

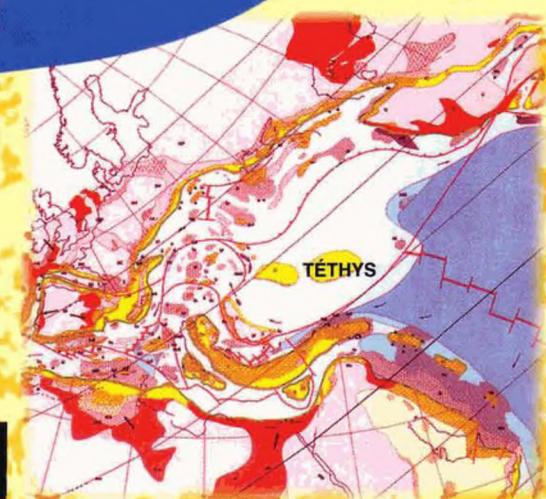
BIOSTRATIGRAPHIE DU JURASSIQUE OUEST-EUROPÉEN ET MÉDITERRANÉEN



Zonations parallèles et distribution
des invertébrés et microfossiles

Coordonnateurs :

Elie CARIOU & Pierre HANTZPERGUE



GROUPE FRANCAIS D'ÉTUDE DU JURASSIQUE

BIOSTRATIGRAPHIE DU JURASSIQUE OUEST-EUROPÉEN ET MÉDITERRANÉEN

Zonations parallèles et distribution
des invertébrés et microfossiles

Elie CARIOU & Pierre HANTZPERGUE
Coordonnateurs

Participants

Yves ALMÉRAS, François ATROPS, Jean-Paul BASSOULLET, Gert BLOOS, Anne-Marie BODERGAT, Annick BOULLIER, Elie CARIOU, Bernard CLAVEL, Jean-Paul COLIN, Raymond COMBÉMOREL, Daniel CONTINI, Michel CORNA, Jean-Louis DOMMERGUES, Serge ELMI, Raymond ENAY, Danièle FAUCONNIER, Jean GABILLY, Christian GAILLARD, Silvia GARDIN, Jeannine GEYSSANT, Pierre HANTZPERGUE, Bernard LAURIN, Charles MANGOLD, Didier MARCHAND, Christian MEISTER, René MOUTERDE, Didier NERAudeau, Jean-Pierre NICOLLIN, Jürgen REMANE, Laurent RIGOLLET, Michel RIOULT, Christiane RUGET, Louis RULLEAU, Jacques THIERRY & Alain VADET.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS — FOREWORD.....	VII
REMERCIEMENTS	XI
LISTE DES PARTICIPANTS	XIII
CHAPITRE I — BIOZONATIONS.....	1
— AMMONITES.....	5
— BÉLEMNITES	157
— BRACHIOPODES.....	169
— OSTRACODES MARINS	197
— DINOFLAGELLÉS	225
— CALPIONELLES.....	243
CHAPITRE II – BIOSTRATIGRAPHIE D'AUTRES GROUPES	249
— ÉCHINODERMES	253
— OSTRACODES LIMNIQUES	273
— FORAMINIFÈRES	281
Les petits foraminifères benthiques dégagés.....	281
Les grands foraminifères	293
— NANNOFOSSILES CALCAIRES.....	305
— SPONGIAIRES	331
— ALGUES DASYCLADALES	339
CHAPITRE III – SYNTHÈSES BIOCHRONOLOGIQUES.....	343
— LE JURASSIQUE INFÉRIEUR.....	347
— LE JURASSIQUE MOYEN	355
— LE JURASSIQUE SUPÉRIEUR	363
CONCLUSION	373
RÉFÉRENCES.....	375
LISTE DES FIGURES	417
LISTE DES TABLEAUX	419
LISTE DES PLANCHES.....	422

AVANT-PROPOS

Le Groupe Français d'Étude du Jurassique a publié en 1971 une première synthèse sur les « zones d'ammonites du Jurassique en France » (MOUTERDE et al., 1971). Au cours des deux dernières décades, des progrès très importants ont été réalisés dans le domaine de la biostratigraphie pour plusieurs groupes fossiles. Ils ont été particulièrement spectaculaires avec les ammonites, groupe-clef pour l'approche de la chronologie du Système jurassique. La nécessité d'une nouvelle mise au point des tableaux de zonations à destination des utilisateurs non spécialistes s'est imposée au G.F.E.J.. Mais en même temps, nous avons conçu un projet plus ambitieux que le précédent.

D'une part, l'étude est élargie à d'autres invertébrés et microfossiles, avec deux objectifs :

- 1) l'établissement de zonations « parallèles » corrélées avec les échelles d'ammonites, considérées comme référentiel,
- 2) l'intégration dans cette synthèse biostratigraphique de bioévénements pour les groupes dont la connaissance qu'en ont les spécialistes ne permet pas encore, sur l'étendue du domaine téthysien du moins, l'établissement de biozonation comparables à celles des ammonites.

D'autre part, l'étude n'est pas restreinte au seul Jurassique français mais étendue géographiquement à l'Europe de l'Ouest et, pour un certain nombre de groupes, à des pays du pourtour méditerranéen. L'intérêt s'en trouve considérablement augmenté. En effet, cette aire chevauche en Europe les deux grands domaines biogéographiques boréal et téthysien. On est ainsi conduit dans plusieurs groupes à traiter de l'important et difficile problème des corrélations stratigraphiques entre ces deux grandes entités et aussi entre les provinces qui les composent. En outre, les dépôts marins très fossilifères de l'Europe de l'Ouest sont les séries de références premières, historiques, qui ont permis l'élaboration des échelles standard d'ammonites.

Enfin, cette synthèse se veut un ouvrage de référence pour les échelles biostratigraphiques d'ammonites dont la multiplication, et pour certaines l'ancienneté, nécessitent pour les appliquer correctement le renvoi aux définitions originales des auteurs. De ce point de vue et en l'absence d'une règle précise concernant les auteurs d'unités biostratigraphiques, il nous a semblé à la fois commode et cohérent d'appliquer les règles édictées pour les taxons par le Code International de Nomenclature Zoologique. En particulier le changement de rang d'une unité biostratigraphique, désignée symboliquement par le nom d'une espèce, n'implique pas d'en changer l'auteur.

Les progrès remarquables, et d'une certaine façon surprenants, réalisés dans la définition toujours plus précise du temps par l'étude de l'évolution des organismes, comparés à la pauvreté relative des données radiochronométriques (ODIN et al., 1994), constituent l'une des singularités du Jurassique. Ils s'expliquent largement par un renouvellement méthodologique récent, lié à une certaine conception du biohorizon appliquée au groupe des ammonites. Les biohorizons d'ammonites sont ici conçus comme des unités biostratigraphiques concrètes, élémentaires, en

FOREWORD

In 1971, the French Group for Jurassic Studies (Groupe Français d'Étude du Jurassique) published a first synthesis on the Jurassic Ammonite zonation in France (MOUTERDE et al., 1971). During the last two decades, great advances have been made in the field of biostratigraphy for several fossil groups. With Ammonites, a key fossil group for the understanding of the chronology of the Jurassic system, the progress has been particularly spectacular. The G.F.E.J. has acknowledged the necessity of a new restatement of the "zonation tables" for the use of non-specialists. At the same time, we have decided to make the project even more ambitious than its predecessor.

On the one hand, the study has been widened to include other invertebrates and microfossils, with two objectives :

- 1) to set up 'parallel' zonations, in correlation with the Ammonite scales, for use as a system of reference,
- 2) to integrate into this biostratigraphic synthesis, bioevents for those groups of which the specialists still have insufficient knowledge, in the Tethyan domain at least, to build well supported zonal scales which are also applicable to a large area.

On the other hand, the importance of the study is greatly increased, as its geographical extent is not only restricted to the French Jurassic but stretches to Western Europe and, for some groups, also covers the countries around the Mediterranean. In fact, this part of Europe overlaps two great biogeographical areas of the Boreal and Tethyan Realms. As a result, in several groups, the important and difficult question arises of the stratigraphic correlation between these two great entities, and also between the provinces of which they are composed. Moreover, the rich, fossil bearing, marine deposits of Western Europe provided us with, historically, the series of reference which allowed the development of standard Ammonite scales.

Finally, it is hoped that this synthesis may be used as a reference book for biostratigraphic scales of Ammonites. The increasing number of such scales, in certain cases, long-established, makes it necessary to refer back to the original definitions of the authors in order to apply them correctly. From this point of view, and in the absence of any precise rules concerning the authors of biostratigraphic units, it seemed both convenient and consistent to apply the rules for taxons set down by the International Code for Zoological Nomenclature. In particular, a biostratigraphic unit, designated by the use of a name of a species as a symbol, may change rank without implying a change of author.

One of the peculiarities of the Jurassic is that remarkable, and to some degree surprising, progress has been made towards an increasingly precise time definition through the study of the evolution of organisms, compared to the relative scarcity of radiochronometric data (ODIN et al., 1994). This is largely due to a recent change in methodology, linked to a particular concept of the biohorizon, which has been applied to the Ammonite group. The biohorizons of Ammonites are seen as basic, concrete, biostratigraphic units, in so far as they are indivisible, at least

ce sens qu'elles sont indivisibles au moins régionalement (GABILLY, 1976). La mise en évidence de successions de biohorizons locaux a très rapidement conduit à constater la valeur chronostratigraphique de nombre de ces unités, reconnaissables à l'échelle des grandes provinces d'ammonites, au même titre que les unités de rang plus élevé, c'est-à-dire les zones et les sous-zones classiques. Toutefois, pour certaines d'entre elles, il ne s'agit que de propositions nécessitant confirmation par des études supplémentaires. Selon cette méthode d'analyse des dépôts fossilifères, les échelles biochronologiques sont construites en intégrant les unités élémentaires que sont les biohorizons dans une **succession ordonnée de séquences-temps**, qui définissent alors précisément les unités chronostratigraphiques plus élevées. Elle s'oppose diamétralement à celle, jusque là traditionnellement appliquée, qui consistait à subdiviser des unités biochronologiques formelles, de conception synthétique, de caractère historique et de niveau hiérarchique élevé (d'ORBIGNY, 1852; OPPEL, 1857). Cette conception du biohorizon appliquée d'abord en Europe tend aujourd'hui à se généraliser. Elle a donné une impulsion considérable aux études biostratigraphiques dans le Jurassique qui connaissent aujourd'hui un véritable renouveau. Ainsi, en Europe par exemple, en une vingtaine d'années, le pouvoir séparateur des échelles d'ammonites a-t-il été multiplié par deux dans plusieurs étages, voire davantage par cette approche analytique. La durée moyenne estimée d'un biohorizon pour des intervalles-temps favorables et bien analysés avoisine à présent fréquemment 200 ka, et pourtant, même dans ce cas, des potentialités de progrès important dans la résolution du temps relatif existent.

Cependant, la datation des terrains par les ammonites, aussi performante soit-elle, présente des limites naturelles, liées à leur habitat et à leur mode de vie. Souvent abondantes dans les dépôts de plates-formes externes, elles deviennent rares ou sont complètement absentes dans les sédiments de milieux franchement océaniques ou proximaux, colonisés par d'autres organismes. La corrélation directe avec les échelles d'ammonites, ou indirecte (par l'intermédiaire d'autres groupes) des biozonations autres que celles des céphalopodes, ainsi que des bioévénements suspectés par des apparitions (FAD) ou disparitions (LAD) concomitantes, permet alors l'extension de proche en proche des datations relatives des dépôts sédimentaires à travers les diverses zones paléogéographiques. Cette « mise en parallèle », en relai, d'informations biochronologiques hétérogènes, s'accompagne nécessairement d'une perte de précision chronologique par rapport au référentiel. Elle peut devenir importante dans le cas de dépôts contenant des organismes peu diversifiés. Toutefois, malgré ses limites, la biostratigraphie, reste de loin, l'outil le plus performant pour la résolution du temps et aussi la datation des terrains jurassiques.

