; n° MHNH 5.5.73. **x 1.**

Fig. 9 – *Tegoceras camatteanum* (D'ORBIGNY, 1841) : Les Ferres (Alpes-Maritimes, France), Zone à Auritiformis ; n° CEM 28377. **x 1.**

Fig. 10 – *Tegoceras camatteanum* (D'ORBIGNY, 1841) : Gourdon (Var, France), Zone à Auritiformis ; n° CEM 382. **x 1.**

Fig. 11 – *Tegoceras camatteanum* (D'ORBIGNY, 1841) : Escragnolles (Var, France), Zone à Auritiformis ; n° BMNH 37626a. **x 1.**

Fig. 12 – *Tegoceras camatteanum* (D'ORBIGNY, 1841) : holotype de *Tegoceras quadratum* DESTOMBES, 1974 ; Bully (Seine-Maritime, France), Zone à Auritiformis, Sous-zone à Bulliensis ; n° MHNH 17.10.70. **x 1.**

Fig. 13 – *Tegoceras camatteanum* (D'ORBIGNY, 1841) : Gourdon (Var, France), Zone à Auritiformis ; n° CEM 383. **x 1.**

MHNH = Museum d'Histoire naturelle du Havre
CEM = Centre d'Etudes méditerranéennes, Museum d'Histoire Naturelle de Nice
BMNH = British Museum of National History, Londres

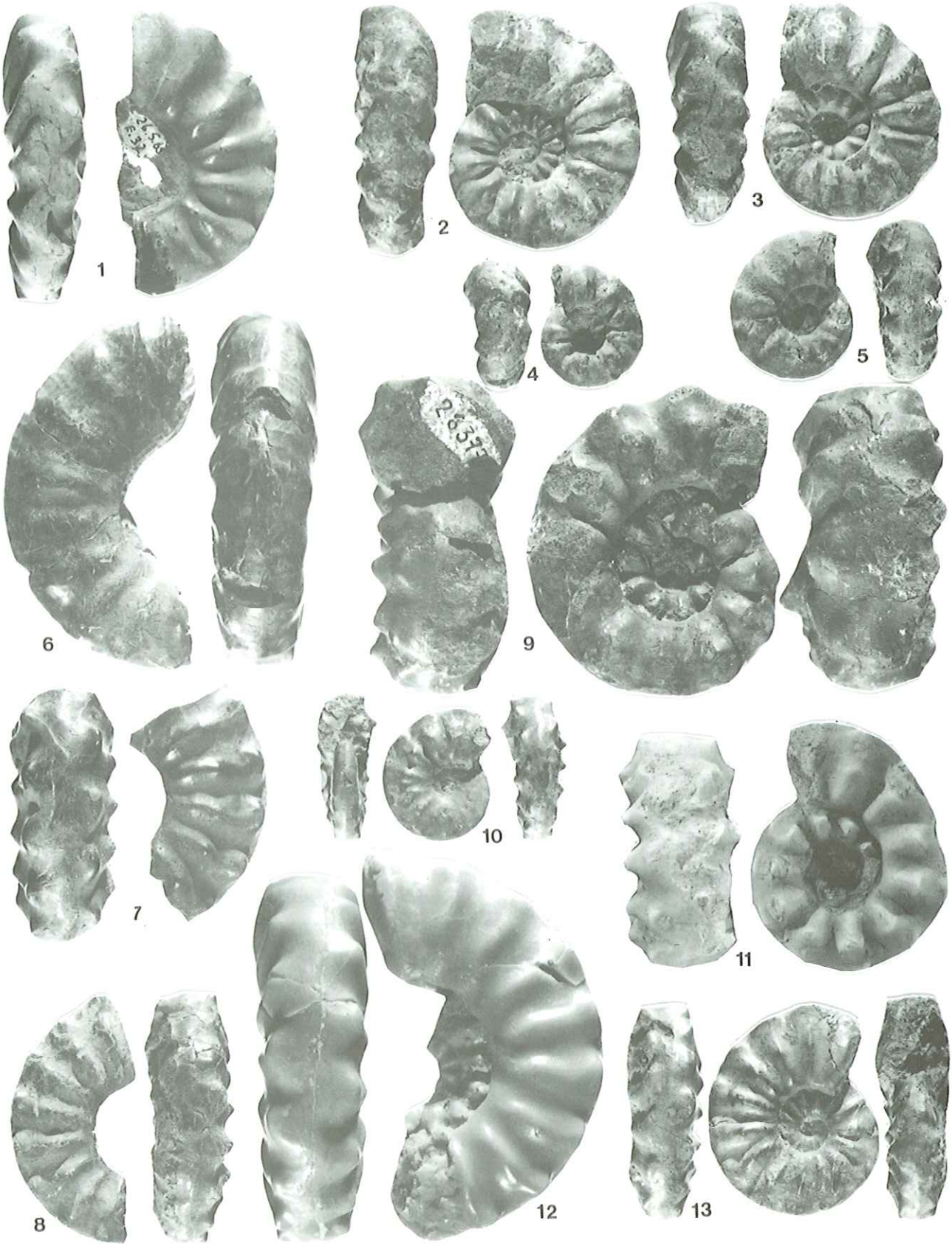

1
2
3
4
5
6
9
10
7
11
8
12
13

Planche 2

Fig. 1 – *Lyelliceras vaasti* DESTOMBES, JUIGNET & RIOULT, 1973 ; Courville (Seine-Maritime) ; couche C11 : Zone à Auritiformis, Sous-Zone à Steinmanni ; MHNH, leg Vaast. **x 1.**

Fig. 2 – *Lyelliceras vaasti* DESTOMBES, JUIGNET & RIOULT, 1973 ; Bully (Seine-Maritime) ; niveau 3f : Zone à Auritiformis, Sous-Zone à Steinmanni ; MHNH, leg Destombes. **x 1.**

Fig. 3 – *Lyelliceras vaasti* DESTOMBES, JUIGNET & RIOULT, 1973 ; Bully (Seine-Maritime) ; niveau 3f : Zone à Auritiformis, Sous-Zone à Steinmanni ; MHNH 5.10.71. **x 1.**

Fig. 4 – *Lyelliceras huberianum* (PICTET, 1847) ; Albien inférieur-moyen du Rimet (Isère, France) ; ENSM A222. **x 1.**

Fig. 5 – *Lyelliceras huberianum* (PICTET, 1847) ; Albien inférieur-moyen d'Escragnolles (Var, France) ; MHNM 1989.81. **x 1.**

Fig. 6 – *Lyelliceras* sp. cf. *L. pseudolyelli* (PARONA & BONARELLI, 1897) ; Escragnolles (Var, France) ; Zone à Auritiformis; BMNH 37629. **x 1.**

Fig. 7 – *Lyelliceras pseudolyelli* (PARONA & BONARELLI, 1897) ; Escragnolles (Var, France) ; Zone à Auritiformis ; BMNH 37662. **x 1.**

Fig. 8 – *Lyelliceras pseudolyelli* (PARONA & BONARELLI, 1897) ; Escragnolles (Var, France) ; Zone à Auritiformis; BMNH 37629a. **x 1.**

Fig. 9 – *Lyelliceras* sp. ; Le Gaty (Aube, France) ; Zone à Dentatus, Sous-zone à Lyelli ; UD D 58. **x 1.**

Fig. 10 – *Lyelliceras pseudolyelli* (PARONA & BONARELLI, 1897) ; Albien inférieur-moyen du Rimet (Isère, France) ; ENSM A223. **x 1.**

Fig. 11 – *Lyelliceras pseudolyelli* (PARONA & BONARELLI, 1897) ; Escragnolles (Var, France) ; Zone à Auritiformis ; ENSM A228. **x 1.**

Fig. 12 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* d'Orbigny, 1841) ; Albien inférieur-moyen d'Escragnolles (Var, France) ; ENSM A1428, figuré *in* Bayle 1878, pl. 74, fig. 5-6. **x 1.**

Fig. 13 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* d'Orbigny, 1841) ; Le Gaty (Aube, France) ; Zone à Dentatus, Sous-zone à Lyelli, niveau O ; UD. GAT 1. **x 1.**

BMNH = British Museum of National History, Londres
MHNH = Museum d'Histoire naturelle du Havre
MHNM = Museum d'Histoire Naturelle de Marseille
ENSM-FSL = Ecole Nationale Supérieure des Mines, collections conservées à l'Université de Lyon
UD = Université de Dijon

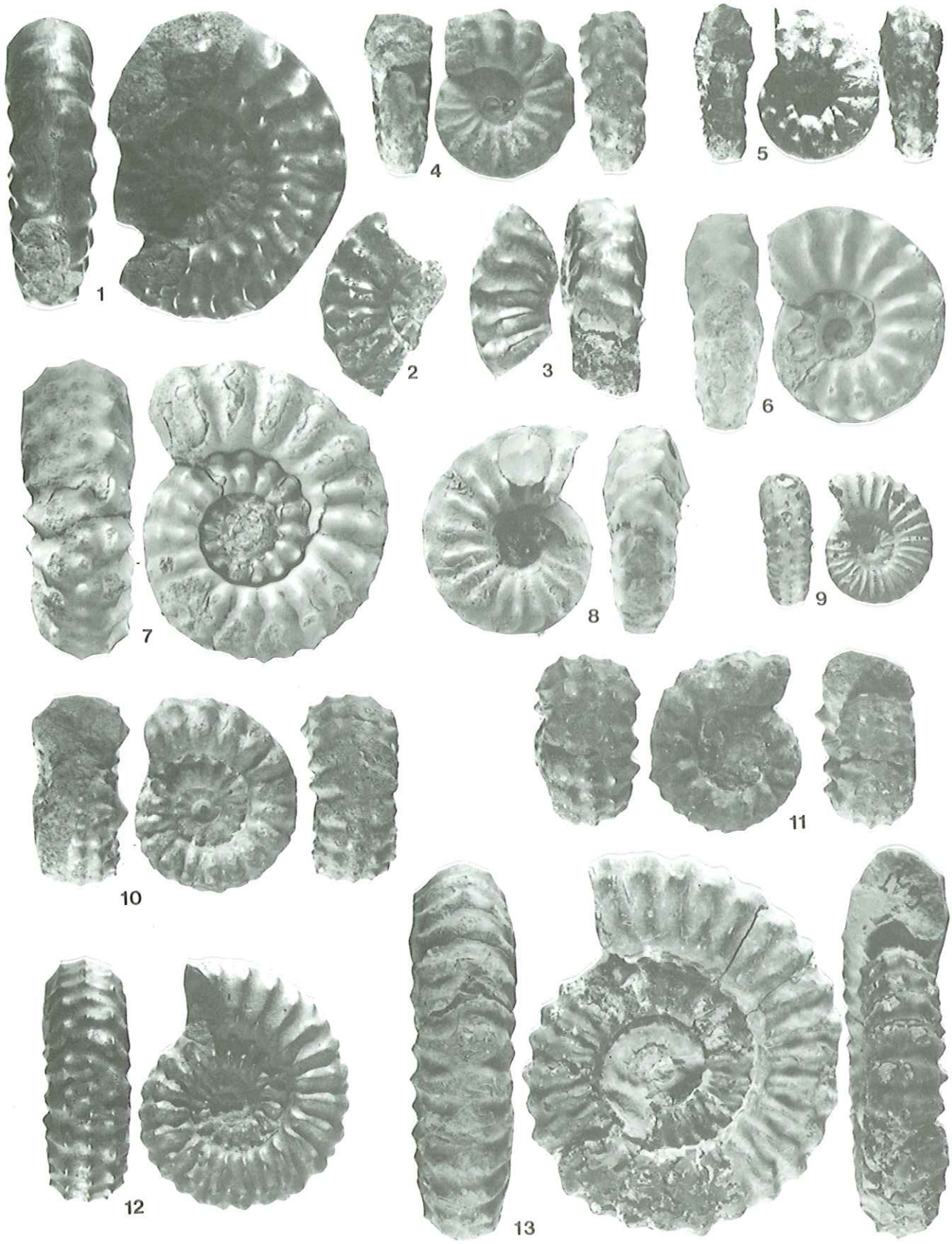

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

Planche 3

Fig. 1 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* D'ORBIGNY, 1841) ; sommet de la Sous-zone à Lyelli du Gaty (Aube, France), individu juvénile ; n° UD D5. **x 1.**

Fig. 2 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* D'ORBIGNY, 1841) ; idem ; n° UD D13. **x 1.**

Fig. 3 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* D'ORBIGNY, 1841) ; sommet de la Sous-zone à Lyelli du Gaty (Aube, France), individu pré adulte ; n° UD D51. **x 1.**

Fig. 4 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* D'ORBIGNY, 1841) ; idem ; n° UD D50. **x 1.**

Fig. 5 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* D'ORBIGNY, 1841) ; idem ; n° UD D48. **x 1.**

Fig. 6 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* D'ORBIGNY, 1841) ; idem ; n° UD D57. **x 1.**

Fig. 7 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* D'ORBIGNY, 1841) ; idem ; n° UD D49. **x 1.**

Fig. 8 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* D'ORBIGNY, 1841) ; idem ; n° UD D26. **x 1.**

Fig. 9 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* D'ORBIGNY, 1841) ; idem ; n° UD D28. **x 1.**

Fig. 10 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* D'ORBIGNY, 1841)) ; idem; n° UD D27. **x 1.**

Fig. 11 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* D'ORBIGNY, 1841) ; idem ; n° UD D17. **x 1.**

Fig. 12 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* D'ORBIGNY, 1841) ; idem ; n° UD D84. **x 1.**

Fig. 13 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* D'ORBIGNY, 1841) ; idem ; n° UD D29. **x 1.**

Fig. 14 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* D'ORBIGNY, 1841) ; idem ; n° UD D87. **x 1.**

Fig. 15 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* D'ORBIGNY, 1841) ; idem ; n° UD D112. **x 1.**

Fig. 16 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* D'ORBIGNY, 1841) ; idem ; n° UD D121. **x 1.**

Fig. 17 – *Lyelliceras lyelli* (LEYMERIE *in* D'ORBIGNY, 1841) ; idem ; n° UD D123. **x 1.**

Fig. 18 – *Lyelliceras* nov. sp. ; Sous-Zone à Lyelli d'Escragnolles (Var, France) ; n° FSL 341505. **x 1.**

Fig. 19 – *Lyelliceras* nov. sp. ; idem ; n° BMNH C.37265e. **x 1.**

Fig. 20 – *Lyelliceras* nov. sp. ; idem ; n° MHNM 1989-69. **x 1.**

Fig. 21 – *Lyelliceras versicostatum* (MICHELIN, 1838) ; sommet de la Sous-zone à Lyelli du Gaty (Aube, France), individu pré adulte ; n° UD D106. **x 1.**

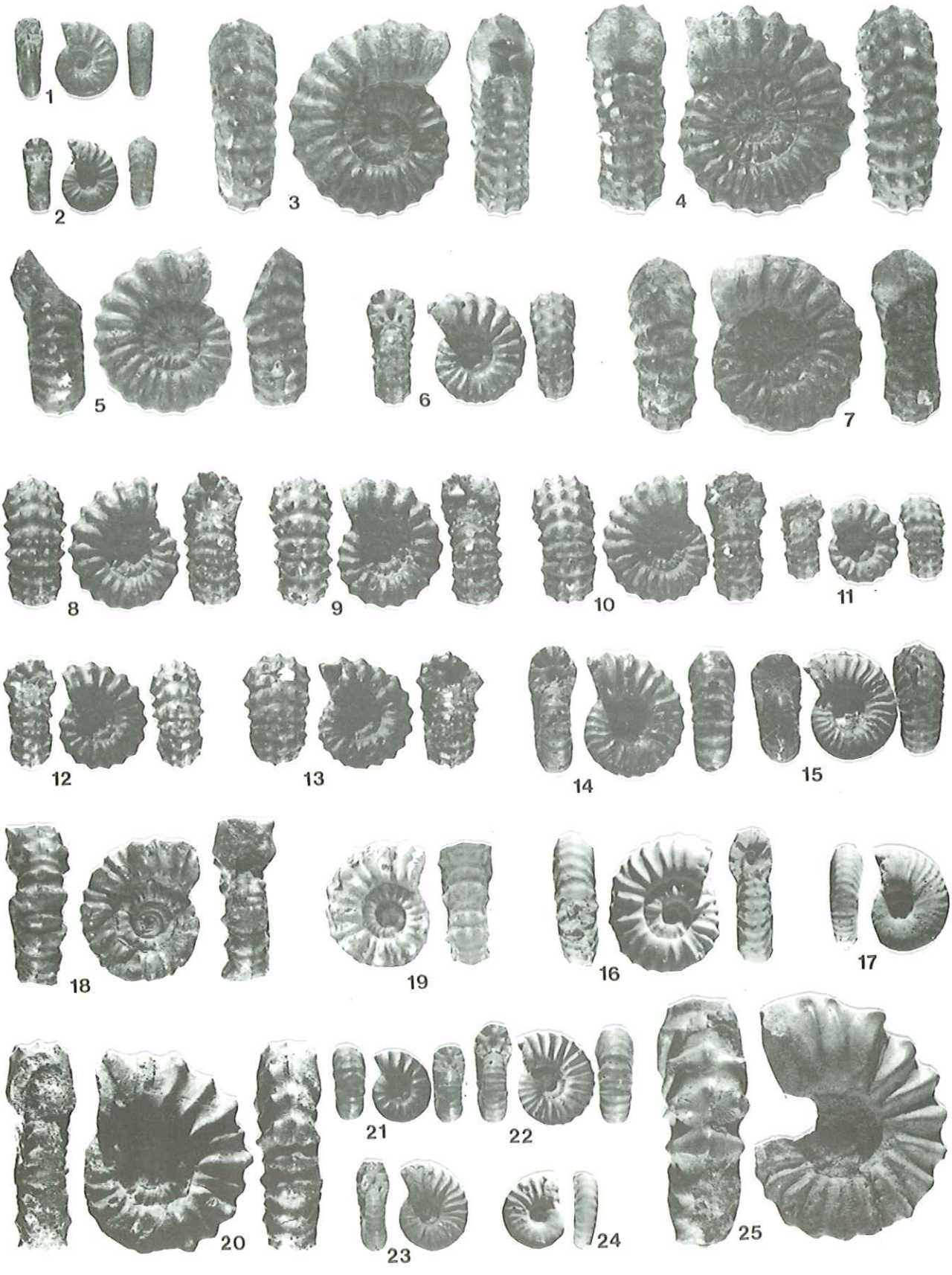
Fig. 22 – *Lyelliceras versicostatum* (MICHELIN, 1838) ; idem ; n° UD D98. **x 1.**

Fig. 23 – *Lyelliceras versicostatum* MICHELIN, 1838) ; idem ; n° UD D108. **x 1.**

Fig. 24 – *Lyelliceras versicostatum* (MICHELIN, 1838) ; idem; n° UD D124. **x 1.**

Fig. 25 – gen. indet. ; Albien inférieur de Bellegarde (Ain, France) ; n° MHNG 54405. **x 1.**

UD = Université de Dijon
FSL = Faculté des Sciences de Lyon, Université Claude Bernard à Villeurbanne
BMNH = British Museum of National History, Londres
MHNM = Museum d'Histoire Naturelle de Marseille
MHNG = Museum d'Histoire Naturelle de Genève


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

Géologie Alpine, 1994, Mém. H.S. n° 20, p. 383-399

The Lower Cretaceous Cephalopod Team First Field Meeting (Digne, 1990)

The Lower Cretaceous of the South Vocontian basin and margins

by Luc G. BULOT *, Jean-Pierre THIEULOY *, Hubert ARNAUD * and Gérard DELANOY **

ABSTRACT. — Abstract : This paper present the geological excursion which was carried out during the 1st Workshop of the International working group on Lower Cretaceous Cephalopods (IGCP 262). The aim of this field-trip was to present an overview on some key sections of the SE France basin (Late Berriasian to Early Aptian).

KEY WORDS. — Ammonites, Biostratigraphy, Lower Cretaceous, SE France.

Première réunion sur le terrain du groupe de travail sur les ammonites du Crétacé inférieur (Digne, 1990)

Le Crétacé inférieur du bassin vocontien et de ses bordures

RÉSUMÉ. — Cette note résume l'excursion géologique qui a été organisée, dans le cadre du programme PIGC 262, lors de la première réunion du groupe de travail international sur les zonations d'ammonites du Crétacé inférieur. Le but de cette tournée sur le terrain était de présenter un certain nombre de coupes de référence du Sud-Est de la France (Berriasien supérieur à Aptien inférieur).

MOTS CLÉS. — Ammonites, Biostratigraphie, Crétacé inférieur, France SE.

1. – INTRODUCTION

The purpose of the field meeting was to present some Late Berriasian to Early Aptian key sections situated in the vicinity of Digne (Alpes de Haute-Provence). Four localities were investigated by the party.

On the first day, the Berriasian-Valanginian boundary beds at Barret-le-Bas (Hautes-Alpes) and the Late Valanginian-Early Hauterivian succession at La Charce (Drôme), were successively visited by the excursion. It should be noted, that both sections were formerly designed as reference sections for the Western Tethys [Thieuloy, 1977 ; Busnardo *et al.*, 1979].

The following day, a first stop was made at the Vignon Gully, near Barrême (Alpes de Haute-Provence), in order to look at the Late Barremian to Early Aptian beds. On the same day, the excursion reached the outer platform outcrops of the Verdon area (Castellane arc, Alpes de Haute-Provence). An overview of the local Lower Cretaceous succession was presented from the «Point Sublime», and a Valanginian-Hauterivian section was studied in details at the Pont de Carajuan (Rougon, Alpes de Haute-Provence).

* Laboratoire de Géologie des Chaînes Alpines, Institut Dolomieu, 15 rue Maurice Gignoux, 38031 Grenoble cédex, France.
** Museum d'Histoire Naturelle, 60 Boulevard Risso, 06300 Nice, France.

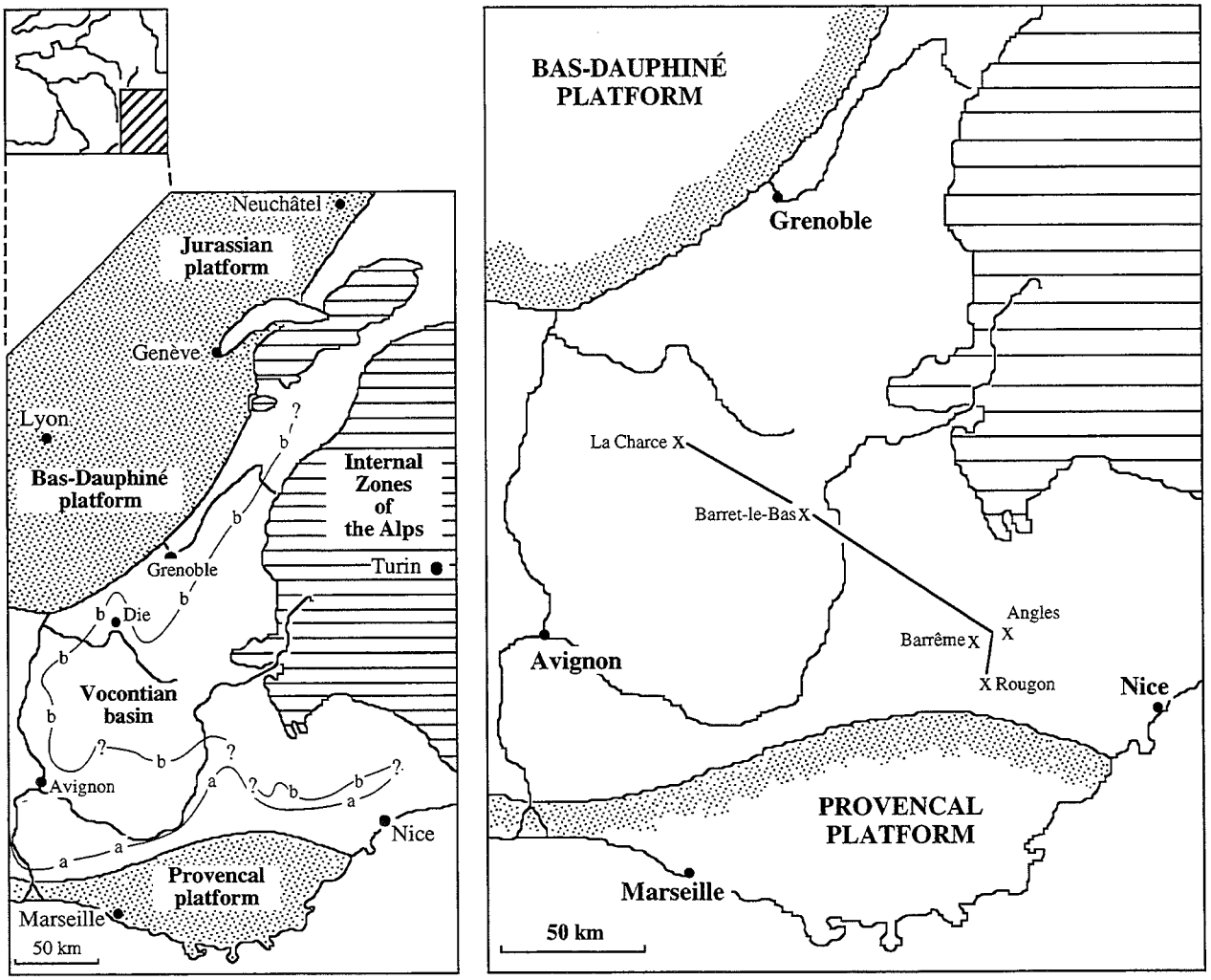


FIG. 1. – Paleoeographical setting of the studied transect.

