

Biostratigraphie haute résolution du Barrémien supérieur du Sud-Est de la France

Gérard DELANOY

Laboratoire de micropaléontologie et géologie marine, Université de Nice-Sophia-Antipolis, Faculté des sciences, Parc Valrose, 06108 Nice cedex 2, France

RÉSUMÉ

L'étude biostratigraphique effectuée à partir des ammonites dans le Barrémien supérieur du Bassin vocontien confirme la biozotation (à l'échelle de la zone), reconnue par le PIGC (programme international de corrélation géologique) n° 262 pour le domaine méditerranéen. En outre, l'étude détaillée de nombreuses coupes conduit à la création de six nouveaux horizons, qui sont : les horizons à *Limentinus* dans la zone à *Sartousiana*, à *Feraudianus* et à *Magnini* dans la zone à *Feraudianus*, à *Giraudi* et à *Emerici* dans la zone à *Giraudi* et à *Puzosianum* dans la zone à *Sarasini*. Ces horizons ont un fort potentiel d'extension à d'autres régions du domaine méditerranéen.

Mots clés : Crétacé inférieur, Barrémien, Sud-Est France, Biostratigraphie, Ammonoidea

ABSTRACT

*New ammonites collected in the uppermost Barremian in SE France confirms the ammonite zonation established by the International Geological Correlation Project 262, and leads to propose six new horizons: the *Camericeras limentinus* Horizon in the *Heinzia Sartousiana* Zone, the *Hemihoplites feraudianus* and *Emericeras magnini* Horizons in the *Hemihoplites feraudianus* Zone, the *Imerites giraudi* and *Heteroceras emerici* Horizons in the *Imerites giraudi* Zone and the *Leptoceratoides puzosianum* Horizon in the *Martelites Sarasini* Zone. These new horizons have a strong potential for inter-regional correlation.*

Keywords: Lower Cretaceous, Barremian, SE France, Biostratigraphy, Ammonoidea

Abridged version (see p. 693)

1. Introduction

Cette étude biostratigraphique est fondée sur d'importantes faunes d'ammonites récoltées dans le Barrémien supérieur de 13 coupes de la région d'Angles-Barrême-Castellane (Alpes de Haute-Provence, Sud-Est de la France), partie la plus méridionale du Bassin vocontien ; des données annexes proviennent de quelques coupes situées plus en bordure de ce bassin (Vercors méridional, chaîne Ventoux-Lure, Arcs de Nice et de Castellane). Récemment (Delanoy, 1994), j'ai caractérisé avec précision le contenu faunique des zones à *Sartousiana*, *Ferau-*

dianus, *Giraudi* et *Sarasini*, et confirmé la fiabilité de cette biozotation dans la province méditerranéenne. A la suite de ce travail, grâce à de nouvelles récoltes, mais aussi une vision nouvelle de la systématique des *Heteroceratidae* (Delanoy, 1996), il est maintenant possible d'accroître la résolution de cette zonation, en lui adjoignant les six nouvelles unités biostratigraphiques suivantes : les horizons à *Limentinus*, *Feraudianus*, *Magnini*, *Giraudi*, *Emerici* et *Puzosianum*. Ces horizons se superposent partiellement mais, surtout, prolongent (hormis les divergences concernant la limite supérieure du Barrémien) la biozotation homophylétique, fondée sur les *Pulchellidae*, récemment proposée par Vermeulen (1995) (tableau).