Du point de vue paléogéographique, les travaux présentés portent sur des organismes inféodés de part et d'autre du sillon paraocéanique de la Téthys occidentale qui s'ouvre d'est en ouest pendant le Jurassique, dans le prolongement du vaste domaine océanique de la Téthys centrale. L'aire impliquée est restreinte sur la marge nord au domaine d'archipel de l'Europe occidentale, tandis que sur la marge sud, elle englobe l'ensemble maghrébin pour s'étendre plus à l'est jusqu'à la bordure de la Plate-forme arabe (Fig. 1).

La nomenclature biogéographique est déduite essentiellement de la répartition des faunes et principalement des ammonites. Elle apparaîtra quelque peu hétérogène

on a local basis (GABILLY, 1976). The revealed succession of local biohorizons has allowed the chronostratigraphic value of a number of these units to be ascertained very quickly, which makes them recognizable by the scale of the great provinces of Ammonites, in the same way as the units of a higher rank, in other words the classic zones and subzones. However, for some units, additional studies are still needed in order to confirm the suppositions put forward. Following this method of analysing fossil-bearing deposits, the biochronological scales are constructed using biohorizons as basic units in a **succession of well-ordered time sequences**, and as such can define, with precision, higher chronostratigraphic units. This method is diametrically opposed to that which had usually been applied, which consisted of subdividing formal, biochronological units which were both synthetic in conception, of historical nature and of highly (d'ORBIGNY, 1852; OPPEL, 1857). This concept of the biohorizon, which was first applied in Europe, is now in widespread use and has given considerable impetus to biostratigraphic studies of the Jurassic, aiding a current revival of interest in the subject. In Europe, for example, in a twenty-year period, the resolving power of the Ammonite scales has been at the very least doubled in several stages, due to this analytical approach. The estimated, average duration of a biohorizon for well investigated time intervals, at present, usually borders on 200 ka, and yet, even in this case, the possibility exists of substantial progress, in the resolution of time.

However effective they might be for use in dating rock formations, both the habitat and ecology of Ammonites impose their own natural limitations. Often found in abundance in outer platform deposits, their numbers show a marked fall, or disappear completely, in the sediments of environments which were either oceanic or proximal, and which had been colonised by other organisms. Three things have facilitated a gradual increase, right across the various palaeogeographic zones, in the number of sedimentary deposits which can be given a relative date : the direct correlation with the Ammonite scales, the indirect correlation (with other groups as intermediaries) of all except the Cephalopod biozonations, and those bioevents which can be inferred from associated appearances (FAD) or disappearances (LAD). Placing heterogeneous, biochronological information in parallel, brings with it an unavoidable loss of chronological precision in comparison with a system of reference. This loss can become quite large in the case of deposits containing organisms with little diversification. Despite its limitations however, biostratigraphy remains by far the most effective tool for the resolution of time and also for the dating of Jurassic rock formations.

From a palaeogeographical point of view, this study focuses on those organisms linked with both sides of the paraoceanic trough of the western Tethyan Ocean which extended westwards during the Jurassic, as a continuation of the vast area which made up the central Tethyan Ocean. The area to which this study refers is bordered on the northern side by the archipelago region of western Europe, while in the south it covers the whole of North Africa and stretches east to the edge of the Arabian platform (Fig. 1).

The biogeographical nomenclature is taken mainly from the distribution of fauna, principally Ammonites. It may appear somewhat heterogeneous with regard to the fossil

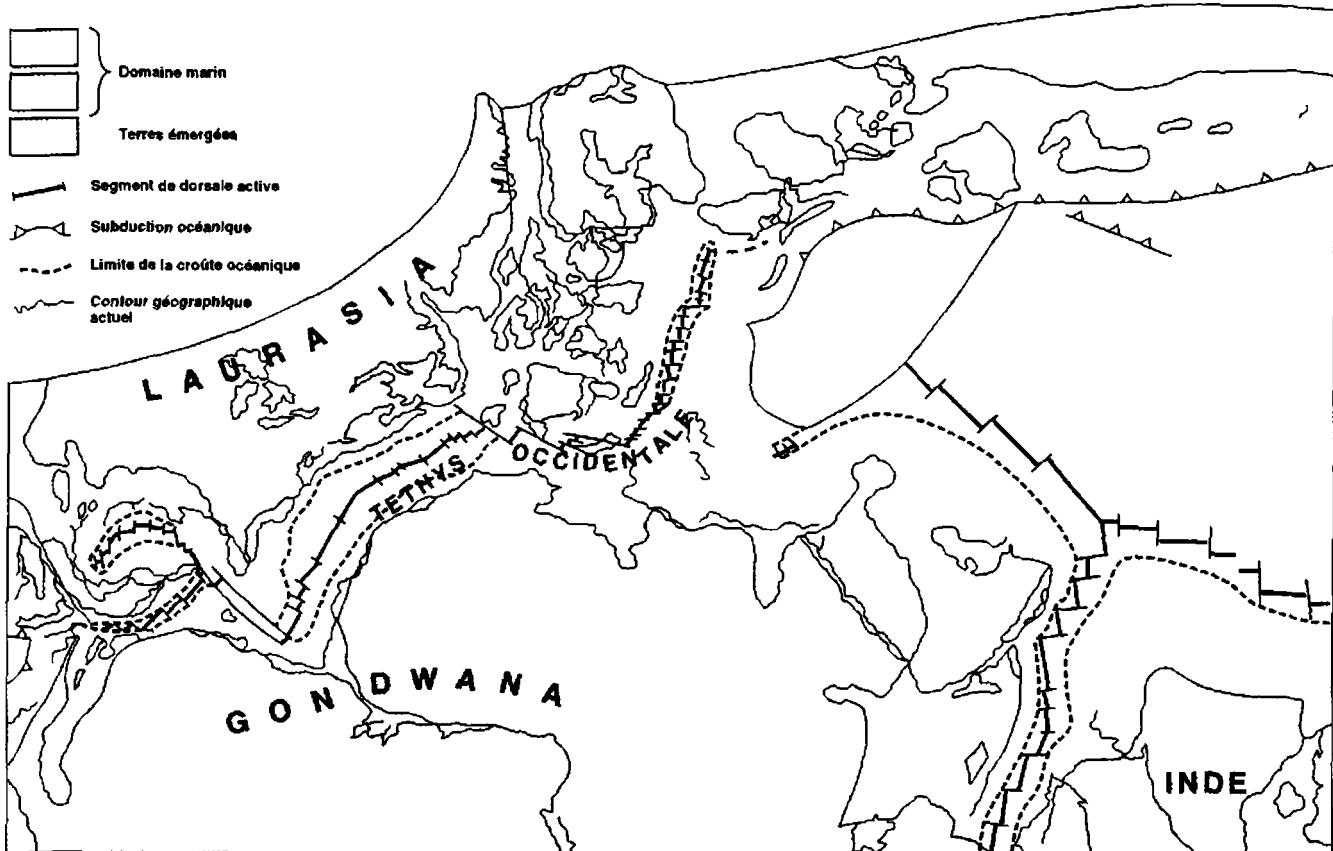


FIGURE 1
Paléogéographie de la Téthys occidentale au Kimmérigien inférieur : - 146, - 144 Ma
(d'après CECCA et al., 1983)

en fonction des groupes fossiles traités et dans un cas, au moins, celui des ammonites, au sein d'un même groupe à travers le temps. Nous avons choisi de conserver les noms de bioprovices en usage. Quel que soit l'étage, celles-ci montrent en gros une disposition latitudinale au sein d'un Domaine boréal au nord et d'un Domaine téthysien au sud, ce qui est la marque d'un certain contrôle climatique. Dès le Lias moyen, commencent à s'esquisser, au moins dans les peuplements d'ammonites, une faune boréale *sensu stricto* (ENAY, 1985), plus strictement inféodée à la mer boréale, et une faune subboréale (ZEISS, 1968) de plus basse latitude, nommée euro-caucasienne (SAPUNOV, 1974), euroboréale (DOMMERGUES, 1987) ou nord-ouest européenne selon les auteurs. A cet ensemble s'opposent les faunes méditerranéennes de la Téthys occidentale (DERCOURT et al., 1993). Le provincialisme s'accentuant avec le temps, il apparaît clairement au Jurassique moyen, parmi les formes nectoniques téthysiennes, deux entités assimilables en réalité à des éco-provinces, largement contrôlées par le facteur profondeur :

— la province subméditerranéenne (GEYER, 1961; CARIOU, 1973) ou nord-Téthys des brachiopodistes, correspondant en gros aux bassins intracratoniques et aux plates-formes épicontinentales de la moitié sud de l'Europe,

— la province méditerranéenne *sensu stricto* qui englobe les faunes surtout nectoniques liées à la frange du

groups dealt with in the study, and, at least in the case of Ammonites, within one group over a period of time. We have decided to retain the names of the bioprovices in common usage. Irrespective of the stage, these show, in general, a latitudinal distribution within a Boreal area to the north, and a Tethyan to the south, which is evidence of climatic control. From the Middle Lias onwards, at least in the Ammonite populations (ENAY, 1985), a Boreal fauna more closely dependant on the Boreal sea begins to appear, and, at a lower latitude, a sub-boreal fauna (ZEISS, 1968), which has been variously denominated as euro-Caucasian (SAPUNOV, 1974), euro-Boreal (DOMMERGUES, 1987) or northwest European, according to the authors, and which contrasts with the Mediterranean fauna of the western Tethyan (DERCOURT et al., 1993). As provincialism increases, two areas clearly emerged during the Middle Jurassic from the nektonic Tethyan forms, which can be compared to eco-provinces, largely controlled by the depth factor :

— the sub-Mediterranean province (GEYER, 1961; CARIOU, 1973) or the north Tethyan of the Brachiopod specialists, corresponds approximately to the intracratonic basins and to the epicontinental platforms of the southern half of Europe,

— the Mediterranean province in the strict sense, covers the mainly nektonic fauna which are linked to the rim

talus continental et aux hauts fonds pélagiques de la Téthys.

Selon les groupes et les intervalles-temps, l'aire d'application des subdivisions biostratigraphiques est plus ou moins étendue. Par ailleurs, le plus grand nombre de travaux et résultats présentés dans cette synthèse intéressent l'Europe de l'Ouest.

L'ouvrage comporte trois chapitres. Le premier traite des biozonations, réalisées seulement avec trois groupes d'invertébrés (ammonites, bélémnites, brachiopodes) et trois groupes de microfossiles (ostracodes, dinoflagellés, calpionnelles). Le second est consacré à la biostratigraphie des autres invertébrés et microfossiles qui n'ont pas permis d'établir, pour le Jurassique de la Téthys occidentale, des biozonations d'une résolution et d'une fidélité comparable à celles que permettent les groupes précédents. Le troisième enfin est consacré aux synthèses biostratigraphiques par sous-système, c'est-à-dire aux corrélations entre les différentes unités biostratigraphiques et bioévénements et à leur calibrage sur le référentiel constitué par les échelles d'ammonites. Un certain nombre d'espèces-indice ou de marqueurs importants ont été illustrés. En ce qui concerne les ammonites, nous avons choisi de représenter surtout les index d'unités biostratigraphiques récentes.

Elie CARIOU
Président du Groupe Français
d'Étude du Jurassique
(1991-1994)

Pierre HANTZPERGUE
Secrétaire-Trésorier
(1991-1994)

of the continental slope and to the pelagic shoals of the Tethyan.

The groups and the time intervals determine the extent of the area in which the biostratigraphic subdivisions can be applied. However, most of the work and the results put forward in this synthesis relate to Western Europe.