Back in July 1990, all the outcrops visited were in course of reinvestigation and the field documents distributed to the participants were preliminary results that are updated herein. In the meanwhile, several papers have been published on the basin type key sections (Barret-le-Bas, La Charce and Le Vignon). Therefore, the following lines will : 1) summarize our knowledge of these localities, 2) give special emphasis to the biochronostratigraphy of the Point Sublime and Carajuan sections, two localities were the detailed stratigraphy was still to be published.

2. – GENERAL GEOLOGICAL SETTING

During Lower Cretaceous times, the South Eastern France Basin (**SFB**) was an epicontinental basin, open to the East on the Ligurian Tethys, and surrounded to the South, the West and the North, by platforms (fig. 1). This palaeogeography implies that the successions are quite different when looking along a platform-basin transect (fig. 2). Moreover, as already pointed out by Arnaud *et al.* [1993], during the Late Berriasian, the Early Valanginian and the Barremian, the Southern and the Northern margins of the **SFB** show fairly different evolutions. On a more specific point of view, the southern margin of the **SFB** can be divided in three different domains :

- a platform domain (Provencal platform), characterized by the predominance of calcareous Formations such as the «Calcaires Blancs de Provence» and the «Urgonian limestones» ;

- a basinal domain (Vocontian basin), characterized by the deposition of cyclic marls-limestones alternations ;

- an intermediate domain, characterized by the backstepping of hemipelagic sediments which rest unconformably, and diachronously on the outer part of the Provencal platform («Calcaires Blancs de Provence» *sensu lato*).

These aspects of the **SFB** Lower Cretaceous stratigraphy and palaeogeography can easily be examplified in the «Castellane arc» area (Alpes de Haute-Provence) which was visited by the Lower

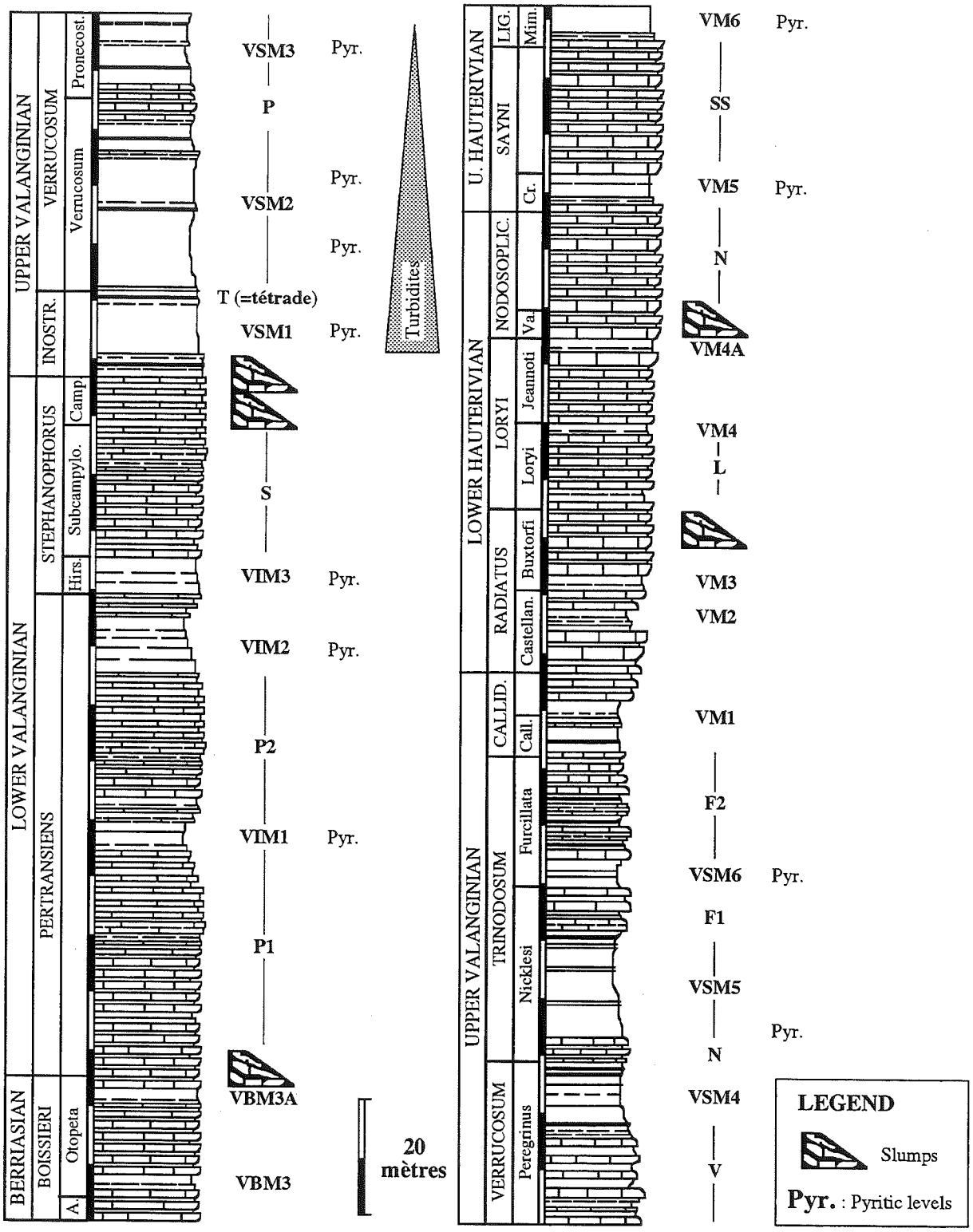


FIG. 2. – Synthetic log of the basin type sections of the South Eastern France Basin (SFB) [Bulot, 1995].

Cretaceous Cephalopod Team of IGCP Project 262 (fig. 3). The other aim of the excursion was concentrated on biochronostratigraphic problems to be solved through a detailed study of the basin type successions.

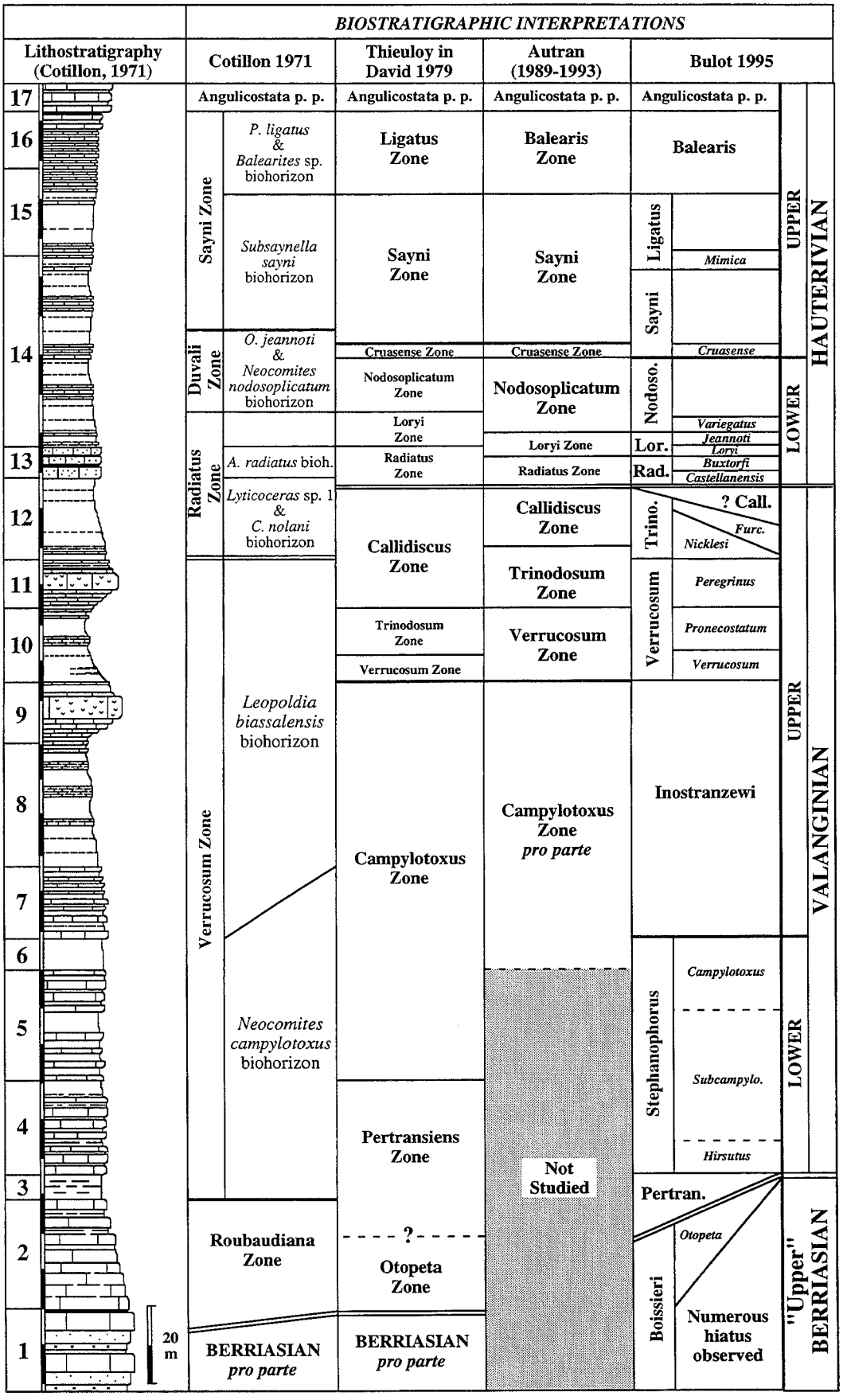


FIG. 3. – Synthetic log of the outer shelf sections of the North-Provencal Platform (NPP) [Bulot, 1995].

3. – The basin type succession at Barret-le-Bas (Berriasian-Valanginian), La Charce (Valanginian-Hauterivian) and Barrême (Barremian-Aptian)

3.1. Barret-le-Bas

Barret-le-Bas was selected in 1963 by the French Cretaceous Group as one of the alternative reference section (Mesogean hypostratotypes) to the poorly exposed and unfossiliferous Valanginian stratotype (Swiss Jura).

A first account to the ammonite succession that characterize the Late Berriasian-Early Valanginian beds was presented during the field trips of the Symposium on the Jurassic-Cretaceous boundary held in Lyon and Neuchâtel (1971). A guide book was published at this occasion and a paper by Remane and Thieuloy [1971] describes the preliminary biostratigraphic results. This study was followed by a multidisciplinary work published under the coordination of Busnardo, Thieuloy and Moullade [1979]. Since, Bulot [1990, 1995] and Blanc [1995] have shown that some of the stratigraphic conclusions of Busnardo *et al.* [1979] need revision.

The reader will find herein a revised version of the ammonite distribution of the Berriasian-Valanginian boundary beds (fig. 4). The rest of the Early Valanginian succession, with definition of the Stephanophorus Zone and its subdivisions, are to be found *in* Bulot and Thieuloy [1994, this volume]. Whatever is the position of the Berriasian-Valanginian boundary [see table 1 and discussions *in* Bulot *et al.*, 1993 and Blanc *et al.*, 1994], some points deserve special highlightings.

a) **In the lower part of the *otopeta* subzone** (beds BLB -26 to BLB -17)**, the ammonite assemblages are dominated by Berriasian species** such as *Fauriella boissieri*, *Berriasella callisto*, *Fauriella donzei* and *Tirnovella alpillensis*, that have already appeared in the *picteti* and *alpillensis* subzones (fig. 4).

b) To the difference of the Montbrun-les-Bains, La Faurie-Pusteau and Col du Papavet sections, **the upper part of the *otopeta* subzone is poor in ammonites** [compare with figures *in* Bulot, 1995 ; Bulot and Thieuloy, 1994, this volume]. The extension of the *K. thieuloyi* horizon can hardly be identified at Barret by means of ammonites.

c) **The LOD of «*T.*» *pertransiens* in bed BLB 1 correlates with the FAD of *Calpionellites darderi*.** This observation has been extended to many other sections in SE France and SE Spain [Bulot *et al.*, 1993 ; Blanc *et al.*, 1994 ; Bulot, 1995 ; Company, pers. comm.). According to the recent resolution of IUGS, the base of the Valanginian is placed at the base of bed BLB 1 at Barret-le-Bas.

d) The first *Busnardoites* (*B.* cf. *roberti* Bulot, 1995) have been located at bed BLB 59 [see figure 3 *in* Bulot and Thieuloy, 1994, this volume]. At this level, *Baronnites hirsutus* and *Olcostephanus (O.) josephinus* are abundant and characterize the *B. hirsutus* biohorizon. Observations at a larger scale show that the important faunal turnover ocurs at this level, is **geographically limited to the southern part of the SFB** [Bulot *et al.*, 1990]. **This turnover has been choosed to mark the base of the Stephanophorus Zone (= Salinarium Zone *sensu* Company)**. This new biounit includes therefore the *B. hirsutus* biohorizon that was formerly included in the *pertransiens* zone *sensu* Busnardo and Thieuloy [1979].

3.2. La Charce

Since the early days of alpine geology, the outcrops around the small village of La Charce are well known for their highly fossiliferous ammonite content. Moullade [1966] was the first author whom described with some details the Lower Cretaceous stratigraphic column. This preliminary work was quickly followed by the publication of fearly detailed biostratigraphic data [Thieuloy, 1977, uppermost Valanginian - lowermost Hauterivian ; Immel, 1979, Barremian].

Because of its highly fossiliferous content, La Charce has progressively been selected as «**The key section**» for the Upper Valanginian of the **SFB**. A first step was concluded since Thieuloy [1977] proposed this locality as a potential stratotype section for the Valanginian - Hauterivian boundary. More recently, the Golden Spikes of most of the Late Valanginian and Early Hauterivian biochronozones were designed in the Serre de l'Ane section [Bulot *et al.*, 1992 ; Bulot and Thieuloy, 1994, this volume ; Bulot, 1995]. Similarly, the extension and assemblages of the biohorizons were defined after the La Charce outcrops. Moreover, the reader will find herein an updated version of the biostratigraphy of the Valanginian - Hauterivian boundary beds (fig. 5).

So far, the oldest *A. radiatus* has been found at bed LCH 254 [Thieuloy, 1977], but it should be noted that the first *Acanthodiscus* sp. were found at bed LCH 251 and LCH 252. In the future, this new data may slighly modify the position of the Valanginian-Hauterivian boundary at La Charce depending on which definition the Hauterivian stage is retain.

As long as the base of the Hauterivian is defined by the base of the Radiatus biochronozone characterized by the first occurence of its index species, there is no good reason to change the Valanginian-Hauterivian boundary at La Charce. On the other hand, the uppermost part of the Valanginian Callidiscus Zone is characterized by the occurence of *N. (T.) castellanensiformis* Bulot [1995], a species that was already recognized by Thieuloy [1977] as an intermediate form between the *Teschenites* of the *pachydicranus* and the *Breistrofferella* of the *castellanensis* group (see palaeontological appendix).

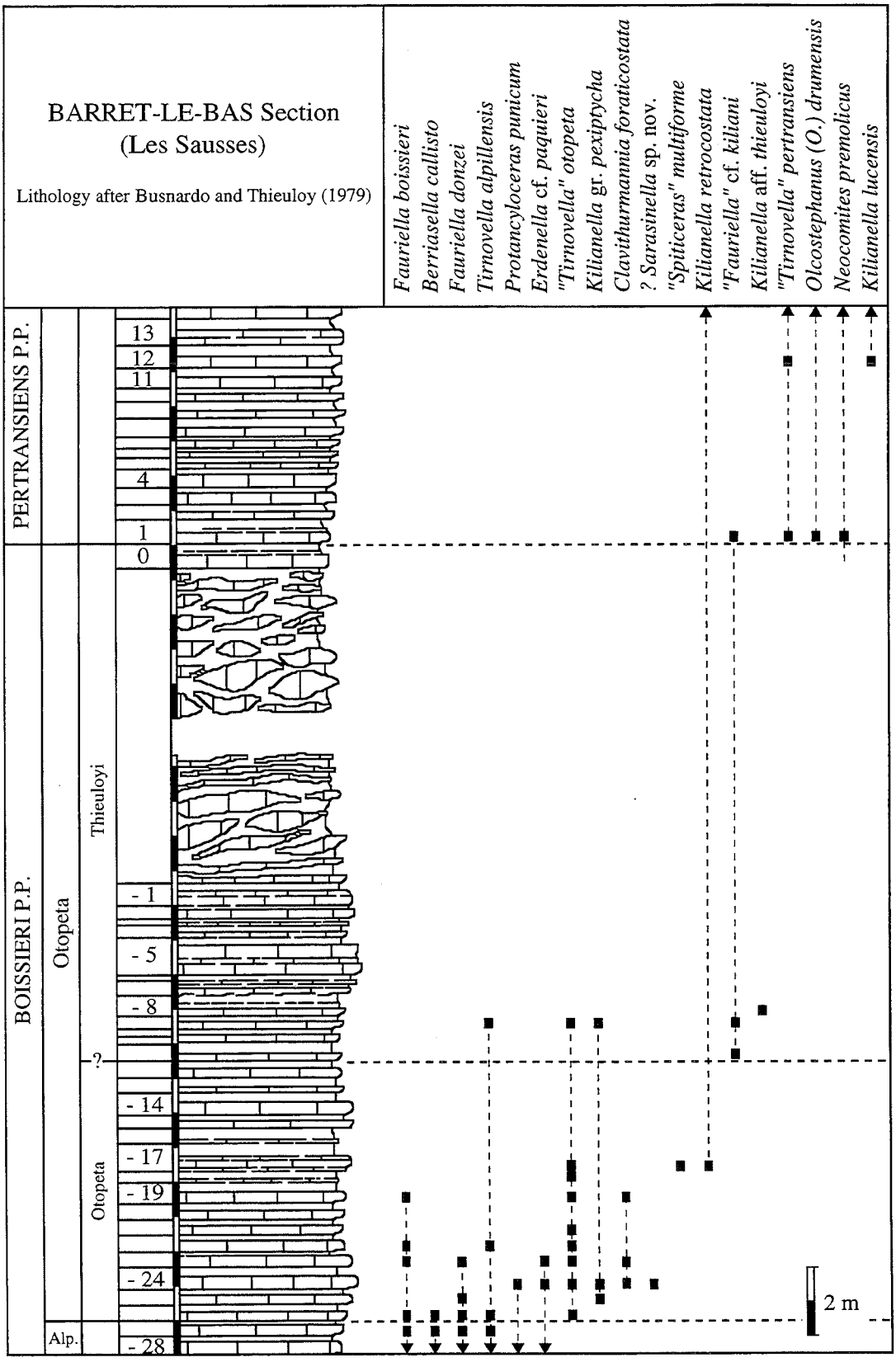


FIG. 4. – Ammonite distribution and biostratigraphy of the Berriasian-Valanginian boundary beds at Barret-le-Bas (Hautes-Alpes, France) [revised and modified after Busnardo and Thieuloy, 1979].

It must be also noted as well, that **the uppermost Callidiscus Zone and lowermost Radiatus Zone are characterized by an abundance peak of *Olcostephanus* [*O. (O.) densicostatus* and its allied forms *sensu* Bulot, 1992], usually associated with *Eleniceras* of the *transsylvanicum - nikolovi* group.**

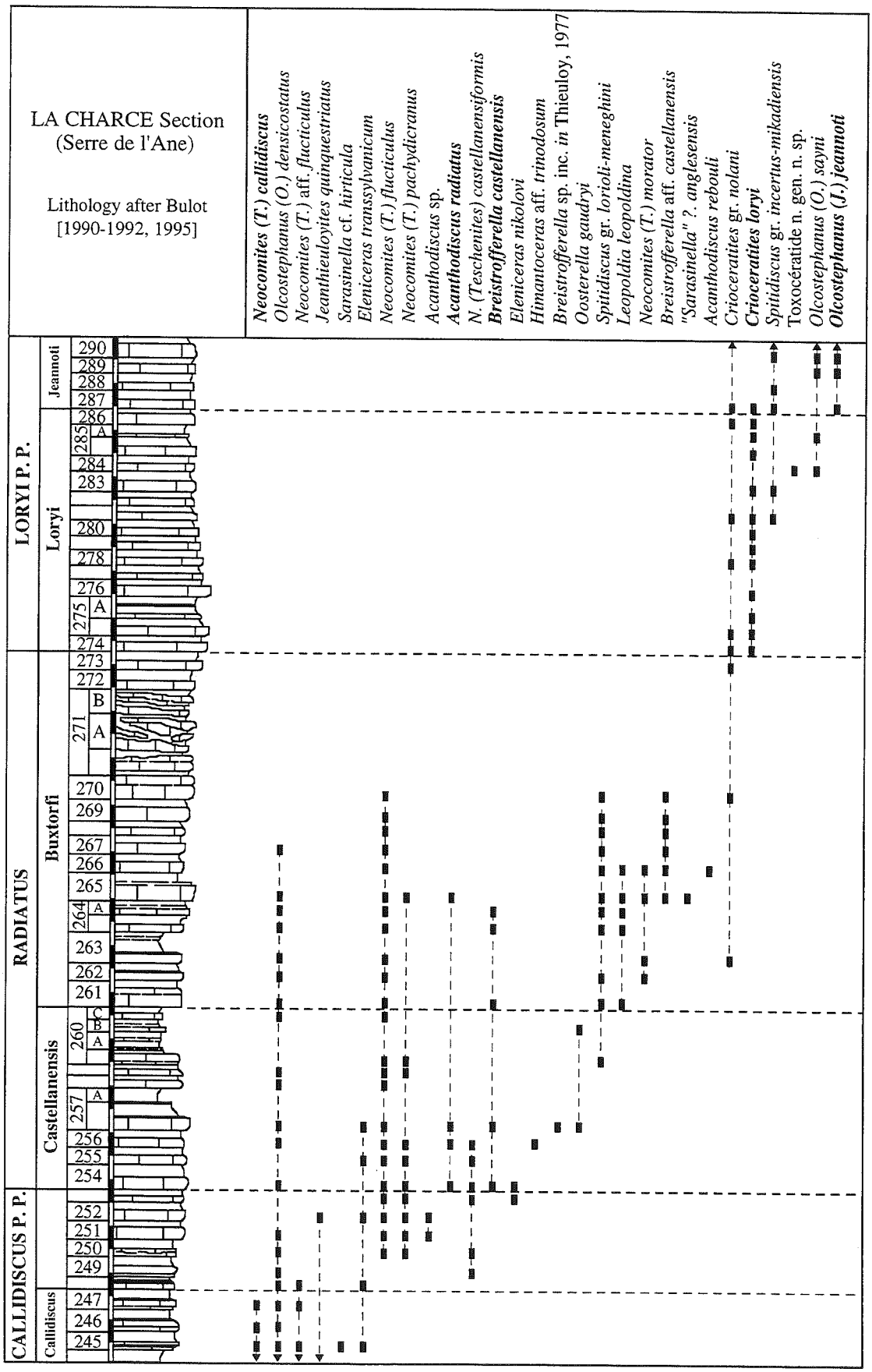


FIG. 5. – Ammonite distribution and biostratigraphy of the Valanginian-Hauterivian boundary beds at La Charce (Drôme, France) [revised and modified after Bulot *et al.*, 1992].

3.3. Barrême

Even if the «Route d'Angles» section must be considered as the stratotype section for the Barremian, Delanoy [1995 ; 1994, this volume] has shown at several occasions that many other sections in the Barrême - Moriez area deserve a special interest as key outcrops. Among them Le Vignon Gully section shows a quite rich ammonite succession in the Late Barremian and Early Aptian.