Note présentée par Jean Dercourt

Note remise le 26 mai 1997, acceptée après révision le 15 juillet 1997

BUSNARDO 1965		BUSNARDO 1984	DELANOY 1990	HOEDEMAEKER & BULOT, 1990 (PICG 262)	DELANOY in HOEDEMAEKER & COMPANY, 1993 (PICG 262), DELANOY, 1994	VERMEULEN 1995	DELANOY 1996 et ce travail	BARREMIEN SUPERIEUR	
Silesites seranonis	<i>Leptoceras pusozianum</i>	<i>Colchidites sp</i>	<i>Colchidites gr. sarasini</i>	<i>Colchidites securiformis</i>	<i>Martelites sarasini</i>	non étudié	<i>M. sarasini</i>		<i>Puzosianum</i>
	<i>Heteroceras astieri</i>	<i>Heteroceras astieri</i>	<i>Imerites giraudi</i>	<i>Imerites giraudi</i>	<i>Imerites giraudi</i>		<i>I. giraudi</i>	<i>H. ferau- dianus</i>	<i>Emerici</i>
	<i>Hemihoplites feraudianus</i>	<i>Hemihoplites feraudianus</i>							<i>Hemihoplites feraudianus</i>
			<i>Emericiceras barremense</i>	<i>Emericiceras barremense</i>	<i>Heinzia sartousiana</i>		<i>Heinzia sartousiana</i>	<i>H. sartou- -siana</i>	
		<i>Ancyloceras vandenheckii</i>							<i>Ancyloceras vandenheckii</i>
			<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>		<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>	
<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>				<i>C. darsi</i>			<i>C. darsi</i>
			<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>		<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>	
<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>				<i>C. darsi</i>			<i>C. darsi</i>
			<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>		<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>	
<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>				<i>C. darsi</i>			<i>C. darsi</i>
			<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>		<i>C. darsi</i>	<i>C. darsi</i>	

Tableau. Corrélation de la zonation proposée dans ce travail avec les diverses biozonations proposées pour le Barrémien supérieur du Sud-Est de la France.

Correlations of the zonation adopted in this paper with several zonal schemes for the Upper Barremian of the South East of France.

II. Biozonation

1. La zone à Sartousiana

Espèce index : *Heinzia sartousiana* (d'Orb.). Cette zone, proposée par le groupe de travail des Céphalopodes du Crétacé inférieur du P.I.C.G. 262 (Hædemæker et Bulot, 1990) (tableau), est caractérisée par le déclin, puis la disparition des Pulchellidae, tandis que les Hemihoplitidae constituent un élément significatif des populations, avec les genres *Camericeras* et *Pachyhemihoplites* (Delanoy, 1994, 1996 ; Vermeulen, 1995).

Horizon à Limentinus

Espèce index : *Camericeras limentinus* (Thieuloy). Il correspond à la période d'extension de l'espèce index, toujours en association avec « *Crioceratites* » *janus* (forme microconche ?). *Camericeras davouxi*, *Costidiscus* aff. *tardus*, *Macroscaphites ectotuberculatus*, *Phyllopachyceras vergonsense*, *Psilotissotia sauvageau* et *Pachyhemihoplites* aff. *coheni*, semblent limités à cet horizon (figure).

Potentiel de corrélation de l'horizon à Limentinus

A l'échelle du domaine méditerranéen, le genre *Camericeras* est représenté en Espagne par *C. davouxi* (Company et al., 1992) et en Roumanie par *C. aff. limentinus* (= *Crioceratites* ex. gr. *barremense / orbigny* ; Avram, 1994), également associé à *Costidiscus tardus* et *Macroscaphites ectotuberculatus*. Une corrélation est donc envisageable avec la sous-zone à *Crioceratites* ex. gr. *barremense / orbigny* (Avram, 1983).

2. Zone à Feraudianus

Espèce index : *Hemihoplites feraudianus* (d'Orbigny). D'abord proposée comme sous-zone par Busnardo (1965), cette unité biostratigraphique fut ensuite considérée comme zone (Busnardo, 1984) (tableau), ce qu'ont confirmé tous les travaux récents. Cette zone est définie par l'apparition de la forme-index *H. feraudianus*, et caractérisée par l'absence totale de Pulchellidae et l'apparition des Hétérocères à sa partie sommitale.