The work is split into three chapters. The first deals with biozonations, put together with only three groups of invertebrates (Ammonites, Belemnites, Brachiopods) and three groups of microfossils (Ostracodes, Dinoflagellates, Calpionellids). The second covers the biostratigraphy of those invertebrates and microfossils which have not enabled the setting up of accurate formal biozonations, for the western Tethyan Jurassic, of a consistency to compare with those facilitated by the previous groups. The third and final chapter is concerned with biostratigraphic syntheses by sub-system, in other words the correlation between the different biostratigraphic units and bioevents, and their position within the system of reference provided by the Ammonite scales. Some of the index species, or those which are important markers, are accompanied with illustrations. With regard to the Ammonites, we have chosen to show, mainly, the more recent index of biostratigraphic units.

Elie CARIOU
President of the French Group
for Jurassic Studies
(1991-1994)

Pierre HANTZPERGUE
Secretary/Treasurer
(1991-1994)

RÉFÉRENCES

- CARIOU, E. (1973). — Ammonites of the Callovian and Oxfordian. — In: HALLAM A. (ed.), *Atlas of Palaeobiogeography*. — Elsevier Scient. Publ. Co., 287-295.
- DERCOURT, J., RICOU, L.E. & VRIELYNCK, B. (1993). — Tethys Palaeoenvironmental Maps. — GAUTHIER-VILLARS (ed.): Paris, 307 pp., 14 cartes.
- DOMMERGUES, J.-L. (1987). — L'évolution chez les ammonitina du Lias moyen (Carixien, Domérien basal) en Europe occidentale. — *Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, 98, 297 pp.
- ENAY, R. (1985). — Seuils et voies d'échanges : rôle dans la distribution et l'évolution des ammonites jurassiques. — In: *Géodynamique des seuils et des hauts-fonds*. — *Bull. Sect. Sci. Bibl. natl.*, Paris, 9, 203-215.
- GABILLY, J. (1976). — Le Toarcien à Thouars et dans le Centre-Ouest de la France. — *Publ. Com. français Strat.*, C.N.R.S. (ed.): Paris, 3, 1-217.
- GEYER, O.F. (1961). — Beiträge zur stratigraphie und Ammonitenfauna des Weissen Jura gamma (Unteres Unterkimeridgium) in Württemberg. — *Jh. Ver. Naturkd. Württemb.* Stuttgart, 116, 84-113.
- MOUTERDE, R., ENAY, R., CARIOU, E., CONTINI, D., ELMI, S., GABILLY, J., MANGOLD, C., MATTEI, J., RIOUT, M., THIERRY, J. & TINTANT, H. (1971). — Les zones du Jurassique en France. — *C.R. Soc. géol. France*, Paris, 6, 76-102.
- ODIN, G.S., GALBRUN, B. & RENARD, M. (1994). — Physico-chemical tools in Jurassic stratigraphy. — *Geobios. Mém. spec.*, 17, 507-518.
- OPPEL, A. (1856-58). — Die Juraformation Englands, Frankreichs und südwestlichen Deutschlands, nach ihren einzelnen gliedern eingetheilt und verglichen. — *Würt. nat. Jh.*, 12-14, 857 pp.
- ORBIGNY, A. d' (1852). — Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphiques. — Masson, (éd.), Paris, II (2), 383-847.
- SAPUNOV, I.G. (1974). — Notes on the geographical differentiation of the Lower Jurassic Ammonite faunas. Coll. Jurassique, Luxembourg 1957. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Paris (1971), 75, 263-270.
- ZEISS, A. (1968). — Untersuchungen zur Paläontologie des Cephalopoden des Unter-Tithon der südlichen Franconalb. — *Abh. bayer. Akad. Wiss., Kl. München*, (N.F.), 132, 1-191.

REMERCIEMENTS

Le Groupe Français d'Étude du Jurassique remercie vivement Elf Exploration Production qui a assuré et en partie financé l'édition de ce Mémoire, le Conseil régional de Poitou-Charentes, l'Université de Poitiers, le Comité Français de Stratigraphie et la Compagnie Total pour leur aide, Mme FLORENT et Mlle RIFFAUT du Laboratoire de Géobiologie, Biochronologie et Paléontologie humaine de l'Université de Poitiers pour la réalisation pratique du texte et des tableaux, et enfin, J.-F. RAYNAUD, Elf Exploration Production, pour sa collaboration amicale.

Pour sa part, l'éditeur remercie J.-P. SÉVÉRAC pour son aide indéfectible et ses encouragements, et G. DESBORDES qui a assuré la mise en forme du manuscrit.

LISTE DES PARTICIPANTS

ALMERAS Yves	Université Claude Bernard, Centre des Sciences de la Terre, UMR. 5565 du CNRS, 43, bd du 11-Novembre, F-69622 Villeurbanne.
ATROPS François	Université Claude Bernard, Centre des Sciences de la Terre, UMR. 5565 du CNRS, 43, bd du 11-Novembre, F-69622 Villeurbanne.
BASSOULET Jean-Paul	Université de Poitiers, Laboratoire de Géobiologie et Paléontologie humaine, UPRES-EA 2250, 40, av. du Recteur-Pineau, F-86022 Poitiers Cedex.
BLOOS Gert	Staatliches Museum für Naturkunde, Geologie-Paleontologie, Rosenstein 1, D-7000 Stuttgart 1.
BODERGAT Anne-Marie	Université Claude Bernard, Centre des Sciences de la Terre, UMR. 5565 du CNRS, 43, bd du 11-Novembre, F-69622 Villeurbanne.
BOULLIER Annick	Université de Franche-Comté, Institut de Sciences Naturelles, 1, place Leclerc, F-25030, Besançon Cedex.
CARIOU Elie	Université de Poitiers, Laboratoire de Géobiologie et Paléontologie humaine, UPRES-EA 2250, 40, av. du Recteur-Pineau, F-86022 Poitiers Cedex.
CLAVEL Bernard	Université de Bourgogne, Centre des Sciences de la Terre, UMR. 5561 du CNRS, 6, bd Gabriel, F-21100 Dijon.
COLIN Jean-Paul	Esso Rep. 213, cours Victor-Hugo, F-33321, Bègles.
COMBÉMOREL Raymond	Université Claude Bernard, Centre des Sciences de la Terre, UMR. 5565 du CNRS, 43, bd du 11-Novembre, F-69622 Villeurbanne.
CONTINI Daniel	Université de Franche-Comté, Institut de Sciences Naturelles, 1, place Leclerc, F-25030, Besançon Cedex.
CORNA Michel	23 rue des Moissons, F-01000 St Denis-les-Bourg.
DOMMERGUES Jean-Louis	Université de Bourgogne, Centre des Sciences de la Terre, UMR. 5561 du CNRS, 6, bd Gabriel, F-21100 Dijon.
ELMI Serge	Université Claude Bernard, Centre des Sciences de la Terre, UMR. 5565 du CNRS, 43, bd du 11-Novembre, F-69622 Villeurbanne.
ENAY Raymond	Université Claude Bernard, Centre des Sciences de la Terre, UMR. 5565 du CNRS, 43, bd du 11-Novembre, F-69622 Villeurbanne.
FAUCONNIER Danièle	B.R.G.M., Département Géologie, B.P. 6009, F-45060 Orléans Cedex 2.
GABILLY Jean	Université de Poitiers, Laboratoire de Géobiologie et Paléontologie humaine, 40, av. du Recteur-Pineau, F-86022 Poitiers Cedex.
GAILLARD Christian	Université Claude Bernard, Centre des Sciences de la Terre, UMR. 5565 du CNRS, 43, bd du 11-Novembre, F-69622 Villeurbanne.
GARDIN Silvia	Université Pierre-et-Marie-Curie, URA 1761 du CNRS, Département de Géologie Séquentielle, Laboratoire de Stratigraphie, case 117, 4, place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05.
GEYSSANT Jeannine	Université Pierre-et-Marie-Curie, Laboratoire de Stratigraphie, 4, place Jussieu, F-75252 Paris Cedex 05.
HANTZPERGUE Pierre	Université Claude Bernard, Centre des Sciences de la Terre, UMR. 5565 du CNRS, 43, bd du 11-Novembre, F-69622 Villeurbanne.

LAURIN Bernard	Université de Bourgogne, Centre des Sciences de la Terre, UMR. 5561 du CNRS, 6, bd Gabriel, F-21100 Dijon.
MANGOLD Charles	Université Claude Bernard, Centre des Sciences de la Terre, UMR. 5565 du CNRS, 43, bd du 11-Novembre, F-69622 Villeurbanne.
MARCHAND Didier	Université de Bourgogne, Centre des Sciences de la Terre, UMR. 5561 du CNRS, 6, bd Gabriel, F-21100 Dijon.
MEISTER Christian	Muséum d'Histoire Naturelle de Genève, 1, route de Malagnou, CP 6434, CH-1211 Genève.
MOUTERDE René	Université Catholique, Laboratoire de Micropaléontologie, 25, rue du Plat, F-69288 Lyon Cedex 02.
NERAudeau Didier	Université de Bourgogne, Centre des Sciences de la Terre, UMR. 5561 du CNRS, 6, bd Gabriel, F-21100 Dijon.
NICOLLIN Jean-Pierre	Université Catholique, Laboratoire de Micropaléontologie, 25, rue du Plat, F-69288 Lyon Cedex 02.
REMANE Jürgen	Université de Neuchâtel, Institut de Géologie, rue Emile-Argand 11, C.P.2, CH-2007 Neuchâtel.
RIGOLLET Laurent	6, rue d'Esnandes, F-17138 Saint Xandre.
RIOULT Michel	Université de Caen, Département de Géologie, Esplanade de la Paix, F-14032 Caen Cedex.
RUGET Christiane	Université Catholique, Laboratoire de Micropaléontologie, 25, rue du Plat, F-69288 Lyon Cedex 02.
RULLEAU Louis	Université Claude Bernard, Centre des Sciences de la Terre, UMR. 5565 du CNRS, 43, bd du 11-Novembre, F-69622 Villeurbanne.
THIERRY Jacques	Université de Bourgogne, Centre des Sciences de la Terre, UMR. 5561 du CNRS, 6, bd Gabriel, F-21100 Dijon.
VADET Alain	43, bd Eurvin, F-63200 Boulogne-sur-Mer.