The reader will find in the present volume [Delanoy, 1994, fig. 9] the detailed biostratigraphy of the late Barremian succession, while the early Aptian ammonite successions were published very recently [Delanoy, 1995]. The main results of the biostratigraphic studies on the Late Barremian and Early Aptian of the Alpes de Haute-Provence can be summarized in three points.

1) The Late Barremian Feraudianus, Giraudi and Sarasini standard zones of the Western mediterranean ammonite scale are now well defined after the **SFB** key sections [Delanoy, 1994, this volume].

2) The Early Aptian standard scheme, developped after the former USSR key sections, can be applied successfully to the **SFB** [Delanoy, 1995].

3) Their is a sterile interval-zone between the uppermost Barremian faunas and the lowermost Aptian assemblages in SE France.

3.4. Conclusions on the basin-type sections

Over the last five years, tremendeous efforts have been carried out by the authors of this paper to propose a high resolution biostratigraphy based on ammonites for the Lower Cretaceous of the **SFB**.

Among the outstanding problems, it should be emphasized that our knowledge of the uppermost Hauterivian and Early Barremian still needs further work. Beside, some promising results on the Late Aptian ammonite succession were recently presented to some of us (J.-P. T. and L. G. B.) by M. Delamette. Hopefully, a revised biostratigraphy of this interval will come out soon.

4. – Some aspects of the Lower Cretaceous outer platform successions at the Point Sublime and Carajuan (Berriasian-Barremian)

Between the Castellane and the Verdon Canyon, the road crosses many overthrusts (overthrusts of the «Arc de Castellane»). The lateral changes between the Vocontian basin and the Provence platform is not visible but can be materialized by the progressive disappearance of the Upper Jurassic «Terres Noires» Formation (well represented in the Castillon unit, East of Castellane, unknown in the Pont de Soleils-Clue de Chasteuil unit, West of Castellane).

The Verdon Canyon area corresponds to the north-eastern part of the Provence platform which is characterized by an important backstepping during the Early Lower Cretaceous. Above inner platform facies («Calcaires blancs de Provence» Fm.), the Neocomian is represented by proximal hemipelagic facies and uncomplete successions.

Correlation with the basin type sections was made on the basis of ammonite biostratigraphy. Beside, the analysis of the successive faunal assemblages can be viewed in the light of sequence stratigraphy and shows that : 1) the quantitative and qualitative distribution of the ammonite fauna is not uniform, 2) at some levels, used for regional correlation, faunal uniformisation between shallow and deep water hemipelagic faunas can be recognized, 3) faunal renewals occur just below drowning events.

From the late XIX° century, authors have pointed out that ammonite species which dominate the Vocontian basin associations are almost unknown from the surrounding shelf areas. Beside, numerous taxas from the outer shelf assemblages are scarse or unknown in the basin. Over the last decades, Jurassic ammonite workers have generally admited that **ammonite assemblages are related to facies and reflects palaeoecological control**. Recently, Bulot [1993] has applied these ideas to the Early Lower Cretaceous ammonite assemblages of South-Eastern France.

4.1. Lithostratigraphy and biochronology

Since Cotillon [1971], the Lower Cretaceous of the North-Provencal Platform (**NPP**) has been subdivided in lithological units to which the term formation has been inadequatly applied. According to this author, the Late Berriasian to Late Hauterivian succession can be divided in seventeen formations numbered from 1 to 17.

A first effort was carried out by Cotillon [1971] to calibrate his lithostratigraphic frame with the ammonite scales, but it is only recently that integrated biostratigraphic and lithostratigraphic works were achieved [Thieuloy *et al.*, 1990 ; Arnaud et Bulot, 1992 ; Autran, 1993 ; Bulot, 1995]. The following lines are meant to exemplify this work after the detailed study of the sections at Carajuan (fig. 6 and 7) and, to a lesser extend, Point Sublime (Rougon, Alpes de Haute-Provence, fig. 8). Emphasis will be layed on the age and correlation potential of regional unconformities and marker beds.

The succession studied starts with the upper part of the «Calcaires Blancs de Provence» Fm (formation 1). At Carajuan, this lithostratigraphic unit is represented by inner platform facies, rich in benthic foraminifers, that indicate an Early Late Berriasan age (probably

picteti subzone by comparison with the Chambotte section, Chartreuse, Savoie, A. Arnaud-Vanneau, pers. comm.). Emersion evidences were observed at the very top of the formation.

At the Point Sublime, the «Calcaires Blancs de Provence» Fm ranges higher up into the Berriasian. To the South (La Maline section), the highest part of this massive limestone show several levels of «green marls», rich in black pebbles. The brackish water ostracods and charophytes found in this level indicates the *alpillensis* subzone of the uppermost Berriasian (P. O. Mojon, pers. comm.).

At Carajuan, the «Calcaires Blancs de Provence» (formation 1) are directly overlaid by the «Calcaires en Dalles» (formation 2). Those proximal hemipelagic massive limestones form a little cliff in the landscape. The transition between the two formations is abrupt and marked by a major unconformity (**D**iscontinuité du toit des **C**alcaires **B**lancs, **DCB**) associated to breccias and hard-grounds. At Carajuan, the base of formation 2 is dated of the Pertransiens Zone (Valanginian) by calcareous nannofossils, while at Point Sublime, the first ammonites found ten meters above the «Calcaires blancs» indicates the base of the overlying Stephanophorus Zone (*hirsutus* biohorizon).

These observations show clearly that **both, the top of the «Calcaires Blancs de Provence», and the base of the «Calcaires en Dalles» are diachronous.** Moreover, many field evidences have prooved that **the DCB is erosive and can be accuratly (late *otopeta* subzone to early Pertransiens Zone)**. From one outcrop to the other, the **DCB** is associated to hiatuses **that may range from the Early Upper Berriasian up to the Late Early Valanginian** (Stephanophorus Zone, *subcampylotoxus* horizon) [Bulot, 1995].

From the top of formation 2 to the base of formation 8, the importance of marly levels regularly increase. Two levels deserve a special interest. The first one, at the top of formation 5, is marked by an increasing number of ammonites such as *Busnardoites subcampylotoxus*, *B.* cf. *desori*, *Olcostephanus (O.) guebhardi*, *Kilianella lucensis*, *K. roubaudi*, *Fuhriella* gr. *michaelis* and *Valanginites* sp nov. cf. *paludensis*. This assemblage indicates the *subcampylotoxus* horizon of the Stephanophorus Zone. At Carajuan, this fauna is associated with many pelecypods and isolated corals (bed Z46-47).

In the overlying formation 6 appears the first large population of *Toxaster* (*T. granosus granosus*), usually associated with the first *B. campylotoxus* (Stephanophorus Zone, *campylotoxus* horizon). A few meters higher, the key level of the «bancs à *Karakaschiceras*» (Carajuan, bed Z56) marks the base of the Inostranzewi Zone. Situated in the upper part of formation 7, a rich ammonite fauna has been collected in these beds : *O. (O.) guebhardi*, *B. campylotoxus*, *Fuhriella* sp. nov., *Valanginites paludensis*, *Saynoceras fuhri*, *Karakaschiceras biassalense*, *K. inostranzewi* and *Neohoploceras provinciale*. This assemblage corresponds to the faunal turnover that characterize the base of the Upper Valanginian.

Formation 8 («Marnes à *Toxaster*») starts with the *Advenina oweni* level, a marker bed, rich in small brachiopods, that can be traced over most of the Castellane Arc. Large populations of *Toxaster granosus kiliani* occurs in these thick blue marls. The ammonite diversity decrease from bottom to top, and the assemblages are dominated by *O. (O.) guebhardi* and *N. (E.)* gr. *platycostatus*. A level with large lytoceratids (*Biassaloceras*) and numerous nautiloid (*Cymatoceras*) can be recognized in the middle of the «Marnes à *Toxaster*». At the very top, just below formation 9 («Petite Lumachelle»), rare *Sabbaiceras* of the *steffanescui* group occurs [Bulot, 1995].

The «Petite Lumachelle» is a bioclastic limestone (coquina) rich in oyster (*Exogyra*, *Arctostrea*) and serpulid fragments. A marker bed, rich in silicified *Exogyra*, occurs at the base of the formation. Ammonites are usually very rare at this level. Nevertheless, in the Châteauneuf-les-Moustiers syncline, the lowermost part of the «Petite Lumachelle» has yielded some specimens such as *Polyptychites* sp. gr. *tethyale* and *O. (O.) guebhardi*. Formation 9 is topped by hard-grounds, sometime associated with glauconitic lenses. Another major regional unconformity can be identified at this level, i. e. the **DVM** (**D**iscontinuité du **V**alanginien **M**oyen) [Autran, 1993 ; Bulot, 1995].

The position of the DVM at the top of the Inostranzewi Zone is demonstrated by the occurence of a rich *verrucosum* horizon fauna (Verrucosum Zone) at the base of the overlying marly levels of formation 10 (bed Z74). Among the many ammonites found at this level, *Saynoceras verrucosum*, *Valanginites nucleus*, *V. wilfridi*, *O. (O.) guebhardi querolensis*, *Neocomites (Eristavites) platycostatus* and *Neohoploceras* sp. are the more frequent species.

The lithology of formation 10 is dominated by marls rich in *Toxaster granosus kiliani*. Two marker beds can be recognized in this part of the succession (Z76 and Z77). **Both of them starts by a thin and irregular level of tempestites that have been recognized at a regional scale.** In bed Z77, the occurence of *Karakaschiceras pronecostatum* indicates the *pronecostatum* horizon of the Verrucosum Zone. This index-species occurs, associated with *N. (E.) platycostatus*, *O. (O.) guebhardi* and *O. (O.)* cf. *balkanicus* at the top of the formation (bed Z78).

The formation 11 («Grande Lumachelle») is another succession of coquina beds characterized by a benthic fauna dominated by *Alectryonia*. At the base, within a marly level, the *Alectryonia* are associated with sponges, bryozoans, regular echinoids and brachiopods. No ammonites have ever been found at this level. Each bed of the «Grande lumachelle» is topped by an hard-ground surface. The last one correspond to the **DVS** [**D**iscontinuité du **V**alanginien **S**upérieur, Autran, 1993 ;

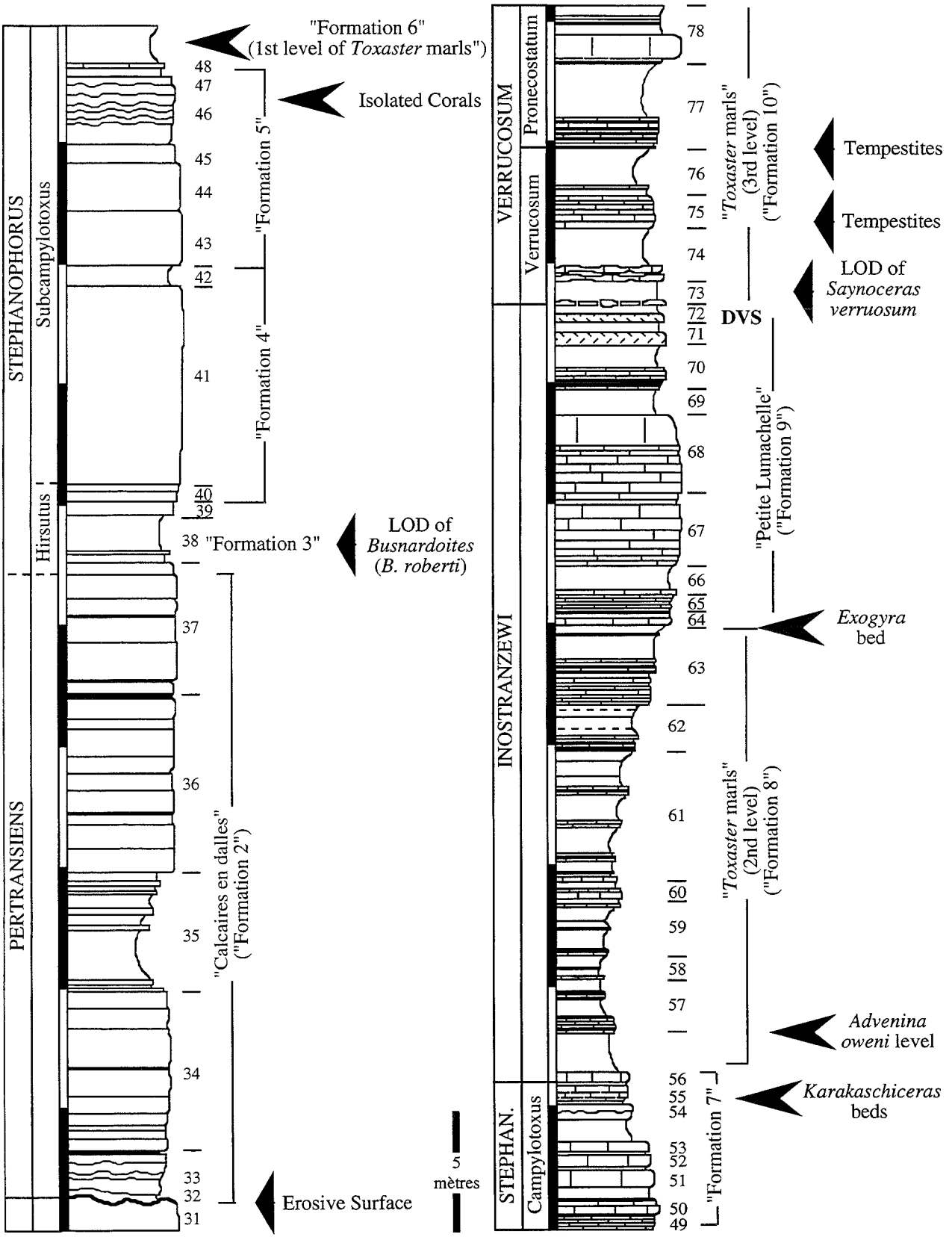


FIG. 6. – Main marker beds and biostratigraphy of the Carajuan section (Rougon, Alpes de Haute-Provence) (Late Berriasian - Late Valanginian) [revised and modified after Bulot and Thieuloy *in* Arnaud and Bulot, 1992].

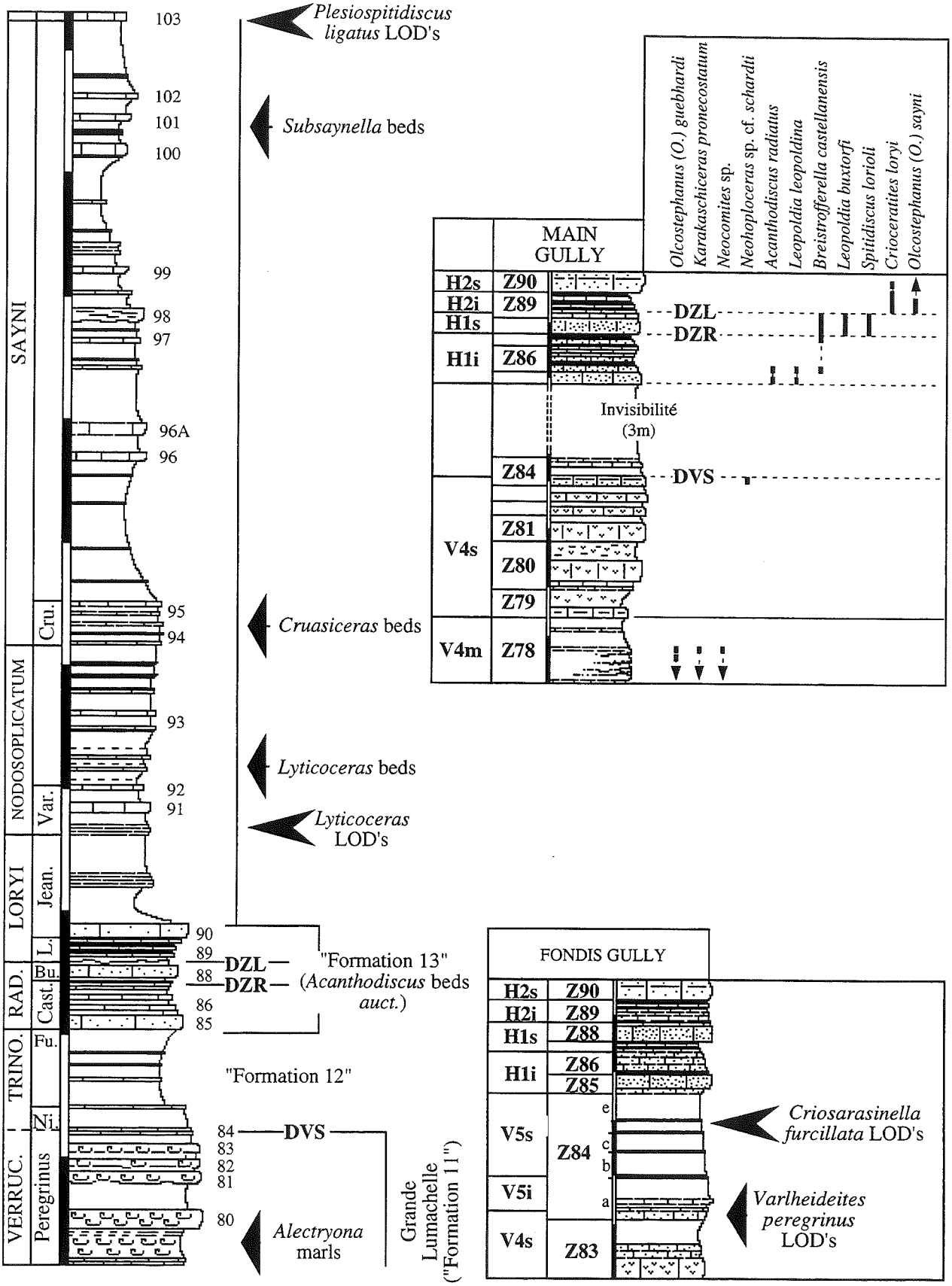


FIG. 7. – Main marker beds and biostratigraphy of the Carajuan section (Rougon, Alpes de Haute-Provence) (Late Valanginian to Late Hauterivian) [revised and modified after Bulot and Thieuloy *in* Arnaud and Bulot, 1992].

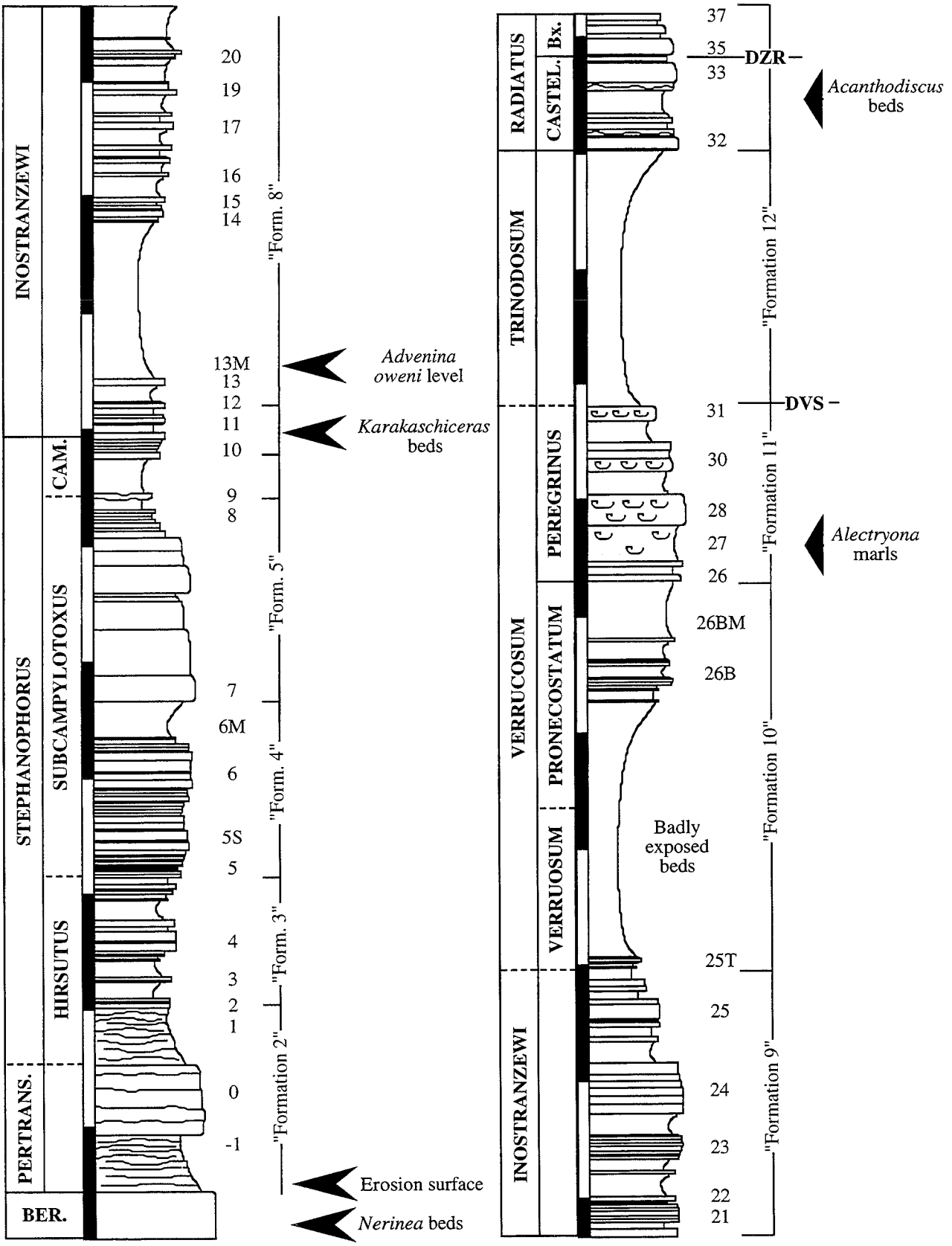


FIG. 8. – Main marker beds and biostratigraphy of the Point Sublime section (Rougon, Alpes de Haute-Provence) (Late Berriasian - Late Valanginian) [revised and modified after Bulot and Thieuloy *in* Arnaud and Bulot, 1992].

Bulot, 1995]. Just below this regional unconformity, an association of *Dicostella allavensis*, *Neohoploceras schardti* and *Varlheideites peregrinus* was found at Carajuan (bed Z84). By comparison with other sections of the La Palud - Moustiers area [Thieuloy *et al.*, 1990 ; Bulot, 1995], **we know assume that this level represent the middle part of the *peregrinus* horizon (Verrucosum Zone).**

Moreover, Isotope stratigraphy has shown the Late Valanginian Carbon Isotope peak correlates with the base of the «Grande Lumachelle». **Direct calibration of this event on ammonite scales at La Charce has demonstrated that this event occurs at the base of the *peregrinus* horizon** [Hennig and Bulot, in prep.]. **We can therefore assume that the whole formation 11 belongs to the *peregrinus* horizon of the Verrucosum Zone.**

Re-examination of the base of the overlying formation 12 has implied a re-interpretation of the age proposed by Thieuloy *et al.* [1990] for the base of this litho-unit. In this paper, two specimens of *Jeanthieuloyites quinquestriatus* were recorded from bed Z84 and then attributed to the top Verrucosum Zone. In fact, both specimens are phosphatized moulds which were collected from a thin glauconitic level that tops directly the **DVS**.

Because of the distribution of *J. quinquestriatus* in the basin sections [Bulot, 1995], we consider, now, that at Carajuan, **the glauconitic lenses that marks the base of formation 12 have an higher biostratigraphic position than originally proposed by Thieuloy *et al.* [1990]** (i. e. uppermost *nicklesi* horizon of the Trinodosum Zone). This is confirmed by the occurence of a primitive *Eleniceras* of the *tchechitevi* group in bed Z 84a (lower *furcillata* horizon). The upper part of formation 12 has yielded *Criosarasinella furcillata* and C. *subheterocostata* in bed Z 84d, an association which indicates the upper part of the *furcillata* biohorizon (see palaeontological appendix). **Comparison with other sections in the La Palud - Moustiers area shows that the time span represented in formation 12 varies from one succession to the other** [Bulot, 1995].