L'horizon à Feraudianus

Espèce index : *Hemihoplites feraudianus* (d'Orbigny), dont la base correspond à l'apparition de l'espèce index généralement associée à *Pseudohaploceras douvillei* et *Spinocrioceras polyspinosum*. *Hemihoplites soulieri*, taxon plus rare, semble inféodé aux bordures de plates-formes (Delanoy, 1994). Le reste de la faune est constitué des formes classiques du Barrémien supérieur (formes dites généralistes) (figure).

Potentiel de corrélation de l'horizon à Feraudianus

Hemihoplites feraudianus a été signalé en Bulgarie (Nikolov, 1966), en Tunisie (Memmi, 1979) et en Géorgie, en association avec *H. soulieri* (Kakabadze, 1983) ; cette dernière espèce est aussi présente en Bulgarie (Dimitrova, 1967). En revanche, les possibilités de corrélations que

pourrait offrir *Spinocrioceras polyspinosum* sont encore délicates à cerner (Delanoy, 1996).

Horizon à Magnini

Espèce index : *Emericeras magnini* Delanoy. Il débute avec l'apparition de *Emericeras magnini*, taxon qui disparaîtra avant l'apparition (*first occurrence*) des premiers *Heteroceras* (*H. baylei* et *H. couletti*) au sommet de l'horizon. La faune associée est celle de l'horizon à *Feraudianus*.

Potentiel de corrélation de l'horizon à Magnini

Emericeras magnini n'est connu avec certitude que dans le Sud-Est de la France, bien que des formes proches soient présentes dans les Cordillères bétiques (Company, communication écrite). Les potentialités de corrélation de cet horizon demandent donc à être précisées.

3. Zone à Giraudi

Espèce index : *Imerites giraudi* (Kilian). J'ai proposé (Delanoy, 1990) (tableau) d'étendre au Sud-Est de la France cette unité biostratigraphique, reconnue dans les régions caucasiennes, afin de remplacer la zone à Astieri dont l'espèce index, *Heteroceras astieri*, est une forme à l'interprétation délicate. Cette zone correspond à la disparition des Hemihoplitidae, et au développement remarquable des *Imerites* et des *Heteroceras*.

Horizon à Giraudi

Espèce index : *Imerites giraudi* (Kilian). Il correspond à la base de la zone. L'espèce index est représentée par deux sous-espèces chronologiques (*I. giraudi dichotomum* et *I. giraudi giraudi* (Delanoy, 1996) (figure) et est toujours associée à *Heteroceras couletti* et à des formes généralistes du Barrémien supérieur. Dans cet horizon, les *Pseudohaploceras* sont inconnus, comme dans l'horizon sus-jacent à Magnini.

Potentiel de corrélation de l'horizon à Giraudi

La forme index a une vaste répartition géographique. *Imerites giraudi* (*sensu* Delanoy, 1996) est présente en Espagne (Company, communication orale), en Bulgarie (Dimitrova, 1967), en Roumanie (Avram, 1983) et dans les régions caucasiennes (Kakabadze, 1971).

Horizon à Emerici

Espèce index : *Heteroceras emerici* d'Orbigny est caractérisé par l'abondance des *Heteroceras* et la disparition des *Imerites*. La faune est dominée par *H. emerici* (et ses morphes *tardieui*, *leenhardtii*, *emerici* et *imericum*) qui succède ainsi à *H. couletti*. Deux espèces nouvelles d'*Heteroceras* sont présentes : *H. moriezense* Delanoy et *H. gonneti* Delanoy (Delanoy, 1996).