CHAPITRE I

BIOZONATIONS

TABLE DES MATIÈRES

AMMONITES	5	OSTRACODES MARINS	197
BÉLEMNITES.....	157	DINOFLAGELLÉS.....	225
BRACHIOPODES.....	169	CALPIONELLES.....	243

AMMONITES

TABLE DES MATIÈRES

1. — HETTANGIEN (R. MOUTERDE & M. CORNA)	7	7. — BATHONIEN (C. MANGOLD & M. RIOULT)	55
1.1. Définition des différentes unités	7	7.1. Définition des différentes unités	55
1.2. Corrélations avec les séries de la téthys	8	7.1.1. Bathonien inférieur	55
2. — SINÉMURIEN (M. CORNA , J.-L. DOMMERGUES, C. MEISTER & R. MOUTERDE, et communication de G. BLOOS)	9	7.1.2. Bathonien moyen	58
2.1. Définition des différentes unités	9	7.1.3. Bathonien supérieur	59
2.1.1. Sinémurien inférieur de France (Bourgogne, Jura)	9	7.2. Corrélations stratigraphiques	62
2.1.2. Sinémurien supérieur (ou Lotharingien p.p.)	12	8. — CALLOVIEN (J. THIERRY, E. CARIOU, S. ELMY, C. MANGOLD, D. MARCHAND & M. RIOULT)	63
2.2. Corrélations avec les séries sinémuriennes de la téthys s.s.	13	8.1. Définitions des différentes unités	64
2.3. Remarques sur la stratigraphie de l'Hettangien ct du Sinémurien inférieur dans les Alpes du Nord-Est	14	8.1.1. Province subboréale	64
3. — PLIENSBACHIEN (J.-L. DOMMERGUES, C. MEISTER & R. MOUTERDE)	15	8.1.2. Province subméditerranéenne	72
3.1. Définition des différentes unités	15	8.2. Corrélations entre les zonations	77
3.1.1. Carixien	15	8.2.1. Le Callovien inférieur	77
3.1.2. Domérien	20	8.2.2. Le Callovien moyen	77
3.2. Corrélations avec les séries pliensbachiniennes de la Téthys s.s. (Italie, Apennin central; Espagne, Chaines bétiques)	23	8.2.3. Le Callovien supérieur	77
4. — TOARCIEN (S. ELMY, L. RULLEAU, J. GABILLY & R. MOUTERDE)	25	8.3. Conclusions	77
4.1. Définition des différentes unités du Toarcien de l'Europe du Nord-Ouest	25	9. — OXFORDIEN (E. CARIOU, R. ENAY, F. ATROPS, P. HANTZPERGUE, D. MARCHAND & M. RIOULT)	79
4.1.1. Toarcien inférieur	25	9.1. Définition des différentes unités	79
4.1.2. Toarcien moyen	28	9.1.1. Oxfordien inférieur	79
4.1.3. Toarcien supérieur	31	9.1.2. Oxfordien moyen	82
4.2. Corrélations avec le domaine ouest-téthysien	35	9.1.3. Oxfordien supérieur	83
4.3. Annexe	35	9.2. Corrélations entre les zonations	86
5. — AALÉNIEN (D. CONTINI, S. ELMY, R. MOUTERDE & M. RIOULT)	37	9.2.1. Oxfordien inférieur	86
5.1. Définition des différentes unités	37	9.2.2. Oxfordien moyen	86
5.1.1. Aalénien inférieur	37	9.2.3. Oxfordien supérieur	86
5.1.2. Aalénien moyen	38	10. — KIMMERIDGIEN (P. HANTZPERGUE, F. ATROPS & R. ENAY)	87
5.1.3. Aalénien supérieur	39	10.1. Définition des différentes unités	
5.2. Corrélations stratigraphiques	40	• Province subméditerranéenne	89
6. — BAJOCIEN (M. RIOULT, D. CONTINI, S. ELMY, J. GABILLY & R. MOUTERDE)	41	10.1.1. Kimméridgien inférieur	89
6.1. Principaux événements géologiques du Bajocien	41	10.1.2. Kimméridgien supérieur	91
6.2. L'étage bajocien et ses subdivisions	42	• Biome franco-germanique	92
6.3. Définition des différentes limites	44	10.1.3. Kimméridgien inférieur	92
6.3.1. Bajocien inférieur	44	10.1.4. Kimméridgien supérieur	93
6.3.2. Bajocien supérieur	50	10.2. Corrélations entre les zonations	95
6.4. Conclusions	53	• Province méditerranéenne et subméditerranéenne	95
		10.2.1. Kimméridgien inférieur	95
		10.2.2. Kimméridgien supérieur	95
		• Province subméditerranéenne et biome franco-germanique	96
		10.2.3. Kimméridgien inférieur	96
		10.2.4. Kimméridgien supérieur	96
		• Biome franco-germanique et domaine boréal	96
		11. — TITHONIEN (J. GEYSSANT)	97
		11.1. Zonation dans le domaine téthysien	98
		11.2. Zonation dans le domaine boréal (province subboréale)	101
		Planches 1 à 26	103

1. — HETTANGIEN

(Tab. I ; Pl. 1, p. 104, 105)

René MOUTERDE et Michel CORNA

Pour d'ORBIGNY (1849-52), le Sinémurien était le premier étage du Lias. C'est RENEVIER (1864) qui, repoussant le terme ambigu d'Infralias, proposa le nom d'Hettangien (en faisant référence à la localité d'Hettange en Lorraine) pour les couches situées immédiatement au-dessus de la zone à *Avicula contorta* (= étage Rhétien GUMBEL, 1864) placées aujourd'hui au sommet du Trias.

En France, les affleurements de l'Hettangien n'ont pas permis une analyse biostratigraphique très fine en raison de leur faible épaisseur ou des caractères de la sédimentation. Seules les coupes épaisses des environs de Privas et d'Aubenas (Ardèche) et le sondage de Grandpré ont fourni des éléments pour distinguer un certain nombre d'horizons utilisés en 1971. Les travaux récents sur l'Est du Bassin de Paris, la Bourgogne, le Jura méridional et les Alpes (GUÉRIN-FRANIATTE, 1990; CORNA & MOUTERDE, 1989; CORNA, 1985; GIFFRAY & CORNA, 1989; MOUTERDE & COADOU, 1971...) ont apporté certaines précisions et permis de compléter les listes de faunes associées, souvent représentées par de rares individus. Les horizons n'ont été distingués que localement ou régionalement; ils ne doivent être considérés que comme des propositions correspondant aux données disponibles actuellement.

Limite inférieure: elle est en principe marquée par la première faune d'ammonites appartenant à la famille des Psiloceratacés.

Mais le problème se complique car la base de l'étage, base du système Jurassique, correspond dans l'Europe du NW (où ont été définis les étages du Jurassique) à une transgression qui n'est pas rigoureusement synchrone partout. D'où la tendance à inclure dans l'étage Hettangien les couches de base de la transgression, souvent appelées « *Preplanorbis beds* » dont la faune d'invertébrés (lamellibranches, gastéropodes, échinides..) et la microfaune sont abondantes.

Parmi les stratotypes de la limite Trias/Jurassique proposés, la région du canal de Bristol a fait l'objet d'études remarquables de l'ensemble de la faune, microfaune et nannoflore (WARRINGTON & IVIMEY-COOK, 1990 avec la bibliographie détaillée). La découverte d'une jeune ammonite « psilocératoïde » à un niveau inférieur conforte l'intérêt de la région (DONOVAN *et al.*, 1989).

Une étude partielle parallèle a été faite dans la région d'Aubenas (Ardèche) (TAUGOURDEAU-LANTZ & LACHKAR, 1985).

Cependant, il semblerait plus logique, selon le code stratigraphique moderne, de chercher une coupe dans une série entièrement marine : New York Canyon (Gabbs Valley Range, Nevada, U.S.A.), dont la faune n'est encore que très partiellement connue (GUEX, 1980), ou les coupes du Nord du Chili (HILLEBRANDT, 1990), du Pérou (HILLEBRANDT, 1991) ou de Queen Charlotte Islands au Canada (TIPPER *et al.*, 1991), situées dans des régions beaucoup moins accessibles.

1.1. DÉFINITION DES DIFFÉRENTES UNITÉS (Tab. I)

Zone à *Planorbis* OPPEL, 1858

Espèce-indice: *Psiloceras planorbis* (Sow.).

Lectotype désigné et figuré par ARKELL (1956, pl. 1, fig. 7).

Sous-zone à *Planorbis* OPPEL, 1858

Espèce-indice: comme pour la zone.

• Horizon à *Planorbis* OPPEL, 1858

L'espèce de SOWERBY montre un ombilic plus étroit que la forme courante en France et en Allemagne, *P. psilonotum* (QUENST.), qui semble légèrement plus récente; seuls quelques rares exemplaires lisses à ombilic étroit sont connus en France (ELMI & MOUTERDE au Sondage de Grandpré *in* ELMI *et al.*, 1974; GUÉRIN-FRANIATTE & MULLER, 1986).

TABLEAU I

Zonation de l'Hettangien

ODIN&ODIN, 1990	HARLAND <i>et al.</i> , 1990	HAQ <i>et al.</i> , 1987	Biochronologie		Horizons NW européens	Niveaux NE alpins
			ZONES	Sous-zones		
201	203,5	201	ANCULATA	Complanata Extranodososa	Depressa (1) Complanata Extranodososa	Marmorea
			LIASICUS	Laqueus (2) Portlocki	Hadroptychus Liasicus (3) Laqueus Portlocki (4) Belcheri (5) Johnstoni	Megastoma
			PLANORBIS	Johnstoni Planorbis	Plicatulum Psilonotum Planorbis (?)	Calliphylum
205	208	210				

(1) Considéré par Blcos, 1988 comme sous-zone en raison de différences fauniques importantes avec Complanata.

(2) Appelée aussi Liasicus par certains auteurs.

(3) Les horizons à Laqueus et à Liasicus n'ont pu être séparés en Allemagne et en Lorraine.

(4) En Allemagne, deux horizons à Schroederi sont distingués.

(5) En Angleterre et en Allemagne, cet horizon est rangé dans la sous-zone à Portlocki.

En revanche, une faune originale qualifiée de « pré-Schlotheimia » a été récoltée dans les sondages d'Arlon et de Villers-devant-Orval à quelques décimètres sous les *Psiloceras* (GUÉRIN-FRANIATTE & MULLER, 1978, 1986). Contrairement à l'opinion des auteurs, cette faune primitive est considérée par J. Guex (communication orale) comme proche des *Primapsiloceras* des auteurs russes. Mais en raison de l'état de conservation des exemplaires, les interprétations doivent rester prudentes.

• **Horizon à Psilonotum** QUENSTEDT, 1858

Espèce-indice : *Psiloceras psilonotum* (QUENST.).

Cette forme, plus largement ombiliquée, est souvent très abondante dans certains bancs (Lorraine, Haute-Marne, Ardèche).

• **Horizon à Plicatum** FRANK, 1931

Espèce-indice : *Psiloceras plicatum* (QUENST.).

Faune associée : *P. plicatum* (QUENST.), *P. reynesi* SPATH.

— **Sous-zone à Johnstoni** SCHLOENBACH, 1863

Espèce-indice : *Caloceras johnstoni* (Sow.).

Remarque : la sous-zone est considérée comme marquée par l'acmé du genre *Caloceras*, qui persiste cependant en Allemagne dans toute la zone à *Liasicus* (G. BLOOS, communication orale). L'espèce appelée *johnstoni* par Schloenbach est probablement plutôt un *C. torus* (d'ORB.) ou un *C. belchleri* (SIMPSON).

• **Horizon à Johnstoni** SCHLOENBACH, 1863

Espèce-indice : comme pour la sous-zone.

• **Horizon à Belcheri** DONOVAN, 1961

Espèce-indice : *Caloceras belcheri* (SIMPSON).

Faune associée : *C. torus* (d'ORB.), *C. pirondi* (REYNES), *C. langei* (JUNST), « *Curviceras* » *schloenbachi* (LANGE).

Zone à Liasicus COLLENOT, 1879

Espèce-indice : *Alsatites liasicus* (d'ORB.).

— **Sous-zone à Portlocki** LANG, 1924

Espèce-indice : *Waehneroceras portlocki* (WRIGHT).

Faune associée : *W. gottingense* LANGE, *W. angersbchense* LANGE, *W. latimontanum* (WAEHNER), *W. brandesi* LANGE...

— **Sous-zone à Laqueus** REYNES, 1879

Espèce-indice : *Alsatites laqueus* (QUENST.).

Remarque : certains auteurs utilisent *A. liasicus* comme indice.

Faune associée : *Alsatites quedlinburgensis* LANGE, *A. scaber* LANGE.

Remarque : la superposition des deux horizons distingués ci-dessous, clairement établie en Ardèche (ELMI & MOUTERDE, 1965) et au sondage de Grandpré (ELMI *et al.*, 1974), avait déjà été signalée par COLLENOT (1879) en Auxois. Par contre en Lorraine et en Allemagne les deux espèces coexistent.

• **Horizon à Laqueus** REYNES, 1879

Espèce-indice : comme la sous-zone.

• **Horizon à Liasicus** COLLENOT, 1869

Remarque : l'espèce est prise au sens large avec ses formes *laqueolus* (WRIGHT) et *subliasicus* (REYNES).

Faune associée : *Alsatites platystoma* LANGE.