The marls of formation 12 are followed by glauconitic limestones that correspond to the «Barre à *Acanthodiscus*» *auct.* (formation 13). At Carajuan, some ammonites were found at the contact between this litho-unit and the underlying marls. Fragments of *Criosarasinella* (*furcillata* horizon, Trinodosum Zone) co-occur with «primitive» *Breistrofferella* (see paleontological appendix). Up to us, the *Criosarasinella* fragments are reworked in a condensed level that represents the lowermost part of the Radiatus Zone. **This observation suggests the erosive character of the sequence boundary that marks the base of the Hauterivian and underlines once more the hiatus of the Callidiscus Zone at the scale of the outer part of the NPP.** It must be noted that Callidiscus faunas, including the index species, are reworked in the polyphatized condensed horizons which characterize the Valanginian-Hauterivian boundary beds on the proximal part of the **SFB** slopes [Autran, 1993 ; Bulot, 1995].

Acanthodiscus radiatus and its allied species are abundant in the lowest beds of formation 13 (beds Z85 and 86). Associated with *Leopoldia* of the *leopoldina* group and *Breistrofferella* they characterize the *castellanensis* horizon of the Radiatus Zone. In the lower third of the «Barre à *Acanthodiscus*», the regional unconformity **DZR** [**D**iscontinuité de la **Z**one à **R**adiatus ; Bulot, 1995], is underlined by pyritic nodules, belemnite battlefields and phosphatized ammonites (bed Z87). At this level, the occurence of *Spitidiscus* of the *lorioli-meneghini* group and *Teschenites morator* indicates the transition beds between the *castellanensis* and *buxtorfi* horizons. This latter horizon is limited to a single massive bed, where *Leopoldia buxtorfi* dominates the assemblage (bed Z 88).

The upper third of formation 13 (bed Z89 and 90) shows a significant decrease of the glauconitic rate in the sediment. At the base of bed Z89, another regional unconformity [**DZL**, **D**iscontinuité de la **Z**one à **L**oryi ; Autran, 1993 ; Bulot, 1995] is marked by ferrugineous surface, sedimentologically similar to the **DZR**. The ammonite association (mainly phosphatic moulds) is dominated by *Crioceratites loryi* and *O. (O.) sayni*, two species that characterize the highest part of the *loryi* horizon (Loryi Zone). Reworked fragments from the Radiatus and ? Callidiscus Zone also occur at this level. The last massive bed of formation 13 (Z 90) has yielded numerous *Saynella clypeiformis* and some *Crioceratites loryi*, an assemblage that merely already represents the *jeannoti* horizon of the Loryi Zone.

As already pointed out by Autran [1993] and Bulot [1995], the «Barre à *Acanthodiscus*» and associated glauconitic levels are diachronous at the scale of the outer shelf and slope. Moreover, it is now clear that these beds are not only condensed but also affected by non-sequences and hiatuses. As an example, at Carajuan, most of lower Loryi Zone is missing.

The well exposed part of the Carajuan section ends in formation 14. This thick marly litho-unit shows rythmic sedimentation with an alternation of shales and more calcareous bundles. The ammonite fauna is usually very abundant in the bundles. The base of the formation is attributed to the *jeannoti* horizon (Loryi Zone) because of the occurence of the index species in bed Z 90a. In bed Z 90b, the base of the overlying Nodosoplicatum Zone is drawn by the lowest occurence of *Lyticoceras nodosoplicatum* and *Olcostephanus variegatus*.

Lyticoceras assemblages quickly evoluate in bundle Z91-93. *L. collignoni* BULOT (1995) and *L. claveli* LO's quickly follows the acmée of *L. nodosoplicatum* (see also paleontological appendix). Both species are associated to *Spitidiscus rawsoni* BULOT [1995].

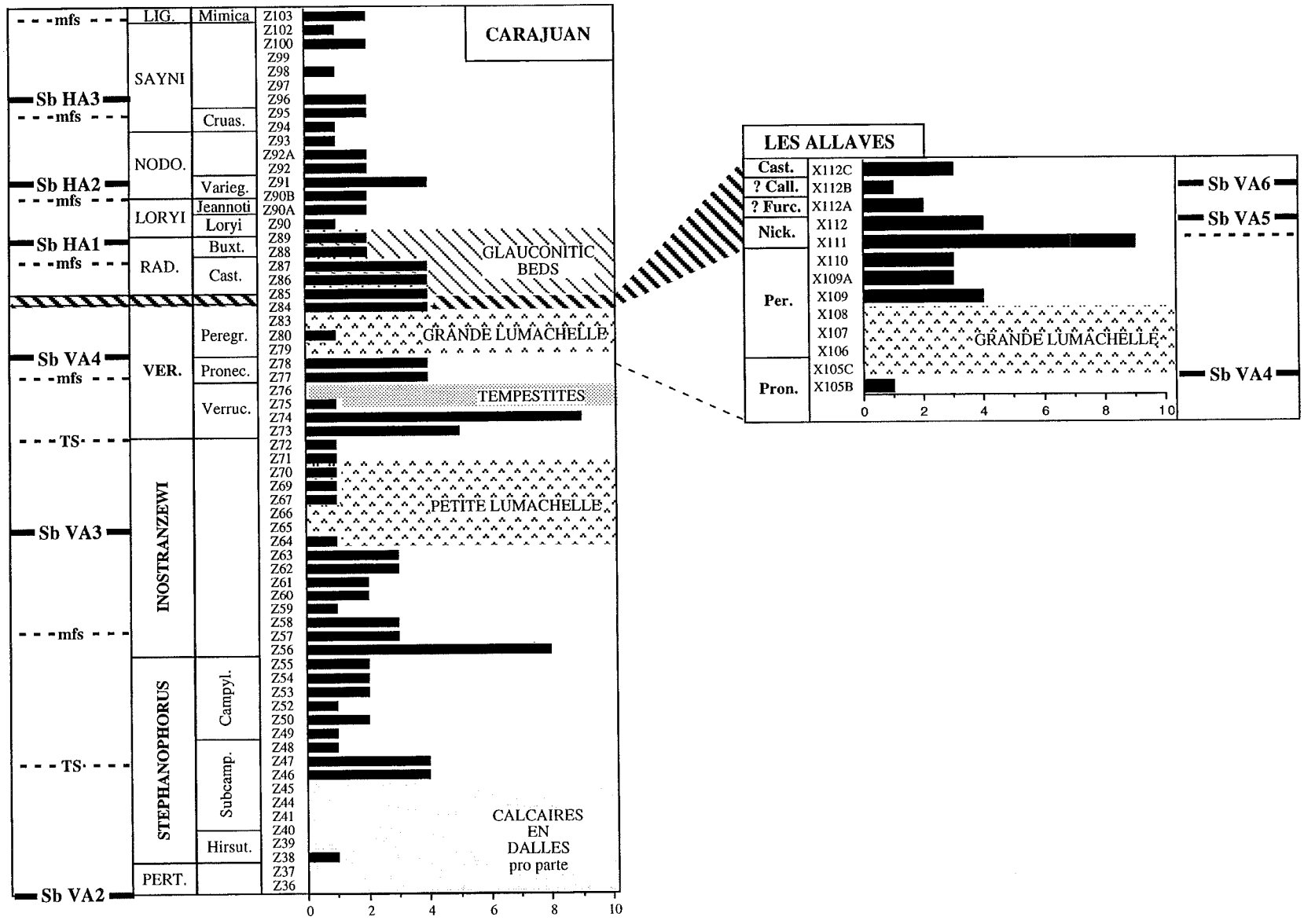


FIG. 9. – Variation in ammonite diversity versus Sequence stratigraphy (3rd order cycles) during the Valanginian and Hauterivian on the outer shelf on the North-Provencal Platform (NPP).

At bed 94, *Cruasiceras cruasense* indicates the base of the Upper Hauterivian *sensu* Hoedemaeker *et al.* [1993]. During the Sayni Zone (bed Z 94 to Z102), the ammonite fauna shows a rapid decrease of diversity. The top of the Sayni Zone is indicated by the abundance of *Saynella begudensis* and the LO of *S. mimica*, a species that will become abundant at the base of the overlying Ligatus Zone (*mimica* horizon, bed Z 103). *Plesiospitidiscus ligatus* appears as well, at this level.

4.2. An overlook to the ammonite distribution

A quick look to figure 9 shows clearly that in a **NPP** succession, **ammonites are not uniformally distributed neither in number or diversity**. Nevertheless, the successive elementary assemblages recognized allow precise correlation with the **SFB standard scale**.

Distribution of ammonite diversity versus third order depositional sequences, **show that the richest assemblages occur at the base and the top of Transgressive Systems Tracts (TST)**. Similar patterns of distribution were recognized from the deeper facies sections of the Vocontian basin [Bulot, 1995].

Moreover, Bulot [1993 and 1995] has shown that the distributions of **many ammonite species is linked to facies**. An overlook to the Valanginian-Hauterivian ammonite assemblages (Stephanophorus to Nodosoplicatum Zone) show that :

- 16% of the species are only known from the central **SFB,**

- 28% of the species are common in the central **SFB** and scarse on the **NPP**,

- 34% of the species are common on the **NPP** and scarse in the **SFB**,

- 22% of the species are only known from the **NPP**.

Once more, occurence of «basin species» in shelf areas are not uniformally distributed and the «mixed basin-shelf assemblages» are restricted to some biohorizons which represent the basic tool for platform-basin correlations and are named **Horizons of Faunal Uniformity** [**HUF**, Bulot, 1993].

Looking at a NPP section such as Carajuan, the HUF are characterized by mixed assemblages of «autochtonous» and «allochtonous» species. The **«autochtonous species»** can be recognized by a long and continuous stratigraphical distribution and high frequency. To the contrary, **«allochtonous species»** occurs sporadically and in small numbers. Respective percentage of the different categories of species define two different types of HUF.

1) **Opportunity HUF** are assemblages that shows a low rate of diversity, dominated by some «autochtonous» species, associated to a limited number of «allochtonous» species. One or two species, usually allochtonous, are predominant over the others.

2) **Diversity HUF** are highly diverse assemblages, in which, the number of «autochtonous» species is balanced by the number of «allochtonous» species. The assemblage is usually dominated by one or two autochtonous species.

Opportunity HUF represent short term extension of the palaeoecological and/or palaeogeographical range of a limited number of taxa. Each of them can be considered as an «ecological trangression» from shelf to basin or the other way round. Opportunity HUF are extremely usefull for platform-basin correlations (within a single sedimentary basin) and are often difficult to trace on a larger scale.

Diversity HUF are major bio-events (faunal turnovers), that can be followed world-wide, and often correlate with breaks in endemism, such as «faunal transgression» between the Tethyan and Boreal Realm [Kemper *et al.* 1981 ; Rawson, 1995]. This events correlates also with open marine connections (i. e. transgressive peaks in transgresssive-regressive cycles).

As a consequence, the ammonite association recognized between two successive **HUF** is often restricted to very local environments and of little use for long range correlations. On the contrary, **diversity HUF** are obviously the best biounits avalaible for an inter-Province and inter-Realm correlations. Their diversity rate can be balanced or enhanced by local conditions which drives to paupered or over-rich ammonite associations.

5. – PALEONTOLOGICAL APPENDIX

Fuhriella BULOT (1995) - type species : *Hoplites michaelis* UHLIG [1882, pl. 7, fig. 2]. *H. hystricoides* UHLIG and *H. hoheneggeri* UHLIG were also assigned to this new genus by Bulot [1995, p. 163-164]. The known range of *Fuhriella* starts in the upper part of the Pertransiens Zone and ends in the uppermost Inostranzewi Zone.

Neocomites (Teschenites) castellanensiformis BULOT, 1995 - type specimen : *Neocomites (Teschenites)* n. sp. transient *B. castellanensis in* Thieuloy [1977, pl. 6, fig. 6]. The specimen figured by Thieuloy [1977, pl. 6, fig. 6] has been designated as holotype by Bulot [1995, p. 173-174]. The species is known from the uppermost Callidiscus Zone and Lowermost Radiatus Zone.

Criosarasinella subheterocosta REBOULET, 1995 has been proposed by its author to name the *Criosarasinella* formerly reported as *C. heterocostata* in SE France [Thieuloy, 1977 ; Bulot *et al.*, 1992]. According to Reboulet [1995], this species characterizes a new biohorizon at the top of the *furcillata* biohorizon *sensu* Bulot *et al.* [1992].

The age of the first *Breistrofferella* is under dispute. According to the present authors, *Breistrofferella* is an hauterivian genus that derivates from *Teschenites* of the *pachydicranus* group through *N. (T.) castellanensiformis,* and this evolution takes place in basin environnements [Bulot, 1995]. A different point of view is defended by Reboulet [1995]. According to him, the evolution of *Breistrofferella* is located in open shelf environments, and the oldest form, *B. varappensis* «primitive», occurs already in the Callidiscus Zone. Due to the highly reworked character of the Callidiscus fauna in shelf environements, we consider that there is no stratigraphic evidence of the Callidiscus age of the «primitive» *Breistrofferella.* Moreover, the range of *B. varappensis* «primitive» in basin sections [Reboulet, 1995] is limited to the lower beds of the Radiatus zone (basal *castellanensis* horizon).

Lyticoceras collignoni BULOT [1995] - type specimen : *Lyticoceras cryptoceras* THIEULOY *non* D'ORB. *in* Kemper *et al.* [1981, pl. 42, fig. 1]. The species has been discussed at lengh *in* Bulot [1995]. If this species corresponds, as we believe to *L. bargemensis* REBOULET *non* KILIAN, the *bargemensis* horizon introduced by Reboulet [1995] must be abandonned or refined as the *collignoni* horizon (this will be discussed elsewhere). So far, the acme of this species has always been found in the middle part of the Nodosplicatum Zone and if its FAD lays at the top of the *variegatus* horizon.

Spitidiscus rawsoni has been introduced by Bulot [1995] to name the *Spitidiscus* of the Nodosoplicatum Zone that were formerly considered as *S. intermedius* by Thieuloy. Re-examination of the type material of *S. intermedius* has shown that this taxa is a Lower Barremian species close to the *Spitidiscus* of the *hugii* group.

References

ARNAUD H. & BULOT L. (1992). – Provence Platform (Berriasian to Barremian) Early Cretaceous backstepping. Faunal renewals and sequence stratigraphy. *In* Arnaud H. & Lemoine M., Alpine Mesozoic basin in the Southeast of France. *Field-Course of the American Association of Petroleum Geologists.* Vol. A & B, Introduction : Evolution of the Alps, the Southeast France Basin, 137 p., 74 fig., Vol. C, Guide book, days 1 to 6, 166p, 70 fig.

ARNAUD H., ARNAUD-VANNEAU A., BLANC E. & BULOT L. G. (1993). – The Urgonian platform and its Margin. ODP Leg 143 post-cruise meeting field trip. *Géologie Alpine*, Grenoble, ser. sp. **3**, 59-104.

AUTRAN G. (1993). – L'évolution de la marge Nord-Est provençale (Arc de Castellane) du Valanginien à l'Hauterivien à travers l'analyse biostratigraphique des séries de la région de Peyroules : séries condensées, discontinuités et indices d'une tectonogénèse distensive. *Ann. Mus. Hist. nat. Nice*, **10**, 239 p. (Thèse Université de Nice, 1989).

BLANC E., BULOT L. G. & PAICHELER J.-C. (1994). – La coupe de référence de Montbrun-les-Bains (Drôme, SE France) : un stratotype potentiel pour la limite Berriasien-Valanginien. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **318**, II, 101-108.

BULOT L. G. (1992). – Les Olcostephaninae valanginiens et hauteriviens (Ammonitina, Cephalopoda) du Jura franco-suisse : Systématique et intérêt biostratigraphique. *Revue de Paléobiologie*, Genève, **11**, 1, 149-166.

BULOT L. G. (1993). – Stratigraphical implications of the relationships between ammonites and facies : Exemples taken from the Lower Cretaceous (Valanginian-Hauterivian) of the Western Tethys. *In* : *«The Ammonoidea : Evolution and Environmental change»*, M. R. House Ed., *Systematics Assoc. sp. vol.*, **47**, 243-246 (Clarendon Press, Oxford).

BULOT L. G. (1995). – Les formations à ammonites du Crétacé inférieur dans le Sud-Est de la France (Berriasien à Hauterivien) : biostratigraphie, paléontologie et cycles sédimentaires. Thèse du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 397 p. (disponible auprès de l'auteur).

BULOT L. G., BLANC E., THIEULOY J.-P. & REMANE J. (1993). – La limite Berriasien-Valanginien dans le Sud-Est de la France : données biostratigraphiques nouvelles. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **312**, II, 1771-1778.

BULOT L. G., COMPANY M. & THIEULOY J.-P. (1990). – Origine, évolution et systématique du genre valanginien *Saynoceras* (Ammonitina, Cephalopoda). *Géobios*, Lyon, **23**, 399-413.

BULOT L. G., THIEULOY J.-P., BLANC E. & KLEIN J. (1992). – Le cadre stratigraphique du Valanginien supérieur et de l'Hauterivien du Sud-Est de la France : définition des biochronozones et caractérisation de nouveaux biohorizons. *Géologie alpine*, Grenoble, **68**, 13-56.

BULOT L. G. & THIEULOY J.-P. (1993). – Implications chronostratigraphiques de la révision de l'échelle biostratigraphique du Valanginien supérieur et de l'Hauterivien du Sud-Est de la France. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **317**, II, 387-394.

BULOT L. G. & THIEULOY J.-P. (1994, this volume). – Les biohorizons du Valanginien du Sud-Est de la France : un outil fondamental pour les corrélations au sein de la Téthys occidentale. *In* : *«Lower Cretaceous Cephalopod biostratigraphy of the Western Tethys»*, BULOT L. G., ARGOT M. & ARNAUD H. Eds., *Géologie Alpine*, Grenoble, *Mém. H.S.*, **20**, 15-41.

BUSNARDO R., THIEULOY J.-P., MOULLADE M. (Coords.), ALLEMANN F., COMBEMOREL R., COTILLON P., DONZE P., FERRY S., MANIVIT H., REMANE J. & RIO M. (1979). – Hypostratotype mésogéen de l'étage Valanginien (Sud-Est de la France). *Les Stratotypes Français*, Ed. CNRS, **6**, 143 p.

BUSNARDO R. & THIEULOY J. P. (1979). – Les zones d'ammonites du Valanginien. *Les Stratotypes français*, Ed. CNRS, **7**, 58-68.

COTILLON P. (1971). – Le Crétacé inférieur de l'arc subalpin de Castellane entre l'Asse et le Var. Stratigraphie et sédimentologie. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min*, Paris, **68**, 313 p.

DELANOY G. (1995). – About some significant ammonites from the Lower aptian (Bedoulian) of the Angles-Barrême area (South-East France). *Mem. Descr. Carta Geol. d'It.*, **51**, 65-101.

DELANOY G. (1994, this volume). – Les zones à Feraudianus, Giraudi et Sarasini du Barrémien supérieur de la région stratotypique d'Angles - Barrême - Castellane. *In* : *«Lower Cretaceous Cephalopod biostratigraphy of the Western Tethys»*, BULOT L. G., ARGOT M. & ARNAUD H. Eds., *Géologie Alpine*, Grenoble, *Mém. H.S.*, **20**, p. 279-319.

HOEDEMAEKER P.J. & BULOT L. G. (1990). – Preliminary ammonite zonation for the Lower Cretaceous of the mediterranean region. *Géologie alpine*, Grenoble, **66**, 123-127.

HOEDEMAEKER P. J. & COMPANY M. (reporters), AGUIRRE-URRETA M. B., AVRAM E., BOGDANOVA T. N., BUJTOR L., BULOT L. G., CECCA F., MEMMI L., OWEN H. G., RAWSON P. F., SANDOVAL J. , TAVERA J. M., THIEULOY J.-P., TOVBINA S. V. & VAŠÍČEK Z. (1993). - Ammonite zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean region ; basis for the stratigraphic correlation within I.G.C.P. - Project 262. *Rev. Esp. Pal.*, Madrid, **8**, 1, 117-120.

IMMEL H. (1979). – Die Ammonitengliederung des mediterranen und borealen Hauterive und Barreme unter besonder Berichtigung heteromorpher Ammoniten der Gattung Crioceratites Leveillé. *Newsl. Stratigr.*, Berlin-Stuttgart, **7**, 3, 121-141.

KEMPER E., RAWSON P. F. & THIEULOY J.-P. (1981). – Ammonites of tethyan ancestry in the Early Lower Cretaceous of North-West Europe. *Paleontology*, **24**, 251-311.

MOULLADE M. (1966). – Etude stratigraphique et micropaléontologique du Crétacé inférieur de la «Fosse vocontienne». *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, **15**, 369 p.

RAWSON P. F. (1995). – The «boreal» Early Cretaceous (Pré-Aptian) ammonite sequences of NW Europe and their correlation with the western mediterranean faunas. *Mem. Descr. Carta Geol. d'It.*, **51**, 110-121.

THIEULOY J.-P. (1977). – La zone à Callidiscus du Valanginien supérieur vocontien (Sud-Est de la France). Lithostratigraphie, ammonitofaune, limite Valanginien-Hauterivien, corrélations. *Géologie alpine*, Grenoble, **53**, 83-143.

THIEULOY J.-P., FUHR M. & BULOT L. G. (1990). – Biostratigraphie du Crétacé inférieur de l'Arc de Castellane (S-E de la France). 1. Faunes d'ammonites du Valanginien supérieur et âge de l'horizon dit de «la Grande Lumachelle». *Géologie méditerranéenne*, Marseille, **17**, 55-99.

THIEULOY J.-P. & BULOT L. (1992). – Ammonites du Crétacé inférieur du Sud-Est de la France : 1. Nouvelles espèces à valeur stratigraphique pour le Valanginien et l'Hauterivien. *Géologie alpine*, Grenoble, **68**, 85-103.

Géologie Alpine, 1994, Mém. H.S. n° 20, p. 401-420

IGCP Project 262 : Tethyan Cretaceous Correlation
Lower Cretaceous Cephalopod Team
2nd Workshop

Lower Cretaceous of the Subbetic and Prebetic Ranges
Mula (SE Spain), July 2-5, 1992

by Miguel COMPANY *, Philip J. HOEDEMAEKER **, José SANDOVAL * and José Maria TAVERA *

ABSTRACT. — The ammonite distribution in four selected sections from the Subbetic Domain (Betic Cordillera, SE Spain) is analysed. These sections are that from Sierra de Lugar (Upper Valanginian), Sierra del Corque (Barremian-lowermost Aptian), Sierra de Quípar (Berriasian/Valanginian boundary), and Río Argos (Hauterivian/Barremian boundary). A lithological description and a biostratigraphic discussion are included in the study of every section. Problems in the current definition of some stage (or substage) boundariers are underlined

KEY WORDS. — Ammonites, Biostratigraphy, Berriasian, Valanginian, Hauterivian, Barremian, Aptian, Betic Cordillera, Southern Spain.

Le Crétacé inférieur des chaînes subbétique et prébétique
Mula (S-E de l'Espagne) 2-5 Juillet 1992

RÉSUMÉ. — La répartition des ammonites est analysée pour quatre coupes selectionnées du domaine subbétique (Cordillère bétique, SE de l'Espagne). Ces coupes sont celles de la Sierra de Lugar (Valanginien supérieur), de la Sierra del Corque (Barrémien-Aptien basal), de la Sierra de Quípar (limite Berriasien-Valanginien) et du Río Argos (limite Hauterivien-Barrémien). Pour chaque coupe, la description lithologique est accompagnée d'une discussion biostratigraphique. Les problèmes concernant les définitions usuelles des limites de certains étages (ou sous-étages) sont par ailleurs soulignés.

MOTS CLÉS. — Ammonites, Biostratigraphie, Berriasien, Valanginien, Hauterivien, Barrémien, Aptien, Cordillère bétique, S-E de l'Espagne.

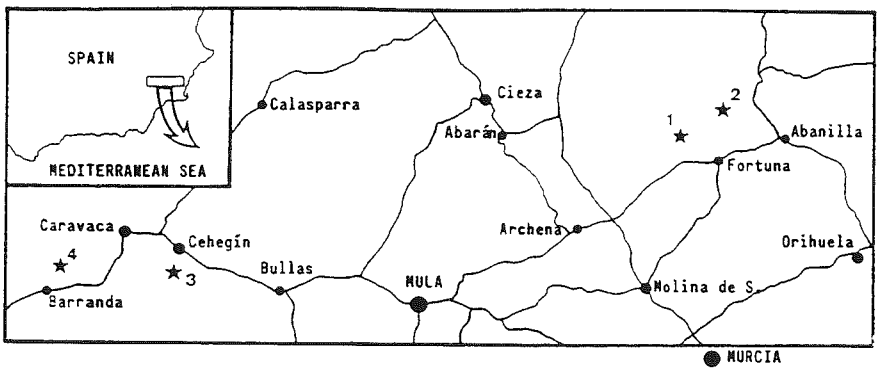


FIG. 1. – Location of the sections. 1 : Sierra de Lugar. 2 : Sierra del Corque. 3 : Sierra de Quípar. 4 : Río Argos.