Potentiel de corrélation de l'horizon à Emerici

Les *Heteroceras* du gr. *emerici* sont connus en Bulgarie (Dimitrova, 1967), dans les régions caucasiennes (où ils correspondent aux assemblages à grands *Heteroceras* (= *pars Colchidites auct.*) de la zone à *Securiformis auct.*)

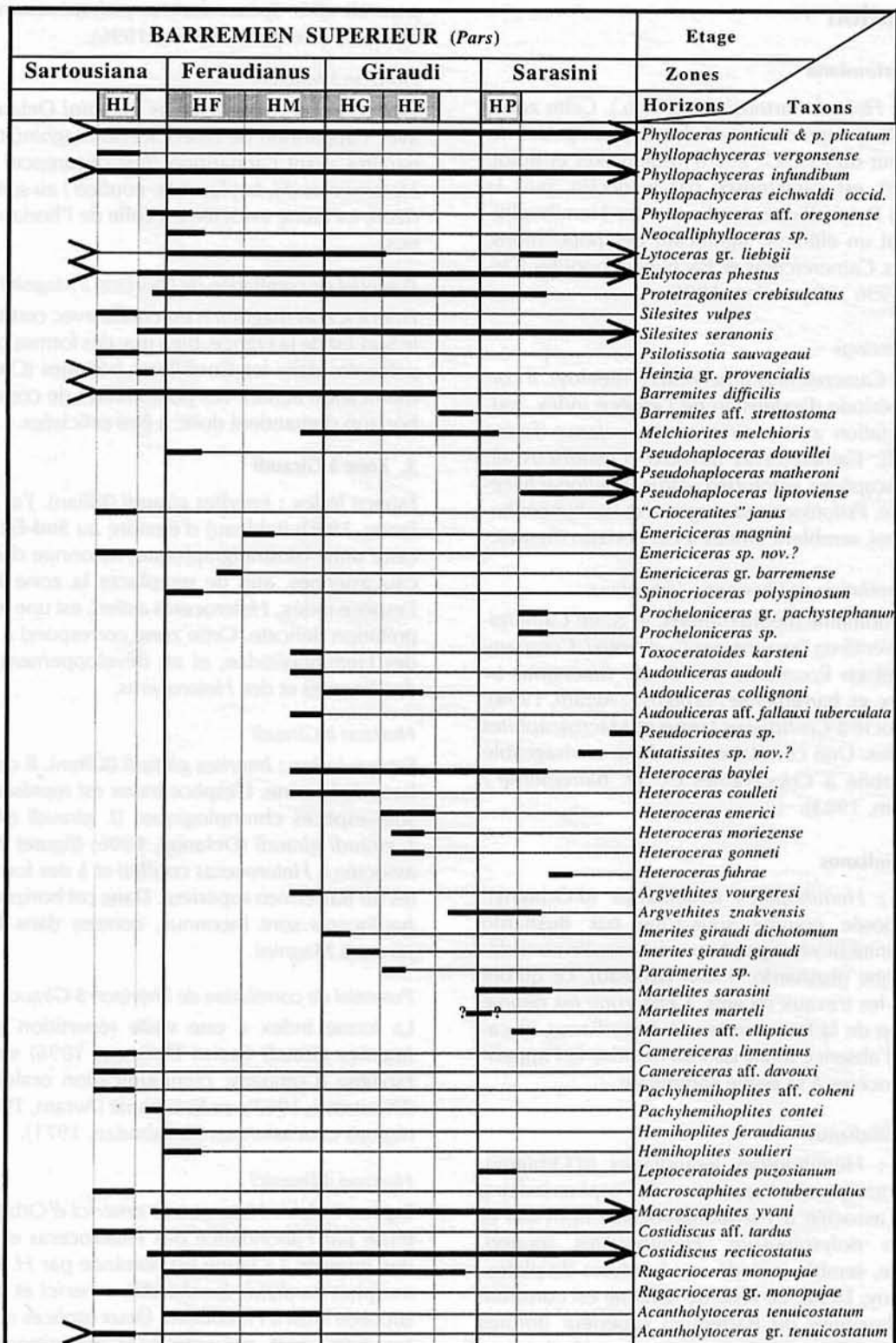


Figure. Répartition stratigraphique des principales espèces d'ammonites dans les zones à Sartousiana (partie supérieure), Feraudianus, Giraudi et Sarasini du Barrémien supérieur du Sud-Est de la France. HL : horizon à Limentinus ; HF : horizon à Feraudianus ; HM : horizon à Magnini ; HG : horizon à Giraudi ; HE : Horizon à Emerici ; HP : horizon à Puzosianum.