• **Horizon à Hadroptychus** ELMI & MOUTERDE, 1965

Espèce-indice : *Sunrisites hadroptychus* (WAEHN.).

Remarque : cette espèce est maintenant rangée dans le genre *Sunrisites* (GUÉX, 1980), défini aux U.S.A. ; l'espèce est connue aussi au sondage de Grandpré et en Lorraine.

Zone à Angulata OPPEL, 1856

Espèce-indice : *Schlotheimia angulata* (SCHLOT.), lectotype désigné et figuré par LANGE (1951, pl. 1, fig. 1).

Remarque : Les conditions d'affleurement et de récoltes n'ont pas permis de vérifier rigoureusement en France les divisions reconnues en Angleterre et en Allemagne que nous reproduisons ci-dessous. (cf. BLOOS, 1988).

— **Sous-zone à Extranodosa** LANGE, 1922

Espèce-indice : *Schlotheimia extranodosa* (WAEHN.), synonyme antérieur de *S. germanica*, choisie initialement comme indice.

— **Sous-zone à Complanata** SPATH, 1942

Espèce-indice : *Schlotheimia complanata* VON KOENEN.

Faune associée : *S. aff. marmorea* (OPP), LANGE, *S. similis* (SPATH), *S. tenuis* LANGE, *Paracaloceras* sp.

• **Horizon à Complanata** SPATH, 1942

Espèce-indice : comme la sous-zone.

• **Horizon à Depressa** BLOOS, 1988

Espèce-indice : *Schlotheimia depressa* (QUENST.).

Remarque : L'intérêt de cet horizon est bien argumenté par BLOOS (1988) qui donne toute la bibliographie.

1.2. CORRÉLATIONS AVEC LES SÉRIES DE LA TÉTHYS

Sur les marges de la Téthys, les recherches de ces dernières années ont précisé l'existence de l'Hettangien en Espagne et au Maroc. Des fossiles des différentes zones ou sous-zones ont été recueillis sans qu'il soit possible encore d'établir une échelle corrélable dans le détail avec celle de l'Europe du NW.

Alors que dans les Asturies, l'unique *Caloceras pirondi* (REYNES) de l'Hettangien inférieur (DUBAR *et al.*, 1963) indiquait des influences NW européennes, dans les Bétiques, (BRAGA *et al.*, 1984), en revanche, les faunes de l'Hettangien moyen (*Waehneroceras*, *Discamphiceras*) et supérieur (*Paracaloceras*, *Kammerkaroceras*) ont des affinités nettement téthysiennes. Au Maroc, l'Hettangien est représenté, dans la région du Rif, par des faunes également d'affinités téthysiennes : *Waehneroceras* et *Paracaloceras* (GRIFFON & MOUTERDE, 1964; MOUTERDE, 1965; OLIVIER & MOUTERDE, 1979,...).

2. — SINÉMURIEN

(Tab. II ; Pl. 2 à 5, p. 106 à 113)

Michel CORNA, Jean-Louis DOMMERGUES, Christian MEISTER et René MOUTERDE, avec communication de Gert BLOOS

L'échelle proposée pour cet étage reprend les échelles antérieures de DEAN *et al.* (1961) et du Groupe français d'Étude du Jurassique (MOUTERDE *et al.*, 1971), en essayant de faciliter leur corrélation tout en tenant compte des travaux récents disponibles. Ces derniers sont plus avancés pour le Sinémurien supérieur (J.-L.D. & C.M.) que pour le Sinémurien inférieur (M.C.).

Limite inférieure : la base de l'étage (sous-zone à *Conybeari*) est marquée par l'apparition rapide d'une association d'Ariétidés (*Vermiceras spiraliissimum* (QUENST.), *V. rougemonti* (REYNES), *V. latisulcatum* (QUENST.) (BLOOS, 1988) à laquelle sont associés quelques exemplaires proches de *Schlotheimia hettangiennes*. Cependant quelques Ariétidés sont connus dès l'Hettangien comme *Vermiceras laqueoides* (HYATT) ou les *Paracaloceras* des régions téthysiennes (Andalousie, Maroc, Hongrie...).

Aucun stratotype de limite n'a encore été défini; la côte du Dorset semble très favorable, mais on attend une étude plus précise de la succession. Dans le sud de l'Allemagne et en France, le sommet de l'Hettangien semble mal représenté (BLOOS, 1988).

2.1. DÉFINITION DES DIFFÉRENTES UNITÉS (Tab. II)

2.1.1. Sinémurien inférieur de France (Bourgogne, Jura)

Remarques : les divisions en horizons indiquées ci-dessous reposent essentiellement sur l'étude des séries du Jura méridional (COPNA, 1985, 1987) et sur celle du stratotype de Semur-en-Auxois (Bourgogne) (COPNA & MOUTERDE, 1988). Les recherches en cours, tant stratigraphiques sur le terrain que paléontologiques, amènent à nuancer et à élargir certaines positions antérieures; ce que traduisent les points d'interrogation placés dans les tableaux après certains horizons. Cette échelle ne doit donc être prise que comme une étape d'un travail plus complet. Néanmoins de bonnes corrélations avec des travaux similaires en Angleterre (PAGE, 1992) et en Allemagne (BLOOS, 1985) sont d'ors et déjà possibles.

On a souvent utilisé, en France, une zone inférieure à Rotiforme (COLLENOT, 1873; MOUTERDE, 1953, 1971) en raison de la détermination facile et de l'extension de l'espèce-indice. Elle regroupait les sous-zones à *Conybeari* et à *Rotiforme*. Elle est abandonnée ici pour faciliter les corrélations internationales.

Zone à *Bucklandi* OPPEL, 1856

Espèce-indice : *Coroniceras (Arietites) bucklandi* (Sow.).

— Sous-zone à *Conybeari* TRUEMAN, 1922

Espèce-indice : *Vermiceras (Metophioceras) conybeari* (Sow.).

Remarque : l'espèce-indice définie sur un holotype de relativement petite taille est assez difficile à interpréter.

• Horizon à *Latisulcatum* CORNA, 1987

Espèce-indice : *Vermiceras (Metophioceras) latisulcatum* (QUENST.).

Principale faune associée : *V. (M.) rougemonti* (REYNES), *V. spiraliissimum* (QUENST.), *V. (M.) longidomum* (QUENST.), *Sulciferites posttaurinum* (WAEHN.).

Remarque : Cet horizon de base des coupes du Sinémurien, fréquemment marqué par du remaniement, est à prendre dans un sens assez large.

• Horizon à *Rotarium* CORNA, 1987

Espèce-indice : *Vermiceras (Metophioceras) rotarium* (BUCK.).

Principale faune associée : *V. (M.) janus* (SPATH).

Remarque : cet horizon est seulement proposé pour caractériser les niveaux moyens de la sous-zone, peu fossilifères. Sa validité et sa définition sont encore à établir plus précisément.

• Horizon à *Conybeari* TRUEMAN, 1922

Espèce-indice : comme la sous-zone.

Remarque : L'apparition de *Coroniceras rotiforme* (Sow.) est précédée par des formes de grande taille souvent assimilées à *Vermiceras (M.) conybeari* (Sow.), bien que leurs tours externes (de diamètre bien supérieur à celui de l'holotype de SOWERBY) les rapprochent aussi de *V. (M.) brevidorsale* (QUENST.). Une meilleure définition de cette unité devra être apportée avec les études paléontologiques correspondantes.

— Sous-zone à *Rotiforme* (COLLENOT, 1879 comme zone, TRUEMAN, 1922 comme sous-zone).

Espèce-indice : *Coroniceras rotiforme* (Sow.).

Remarque : Les essais de subdivision de cette sous-zone qui ont été faits en France, en Angleterre ou en Allemagne, semblent être assez difficiles à corrélérer. *C. rotiforme* semble le seul élément utilisable pour les comparaisons.

Principale faune associée : *Coroniceras hyatti* DONOVAN, *Coroniceras schloenbachi* (REYNES), quelques *Vermiceras (Metophioceras)* d'interprétation difficile et des *Schlotheimiidés*.

— Sous-zone à *Bucklandi* SPATH, 1942

Espèce-indice : *Coroniceras (Arietites) bucklandi* (Sow.).

• Horizon à *Coronaries* CORNA, 1987

Espèce-indice : *Coroniceras coronaries* (QUENST.).

TABLEAU II
Zonation du Sinémurien

Sous-étages			Biochronologie		Horizons Bourgogne, Jura, Berry, Nivernais, Alpes (Subbriantonnais...)	Niveaux téthysiens (Italie centrale*, Italie septentrionale ". Espagne bétique°. Maroc □, NE Alpes #)	
	ZONES	Sous-zones					
Sinémurien supérieur	194	194,5	194	RARICOSTATUM	Aplanatum	Tardescens	Romanticum*
					Macdonnelli	Meigeni	Pulchelum*
						Boehmi	?
						Crassicostatum	
						Raricostatum	
						Rhodanicum	
					Densinodulum	Edmundi	
				OXYNOTUM		Delicatum	
					Oxynotum	Oxynotum	
					Simpsoni	Gagateum	?
				OBTUSUM	Denotatus	aff. Glaber	Margarita
						Fowleri	Rejectum
					Stellare	Blakei	*
					Obtusum	aff. Confusus	°
Sinémurien inférieur	201	203,5	201	SEMICOSTATUM	TURNERI	Turneri	Bordoti
						Turneri/Brooki	
					Sauzeanum	Sauzeanum	
						Nodulatum	
					Scipionianum	Scipionianum	
						Alcinoe (?)	
					Charlesi	Crossi (?)	
				BUCKLANDI		Charlesi	
					Bucklandi	Lyra	
						Bisulcatus	
					Rotiforme	Isis	
						Coronaries	
					Conybeari	Schloenbachi	
						Hyatti	
						Conybeari (?)	
						Rotarium	
						Latisulcatum	

Principale faune associée : *Vermiceras scylla* (REYNES) et les premiers *Arietites* du groupe de *A. bucklandi* (SOW.) s.l. ainsi que des Schlotheimiidés.

Remarque : c'est la présence des premiers représentants du sous-genre *Arietites* qui incite à placer cet horizon à la base de la sous-zone à Bucklandi. L'association *Coroniceras* (*Arietites*) – *Coroniceras coronaries* n'est pas classique, mais elle est bien établie sur le terrain dans le même banc de coupes du Jura Méridional.

• Horizon à **Isis** CORNA, 1987

Espèce-indice : *Coroniceras (Epammonites) isis* (REYNES).

Principale faune associée : *Arnioceras falcaries* (QUENST.), les *Coroniceras* (*Pararnioceras*) du groupe *meridionale gaudryi* (REYNES). *C. (Arietites) bucklandi* (SOW.) et *C. (A.) scunthorpensis* (SPATH) plus rarement, mais au sommet de l'horizon.

• Horizon à **Bisulcatus** CORNA, 1987

Espèce-indice : *Coroniceras (Arietites) bisulcatum* (BRUG.).

Principale faune associée : *Coroniceras multicostatum* (SOW.) (qui montre de grandes affinités avec l'espèce-indice), *C. (Pararnioceras) falsani* (DUM.) et *Charmasseiceras charmassei* (d'ORB.).

Zone à **Semicostatum** (OPPEL, 1856 ; JUDD, 1875)

Espèce-indice : *Arnioceras semicostatum* (YOUNG & BIRD), marqueur stratigraphique trompeur car la détermination spécifique des *Arnioceras* est très délicate (cf. CORNA & MOUTERDE, 1988, p. 115).

— Sous-zone à **Charlesi** MOUTERDE & TINTANT, 1980

Remarque : cet indice remplace *Ammonites gmundenensis* OPP. d'interprétation ambiguë.

Espèce-indice : *Coroniceras (Paracoroniceras) charlesi* (DONOVAN).

• Horizon à **Lyra** CORNA, 1987

Espèce-indice : *Coroniceras lyra* HYATT.