* Dpto. de Estratigrafía y Paleontología. Universidad de Granada. 18002 Granada (Spain).
** Nationaal Natuurhistorisch Museum. 2300 RA Leiden (The Netherlands).

1. – Introduction to the geology of the Betic Cordillera

1.1. General setting

The Betic Cordillera (SE Spain) is a 600 km long by 200 km wide belt with a WSW-ENE trend, which together with the Moroccan Rif form the western end of the Alpine Perimediterranean orogene (fig. 2). The Betic and Rif chains are connected through the Strait of Gibraltar by an area of folded and thrust rocks several hundred kilometres wide which forms the sea floor east of the strait. Eastwards, the Betic Cordillera extends up to the Balearic Islands (except Minorca). Farther to the east, the belt becomes interrupted, probably due to the opening of the Provençal Basin.

The orogenic belt can be readily divided into an internal and an external part (fig. 3) which persist along of its Betic and Maghrebian areas. Likewise internal and external parts of the belt can in turn be subdivided into several different zones (subdomains) according to stratigraphic, tectonic or metamorphic features.

The internal zones show the effects of Alpine metamorphism and consist essentially of Mesozoic and Paleozoic metasedimentary rocks. However, there are also several units in the internal zones with unmetamorphosed Mesozoic and Cenozoic sediments. In the internal zones, several subdomains can be differentiated according to metamorphic and tectonosedimentary features.

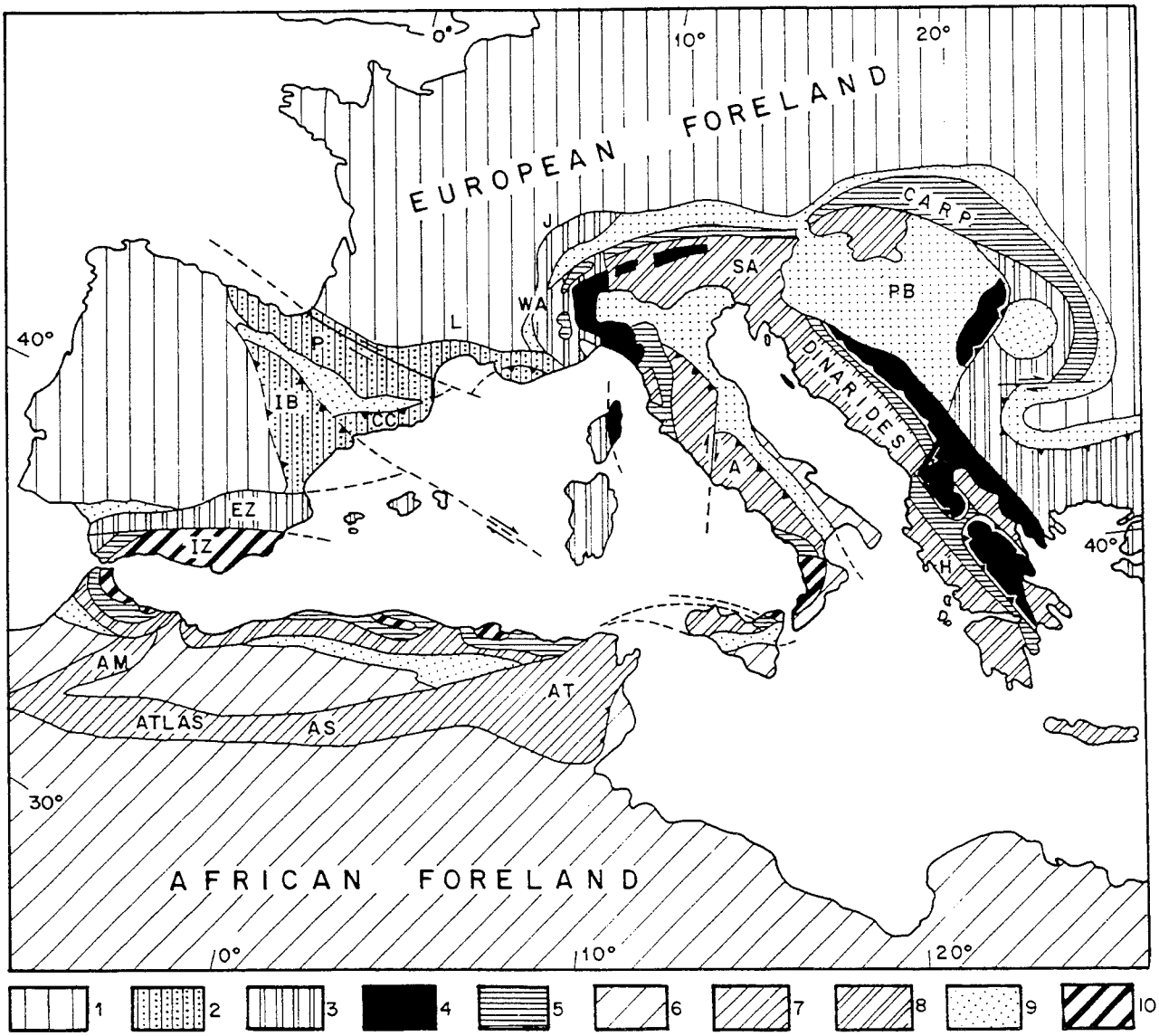


Fig. 2. – Distribution of the Mediterranean Alpine realms. Key.- 1-2-3 : European continent (1: Foreland, 2 : Intracontinental chain, 3 : Tectonic margin) ; 4-5 : Tethyan ocean (4 : Ophiolitic nappes and related units, 5 : Flyschs nappes) ; 6-7-8 : African continent (6 : Foreland, 7 : Intracontinental chain, 8 : Tectonic margin) ; 9 : Molasse foredeep and postorogenic basins ; 10 : Internal Zones. Symbols. - A : Apennines ; AM : Middle Atlas ; AS : Saharian Atlas ; AT : Tunisian Atlas ; CARP : Carpathians ; CC : Catalonian coastal range ; EZ : Betic External Zones ; H : Hellenides ; IB : Iberian chain ; IZ : Betic Internal Zones ; J : Jura ; L : Languedoc ; P : Pyrenees ; PB : Pannonian Basin ; SA : Austrides ; WA : Western Alps. From Martin-Algarra *et al.* [1992].

The external zones differ markedly from the internal zones. Paleozoic materials do not outcrop and the cover is essentially formed by Triassic to Lower Miocene unmetamorphosed sediments with local submarine volcanic and subvolcanic mafic rocks of Middle-Upper Jurassic age.

Several small postorogenic basins (Granada, Guadix-Baza, Tabernas, Ugíjar, Murcia-Fortuna, etc.) were superimposed on the belt during Neogene extensional events. These basins were filled by Neogene and Quaternary materials overlying unconformably the orogenic materials. Neogene and Quaternary sediments can locally be affected by very strong neotectonic deformations.

1.2. The external zones of the Betic Cordillera

The external zones of the Betic Cordillera represent the southern passive paleomargin of the Iberian Massif. To the north, beyond the Betic front, the Hercynian basement is exposed over large areas (Iberian Massif). Southwards, the Iberian Massif plunges below a Neogene foreland basin (Guadalquivir Basin) and still farther south, below the detached and deformed Mesozoic and Tertiary cover which forms the external zones of the Betic Cordillera. The overall structure of the external zones of the Betic Cordillera corresponds to a thin-skinned fold and thrust belt with an increasing deformation from its outer to its inner part. Its inner part (Subbetic) has been considerably shortened and thrusted over the foreland, whereas its frontal part (Prebetic) has undergone only a moderate forwards translation and shows a structure of folds and comparatively small thrusts.

From north to south, the following zones (fig. 3) can be distinguished in the external parts of the Betic Cordillera, according to stratigraphic and tectonic features : **Guadalquivir Basin, Prebetic Zone, Intermediate Domain** and **Subbetic Zone.**

The **Guadalquivir Basin** is a Neogene foreland basin which narrows towards the northeast and opens out to the sea to the southwest. The basin is filled by siliciclastic and carbonate sediments and by allocthonous olistholithic materials, emplaced gravitionally from the Subbetic.

The **Prebetic Zone** has a relatively para-autochthonous character in contrast to the allochthonous nature of the Subbetic [García-Hernández *et al.* 1980 ; Martín-Algarra *et al.*, 1992]. There are also considerable differences between Prebetic and Subbetic, both from a stratigraphical and paleogeographical point of wiew. During the Cretaceous, the Prebetic formed a peri-

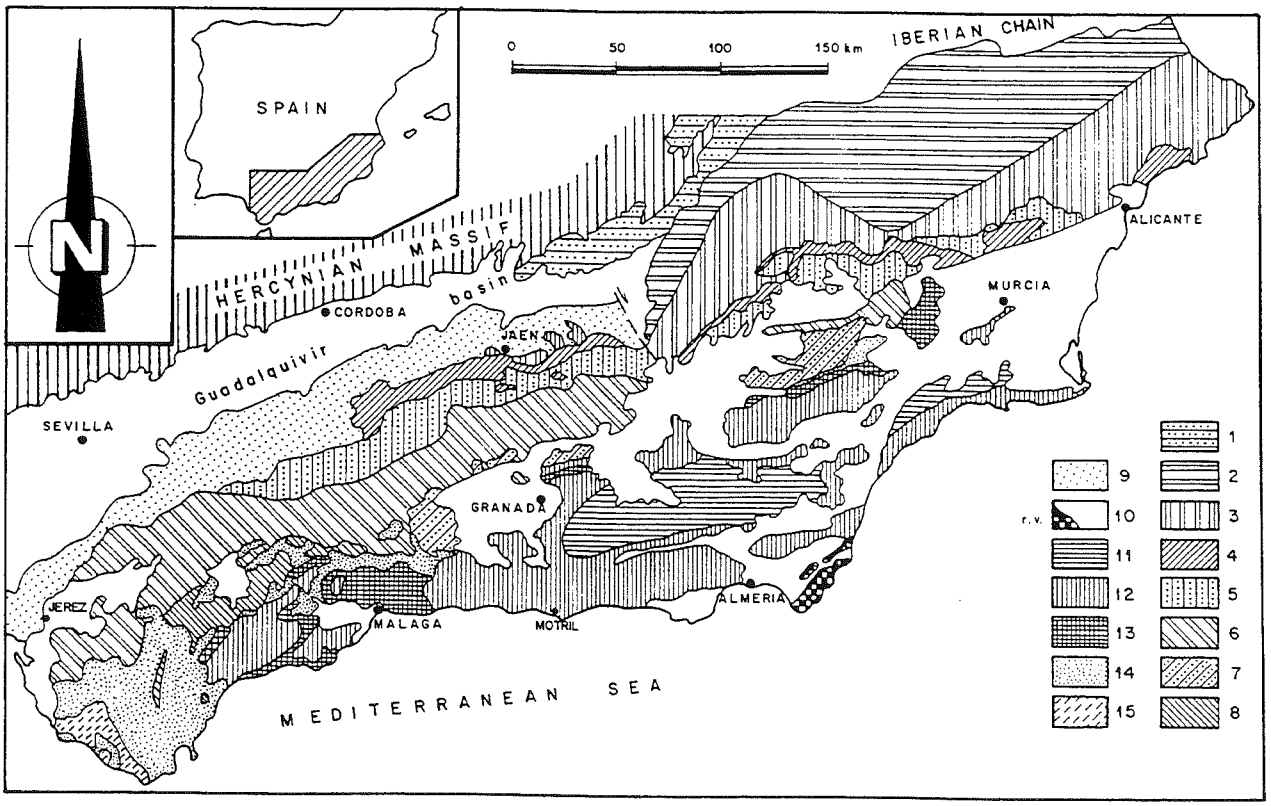


FIG. 3. – Geological sketch map of the Betic Cordillera showing the different geological units, equivalent to paleogeographic domains. Key. - 1 : Non-folded cover (Mesozoic and Tertiary) of the Iberian Massif ; 2-3 : Prebetic (2 : External Prebetic, 3 : Internal Prebetic) ; 4 : Intermediate domain ; 5-6-7-8 : Subbetic (5 : External Subbetic, 6 : Median Subbetic, 7 : Internal Subbetic, 8 : Penibetic) ; 9 : Miocene syntectonic deposits ; 10 : Upper Miocene to Quaternary postorogenic deposits (r.v. : volcanic rocks) ; 11-12-13 : Internal Zones (11 : Nevado-Filabride, 12 : Alpujarride, 13 : Malaguide) ; 14 : Flysch units of the Campo de Gibraltar Complex ; 15 : Almarchal Unit. From MARTIN-ALGARRA *et al.* [1992].

continental platform bordering the southwest of the Iberian continent. It was the site of thick, mainly carbonate sedimentation, frequently interrupted by the arrival of terrigenous sediments brought down from the Iberian continent by fluviatile and fluvial-delta systems [Vera 1988 ; Martín-Algarra *et al.*, 1992]. Prebetic can in turn be subdivided into two smaller subdomains. There is a domain closer to the continent (**External Prebetic**), which was frequently subjected to immersion and re-emersion and thus shows many stratigraphic unconformities and continental, often terrigenous, episodes. Further towards the interior of the basin the Prebetic develops into a second subdomain (**Internal Prebetic**), in which the stratigraphic units are thicker and more continuous [García-Hernández, 1978] ; the length of time not represented by sedimentation decreases, and there is a progressive transition towards the pelagic basin (Intermediate Domain and Subbetic).

Basinwards, between the Prebetic and Subbetic, there existed a smaller, individual, paleogeographical domain, which has been called **Intermediate Domain** [Ruiz-Ortiz, 1980]. This domain was fairly deep and acted as a trap for both terrigenous or carbonate sediments, spilling over from the Prebetic platform. It is for this reason that the thickest Cretaceous sediments of the whole Betic Cordillera are to be found here and they show notable turbiditic events.

In the innermost area of the basin was located the **Subbetic,** which throughout the Cretaceous was a pelagic zone with mainly marly and marly-calcareous sedimentation, within which local and temporal turbiditic intercalations (mainly carbonates) appear. The morphology of the Subbetic was very irregular due to severe Jurassic intracontinental rifting at the Southern Iberian Paleomargin [García-Hernández *et al.*, 1989], which gave rise to high swells and deep troughs. The **External Subbetic** subdomain was a high swell throughout the Middle-Upper Jurassic and was locally emerged during the Lower Cretaceous [Molina, 1987]. This swell separated the subsiding basin of the Intermediate Domain from another trough farer from the continent: the **Median Subbetic**, which was the most subsiding Subbetic subdomain, with typical basinal pelagic sedimentation throughout the Upper Liassic-Upper Jurassic. The internal edge of the margin was made up of yet another swell (**Internal Subbetic**), which, far from being an homogeneous domain, comprised a chain of humps [Martín-Algarra, 1987 ; Martín-Algarra *et al.*, 1992] with relatively different stratigraphical characteristics from a site to another. The most westerly of these domains (**Penibetic**) was that which tended to subside the least and even became emerged and largely karstified during Lower Cretaceous [Martín-Algarra, 1987]. The boundaries between the Subbetic troughs and swells were especially suitable sites for gravitational resedimentation processes and they often contain considerable quantities of turbidites and other reworked sediments, coming from slopes of the swells. These deposits are mainly carbonates, as the siliciclasttic sediments deriving from the Iberian continent rarely reached as far as the outermost sectors of the Subbetic.

The structure of the Subbetic and Penibetic consists of several decollement nappes ; Upper Triassic clays and evaporites, which are the oldest materials to crop out in the zone, representing the decollement horizon. These considerably thick evaporite sections, have also given rise to diapirism. Superimposed onto the detachment structures, gravitational gliding of sediment slabs also took place, part of this material reaching the Guadalquivir Basin. A system of dextral strike-slip faults east-northeast trend, cut obliquely the above structures.

1.3. Mesozoic paleogeographic evolution

The paleogeographic features of the external zones of the Betic Cordillera during the Jurassic and Cretaceous are shown in figures 4 and 5.

The oldest materials outcropping in the external parts of the Betic Cordillera are **Triassic** in age. The dominant lithofacies are closely similar to those of Germanic Triassic, although evaporitic levels are more abundant and mafic volcanic rocks occur. In the tabular cover of the Iberian Massif, the Triassic is composed of red fluviatile clastic sediments covered by evaporitic levels. To the south borders of the Prebetic, Muschelkalk facies occurs (marine or lagoonal limestones, marly limestones and dolomites). Triassic sediments become gradually thicker towards the interior of the external zones of the Betic Cordillera.

An important lowermost **Liassic** transgression affected the entire area, including the tabular cover of the Iberian Massif. In the Lower Liassic a shallow carbonatic platform developed, with episodes of tidal-flat deposits and, locally, open-sea-influenced facies, suggesting the presence of channels, gulfs and embayments. Most of the Lower Liassic sediments form a thick sequence of limestones of Hettangian to Sinemurian age. The Betic carbonatic platform was similar to the Recent Bahamas platform, but with greater extent than any present-day carbonatic platform [Vera, 1988]. This interval ends with a shallowing-upward-sequence, topped by intertidal or supratidal facies [Vera, 1988]. These materials are generally (except when eroded) below an intracarixian unconformity which reveals the break of the Liassic carbonatic platform.

After the breakdown of the carbonatic platform, and during the **Late Liassic** to the **Middle Jurassic** times, the Prebetic and Subbetic zones were clearly differentiated. In the Prebetic, and some sectors of the Subbetic (the most external Subbetic) and Intermediate Domain, carbonatic-shallow-platform sedimentation continued. In these areas the main deposits consisted of oolithic limestones, locally passing to bioclastic or cherty micritic limestones, which suggests the existence

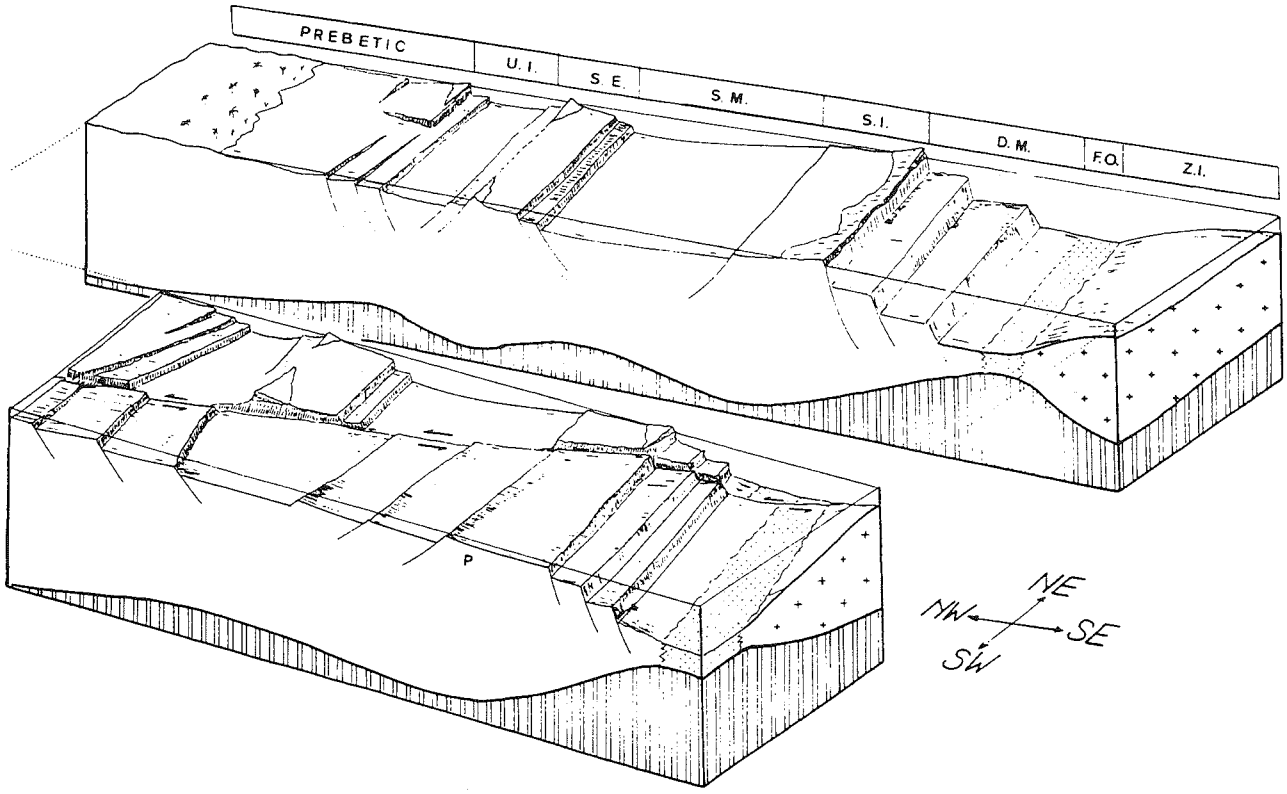


FIG. 4. – Three-dimensional sketch of the Iberian margin of the Betic Cordillera at the beginning of Late Jurassic in which swells and troughs are differentiated. Dotted : Areas with very thinned continental crust and oceanic crust. Double vertical hatching : Upper mantle. U.I. : Intermediate Units (between Prebetic and Subbetic) ; S.E. : External Subbetic ; S.M. : Median Subbetic ; S.I. : Internal Subbetic ; P : Penibetic ; D.M. : Southern realm (not outcroping due to tectonic factors) ; F.O. : Oceanic floor ; Z.I. : Internal Zones. From VERA [1988].

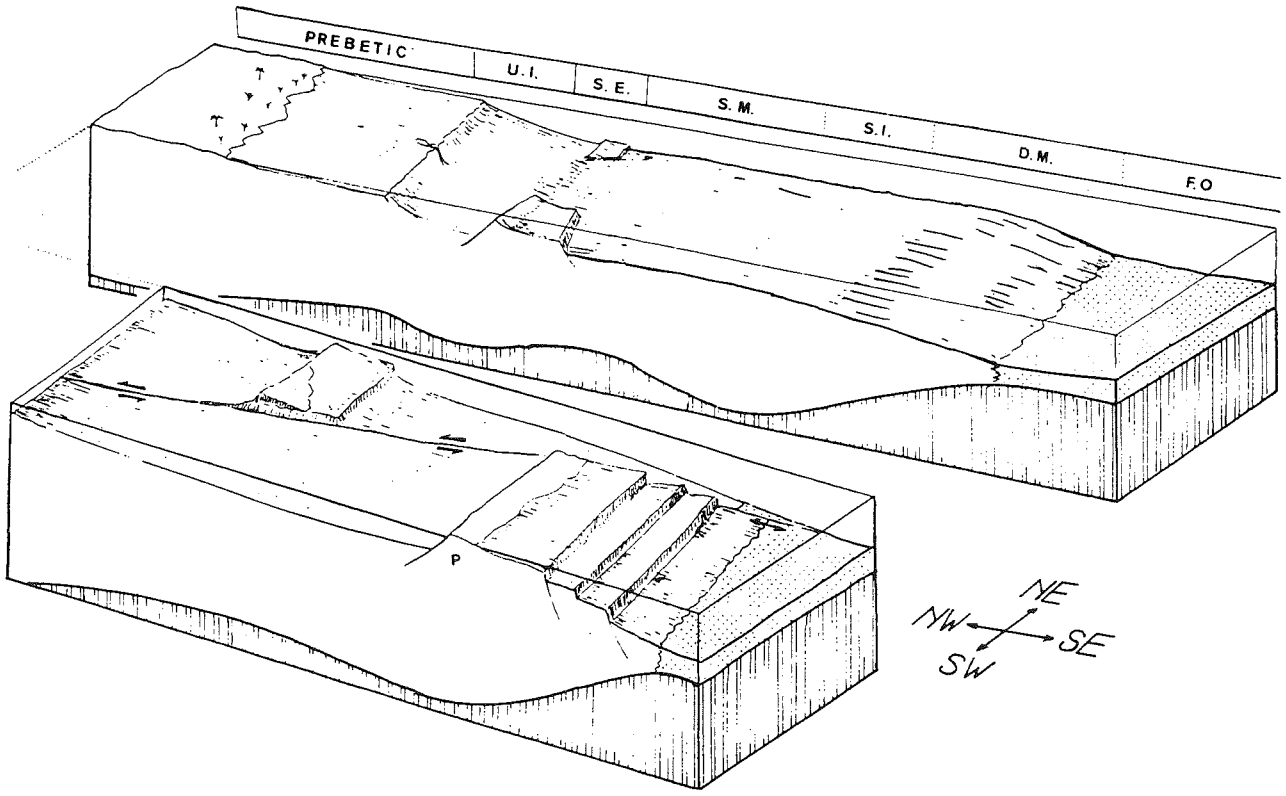


FIG. 5. – Three dimensional sketch of the Iberian margin of the Betic Cordillera in the Neocomian. In comparison with that of the fig. 4, the diminishing of the floor irregularities, restricted to the Penibetic and to some areas of the External Subbetic, can be noted. From VERA [1988].

of areas protected from waves and currents. Pelagic or hemipelagic conditions were established on great areas of the Subbetic. Troughs and swells were clearly differentiated in the basin which persisted throughout the most of the Middle and Upper Jurassic. These troughs and swells caused great differences in thickness of the sequences and frequent lateral changes of facies. Marly nodular limestones (in the Toarcian), nodular limestones, marl-limestone rhythmites, hardgrounds, radiolaritic marls and radiolarites occur. Middle Jurassic cherty limestones appear both in troughs and swells (Sandoval, 1983) with tempestite interbeds suggesting depths less than 200 m [Molina, 1987 ; Vera, 1988]. Sudden lateral changes of facies in the Subbetic can be attributed to synsedimentary faults affecting the sea floor. The volcanic activity reached its maximum during Aalenian and Bajocian times. The end of the Middle Jurassic coincides with repeated emersions of the Subbetic swells and with several Bathonian, Callovian and Lower Oxfordian stratigraphic gaps.