Stratigraphical range of the main ammonite species in the *Heinzia sartousiana* (upper part), *Hemihoplites feraudianus*, *Imerites giraudi* and *Martelites sarasini* Zones from the Upper Barremian of the South East of France. HL : *Camereiceras limentinus* Horizon ; HF : *Hemihoplites feraudianus* Horizon ; HM : *Emericiceras magnini* Horizon ; HG : *Imerites giraudi* Horizon ; HE : *Heteroceras emerici* Horizon ; HP : *Leptoceratoides puzosianum* Horizon.

(Kakabadze, 1971, 1975), ainsi qu'au Japon (Obata et al., 1976). En revanche, la position stratigraphique des formes colombiennes (*H. apolinari*) et américaines (*H. jeletskyi*), morphologiquement proches, n'est pas encore connue avec assez de précision pour tenter des corrélations au niveau de l'horizon.

4. Zone à *Sarasini*

Espèce index : *Martelites sarasini* (Rouchadze). En 1984, Busnardo a proposé une zone à *Colchidites* sp. En 1990, j'ai proposé de prendre comme index le groupe de « C. » *sarasini*, puis, en 1993 (Delanoy, in Hoedemaeker et Company), le taxon *sarasini* lui-même à la place de « C. » *securiformis* (Hoedemaeker et Bulot, 1990). Les raisons de ce choix ont été récemment exposées (Delanoy, 1994).

Caractéristiques : Cette zone est définie par l'apparition de *Martelites sarasini*. En l'absence de l'espèce index, *Leptoceratoides puzosianum* peut jouer ce rôle à la base de la zone. Les *Heteroceras* ne sont ici représentés que par *H. baylei*, ainsi que par une nouvelle espèce, *H. fuhræ* Delanoy (Delanoy, 1996). A noter : 1) la « réapparition » des *Pseudohaploceras*, 2) l'apparition des genres *Procheloniceras*, *Pseudocrioceras* et *Kutatissites*. Le reste de la faune est constitué de formes généralistes (figure).

Horizon à *Puzosianum*

Espèce index : *Leptoceratoides puzosianum* (d'Orb.). Busnardo avait, dès 1965, proposé une sous-zone à *Puzosia-*

num (tableau). Cette petite espèce hétéromorphe de faible extension stratigraphique (figure) apparaît brutalement en bassin, où elle peut pulluler.

Potentiel de corrélation de l'horizon à *Puzosianum*

Leptoceratoides puzosianum est présent en Tunisie, où Memmi a reconnu dès 1979 une zone à *Puzosianum*. Une corrélation est envisageable avec la zone à *Parancyloceras* ? sp. de Roumanie (Avram, 1983).

III. Conclusion

La reconnaissance de six nouveaux horizons dans le Barrémien supérieur du Sud-Est de la France constitue une étape supplémentaire dans l'établissement d'un découpage biostratigraphique à haute résolution de cet étage. Ils viennent compléter la zonation standard, dont le découpage peut encore être affiné, du domaine méditerranéen proposée par l'IPGC 262 (Hoedemaeker et Bulot, 1990 ; Hoedemaeker et Company, 1993). Si l'on excepte l'horizon à *Magnini*, ces nouveaux horizons ont un fort potentiel de corrélation, ce qui devrait permettre de les faire accéder au statut de sous-zones à une plus vaste échelle, celle du domaine méditerranéen. Ils permettent également d'assurer un meilleur cadrage des phénomènes évolutifs, et offrent une plus grande précision dans la datation des variations eustatiques.