Principale faune associée : quelques *Coroniceras (Paracoroniceras)*, et *C. (Pararnioceras) falsani* (DUM.). A Semur-en-Auxois, *Arnioceras ceratitoides* (QUENST.) est fréquent.

• Horizon à **Charlesi** MOUTERDE & TINTANT, 1980

Espèce-indice : comme la sous-zone.

Remarque : des formes de ce groupe, mais de très grande taille et à ouverture subtriangulaire (*C. Paracoroniceras*) *crossi* (WRIGHT) ou *C. (Paracoroniceras) wurttembergense* (GUÉRIN-FRANIATTE) semblent caractériser la partie supérieure de l'horizon, voire même de permettre l'individualisation d'une unité supplémentaire (? horizon à Crossi).

— Sous-zone à **Scipionianum** TRUEMAN, 1922

Espèce-indice : *Agassiceras scipionianum* (d'ORB.).

• Horizon à **Alcinoe** CORNA, 1987

Espèce-indice : *Coroniceras (Pararnioceras) alcinoe* (REYNES).

Principale faune associée : *C. (Pararnioceras) planaries* (REYNES) principalement pour la partie supérieure de l'horizon.

Remarque : Cet horizon, nettement individualisé dans le Jura méridional, entre les derniers *C. (Paracoroniceras) charlesi* et les premiers *Agassiceras*, pourrait aussi être placé à la partie supérieure de la sous-zone à Charlesi.

• Horizon à **Scipionianum** TRUEMAN, 1922

Espèce-indice : comme la sous-zone.

Remarque : Dans le stratotype, *A. scipionianum* est représenté par de fréquentes formes de petite taille à grande variabilité morphologique.

• Horizon à **Nodulatum** CORNA, 1987

Espèce-indice : *Agassiceras nodulatum* (BUCK.).

Remarque : cet horizon semble pouvoir être individualisé dans le Jura méridional.

Principale faune associée : *Euagassiceras striaries* (QUENST.).

— Sous-zone à **Sauzeanum** TRUEMAN, 1922

Espèce-indice : *Euagassiceras sauzeanum* (d'ORB.).

• Horizon à **Sauzeanum** TRUEMAN, 1922

Espèce-indice : comme la sous-zone.

Remarque : cet horizon est bien représenté dans le stratotype de Semur-en-Auxois, au-dessus du niveau à *Agassiceras*; l'espèce y est abondante et presqu'exclusive.

Zone à **Turneri** WRIGHT, 1860

Espèce-indice : *Caenisites turneri* (SOW.).

Remarque : les niveaux à *Euagassiceras* tuberculés se placent aux alentours du passage de la zone à *Semicostatum* à la zone à *Turneri*. Ils débutent sans doute avant l'apparition des premiers *Caenisites*, après l'horizon à *Sauzeanum*, mais des formes tuberculées seront encore contemporaines du genre *Caenisites* s.s. (Jura méridional, Digne, Semur-en-Auxois). Donc la limite entre la zone à *Semicostatum* et la zone à *Turneri* est comprise dans ces niveaux, elle n'est pas encore bien établie.

Espèces caractéristiques de ces niveaux : *Euagassiceras spinaries* (QUENST.) et formes affines : *E. donovani* GUÉRIN-FRANIATTE, *E. hispidum* GUÉRIN-FRANIATTE ainsi que *Arnioceras arnouldi* (DUM.). Les premiers Eodérocératacés, *Microderoceras* des groupes de *birchi* (QUENST.) et de *inflatum* (BUCK.), sont assez abondants vers le sommet de la zone.

• Horizon à **Turneri/Brooki** WRIGHT, 1860

Espèces-indices : *Caenisites turneri* (SOW.) et *Caenisites brooki* (SOW.).

Principale faune associée : *C. plotti* (REYNES) et les premiers *Microderoceras*.

• Horizon à **Bordoti** CORNA, 1987

Il marque le sommet de la zone.

Espèce-indice : *Caenisites bordoti* (GUÉRIN-FRANIATTE) dont la variabilité et l'ontogenèse sont à préciser.

Principale faune associée: en Bourgogne, nombreux *Microderoceras* dans les niveaux condensés de la partie supérieure de l'unité.

2.1.2. Sinémurien supérieur (ou Lotharingien p.p.) : France (Bourgogne, Jura, Berry, Nivernais, Alpes subbriançonnaises)

Remarques: la succession proposée ici repose sur l'analyse des publications les plus récentes tenant compte de la notion d'horizon (CORMA, 1985, 1987; DOMMERGUES & MEISTER, 1987a, 1989, 1991a; DOMMERGUES *et al.*, 1990; DOMMERGUES, 1993).

En France, la partie supérieure du Sinémurien est généralement appelée Lotharingien, terme proposé par HAUG (1910); mais une ambiguïté subsiste sur la base de ce « sous-étage », les auteurs y incluant ou non la zone à Turneri.

HAUG (1910) y comprenait cette zone représentée en Lorraine par un cordon d'ammonites phosphatées. MOUTERDE & TINTANI (1980) préfèrent ne débuter le sous-étage qu'avec les marnes de la zone à *Obtusum* pour faciliter les corrélations avec le « Sinémurien supérieur » des auteurs anglais.

Zone à *Obtusum* OPPEL, 1856

Espèce-indice: *Asteroceras obtusum* (Sow.).

— Sous-zone à *Obtusum* OPPEL, 1856, *emend.* DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961

Espèce-indice: comme la zone.

Remarque: l'espèce de SOWERBY *Asteroceras obtusum* n'est pas représentée en France où une forme voisine *Asteroceras aff. confusum* (SPATH) caractérise la sous-zone.

- **Horizon à aff. *Confusum*** PAGE, 1992, *emend.* DOMMERGUES, 1993

Espèce-indice: *Asteroceras aff. confusum* (SPATH).

Remarque: cet entité biostratigraphique correspond probablement à une période assez longue et encore mal comprise dans le détail. Outre l'espèce-indice, on notera la présence de *Microderoceras aff. scoresbyi* (SIMPSON), *Xipheroceras cf. planicosta* (BUCK.), *Promicroceras planicosta* (Sow.). En outre « *Caenisites pulchellus* GUÉRIN-FRANIATTE et de très grands *Epophioceras* sp. semblent localisés à la base de l'horizon, alors que l'apparition de *Epophioceras longicella* (QUENST.) marquerait le sommet de l'unité.

— Sous-zone à *Stellare* DUMORTIER, 1867, *emend.* DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961

Espèce-indice: *Asteroceras stellare* (Sow.).

- **Horizon à *Blakei*** PAGE, 1992, *emend.* DOMMERGUES, 1993

Espèce-indice: *Aegasteroceras blakei* (SPATH).

Principale faune associée: *Angulaticeras* (*Boucaulticeras*) sp., *Arnioceras cf. arnouldi* (DUM.), *Asteroceras aff. stellare* (Sow.), *Epophioceras longicella* (QUENST.), *Xipheroceras trimodum* (DUM.). Dans les Alpes « *Asteroceras* » me-

ridionale DOMMERGUES, MEISTER & METTRAUX remplace *Aegasteroceras blakei* (SPATH).

Remarque: *Aegasteroceras sagittarium* (BLAKE) a été récolté localement au toit des assises à *Aegasteroceras blakei* (SPATH).

— Sous-zone à *Denotatus* BUCKMAN, 1918, *emend.* DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961

Espèce-indice: *Eparietites denotatus* (SIMPSON).

- **Horizon à *Fowleri*** CORMA, 1985

Espèce-indice: *Eparietites fowleri* (BUCK.).

Principale faune associée: *Xipheroceras trimodum* (DUM.), *Promicroceras* sp.

- **Horizon à aff. *Glaber*** DOMMERGUES, 1993

Espèce-indice: *Eparietites aff. glaber* (GUÉRIN-FRANIATTE).

Principale faune associée: *Eparietites collenoti* (d'ORB.).

Zone à *Oxynotum* OPPEL, 1856

Espèce-indice: *Oxynoticeras oxynotum* (QUENST.).

— Sous-zone à *Simpsoni* BUCKMAN, 1918, *emend.* DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961

Espèce-indice: *Oxynoticeras simpsoni* (BEAN-SIMPSON).

- **Horizon à *Gagatemum*** HOFFMANN, 1944, *emend.* MOUTERDE, 1971

Espèce-indice: *Gagaticeras gagatemum* (YOUNG & BIHO).

Principale faune associée: *Oxynoticeras simpsoni* (BEAN - SIMPSON), *Cheltonia cf. dennyi* (SIMPSON), *Plesechioceras* sp., *Paroxynoticeras driani* (DUM.), *Angulaticeras* (*Angulaticeras*) *deletum* (CANAVARI).

Remarque: *Paroxynoticeras driani* (DUM.) est, en Bourgogne, surtout localisé au sommet de l'unité.

— Sous-zone à *Oxynotum* OPPEL, 1856, *emend.* DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961

Espèce-indice: comme la zone.

- **Horizon à *Oxynotum*** OPPEL, 1856, *emend.* MOUTERDE, 1971

Espèce-indice: comme la zone.

Principale faune associée: *Paroxynoticeras aff. salisburyense* (HAUFR.), *Cheltonia accipitrinis* (BUCK.), *Plesechioceras platypleura* DOMMERGUES, *Bifericeras bifer* (QUENST.), *Bifericeras nudicosta* (QUENST.), *Gemmellaroceras soelli* (SCHLEGELMILCH), *Gleviceras doris* (REYNES), *Angulaticeras* (*Angulaticeras*) *deletum* (CANAVARI).

Remarque: la partie terminale de l'horizon semble caractérisée par la présence de *Gleviceras doris* (REYNES) et de *Bifericeras nudicosta* (QUENST.).

Zone à *Raricostatum* OPPEL, 1856

Espèce-indice: *Echioceras raricostatum* (ZIETEN).

— Sous-zone à *Densinodulum* BUCKMAN, 1923, *emend.* DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961

Espèce-indice: *Crucilobiceras densinodulum* (QUENST.).

• **Horizon à Delicatum** CORNA, 1985

Espèce-indice : *Plesechioceras delicatum* (BUCK.).

Principale faune associée : *Bifericeras ziphoïdes* (SPATH).

• **Horizon à Edmundi** DOMMERGUES, 1993

Espèce-indice : *Echioceras edmundi* (DUM.).

Principale faune associée : « *Echioceras* » *viticola* (DUM.), *Crucilobiceras* aff. *densinodum* (QUENST.), « *Bifericeras* » aff. *subplanicosta* (OPP.), *Phricodoceras taylori* (Sow.).

— **Sous-zone à Raricostatum** OPPEL, 1856, emend. DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961

Espèce-indice : comme la zone.

• **Horizon à Rhodanicum** BUCKMAN, 1918, emend. CORNA, 1985

Espèce-indice : *Echioceras rhodanicum* (DUM.).

Principale faune associée : *Radstockiceras* sp., *Crucilobiceras* aff. *densinodum* (QUENST.), « *Bifericeras* » aff. *subplanicosta* (OPP.), *Gleviceras subguibalianum* (PIA).

• **Horizon à Raricostatum** OPPEL, 1856, emend. DOMMERGUES & MEISTER, 1989

Espèce-indice : comme la zone.

Principale faune associée : *Echioceras raricostatooides* (VADASZ), *Crucilobiceras* aff. *densinodum* (QUENST.), *Gleviceras subguibalianum* (PIA).

Remarque : dans les Alpes, les assises à *Echioceras raricostatum* (ZIETEN) s'achèvent localement par un niveau à petit *Echioceras* à costulation fine sur la loge d'habitation indiqué comme *Echioceras* sp. nov. in DOMMERGUES & MEISTER (1989).