In the **Middle-Upper Jurassic boundary**, the external zones of the Betic Cordillera reached the maximum differentiation into troughs and swells, which continued throughout the Upper Jurassic.

In the Prebetic Zone, the **Upper Jurassic** mega-sequence began with pelagic or hemipelagic sediments of the Oxfordian and Lower Kimmeridgian. Later, in the uppermost Jurassic deposits evolved towards tidal-flat facies. The Intermediate Domain formed a relatively deep trough (between the Prebetic and the Subbetic), with deposits of marl-limestone rhythmites, radiolaritic marls and calcareous turbidites. In the Subbetic Zone, two swells (External and Internal Subbetic) and a central trough (Median Subbetic) were clearly differentiated. In the External and Internal Subbetic, nodular marly limestones, nodular limestones and pelagic fossiliferous limestones were mostly deposited. These materials locally show interbeds of tempestites, which indicate a shallow pelagic deposit. On the other hand, small stratigraphic gaps, which can be recognized by means of different criteria (unconformities, neptunian dikes, hardgrounds) are very frequent. In the central trough (Median Subbetic) radiolaritic sequences were deposited during the Upper Jurassic ; likewise deposits of calcareous turbidites, cherty limestones, and marl-limestone rhythmites and intraformational breccias occur. Important interbeds of volcanic and subvolcanic mafic rocks can appear in different Median Subbetic localities.

During the **Neocomian** the facies distribution and the morphology of the different Betic subdomains changed suddenly. The External Prebetic emerged, whereas thick sequences of tidal-flat and, especially, shallow marine sediments were deposited in the Internal Prebetic. A generalized unconformity occurs near the Lower-Upper Valanginian boundary. In the central part of the Betic Cordillera, the Intermediate Domain contains a thick sequence of marl-limestone rhythmites with interbeds of calcareous turbidites (Los Villares Formation). In the Subbetic, swells almost completely disappeared, and the dominant sedimentation is made up by marl-limestone rhythmites (Miravetes and Carretero formations) whith frequent slumps and intraformational breccias. This suggests a relatively important instability of the basin. During this time, the Penibetic continued to be a pelagic swell with frequent stratigraphic gaps.

Throughout the **Barremian - Albian** interval, the basinal sedimentary distribution and the geometric character of the stratigraphic units were very diverse. In the Prebetic Zone, two major sedimentary cycles (Barremian-Lower Aptian and Upper Aptian-Middle Albian) can be differentiated. The second one is expansive towards the border of the basin and both show important episodes of Urgonian facies [García-Hernández *et al.*, 1981]. In Southern areas of the Prebetic, shallowing-upward-sequences show progradation inwards of the basin. In the central part of the Betic Cordillera, turbiditic terrigenous sediments were deposited in the trough of the Intermediate Domain, with interbeds of pelagic materials. In the Subbetic Zone, except for some pelagic swells in the External Subbetic, marl-limestone rhythmites and marls are the dominant deposits, with locally abundant euxinic facies of dark green clays. The Penibetic continued to be a pelagic swell during the Barremian-Albian with very low sedimentation rates.

The **Late Albian-Upper Cretaceous** interval is characterized by more uniform conditions. In the Prebetic Zone, the Upper Albian-Turonian corresponded with a sedimentary cycle which began with Utrillas facies and continued with shallow carbonatic platform deposits. During the Senonian time, two sedimentary cycles can be differentiated, both with predominance of marine shallow facies, except for the Prebetic of Alicante where pelagic and hemipelagic facies occur [Company *et al.*, 1982]. Throughout the Intermediate Domain, Subbetic and Penibetic pelagic sedimentation prevailed with «scaglia rossa» facies, white marl-limestone rhythmites, and, locally, cherty limestones. Turbiditic levels of debrites type appear in some sectors of the Intermediate Units and Median Subbetic.

2. – The Lower cretaceous of Sierra del Corque and Sierra de Lugar

2.1. Introduction

The small massifs of Sierra del Corque and Sierra de Lugar, about 10 km NW of Fortuna, form a parautochtonous unit lying between the autochthonous Prebetic and the allochtonous Subbetic units. From a paleogeographical viewpoint, the Corque-Lugar unit would be located in an intermediate position between the Prebetic

platform and the Subbetic basin, being part of a fault block which occasionally behaved as a pelagic swell.

The rock sequences of both massifs are very similar. The Middle and Upper Jurassic is mainly composed of nodular limestones and calcareous breccias with limonitic crusts and other features related to pelagic swells. The Lower Cretaceous sequence consists of a rhythmic alternation of marls and limestone beds with a thick intercalation of sands («Areniscas de Caprés») in the Upper Barremian. Two major lacunae have been detected. The first one roughly embraces the Upper Hauterivian and the Lowermost Barremian. The other one ranges from the Lowermost Aptian to the base of the Upper Albian.

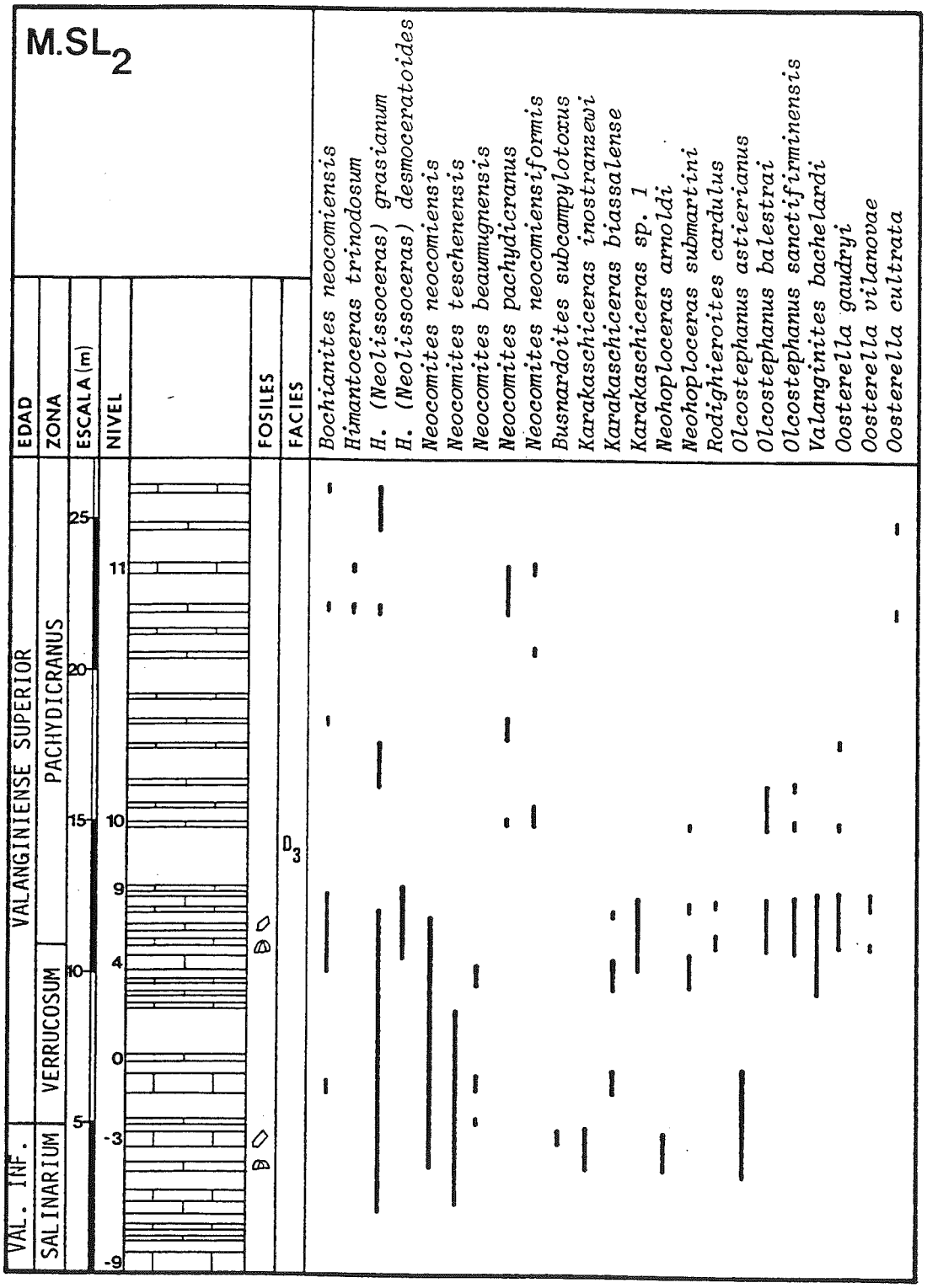


FIG. 6. – Section M.SL2 (Sierra de Lugar). Ammonite distribution and zonation. From COMPANY (1987).

2.2. Sierra de Lugar (Upper Valanginian) (by M. COMPANY)

Section : M.SL2
Geogr. Coord. : 38° 12' 54" N
1° 10' 16" W
Geol. Map : M.G.E. (1:50.000), No. 892 (Fortuna)

2.2.1. Lithology

In this area Valanginian sediments directly overlies the Upper Tithonian-Lower Berriasian limestones by a tectonized contact. The analyzed interval (27 m thick) consists of a rhythmic marl-limestone alternation. Limestones (mudstone to wackestone) are fairly fossiliferous, yielding mainly ammonites, benthic foraminifers, radiolarians, and calcareous nannoplankton. They are intensely bioturbated, and the trace fossils *Zoophycos, Chondrites*, and rare graphoglyptids occur throughout. This sedimentation clearly corresponds to a pelagic environment.

2.2.2. Biostratigraphy. Discussion

Three ammonite zones can be distinguished in this interval : Salinarium Zone (top of the Lower Valanginian) and Verrucosum and Pachydicranus Zones (Upper Valanginian) (see correlations in fig. 7).

The lowermost beds correspond to the upper part of the Salinarium Zone. This horizon is characterized by the occurrence of *N. neocomiensis, N. teschenensis, B. subcampylotoxus, K. inostranzewi, Nh. arnoldi*, and *O. astierianus*. Beds 2 to 4 are ascribed to the Verrucosum Zone on account of the presence of *N. neocomiensis, N. teschenensis, N. beaumugnensis, K. biassalense, Nh. submartini, O. astierianus*, and *V. bachelardi*. Typical ammonites of the Pachydicranus Zone are *Nl. desmoceratoides, N. pachydicranus, R. cardulus, Oosterella* spp., *O. nicklesi* (= *O. sanctifirminensis*), *O. balestrai* and the last *Karakaschiceras, Neohoploceras* and *Valanginites*. The uppermost Valanginian and the Valanginian/Hauterivian boundary are not exposed.

This section clearly shows how difficult is to determine the Lower/Upper Valanginian boundary in the absence of the index-species *S. verrucosum*. Most ammonites present in the Verrucosum Zone are also reported from lower beds. In our case, the first occurrence of *N. beaumugnensis* has been chosen to mark the boundary, even though this species is not frequent and its stratigraphic range is not well known. In view of these difficulties we suggest this question to be reexamined thoroughly, taking into account that a major faunal break exists within the Campylotoxus Zone. This faunal break, which coincides with the beginning of the «upper Valanginian transgression», allowed Busnardo and Thieuloy [1979] to subdivide this zone into two subzones.

THIEULOY (1973)	BUSNARDO & THIEULOY (1979)	C. BETICAS COMPANY (1986)	EDAD
Acanthodiscus radiatus	Acanthodiscus radiatus	Breistrofferella castellanensis	HAUTER.
N. (Teschenites) callidiscus	N. (Teschenites) callidiscus	Neocomites pachydicranus	VALANGINIENSE SUP.
Himantoceras trinodosum	Himantoceras trinodosum		
Saynoceras verrucosum	Saynoceras verrucosum	Saynoceras verrucosum	
Neocomites campylotoxus	Thurmanniceras campylotoxum	H. (Neolissoceras) salinarium	VALANGINIENSE INFERIOR
Kilianella roubaudi	Thurmanniceras pertransiens		
Thurmanniceras pertransiens		Thurmanniceras pertransiens	
	Thurmanniceras otopeta	Thurmanniceras otopeta	
F. boissieri	F. boissieri	F. boissieri	BERRIAS.

Fig. 7. – Correlation chart of the Valanginian zonation for SE Spain [Company, 1987] with the Tethyan standard succession [Busnardo and Thieuloy, 1979] and with a previous zonal scheme proposed by Thieuloy [1973] for SE France. From Company [1987].

Much easier to determine is the boundary between the Verrucosum Zone and the Pachydicranus Zone, where faunal renewal was almost complete.

2.3. Sierra del Corque (Barremian and Lowermost Aptian) (by M. COMPANY, J. SANDOVAL and J.M. TAVERA).

Section : X.Cp2
Geogr. Coord. : 38° 14' 1" N
1° 7' 57" W
Geol. Map : M.G.E. (1:50.000), No. 892 (Fortuna)

2.3.1. Description

The section begins with five metres of pelagic marl-limestone rhythmites. Ammonites are abundant and belong to the Caillaudianus Zone (fig. 8). The base of this interval corresponds to a conspicuous unconformity, the recentmost materials below it being Hauterivian in age (Nodosoplicatum Zone to Balearis Zone). There-

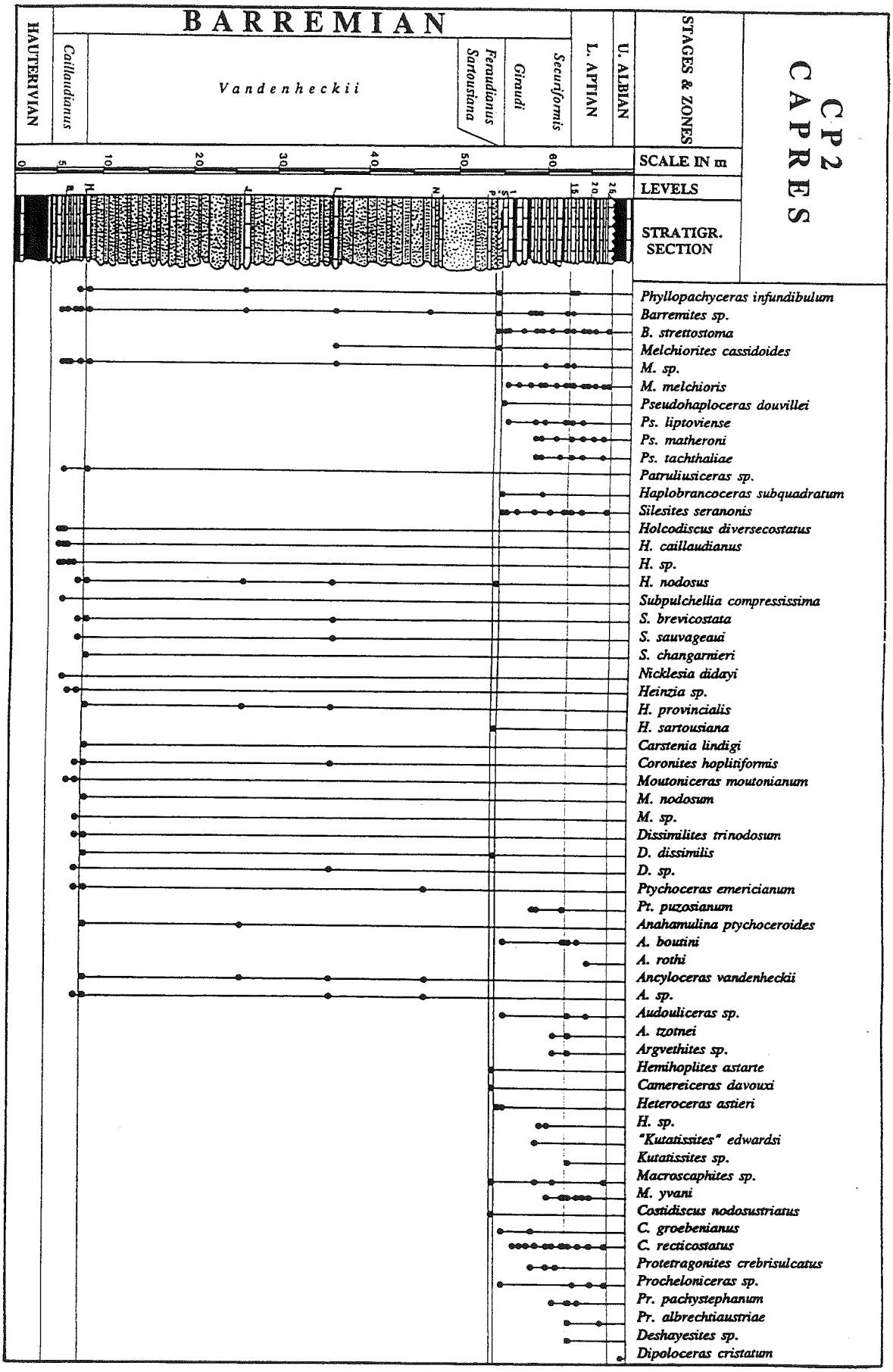


FIG. 8. – Section X.CP2 (Sierra del Corque). Ammonite distribution and zonation.

fore, the Uppermost Hauterivian and the Lowermost Barremian are missing in the Sierra del Corque area.

A 45 m thick interval of sandstones, sands and silts with a few limestone beds intercalated («Areniscas de Caprés») follow above the Lower Barremian rhythmites. Limestone beds contain a very rich ammonite fauna which has allowed us to ascribe this interval to the Vandenheckii Zone. The top of the «Areniscas de Caprés» is marked by a bored and limonite-crusted non-deposition surface.

Another interval of marl-limestone rhythmites is found onto this surface. At the base of this interval, the Sartousiana, Feraudianus and Giraudi (*p.p.*) Zones are condensed in two metres of glauconitic marls and marly limestones. The rest of this unit corresponds to the Uppermost Barremian and the Lowermost Aptian. Its top coincides with an erosional surface, the overlying materials being Upper Albian in age.

2.3.2. *Interpretation*

The Sierra del Corque section has been interpreted in terms of sequence stratigraphy (fig. 9). From this point of view, two depositional sequences can be identified.

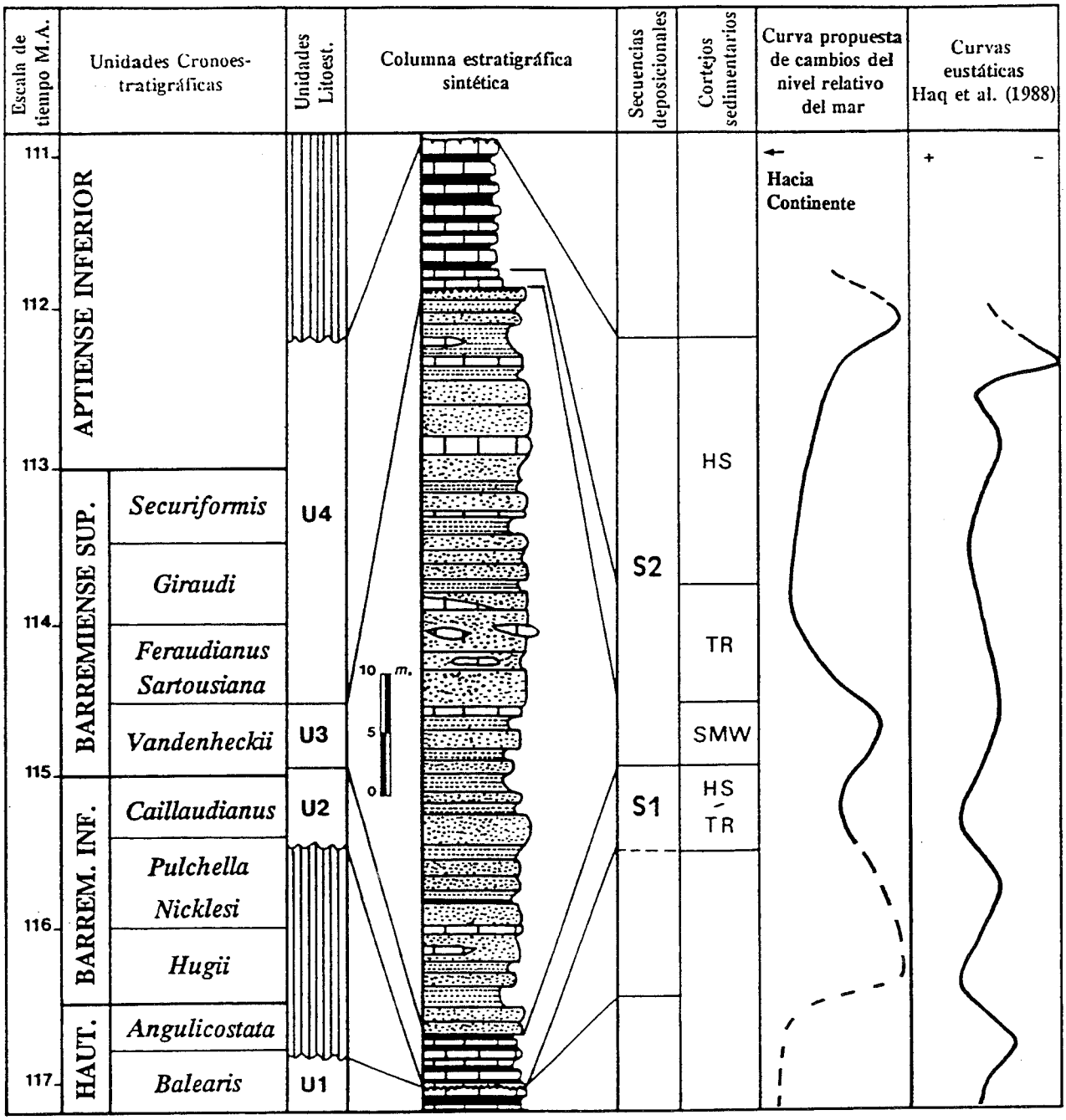


FIG. 9. – Sierra del Corque. Chrono- and lithostratigraphic units. Depositional sequences and systems tracts. Relative sea level variations in the Betic Cordillera during the Late Hauterivian-Early Aptian interval. From COMPANY *et al.* [1992].

The first sequence (S1: Lower Barremian) is bounded at its base by a marked unconformity brought about by a sharp fall of the relative sea level. This event accounted at the Hauterivian/Barremian boundary and led to the subaerial exposure and concurrent erosion of most of the Prebetic shelf and the Subbetic pelagic swells. In the Sierra del Corque area this sequence is only composed of pelagic rhythmites, deposited during the subsequent sea level rise in the Caillaudianus Zone. Lowstand deposits of this sequence, corresponding to the Hugii and Nicklesi Zones, were restricted to deeper areas of the Subbetic basin.

The basal boundary of the younger sequence (S2 : Upper Barremian-Lowermost Aptian) can be identified by the sudden change from marl-limestone facies below to shelf margin sands («Areniscas de Caprés») above. This change is again interpreted as the result of a relative sea level fall. During the subsequent sea level rise, which reached its maximum in coincidence with the age of the condensed levels, a pelagic sedimentation was reestablished in this area, while an Urgonian-like sedimentation took place in the Prebetic platform.

A new relative fall of sea level during the Early Aptian, associated to a major regional tectonic event, led to the end of the sedimentation in the Sierra del Corque and other areas of the External Subbetic (see paragraph 3.1). The oldest materials above this discontinuity are Upper Albian in age.