ABRIDGED VERSION

This biostratigraphic study is based on an abundant material collected in 13 sections in the uppermost Barremian from the Angles-Barrême-Castellane area in the southernmost part of the Vocontian Trough, as well as in some adjacent localities. Newly collected material and an updated interpretation of the taxonomy of Heteroceratidae lead us to complete the recently published characteristics of the *Heinzia sartousiana*, *Hemiboplites feraudianus*, *Imerites giraudi* and *Martelites sarasini* Zones (Delanoy, 1994). Our results confirm the biozonation developed by the IGCP 262. In addition six new horizons are defined in the above-mentioned zones: the *Camereiceras limentinus*, *Hemiboplites feraudianus*, *Emericiceras magnini*, *Imerites giraudi*, *Heteroceras emerici* and *Leptoceratoides puzosianum* Horizons.

1. The *Heinzia sartousiana* Zone

Proposed by the Lower Cretaceous Cephalopods Team of IGCP 262 (Hoedemaeker and Bulot, 1990) (table) and characterized by the decline and the disappearance of Pulchelliidae, and by the development of the Hemihoplitidae with the genera *Camereiceras* and *Pachybemiboplites* (figure).

The *Camereiceras limentinus* Horizon

Corresponds to the combined range of the index-species and of '*Crioceratites*' *janus*. *C. davouxi*, *Costidiscus* aff. *tardus* and *Macroscephalites ectotuberculatus* have also been observed in these beds. *Camereiceras* of the gr. *limentinus* occurs in Spain

(Company et al., 1992) and in Romania (= *Crioceratites* ex. gr. *barremense* / *orbignyi* in Avram (1994)), associated with *C. tardus* and *M. ectotuberculatus* which allows a correlation with the *Crioceratites* ex. gr. *barremense* / *orbignyi* sub-zone of Romania (Avram, 1983).

2. The *Hemiboplites feraudianus* Zone

Proposed as a sub-zone by Busnardo (1965) and later as a zone (Busnardo, 1984) (table). It is characterized by the lack of Pulchelliidae and the appearance of *Heteroceras* at its top (figure).

The *Hemiboplites feraudianus* Horizon

Characterized by the appearance of the index species at its base, associated with *H. soulieri* (more frequent in platform facies (Delanoy, 1994)), *Pseudobaploceras douvillei* and *Spinocrioceras polyspinosum*. The other taxa are common upper Barremian forms. *H. feraudianus* occurs in Tunisia (Memmi, 1979) and, together with *H. soulieri*, in Bulgaria (Nikolov, 1966, Dimitrova, 1967) and in Georgia (Kakabadze, 1983).

The *Emericiceras magnini* Horizon

Directly overlies the previous horizon. The index-species is present at the base, whereas the first *Heteroceras* (*H. coulleti* and *H. baylei*) first appear only at its top. *E. magnini* is only known in SE France, but the group is present in Spain (Company, oral communication).

3. The *Imerites giraudi* Zone

Proposed in SE France to replace the *Heteroceras astieri* Zone (Delanoy, 1990) (table). It is characterized by the disappearance of the Hemihoplitidae and by the extraordinary development of the Heteroceratidae, especially the genera *Imerites* and *Heteroceras* (figure).

The *Imerites giraudi* Horizon

Defined by the range of the index-species. *Heteroceras coulleti* is still present. *I. giraudi* shows the succession of two transients: *I. giraudi dichotoma* and *I. giraudi giraudi* (Delanoy, 1996). *I. giraudi* (sensu Delanoy, 1996) occurs in Spain (Company, oral communication), in Bulgaria (Dimitrova, 1967), in Romania (Avram, 1994) and in the Caucasian area (Kakabadze, 1971).

The *Heteroceras emerici* Horizon

Characterized by the disappearance of the *Imerites* and the abundance of the *Heteroceras*, especially *H. emerici* and its morphotypes (Delanoy, 1996). Other numerous forms of *Heteroceras* are present; two of them, rare, are new: *H. moriezense* and *H. gonneti* (Delanoy, 1996). The *Pseudobaploceras* have not been observed in this horizon, as in the two previous horizons. *H. emerici* is present in Bulgaria (Dimitrova, 1967), in the Caucasian area (Kakabadze, 1971, 1975) and in Japan (Obata et al., 1976).