• **Horizon à Crassicostatum** DOMMERGUES & MEISTER, 1991

Espèce-indice : *Echioceras crassicostatum* (TRUEMAN & WILLIAM).

Principale faune associée : *Echioceras* gr. *rariostatooides* (VADASZ).

• **Horizon à Boehmi** DOMMERGUES & MEISTER, 1989

Espèce-indice : *Paltechioceras boehmi* (HUG).

Principale faune associée : *Radstockiceras?* aff. *buvigneri* (sensu DUMORTIER non d'ORBIGNY), *Echioceras* aff. *pauli* (DUM.), *Eoderoceras armatum* (Sow.).

— **Sous-zone à Macdonnelli** BUCKMAN, 1918, emend. DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961

Espèce-indice : *Leptechioceras macdonnelli* (PORTLOCK).

• **Horizon à Meigeni** DOMMERGUES & MEISTER, 1989

Espèce-indice : *Leptechioceras meigeni* (HUG).

Principale faune associée : *Leptechioceras macdonnelli* (PORTLOCK), *Leptechioceras* aff. *subplicatum* (TRUEMAN & WILLIAM), *Leptechioceras* (*Neomicroceras*) *sparsicosta* DOMMERGUES & MEISTER, *Leptechioceras* (*Neomicroceras*) aff. *commune* (DONOVAN), *Gleviceras subguibalianum* (PIA), *Radstockiceras?* aff. *buvigneri* (sensu DUMORTIER non d'ORBIGNY).

BIGNY), *Echioceras* aff. *pauli* (DUM.), *Epideroceras lorioli* (HUG), *Epideroceras* cf. *steinmanni* (HUG).

Remarque : *Leptechioceras* aff. *subplicatum* (TRUEMAN & WILLIAM) et *Radstockiceras?* aff. *buvigneri* (sensu DUMORTIER non d'ORBIGNY) semblent localisés à la base de l'unité alors que *Epideroceras lorioli* (HUG) le serait au sommet.

— **Sous-zone à Aplanatum** BUCKMAN, 1918, emend. DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961

Espèce-indice : *Paltechioceras aplanatum* (HYATT).

• **Horizon à Tardecrescens** DOMMERGUES & MEISTER, 1989

Espèce-indice : *Paltechioceras tardecrescens* (HAUER).

Principale faune associée : *Echioceras* aff. *pauli* (DUM.), *Eoderoceras armatum* (Sow.), *Eoderoceras* aff. *anguiforme* (SIMPSON), *Paltechioceras rectiradiatum* (TRUEMAN & WILLIAM), *Gleviceras subguibalianum* (PIA), *Epideroceras lorioli* (HUG).

Remarque : la base de l'unité peut être caractérisée par la présence de *Paltechioceras rectiradiatum* (TRUEMAN & WILLIAM), *Gleviceras subguibalianum* (PIA), *Epideroceras lorioli* (HUG).

2.2. CORRÉLATIONS AVEC LES SÉRIES SINÉMURIENNES DE LA TÉTHYS S.S. (Italie, Alpes calcaires méridionales et Apennin central : Espagne, Chaînes bétiques ; Maroc ; Autriche, Alpes calcaires septentrionales)

En attendant le résultat de l'ensemble des recherches en cours dans divers points des Alpes, (DOMMERGUES & MEISTER, 1990), il faut signaler la présence d'une riche faune d'Astérocératidés, Oxynoticératidés, Dérocératidés originaux, Echiocératidés, et même de *Galaticeras* et de *Tmaegophioceras* dans l'Apennin des Marches (CECCA et al., 1987) ainsi qu'en Afrique du Nord, dans le Rif marocain (MOUTERDE et al., 1986) et en Tunisie (DOMMERGUES et al., 1986); en ce dernier point un genre *Parasteroceras* a été défini.

D'autre part, dans la région de la Spezzia (Italie), une faune pyriteuse lotharingienne est figurée déjà dans la Paléontologie française d'Alcide d'ORBIGNY (1842) : *Ammonites sismondae* (Oxynoticératidé), *A. articulatus* et *A. phillipsi* (Lytocératidés). Une description plus détaillée de cette faune est donnée par CANAVARI (1888).

Nous proposons sur le tableau du Sinémurien (Tab. II) des corrélations avec quelques séries de l'Europe méditerranéenne. L'absence, au cours du Sinémurien, de taxons présentant à la fois des intervalles d'existence brefs et de larges répartitions géographiques, interdit toute corrélation précise à l'échelle de l'horizon. Les intervalles d'incertitude sont matérialisés sur le Tableau II par des aires hachurées.

2.3. REMARQUES SUR LA STRATIGRAPHIE DE L'HETTANGIEN ET DU SINÉMURIEN INFÉRIEUR DANS LES ALPES DU NORD-EST (communication de Gert Bloos)

La division actuelle du Lias inférieur dans les Alpes du Nord-Est fut établie au siècle dernier (WAEHNER, 1882-1898; résumé dans WAEHNER, 1886, p. 168-176). Cette division est basée sur un faciès particulier, «*Bunte Cephalopodenkalke*», riche en ammonites, mais fortement condensé. Dans ces calcaires minces, rouges ou jaunes, parfois gris ou grisâtres, WAEHNER a distingué plusieurs unités lithologiques de quelques centimètres ou décimètres d'épaisseur. Une division plus poussée est difficile. Quelques éléments fauniques, communs avec l'Europe du NW, montrent que dans ces unités les faunes des différentes sous-zones de cette Europe du NW doivent être condensées.

Dans l'Hettangien, très probablement, toutes les sous-zones NW européennes sont présentes. Dans le Sinémurien inférieur, seule la sous-zone à *Rotiforme* est bien représentée par une faune en partie différente. La sous-zone de base à *Conybeari* manque et les témoins de la sous-zone à *Bucklandi* sont rares. La présence des zones

à *Semicostatum* et à *Turneri* est indiquée par les récoltes de BLIND, 1963.

On peut s'attendre à ce que, dans les faciès non condensés, spécialement dans les «*Fleckenmergel*», existe une succession normale d'horizons d'ammonites avec seulement des lacunes mineures. Des subdivisions plus détaillées y seraient possibles; malheureusement ces couches sont généralement peu fossilières, les ammonites ne sont présentes que dans quelques niveaux au milieu de séries épaisses et sont souvent mal conservées. Ainsi la faune est mal connue et aucune subdivision détaillée n'a pu être établie. La présence des zones à *Semicostatum* et à *Turneri* est indiquée par les récoltes de WISSNER (1958) et d'ANTONIADIS (1984). Les mêmes zones existent dans la province méditerranéenne en Italie (PARONA, 1896, 1898) et en Suisse (TRUMPY, 1951).

Ces dernières années, de nouveaux efforts ont été faits pour améliorer les connaissances stratigraphiques sur l'Hettangien et le Sinémurien inférieur du NE des Alpes; aucun résultat n'a encore été publié. Cette région semble cependant spécialement importante car elle contient plus de faune NW européenne que d'autres provinces, ainsi les corrélations avec l'Europe du NW seraient facilitées par l'intermédiaire des séquences alpines.

3. — PLIENSBACHIEN

(Tab. III ; Pl. 6 à 8, p. 114 à 119)

Jean-Louis DOMMERGUES, Christian MEISTER et René MOUTERDE

C'est OPPEL (1858) qui a utilisé le premier le terme de « *Pliensbach gruppe* » ou Pliensbachien pour désigner les dépôts du Lias moyen en remplacement du terme « *Liasien* » (d'ORBIGNY, 1849-52) qui ne dérivait pas d'un nom de lieu. De son côté MAYER-EYMAR (1864), suivi par HAUG (1910), appelait Charmouthien le même ensemble stratigraphique. Le colloque du Lias (Chambéry, 1960) rétablit en France la priorité du terme Pliensbachien.

Limite inférieure : OPPEL plaçait à la base du « *Lias Moyen* » (« *Pliensbach gruppe* ») un banc à *armatus*; mais l'interprétation de l'espèce était erronée, il s'agissait en réalité d'un *Apoderoceras* (DEAN et al., 1961). Aussi les biostratigraphes situent maintenant la limite inférieure du Pliensbachien au moment du développement des Eodérocéridés du genre *Apoderoceras* (notamment du groupe de *A. nodogigas* (QUENST.); le vrai *Eoderoceras armatum* (Sow.) se situant plus bas, dans la zone à *Raricostatum*.

Ainsi le renouvellement de faunes – remplacement des Psilocératacés par les Eodéoécératacés – est plus progressif que ne le pensait d'ORBIGNY.

Toutefois le stratotype de Pliensbach (SCHLATTER, 1977) présente une lacune du sommet du Sinémurien (Lotharingien terminal) : il y a absence des faunes des sous-zones à *Aplanatum* et à *Macdonelli*. La plupart des coupes détaillées d'Europe occidentale présentent des problèmes sédimentaires ou des strates non fossilifères à la limite Sinémurien/Pliensbachien (DOMMERGUES & MEISTER, 1992).

Les meilleures coupes semblent celles de la côte du Yorkshire à Robin Hood's Bay. Cependant entre les derniers niveaux à *Paltechioceras* et les premiers niveaux à *Apoderoceras* abondants, il existe en Grande Bretagne des assemblages d'ammonites encore mal connus avec *Viciniodiceras simplicicosta* (TRUEMAN) et *Bifericeras donovani* (DOMMERGUES & MEISTER). Par convention ces niveaux sont placés dans le Sinémurien supérieur bien qu'un *Apoderoceras* juvénile ait été trouvé dans le niveau à *B. donovani*. Il est préférable de prendre comme repère de base le niveau où les *Apoderoceras* sont bien représentés (banc 1013 de la coupe de Wine Haven à Robin Hood's Bay) (DOMMERGUES & MEISTER, 1992, fig. 3).

Sous-étages : en France, on utilise en général deux sous-étages : le Carixien (LANG, 1913), dérivant de Charmouth (= *Carixia*) et le Domérien (BONARELLI, 1895) avec, comme type, la formation du « *Medolo* » au Monte Domaro (Italie).

3.1. DÉFINITION DES DIFFÉRENTES UNITÉS (Tab. III)

3.1.1. Carixien LANG, 1913 : France et régions adjacentes

Remarques : la succession proposée ici repose essentiellement sur l'analyse des publications les plus récentes

tenant compte de la notion d'horizon (DOMMERGUES, 1979, 1987; MEISTER, 1982, 1986; DOMMERGUES & MEISTER, 1985, 1987b, 1990b, 1991a, b; CUBAYNES et al., 1984; PHELPS, 1985; DOMMERGUES et al., 1990). L'homogénéité des faunes nord-ouest européennes durant le Carixien permet de traiter l'ensemble de cette région, y compris ses confins les plus méridionaux, comme une entité uniforme. Seul le bassin Iusitanien aux faunes endémiques remarquables sera analysé indépendamment pour les zones à *Jamesoni* et à *Ibex*.

Zone à *Jamesoni* OPPEL, 1856.

Espèce-indice : *Uptonia jamesoni* (Sow.).

— Sous-zone à *Taylori* SPATH, 1923, emend. DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961.

Espèce-indice : *Phricodoceras taylori* (Sow.).

Remarque : de rares exemplaires du groupe de *P. taylori* sont connus dès la zone à *Raricostatum* et le genre persiste jusqu'au Domérien moyen dans la province téthysienne.

• Horizon à *Nodogigas* HOFFMANN, 1948, emend. DOMMERGUES, 1979.

Espèce-indice : *Apoderoceras nodogigas* (QUENST.).

Principale faune associée : *Radstockiceras complanatum* (SIMPSON), *Tetraspidoceras quadramatum* (DUM.).

Remarque : rare en Bourgogne et dans les Causses, *Tetraspidoceras quadramatum* (DUM.) est abondant dans les Alpes où il remplace *Apoderoceras nodogigas* (QUENST.).