2.3.3. Biostratigraphy. Discussion

As it can be seen in fig. 8, the zonal scheme established at the Digne Workshop has been applied to the Sierra del Corque section. Notwithstanding, some remarks must be made :

- it is impossible to separate the Sartousiana Zone from the Feraudianus Zone as a distinct biostratigraphic unit. We do not know whether it is due to a taphonomic effect of the condensation, since in other non-condensed sections of the Betic Cordillera, *H. sartousiana* seems to be always associated to the *Hemihoplites* fauna ;
- no diagnostic species of the Securiformis Zone has been found ;
- the appearance of *Deshayesites* sp. in bed 15 marks the base of the Aptian. It should be, however, noted that a single specimen of this genus has been found among more than 300 ammonites collected from this bed.

3. – The Lower Cretaceous of the Cehegin-Caravaca region

3.1. Introduction

The two sections studied in this region are located a few kilometres south of Cehegín (Sierra de Quípar section) and a few kilometres west of Caravaca (Río Argos section). For some authors, both belong to the same tectonic unit of the Subbetic Zone, while others distinguish two adjacent tectonic units : the Loma de la Solana unit (south of Cehegín) and the Buitre unit (west of Caravaca). In any case, the paleogeographic evolution of both sectors can be considered as a whole [Rey and Vera, 1988 ; García-Hernández *et al.*, 1989)].

The Berriasian is represented in the northwestern area (Río Argos) by typical basinal facies of the Miravetes Formation (regular marl-limestone alternation). In contrast, the southern sector (Sierra de Quípar) was a pelagic swell during this time, where nodular limestones and other related facies (Tollo Formation) were deposited. This swell area is characterized by sharp facies changes, as a result of small-scale synsedimentary faulting.

From the Late Berriasian-Early Valanginian time, the topographic accidents of the sea floor were attenuated and basinal facies (Miravetes Formation) spread all over the region (fig. 10). The same situation remained up to the Late Barremian-Early Aptian, when the fault system was reactivated and the southeastern sector raised again, leading to an uneven wearing of the Miravetes Formation in the Sierra de Quípar and adjacent areas. Calcareous turbidites (Argos Formation) accumulated at the same time in the deeper northwestern sector (Río Argos).

A subsequent major tectonic event, together with a relative sea level fall, interrupted the sedimentation all over the region from the Upper Aptian up to the Middle Albian. Upper Albian materials of the Represa Formation unconformably overlie older sediments in both sectors.

3.2. Sierra de Quipar (Berriasian/Valanginian boundary) (by M. Company and J.M. Tavera)

Section : M.CL
Geogr. Coord. : 38° 3' 57" N
1° 48' 35" W
Geol. Map : M.G.E. (1 : 50.000), No. 911 (Cehegín)

3.2.1. Descriptions

The Berriasian is represented in this section by pelagic swell facies of the Tollo Formation. The lowermost level exposed is a thick hard calcilutite bed. These massive limestones, which are Middle Berriasian in age, are exploited as ornamental stone («Rojo Cehegín») in several quarries along the northern side of Sierra de Quípar.

A 4,5 metres of predominantly red nodular limestones interval follows. This consists of a few thick to very thick units, within which thin-bedded layers can be distinguished. Bedding surfaces are irregular. Soft, red calcilutites are predominant, but a few beds occur,

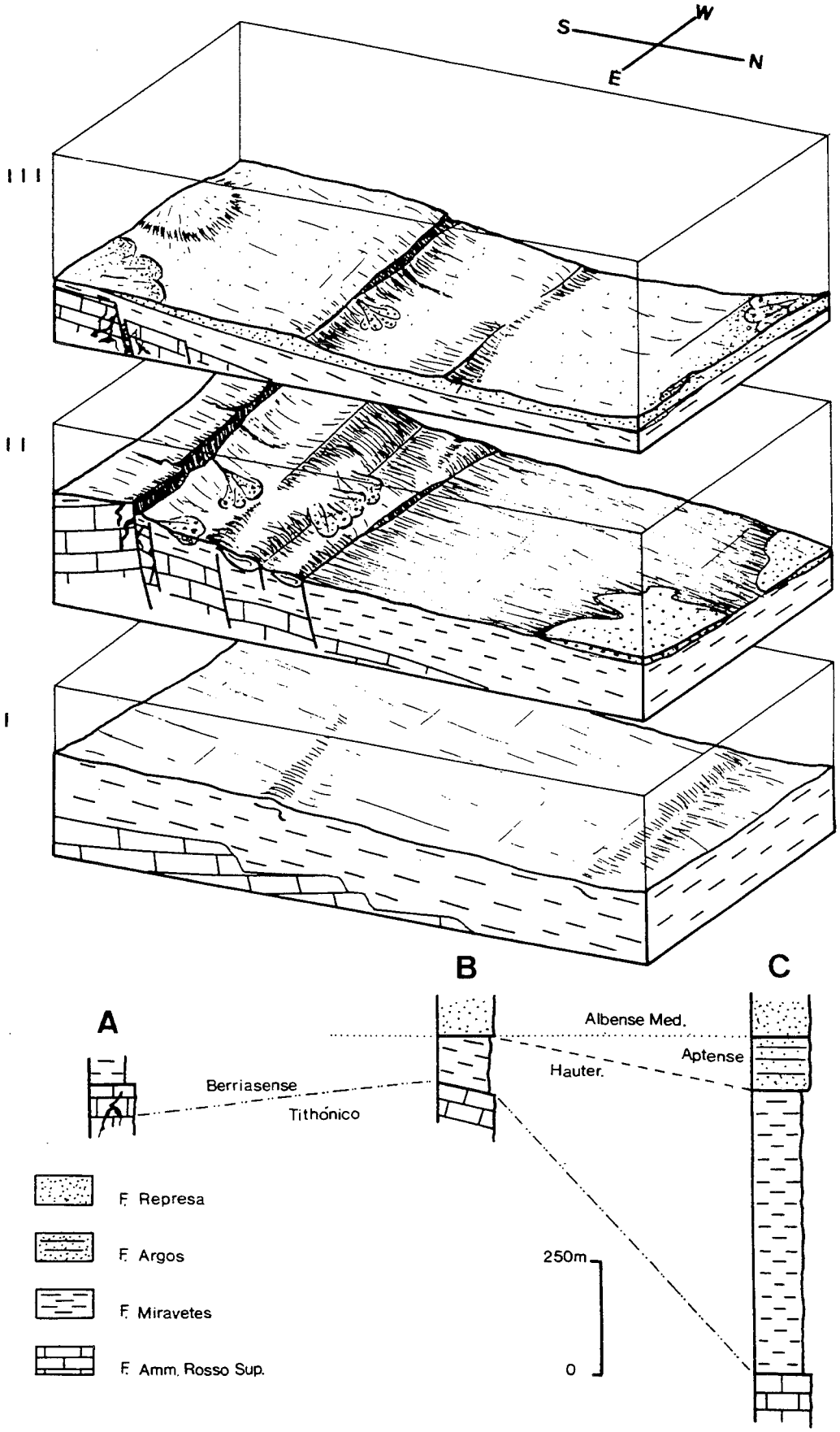


FIG. 10. – Paleogeographic reconstructions of the Cehegín-Caravaca region. I : during the Neocomian ; II : during the Late Barremian-Early Aptian ; III : during the Late Albian. Point A nearly corresponds to the Sierra de Quípar and point C to the Río Argos. From GARCIA-HERNANDEZ *et al.* [1989].

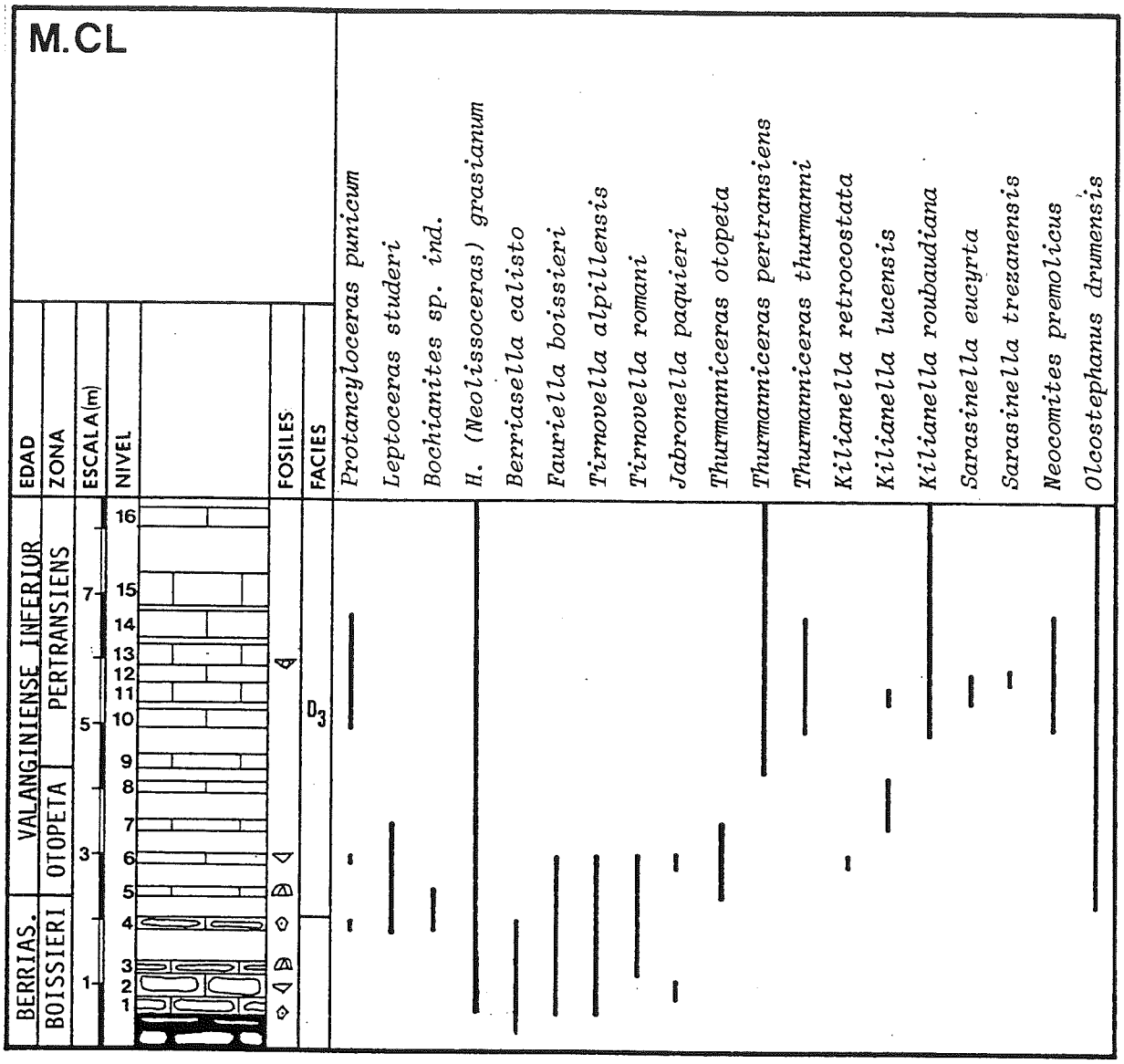


FIG. 11. – Section M.CL (Sierra de Quípar). Ammonite distribution and zonation. From COMPANY [1987].

which consist of irregularly shaped yellowish grey nodules embedded in red calcilutite.

The top of the Tollo Formation is represented by 1,5 metres of yellowish grey nodular calcilutites and calcarenites. The layers are thin to medium-bedded and characterized by irregular bedding surfaces. They are extremely rich in fossil macrofauna (ammonites, echinids and *Pygope*). Additionally, abundant echinoderm fragments (mainly crinoid) and calpionellids have been observed in thin sections. Both intervals (red nodular and crinoidal limestones) belong to the Boissieri Zone (Upper Berriasian).

The Berriasian/Valanginian boundary coincides with the transition between the Tollo Formation and the overlying Miravetes Formation. The Otopeta and Pertransiens Zones are represented by medium to thick-bedded yellowish grey calcilutite beds alternating with marly intercalations. The ammonite fauna is abundant (several hundred specimens have been collected). Thin sections show calpionellids, radiolarians and benthic foraminifers.

3.2.2. Discussion

The faunal succession observed in the Sierra de Quípar section [Company and Tavera, 1982 ; Company, 1987] is roughly the same as that reported from SE France by Le Hégarat [1973] and Thieuloy [1979]. Except for the index-species, *K. lucensis* and *O. drumensis*, all the species present in the Otopeta Zone appear in earlier levels. Moreover, the first *O. drumensis* are hardly distinguishable from the berriasian *Spiticeras* of the *polytroptychum*-group.

Much clearer is the boundary between the Otopeta Zone and the Pertransiens Zone, where the faunal break is more marked. At this level, most «berriasian» species are replaced by typical «valanginian» forms and only a very few specimens of *P. punicum, F. boissieri* and *Kilianiceras* are still present.

3.3. Rio Argos (Hauterivian/Barremian boundary)

(by PH. J. HOEDEMAEKER)

Section : A
Geogr. Coord. : 38° 4' 22" N
1° 56' 45" W
Geol. Map. : M.G.E. (1:50.000), No. 910 (Caravaca)

3.3.1. Introduction

The pelagic succession of the Lower Cretaceous along the Río Argos west of Caravaca consists of a monotonous cyclic alternation of marly Nannoconus-coccolite limestone beds and marlstone beds. This ±1500 m thick succession is the subject of an integrated biostratigraphic study («Argos Project», a research project of the National Museum of Natural History of The Netherlands), in which zones based on microfossils are calibrated with ammonite zones. The cyclicity of the Río Argos succession has been studied, and the 20,000, 100,000, and 400,000 year cycles have been indicated. The río Argos succession has also been studied for its sequence stratigraphy (joint study of H. Arnaud, Ph. J. Hoedemaeker, and P. Vail in 1989, 1990 and 1991 in the cadre of IGCP-Project 262 «Tethyan Cretaceous Correlation»). It was possible to accurately date the Lower Cretaceous depositional systems tracts. Unfortunately the study of the magnetostratigraphy was not succesful because of magneting overprinting of the rocks.

The beds around the Hauterivian-Barremian boundary in the Río Argos succession are very rich in ammonites. Some 3000 identifiable specimens have been sampled from these beds in mainly two sections, A and W, which are 5 km apart. The frequency of the ammonites and the richness of the fauna makes these sections especially suited for an accurate study of the vertical ammonite distribution around this stage boundary and enables us to make a well-founded proposal for the stratigraphic position of this boundary.

During the Workshop on Tethyan Lower Cretaceous ammonite zones held in July 1990 in Digne by the Lower Cretaceous Cephalopod Team of the IGCP-Project 262 «Tethyan Cretaceous Correlation» (Hoedemaeker and Bulot, 1990), the majority of the attendants preferred to retain for the time being the following zonation :

Spitidiscus hugii	Barremian
Pseudothurmannia angulicostata auct.	Hauterivian
Balearites balearis	Hauterivian

This is in essence the zonation proposed by Busnardo in 1984. The only difference is the adition of «auct.» behind the name *«angulicostata»*, because, since the holotype of *Ammonites angulicostatus* d'Orbigny has been found again, it became clear that the neotype designated by Lapeyre [1974] is not conspecific (in my opinion not even congeneric) with the holotype. The species of Lapeyre had therefore provisionally been referred to as *P. angulicostata* auctorum. The attendants of the Workshop also preferred to keep the antique Zone of *P. angulicostata* auct. [Paquier, 1900] in the Hauterivian). This zone comprises the biostratigraphic interval between the first appearance of *P. angulicostata* auct. and the first appearance of *Spitidiscus hugii*. The Digne Workshop provisionally preferred the base of the Barremian stage to coincide with the base of the Hugii Zone (= chronozone based on the biozone of *Spitidiscus hugii*). The hitherto first appearance of *S. hugii* is reported from bed 73 of the stratotype section [Busnardo and Vermeulen, 1986].

3.3.2. Earlier proposed Hauterivian-Barremian boundaries

This Hauterivian-Barremian boundary is in accordance with the Copenhagen recommendations of the IUGS Subcommission on Cretaceous stratigraphy [Birkelund *et al.*, 1984], which recommend not to divide the *Pseudothurmannia* beds by a stage boundary.

This boundary, however, is only one of the many boundaries proposed. A short review of the various recent proposals for the stratigraphic position of the base of the Barremian Stage reveals that there are several different opinions. Busnardo [1965, p. 106] favours the opinion to begin the Barremian with the appearance of the first true *Barremites* (with a narrow whorl section) and of *«Holcodiscus»* (*«H. kiliani»*). The first true *Barremites* was found in bed 65 of the stratotype near Angles [Busnardo and Vermeulen, 1986], on top of bed 64c from which they sampled the last *Pseudothurmannia*. This opinion is in accordance to the old ideas of Kilian [1888] who referred to the Barremian as the «Calcaires à *Ammonites difficilis*».

Lapeyre and Thomel [1974], Patrulius and Avram [1976], Avram [1976, 1983], Immel [1979] and Vašíček *et al.* [1983] favour the appearance of *Pseudothurmannia* and of *Emericiceras emerici* as the base of the Barremian. The first *Pseudothurmannia* has been found in bed 42 of the stratotype near Angles. Vermeulen [1980], however, prefers to draw the base of the Barremian at the base of his Zone of *Nicklesia pulchella* [wrongly cited by Immel, 1979, as if he choose the base of the Zone of *Psilotissotia favrei* as the base of the Barremian]. This zone begins with the appearance of the first *Subpulchellia*, which happens to be *S. castellanensis* in bed 94 of the stratotype section. *Emericiceras emerici* has since the introduction of the

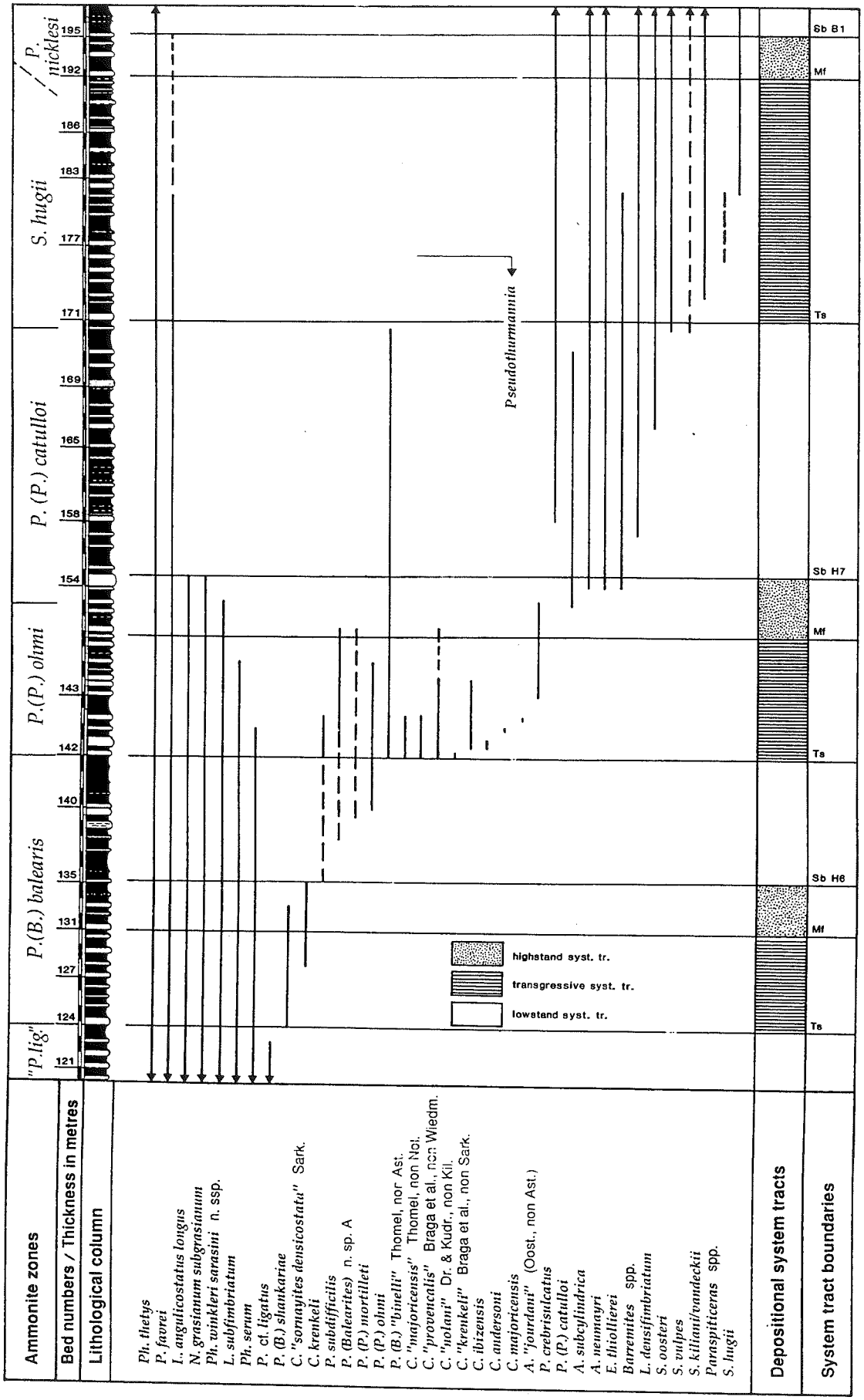


FIG. 12. – Section A (Río Argos). Ammonite distribution and zonation. Sequence stratigraphy.

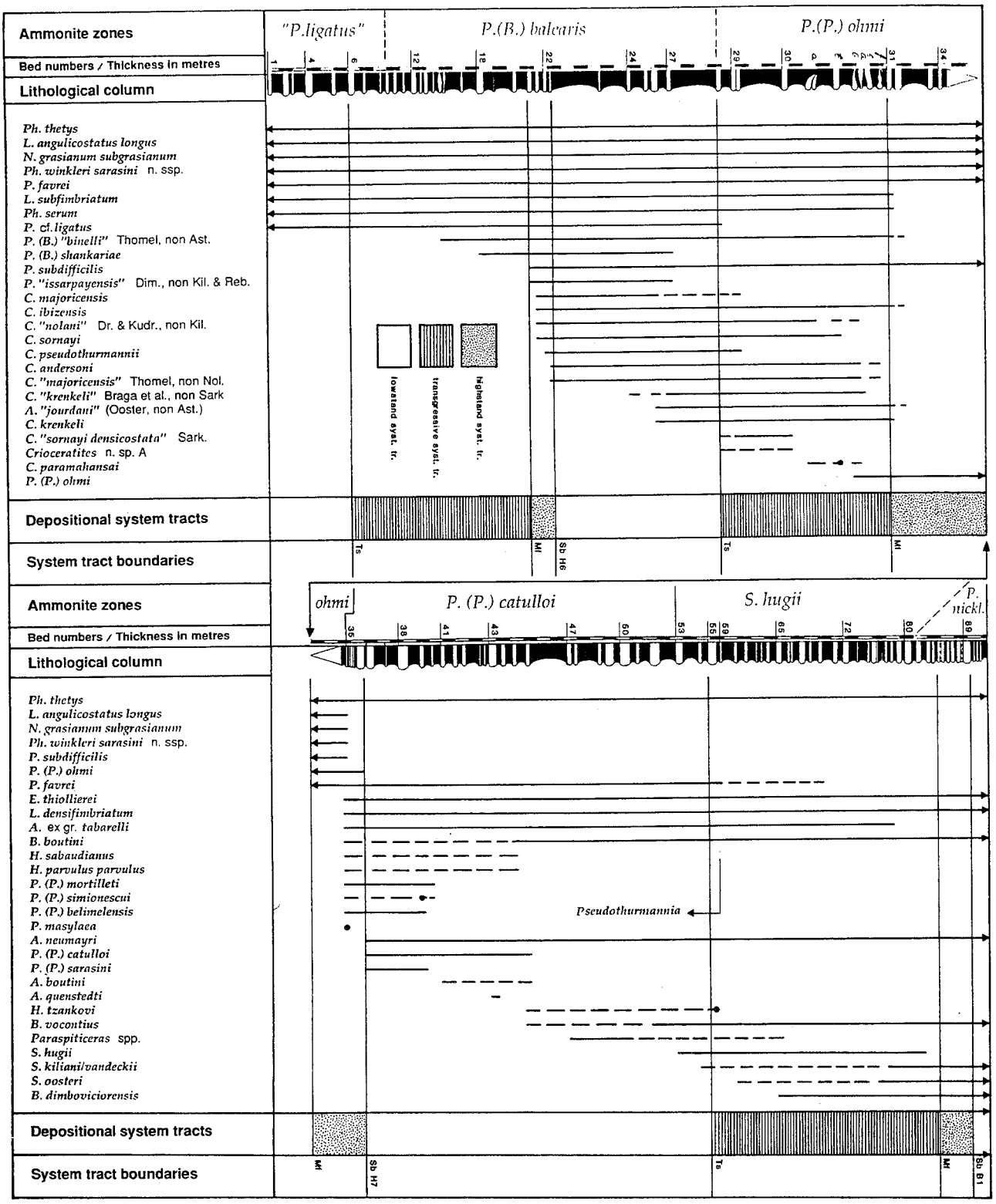


FIG. 13. – Section W (Río Argos). Ammonite distribution and zonation. Sequence stratigraphy.