Remerciements : Je remercie Michel Moullade et Didier Marchand pour leur conseils lors de l'élaboration du manuscrit, ainsi que Jean Dercourt et Jürgen Remane pour leurs commentaires constructifs sur la première version de cette note.

RÉFÉRENCES

- Avram E. 1983. Barremian Ammonite zonation in the Carpathian area, *Zitteliana*, 10, 509-514
- Avram E. 1994. Lower Cretaceous (Valanginian–Early Aptian) ammonite succession in the Svinitzia Region (SW Rumania), *Géol. Alpine*, Mém. HS, 20, 113-167
- Busnardo R. 1965. Rapport sur l'étage Barrémien in Colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, septembre 1963), *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, 34, 161-169
- Busnardo R. 1984. Ammonites in Chapitre Crétacé inférieur. Synthèse géologique du Sud-Est de la France, *Mém. Bur. Rech. Géol. Min.*, 125, 292-294
- Company M., Hoedemaeker P.J., Sandoval J. et Tavera J.M. 1992. 2nd Workshop of the Lower Cretaceous Cephalopod Team, IGCP Project 262: Tethyan Cretaceous Correlation, *Excursion Guide*, 1-34
- Delanoy G. 1990. 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
- Delanoy G. 1994. Les zones à Ferudianus, Giraudi et Sarasini du Barrémien supérieur de la région stratotypique d'Angles-Barrême-Castellane (Sud-Est de la France), *Géol. Alpine*, Mém. HS, 20, 279-319
- Delanoy G. 1996. Biostratigraphie des faunes d'ammonites à la limite Barrémien-Aptien dans la région d'Angles-Barrême-Castellane. Étude particulière de la famille des Heteroceratidae Spath, 1922 (Ancyloceratina, Ammonoidea), *Diplôme universitaire de recherche univ. Nice*, 1-325 (Inéd.)
- Dimitrova N. 1967. Les fossiles de Bulgarie. IV, Crétacé inférieur: Cephalopoda (Nautiloidea et Ammonoidea), *Pub. Acad. Bulg. Sci.*, 1-236
- Hoedemaeker P.J. et Bulot L. 1990. Preliminary Ammonite zonation for the Lower Cretaceous of Mediterranean Region, *Géol. Alpine*, 66, 123-127
- Hoedemaeker P.J. et Company M. (rapporteurs), 1993. Ammonites zonation for the Lower Cretaceous of the Mediterranean region; basis for the stratigraphic correlation within IGCP-Project 262, *Rev. Espa. Paleontol.*, 8 (1), 117-120
- Kakabadze M.V. 1971. The Colchidites and their stratigraphical significance, *Trudy. Géol. Inst. Tbilisi* (NS), 26, 1-118 (en russe)
- Kakabadze M.V. 1975. Lower Cretaceous Heteroceratinae of Georgia and adjacent regions, *Trudy. Géol. Inst. Tbilisi* (NS), 47, 62-31 (en russe)
- Kakabadze M.V. 1983. On the Hauterivian–Barremian correlations between the South of the USSR and certain Southern regions of Europe, *Zitteliana*, 10, 501-508
- Memmi L. 1979. Historique et actualisation du Crétacé inférieur de Tunisie septentrionale, *Notes Serv. Géol. Tunisie*, 45, 45-53
- Nikolov T. 1966. Le Crétacé inférieur en Bulgarie, *Bull. Soc. géol. France*, (7) XI, 56-68
- Obata I., Matsukawa M., Tsuda H., Futakami M. et Ogawa Y. 1976. Geological age of the Cretaceous Ishido Formation, Japan, *Bull. Natn. Sci. Mus., ser. c(Geol.)*, 2 (3), 121-137
- Vermeulen J. 1995. Nouvelle biozonation du Barrémien basée sur la famille des Pulchellidae (Ammonoidea), *Géol. Alpine*, 71, 199-211