Barremian been considered diagnostic of the lower Barremian. The first specimen has been reported from bed 47 of the Angles section [Immel, 1979]. All these boundaries depend on the first appearance of a certain species.

3.3.3. P. angulicostata *auct. Zone can be split up into two zones*

The results of our study revealed that the Zone of *P. angulicostata* auct. can be split up into two quite distinct parts, which are separated by a level in which the

number of concurring species is low. It appears that in the interval directly below the level in which this oligotaxic minimum is situated, the rate of extinction highly exceeds the rate of appearance of new taxa, whereas this level is immediately followed by an interval in which new appearances outnumber the disappea-rances of old taxa. So this oligotaxic minimum is attended by a rapid and severe faunal change-over.

a. Faunal difference between the two parts.

Except for some long-ranging species, such as *Phyllopachyceras infundibulum* (D'ORB.), *Hypophylloceras tethys* (D'ORB.), and *Psilotissotia favrei* (OOST.) (the latter appears to be present already in the Sayni Zone near the base of the upper Hauterivian), the only species whose ranges cross this level of faunal change-over, belong to the genus *Pseudothurmannia*, viz. *P. ohmi* (WINKLER) (= *angulicostata* auct.) and *P. mortilleti* (PICTET & DE LORIOL). Against these 5 species stand more than 20 that were found to disappear in the lower part of the Zone of *P. angulicostata* auct. and more than 20 that were found to appear in the upper part of this zone. This makes the level of change-over easy to locate when ammonites are frequent enough.

The species that appear in the upper part of the Zone of *P. angulicostata* auct. are reputedly Barremian species such as *Emericiceras emerici* (there are several different concepts about the nature of this species), *E. thiollierei* (AST.), *Acrioceras* ex gr. *tabarelli* (AST.), *Barremites boutini* (MATH.), *B. vocontius* (SAYN & LORY), *B. dimboviciorensis* (BRESK.), *Lytoceras densifimbriatum* (UHL.), *Protetragonites crebrisulcatus* (UHL.), *Hamulinites sabaudianus* (PICT.), *H. parvulus* (UHL.), *H. tzankovi* MANOLOV, *Paraspiticeras* spp., *Anahamulina subcylindrica* (D'ORB.), *A. quenstedti* (UHL.), *A. boutini* (MATH.), *Hamulina astieriana* (D'ORB.), *Psilotissotia masylaea* (COQ.), and *Valdedorsella neumayri* (HAUG).

At or directly above the level of the faunal change-over appear *Pseudothurmannia catulloi* [= senior synonym of *P. picteti* SARKAR and *P. provencalis* (WIEDMANN)], *P. sarasini* SARKAR, *P. belimelensis* DIMITROVA, and *P. simionescui* SARKAR. They join *P. ohmi* (= *P. angulicostata* auct.) and *P. mortilleti*, which continue their ranges above the level of the faunal change-over.

The species that become extinct in the lower part of the Zone of *P. angulicostata* auct. are reputedly Hauterivian species such as *Lamellaptychus angulicostatus longus* TRAUTH, *Phyllopachyceras winkleri* nov. subsp. A, *Hypophylloceras serum* (OPP.), *Neolissoceras grasianum subgrasianum* DRUSH., *Lytoceras subfimbriatum* (D'ORB.), *Plesiospitidiscus* cf. *ligatus* (D'ORB.), *P. subdifficilis* (KAR.), *Anahamulina «jourdani»* (OOSTER, non ASTIER), *Balearites «binelli»* THOMEL, *non* ASTIER, *B.* nov. sp. A, *Crioceratites pseudothurmannii* DIMITROVA, *C. majoricensis* NOLAN (= senior synonym of *C. «kraptshenensis»* DIMITROVA), *C. «majoricensis»* THOMEL, *non* NOLAN, *C. andersoni* SARKAR, *C. ibizensis* WIEDMANN, *C. krenkeli* SARKAR, *C. sornayi* SARKAR, *C. «sornayi densicostata»* SARKAR, *C. «nolani»* DRUSHCHITS & KUDRJAVTSEV, *non* KILIAN, *C. «provencalis»* BRAGA *et al.*, *non* WIEDMANN, *C. paramahansai* SARKAR, *C. «krenkeli»* BRAGA *et al.*, *non* SARKAR. The only two species that appear in the lower part of the Zone of *P. angulicostata* auct. are *Crioceratites* nov. sp. A, and *C. paramahansai*, *Pseudothurmannia mortilleti* (PICT.) and, of course, *P. *ohmi* (WINKLER) (= senior synonym of *P. «angulicostata»* LAPEYRE, *non* D'ORB., = *P. angulicostata* auct.) itself. Some new species were found that will be the subject of a separate paper. Several species already entered literature under a different, in our opinion erroneous, name. In this paper we refrain from introducing to much new names.

Balearites shankariae SARKAR (which is probably a junior synonym of *B. balearis* NOLAN) disappears just before the entry of *P. ohmi*. *Silesites vulpes* (COQ.) appears approximately together with *Spitidiscus oosteri* (UHL.), *S. hugii* (OOSTER), *S. kiliani* (PAQUIER), and *S. vandeckii* (D'ORB.). It should be noted that the last representatives of *Pseudothurmannia* occur together with the first *S. hugii* ; their ranges are overlapping.

b. Names available for the two new zones.

The vertical ammonite distribution sketched above permits a subdivision of the Zone of *P. angulicostata* auct. into two separate zones of great individuality, with quite different faunal compositions. Because of the rarity, the unknown stratigraphic occurrence, and the radical change in the identity of *Ammonites angulicostatus* D'ORBIGNY, *«P. angulicostata»* is no longer available as zonal name. For the lower zone two names are available, viz. *P. ohmi* Zone [*P. ohmi* (WINKLER) is the senior synonym of *P. angulicostata* auct.], or *P. mortilleti* Zone, which was proposed by Immel [1987]. It is proposed here to use *P. ohmi* as the name for the lower zone, for in this case the zone remains being characterized by the same species as formerly.

Also for the upper zone a new name must be found. Two names are available, viz. *Pseudothurmannia pseudomalbosi* Zone [Breskovski, 1975], which has priority, and *Pseudothurmannia picteti* Zone [Avram, 1983]. All species of *Pseudothurmannia* with lateral tubercles in middle and adult growth-stages (erroneously grouped into *Sornayites* by Wiedmann) are restricted to the upper part of the *Pseudothurmannia* beds. However these species are rare and their precise ranges unknown. It is not known whether the range of *P. pseudomalbosi* starts at the level of the faunal change-over or above it. Moreover the true identity of *P. pseudomalbosi* is not clear. The *«P. pseudomalbosi»* with lateral tubercles on the inner whorls figured by Breskovski (1966, pl. 2, fig. 4) does not belong to this species ; true *P. pseudomalbosi* has no lateral tubercles

on the inner whorls. Also it is possible that *P. pseudomalbosi* may turn out to be a junior synonym of *P. crioceroides* (TORCAPEL) [my study of several specimens of the latter species from Chamateuil near Castellane revealed that *P. crioceroides* is a senior synonym of *C. «edouardi»* (HONNORAT-BASTIDE)]. The alternative is to call this zone after *P. picteti*. My study of a large population of *P. catulloi* (PARONA) from the Sierra de la Muela north of Moratalla revealed that *P. catulloi* is a senior synonym of *P. «picteti»* SARKAR and of *P. «provencalis»* (WIEDMANN). *P. catulloi* makes its appearance in the level of faunal change-over, is common, widespread and has a short range. It is therefore undoubtedly the best guide-fossil for this zone.

3.3.4. The proposed position of the Hauterivian-Barremian boundary

Since the level of the faunal change-over separates an assemblage of reputedly Barremian ammonites from an assemblage of reputedly Hauterivian ammonites, it is obvious that this level is the best candidate for the Hauterivian-Barremian boundary. I favour the view that the upper part of the *Pseudothurmannia* beds, in which *P. ohmi* is still common, should be incorporated in the Barremian instead of in the Hauterivian. This means that the *Pseudothurmannia* beds partly belong to the Hauterivian and partly to the Barremian. The same view was expressed by Breskovski [1975] and also Mandov confirmed this view [personal communication, 1986]. It is close to the antique view to begin the Barremian with the entry of *Emericiceras emerici*, and close to Busnardo's [1965, 1984] view [in fact also antique dating back to Kilian, 1888] to begin the Barremian with the appearance of *Barremites* of the *difficilis* group. This view is however against the Copenhagen recommendations of the Subcomission on Cretaceous Stratigraphy [Birkelund *et al.*, 1984], which recommend not to divide the *Pseudothurmannia* beds by a stage boundary. However, in 1983 our knowledge of the ammonite distribution within and around the *Pseudothurmannia* beds was still highly insufficient. It is proposed here that the Hauterivian-Barremian boundary should be chosen at the base of the Catulloi Zone (= the chronozone based on the Biozone of *P. catulloi*). This is in fact the same boundary as chosen by Patrulius and Avram [1976] and Avram [1976, 1983].

3.3.5. Sequence stratigraphy

P. Vail and I have studied the sequence stratigraphy of the pelagic succession along the Río Argos in 1989, 1990 and 1991. The Hauterivian-Barremian boundary beds were studied in May 1991. The depositional systems tracts are fortunately clearly expressed in the pelagic sediments along the Río Argos by alternating more marly and more limy intervals. Since the limestones are purely pelagic Nannoconus limestones, the only clastic component is the clay fraction in the beds. The more marly intervals were therefore interpreted as the basinward expressions of slope fan deposits : large supply of siliciclastics and nutrients, the Milankowitch cycles are thickest, limestone beds are relatively far apart. These marly intervals are therefore interpreted to represent the lowstand systems tracts and the sequence boundaries are drawn at the bases of these intervals. In the less marly intervals the thinning of the marly interbeds produces a bunching of limestone beds, often attended by a gradual thinning of the limestone beds as well : low supply of siliciclastic and nutrients, Milankovitch cycles are thin, the totality of the deposition is more condensed and extra enriched with fossils. These limy intervals are interpreted to represent the transgressive systems tracts. The transgressive surfaces were drawn where the bunching begins. Where the Milankovitch cycles are thinnest and the frequency of ammonites and dinofagellates the highest, a maximum flooding surface can be assumed. The uppermost parts of the limy intervals are interpreted to represent the highstand systems tracts, which, as a rule, are rather badly developed in deep water facies. The correctness of these sequences was proven by the fact that the successions of SE France (studied by P. Vail and H. Arnaud) show the same number of sequences at the same stratigraphic levels.

It appears that the faunal change-over between the Ohmi and Catulloi zones occurred where the relative fall of the sea level was greatest and fell from extra high to extra low. The Ohmi Zone begins at a transgressive surface and during this chronozone the sea level reached its highest late Hauterivan stand (highest diversity of the ammonite fauna). The Catulloi Zone corresponds to a lowstand systems tract and during this chron the sea level reached its lowest stand during the early Barremian (lowest diversity of the ammonite fauna). It is interpreted that this relatively sea-level fall rapidly pushed the biotopes of the deeper parts of the shelf (where the bulk of the ammonites lived) over the shelf edge where they were telescoped. This rapid telescoping of biotopes increased selection pressure, which on its turn enhanced extinction, but in a later stage also the beginning of faunal renewal. Small heteromorphic ammonites such as *Hamulinites* and *Tzankoviceras* exhibit an opportunistic behaviour and florish just above these extra great sea-level falls (compare the great frequency and diversity of *Protancyloceras* and *Leptoceras* in the Subalpina and Alpillensis zones, which are equally times of faunal renewal after severe extinction).

So the here proposed Hauterivian-Barremian stage boundary nearly coincides with a sequence boundary.

The Balearis Zone begins at a trangressive surface. When the sea inundates large parts of the continental margins many new niches and biotopes are created for denizens of the continental shelf. It is within transgressive system tracts, therefore, that new zones commonly begin. Sequence boundary H6 is situated in the upper part of the Balearis Zone. The position of the

sea level during the next transgressive systems tract (Ohmi Zone) is the highest of the whole late Hauterivian. It is followed by the extreme sea-level fall at sequence boundary H7 and the lowstand of the Catulloi Zone. The Hugii Zone begins again close to a transgressive surface, together with the appearance of many new species. Sequence boundary B1 is situated just above the base of the overlying Nicklesi Zone.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to Dr. J. A. Vera for his kind permission to reproduce figures 2, 3, 4, 5, and 10. The field work of the spanish authors was supported by Projects PB87/0271 and PB87/0887 (Spanish Ministry of Education and Science) and by the Research Group No. 119 (Junta de Andalucía).

References

AVRAM E. (1976). – La succession des dépôts tithoniques supérieurs et crétacés inférieurs de la région de Svinița (Banat). *Dari Seama Sedint.*, **62**, 53-71.

AVRAM E. (1983). – Barremian ammonite zonation in the Carpathian area. *Zitteliana*, **10**, 509-514.

BIRKELUND T., HANCOCK J. M., HART M. B., RAWSON P. F., REMANE J., ROBASZYNSKI F., SCHMID F. & SURLYK F. (1984). – Cretaceous stage boundaries - proposals. *Bull. geol. Soc. Denmark*, **33**, 3-20.

BRESKOVSKI S. (1966).– Biostratigrafiya na Barema yuzhno ot S. Brestak, Varnensko. *Trud. Geol. Bulgar. (ser. Paleont.)*, **8**, 71-142.

BRESKOVSKI S. (1975). – Les zones et sous-zones ammonitiques dans l'étage Barrémien en Bulgarie du Nord-Est. *Geol. balcan.*, **5**, 47-66.

BUSNARDO R. (1965). – Le stratotype du Barrémien. 1.- Lithologie et macrofaune. *In* : Colloque sur le Crétacé inférieur, Lyon 1963. *Mém. Bur. Rech. géol. min., 34*, 101-116.

BUSNARDO R. (1965). – 1.2.- Stratotypes et parastratotypes. 1.3.- Echelles biostratigraphiques. 1.3.1.- Ammonites. *In* : Synthèse géologique du Sud-Est de la France. *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, **125**, 288-294.

BUSNARDO R. & THIEULOY J. P. (1979). – Les Zones d'ammonites du Valanginien. *In* BUSNARDO, R., THIEULOY, J. P. & MOULLADE, M. (Eds.) : Hypostratotype mésogéen de l'étage Valanginien (Sud-Est de la France). *Les stratotypes français, C.N.R.S.*, **6**, 58-68.

BUSNARDO R. & VERMEULEN J. (1986). – La limite Hauterivien-Barrémien dans la région stratotypique d'Angles (Sud-Est de la France). *C. R. Acad. Sci. Paris, II*, **302**, 457-459.

COMPANY M. (1987). – Los ammonites del Valanginiense del sector oriental de las Cordilleras Béticas. Tesis Doct. Univ. Granada, 294 p.

COMPANY M., GARCIA-HERNANDEZ M., LOPEZ-GARRIDO A. C., VERA J. A. & WILKE H. (1982). – Interpretación genética y paleogeográfica de las turbiditas y materiales redepositados del Senonense superior de la Sierra Aixortà (Prebético Interno, Provincia de Alicante). *Cuad. Geol. ibérica*, **8**, 451-465.

COMPANY M. & TAVERA J. M. (1982). – Los ammonites del tránsito Berriasense-Valanginiense en la región de Cehegín (prov. de Murcia, SE de España). *Cuad. Geol. ibérica*, **8**, 651-664.

COMPANY M., SANDOVAL J. & TAVERA J. M. (1992). – Secuencias deposicionales en el Barremiense-Aptiense inferior de la Sierra del Corque (Cordillera Bética). Consideraciones paleogeográficas. *Rev. Soc. geol. España*, (in press).

GARCIA-HERNANDEZ M. (1978). – El Jurásico terminal y el Cretácico inferior en las sierras de Cazorla y del Segura (Zona Prebética). Tesis Doct. Univ. Granada, 344 p.

GARCIA-HERNANDEZ M., LOPEZ-GARRIDO A. C., MARTIN-ALGARRA A., MOLINA J. M., RUIZ-ORTIZ P. A. & VERA J. A. (1989). – Las discontinuidades mayores del Jurásico de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas : análisis e interpretación de los ciclos sedimentarios. *Cuad. Geol. ibérica*, **13**, 35-52.

GARCIA-HERNANDEZ M., LOPEZ-GARRIDO A. C., RIVAS P., SANZ DE GALDEANO C. & VERA J.A. (1980). – Mesozoic paleogeographic evolution of the External Zones of the Betic Cordillera. *Geol. Mijn.*, **59**, 155-168.

GARCIA-HERNANDEZ M., LOPEZ-GARRIDO A. C. & VERA J. A. (1981). – Criterios de correlación lito y bioestratigráfica del Cretácico inferior prebético. *In* : *Curso de conferencias sobre el Programa Internacional de Correlación Geológica (P.I.C.G.), R. Acad. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, Madrid, 241-259.

GARCIA-HERNANDEZ M., REY J. & VERA J. A. (1989). – Diques neptúnicos de edad cretácica en la Sierra de Quípar (Subbético Externo, Prov. Murcia). *Rev. Soc. geol. España*, **2**, 85-93.

HOEDEMAEKER P. J. & BULOT L. (1990). – Preliminary ammonite zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean Region. Report of the First Meeting of the Lower Cretaceous Cephalopod Team of IGCP Project 262 (Digne, July 1990). *Géol. alpine*, **66**, 123-127.

IMMEL H. (1979). – Die Ammonitengliederung des mediterranen und borealen Hauterive und Barreme unter besonderer Berücksichtigung heteromorpher Ammoniten der Gattung *Crioceratites* Leveillé. *Newsl. Stratigr.*, **7**, 121-141.

IMMEL H. (1987). – Die Kreideammoniten der nördlichen Kalkalpen. *Zitteliana*, **15**, 3-163.

KILIAN W. (1888). – Description géologique de la Montagne de Lure (Basses-Alpes). Thèse Univ. Paris, 458 p.

LAPEYRE J. F. & THOMEL G. (1974). – Considérations sur la valeur et la situation stratigraphique précise de la zone à Angulicostata (Néocomien). *C. R. Acad. Sci. Paris*, D, **278**, 2889-2892.

LE HEGARAT G. (1973). – Le Berriasien du Sud-Est de la France. *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, **43**, 576 p.

MARTIN-ALGARRA A. (1987). – Evolución geológica alpina del contacto entre las zonas internas y las zonas externas de la Cordillera Bética (Sector central y occidental). Tesis Doct. Univ. Granada, 1271 p.

MARTIN-ALGARRA A., RUIZ-ORTIZ P. A. & VERA J. A. (1992). – Factors controlling Cretaceous Turbidite deposition in the Betic Cordillera. *Rev. Soc. geol. España*, **5**, 53-80.

MOLINA J. M. (1987). – Análisis de facies del Mesozoico en el Subbético Externo (provincia de Córdoba y sur de Jaén). Tesis Doct. Univ. Granada, 512 p.

PATRULIUS D. & AVRAM E. (1976). – Stratigraphie et corrélations des terrains néocomiens et barrémo-bédouliens du couloir de Dimbovicioara (Carpates orientales). *Dari Seama Sedint.*, **62,** 135-160.

REY J. & VERA J. A. (1988). – Control tectónico en la sedimentación jurásica de las Sierras de Quípar y Mai-Valera (Subbético Externo, prov. Murcia). *II Congr. Geol. España*, Granada (1988), Simposios, 271-280.

RUIZ-ORTIZ P. A. (1980). – Análisis de facies del Mesozoico de las Unidades Intermedias (entre Castril, prov. de Granada y Jaén). Tesis Doct. Univ. Granada, 372 p.

SANDOVAL J. (1983). – Bioestratigrafía y Paleontología (Stephanocerataceae y Perisphinctaceae) del Bajocense y Bathonense en las Cordilleras Béticas. Tesis Doct. Univ. Granada, 613 p.

THIEULOY J. P. (1973). – The occurrence and distribution of boreal ammonites from the Neocomian of southeast France (Tethyan Province). *In* CASEY, R. & RAWSON, P. F. (Eds.) : The Boreal Lower Cretaceous. *Geol. J., spec. Issue* **5**, 289-302.

THIEULOY, J. P. (1979). – Les ammonites : description des espèces indices et de quelques autres formes fondamentales. *In* BUSNARDO, R., THIEULOY, J. P. & MOULLADE, M. (Eds.) : Hypostratotype mésogéen de l'étage Valanginien (Sud-Est de la France). *Les stratotypes français, C.N.R.S.*, **6**, 37-57.

VAŠÍČEK Z., MICHALÍK J. & BORZA K. (1983). – To the «Neocomian» biostratigraphy in the Krízna-Nappe of the Strázovské Vrchy Mountains (Northwestern Central Carpathians). *Zitteliana,* **10**, 467-483.

Géologie Alpine, 1994, Mémoire H.S. n° 20

Table des matières

HOEDEMAEKER P. – The Berriasian stage : a review (1 fig.) 5

BULOT L.G. et THIEULOY J.-P. – Les biohorizons du Valanginien du Sud-Est de la France : un outil fondamental pour les corrélations au sein de la Téthys occidentale (7 fig., 4 tabl.) 15

DELANOY G. – Rapport sur l'étage Barrémien (7 fig.) 43

BOGDANOVA T. N. and TOVBINA S. Z. – On development of the Aptian Ammonite zonal standard for the Mediterranean region (1 tabl.) 51

LATIL J.-L. – Bibliographic data about the recognition of Albian Ammonite zones and subzones in Central Tethyan uncondensed series (Mediterranean regions) 61

LATIL J.-L. – The Dispar Zone in South-East France and comments about the biozonation of Albian in the Tethyan realm : biostratigraphy and paleontology (Ammonites) (9 fig., 15 pl.) 67

AVRAM E. – Lower Cretaceous (Valanginian-Early Aptian) ammonite succession in the Svinița region (SW Rumania) (10 fig., 20 pl.) 113

VAŠÍČEK Z. – Lower Cretaceous ammonite biostratigraphy in the Western Carpathians (The Czech and Slovak Republics) (4 fig., 5 pl.) 169

GONZÁLEZ ARRELÓLA C., OLORIZ F. y VILLASEÑOR A. B. – Nuevos datos sobre el Valanginiano en el nor-noreste de México (5 fig., 1 tabl., 2 pl.) 191

CECCA F. and PALLINI G. – Latest Hauterivian-Barremian Ammonite biostratigraphy in the Umbria-Marche Apennines (Central Italy) (6 fig., 1 pl.) 205

HOEDEMAEKER P. – Ammonite distribution around the Hauterivian-Barremian boundary along the Río Argos (Caravaca, SE Spain) (3 fig., 12 pl.) 219

DELANOY G. – Les zones à Feraudianus, Giraudi et Sarasini du Barrémien supérieur de la région stratotypique d'Angles-Barrême-Castellane (Sud-Est de la France) (11 fig., 2 tabl., 9 pl.) 279

CONTE G. – La limite Bédoulien-Gargasien dans la coupe stratotypique de Cassis-La Bédoule (Bouches du Rhône, France) (2 fig.) 321

LATIL J.-L. – 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 (33 fig., 3 pl.) 327

BULOT L. G., THIEULOY J.-P., ARNAUD H. and DELANOY G. – The Lower Cretaceous of the South Vocontian basin and margins. - The Lower Cretaceous Cephalopod Team. First Field Meeting (Digne, 1990) (9 fig.) 383

COMPANY M., HOEDEMAEKER P. J., SANDOVAL J., and TAVERA J. M. – IGCP Project 262 : Tethyan Cretaceous Correlation - Lower Cretaceous Cephalopod Team - 2nd Workshop - Lower Cretaceous of the Subbetic and Prebetic Ranges. Mula (SE Spain), July 2-5, 1992 (13 fig.) 401