• Horizon à *Taylori* SPATH, 1923, emend. DOMMERGUES, 1979.

Espèce-Indice : comme pour la sous-zone.

Principale faune associée : *Hyperderoceras retusum* (SIMPSON), *Polymorphites aff. rutilans* (SIMPSON), *Viciniodiceras* sp.

— Sous-zone à *Polymorphus* BUCKMAN, 1918, emend. DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961.

Espèce-indice : *Polymorphites polymorphus* (QUENST.).

Remarque : cette sous-zone qui n'a été détectée que dans les centres de bassin ne peut pas jusqu'à présent être subdivisée en horizons ; elle a livré : *Radstockiceras complanatum* (SIMPSON), *Epideroceras (Coeloderoceras) biruga* (QUENST.), *Polymorphites lineatus* (QUENST.), *Polymorphites mixtus* (QUENST.), *Parinodiceras parinodium* (QUENST.).

— Sous-zone à *Brevispina* SEEBACH, 1864, emend. DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961.

TABLEAU III
Zonation du Pliensbachien

Espèce-indice : *Platypleuroceras brevispina* (Sow.).

- **Horizon à Brevispina** SEEBACH, 1864, emend. DOMMERGUES, 1984.

Espèce-indice : comme pour la sous-zone.

Principale faune associée : *Tragophylloceras numismale* (QUENST.), *Radstockiceras complanosum* (SIMPSON), *Metaderoceras muticum* (d'ORB.), *Metaderoceras venustum* (DUM.), *Platypleuroceras rotundum* (QUENST.), *Platypleuroceras brevispinoides* (TUTCHER & TRUEMAN), *Platypleuroceras oblongum* (QUENST.), *Polymorphites mixtus* (QUENST.), *Lytoceras fimbriatum* (Sow.).

- **Horizon à Submuticum** MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice : *Platypleuroceras submuticum* (OPP.).

Principale faune associée : *Tragophylloceras numismale* (QUENST.), *Radstockiceras complanosum* (SIMPSON), *Platypleuroceras tenuilobum* (QUENST.).

— **Sous-zone à Jamesoni** OPPEL, 1856, emend. DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961.

Espèce-indice : comme pour la zone.

Remarque : l'exemplaire d'*Ammonites jamesoni* figuré par SOWERBY ayant été perdu, un néotype a été désigné par DONOVAN & FORSEY (1973); SCHLATTER, 1980 le considère comme équivalent à *U. lata* (QUENST.).

- **Horizon à Bronni** BUCKMAN, 1918, emend. MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice : *Uptonia bronni* (ROEMER).

Principale faune associée : *Tragophylloceras numismale* (QUENST.), *Uptonia jamesoni* (Sow.), *Uptonia lata* (QUENST.), *Uptonia confusa* (QUENST.), *Uptonia regnardi* (d'ORB.), *Uptonia involuta* MEISTER, *Coeloceras pettos* (QUENST.), *Tropidoceras flandriini* (DUM.), *Tropidoceras oblongum* (FUTTERER), *Lytoceras fimbriatum* (Sow.).

Remarque : vers les centres des bassins (ex. Bassin de Paris, Bassin de Souabe), *Coeloceras pettos* et son microconque (= *Polymorphites evolutus* DOMMERGUES & MOUTERDE, 1978) est localisé au sommet des assises à *Uptonia bronni*.

Zone à Ibex OPPEL, 1856.

Espèce-indice : *Tragophylloceras ibex* (QUENST.).

— **Sous-zone à Masseanum** BUCKMAN, 1918, emend. DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961.

Espèce-indice : *Tropidoceras masseanum* (d'ORB.).

Remarque : A la suite de DEAN et al. (1961) et de la plupart des auteurs récents, nous plaçons la sous-zone à *Masseanum* dans la zone à *Ibex* et non au sommet de la zone à *Jamesoni*. En effet bien que des *Tropidoceras gr. flandriini* (DUM.) coexistent avec des *Uptonia jamesoni* (Sow.), *Tropidoceras masseanum* (d'ORB.) succède toujours aux *Uptonia* dans la région considérée.

- **Horizon à Masseanum** BUCKMAN, 1918, emend. DOMMERGUES, 1979.

Espèce-indice : comme pour la sous-zone.

Principale faune associée : *Tragophylloceras undulatum* (SMITH), *Tragophylloceras numismale* (QUENST.), *Lytoceras fimbriatum* (Sow.), *Tropidoceras flandriini* (DUM.).

— **Sous-zone à Valdani** COLLENOT, 1869, emend. DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961.

Espèce-indice : *Acanthopleuroceras valdani* (d'ORB.).

- **Horizon à Arietiforme** DOMMERGUES, 1979.

Espèce-indice : *Acanthopleuroceras arietiforme* (OPP.).

Principale faune associée : *Tragophylloceras undulatum* (SMITH), *Tropidoceras flandriini* (DUM.), *Acanthopleuroceras stahli* (OPP.), *Acanthopleuroceras carinatum* (QUENST.), *Liparoceras aff. rusticum* (SPATH), *Lytoceras fimbriatum* (Sow.), *Cymbites triglobus* (OPP.).

- **Horizon à Maugenesti** BUCKMAN, 1918, emend. DOMMERGUES, 1979.

Espèce-indice : *Acanthopleuroceras maugenesti* (d'ORB.).

Principale faune associée : *Tragophylloceras undulatum* (SMITH), *Tropidoceras flandriini* (DUM.), *Lytoceras fimbriatum* (Sow.), *Cymbites triglobus* (OPP.).

- **Horizon à Valdani** COLLENOT, 1869, emend. DOMMERGUES, 1979.

Espèce-indice : comme la sous-zone.

Principale faune associée : *Tragophylloceras ibex* (QUENST.), *Tragophylloceras undulatum* (SMITH), *Tragophylloceras carinatum* HOWARTH & DONOVAN, *Tropidoceras flandriini* (DUM.), *Liparoceras gr. cheltiense* (MURCHISON), *Beaniceras centaurus* (d'ORB.), *Lytoceras fimbriatum* (Sow.), *Cymbites triglobus* (OPP.).

Remarque : *Liparoceras gr. cheltiense* et les *Acanthopleuroceras valdani* les plus fortement tuberculées sont localisés dans la partie supérieure de l'horizon.

- **Horizon à Actaeon** BUCKMAN, 1918, emend. DOMMERGUES, MEISTER & MOUTERDE dans le présent travail.

Espèce-indice : *Acanthopleuroceras actaeon* (d'ORB.).

Principale faune associée : *Tragophylloceras loscombi* (Sow.), *Metaderoceras venarensis* (OPP.), *Tropidoceras flandriini* (DUM.), *Dayiceras polymorphoides* (SPATH), *Liparoceras cheltiense* (MURCHISON), *Beaniceras centaurus* (d'ORB.), *Beaniceras aff. rotundum* (Buck.), *Lytoceras fimbriatum* (Sow.).

Remarque : l'horizon à *Actaeon* correspond approximativement à l'horizon à *Centaurus* in PHELPS (1985) et in DOMMERGUES (1987), et aux horizons à *Actaeon* et *Venarensis* in MEISTER (1986). Cette période, sans doute assez longue, est stratigraphiquement complexe, elle n'est pratiquement enregistrée que dans les bassins. Elle comprend certains niveaux peu diversifiés (e.g. niveaux à *Acanthopleuroceras actaeon* ou à *Metaderoceras venarensis*) dont l'ordre de succession n'est pas identique dans les différents bassins.

- **Horizon à Alisiense** DOMMERGUES, 1979.

Espèce-indice : *Acanthopleuroceras alisiense* (REYNFS in HAUG).

Principale faune associée : *Tragophylloceras loscombi* (Sow.), *Lytoceras fimbriatum* (Sow.), *Derolytoceras tortum*

(QUENST.), *Liparoceras pseudostriatum* (TRUEMAN), *Cymbites centrifiglobus* (OPP.), *Beaniceras aff. rotundum* (BUCK.).

— **Sous-zone à Luridum** DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961.

Espèce-indice : *Beaniceras luridum* (SIMPSON).

- **Horizon à Rotundum** PHELPS, 1982.

Espèce-indice : *Beaniceras rotundum* (BUCK.).

Principale faune associée : *Tragophylloceras loscombi* (Sow.), *Lytoceras fimbriatum* (Sow.), *Derolytoceras tortum* (QUENST.), *Radstockiceras gemmellarioi* (POMPECKJ), *Cymbites centrifiglobus* (OPP.), *Liparoceras cheltiense* (MURCHISON), *Liparoceras pseudostriatum* (TRUEMAN).

- **Horizon à Crassum** MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice : *Beaniceras crassum* (BUCK.).

Principale faune associée : *Tragophylloceras loscombi* (Sow.), *Lytoceras fimbriatum* (Sow.), *Derolytoceras tortum* (QUENST.), *Radstockiceras gemmellarioi* (POMPECKJ), *Acanthopluerooceras aff. alisiense* (REYNES in HAUG), *Liparoceras pseudostriatum* (TRUEMAN), *Liparoceras (Becheiceras) sp.*, *Beaniceras geyeri* (SPATH), *Cymbites centrifiglobus* (OPP.).

- **Horizon à Luridum** DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961, emend. MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice : comme la sous-zone.

Remarque : par rapport à l'unité précédente, cet horizon est caractérisé par le remplacement de *Beaniceras crassum* par *Beaniceras luridum* (cf. PHELPS, 1985). Cette espèce est malheureusement très rare dans la plupart des régions où l'horizon à Luridum ne livre, souvent en très grande abondance, que des *Lytoceras fimbriatum*.

Zone à Davoei OPPEL, 1856.

Espèce-indice : *Prodactylioceras davoei* (Sow.).

— **Sous-zone à Maculatum** LANG, 1936, emend. DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961.

Espèce-indice : *Aegoceras maculatum* (YOUNG & BIRD).

- **Horizon à Sparsicosta** TRUEMAN, 1923, emend. PHELPS, 1982.

Espèce-indice : *Aegoceras sparsicosta* (TRUEMAN).

Remarque : l'espèce-indice est surtout connue dans la partie septentrionale de l'aire considérée (PHELPS, 1985). Dans les régions plus méridionales, l'horizon correspond à la fin de l'acmé des *Lytoceras fimbriatum* qui a commencé dans l'horizon précédent.

- **Horizon à Maculatum** LANG, 1936, emend. PHELPS, 1982.

Espèce-indice : comme la sous-zone.

Principale faune associée : *Tragophylloceras loscombi* (Sow.), *Lytoceras fimbriatum* (Sow.), *Derolytoceras tortum* (QUENST.), *Radstockiceras gemmellarioi* (POMPECKJ), *Cymbites centrifiglobus* (OPP.), *Liparoceras gr. divaricosta* (TRUEMAN), *Aegoceras heterogenes* (YOUNG & BIRD), *Prodactylioceras rectiradiatum* (WINGRAVE), *Liparoceras pseu-*

dostriatum (TRUEMAN), *Protogrammoceras* sp. (dans les Causses, très rare, MEISTER, 1986).

— **Sous-zone à Capricornus** WRIGHT, 1863, emend. DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961.

Espèce-indice : *Aegoceras capricornus* (SCHLOTHEIM).

- **Horizon à Lataecosta** LANG, 1914, emend. DOMMERGUES, 1979

Espèce-indice : *Aegoceras lataecosta* (Sow.).

Principale faune associée : *Tragophylloceras loscombi* (Sow.), *Lytoceras fimbriatum* (Sow.), *Derolytoceras tortum* (QUENST.), *Cymbites centrifiglobus* (OPP.), *Liparoceras gr. divaricosta* (TRUEMAN), *Prodactylioceras rectiradiatum* (WINGRAVE), *Prodactylioceras aurigeriene* DOMMERGUES, FAURE & MOUTERDE (Pyrénées et Chaînes Ibériques, DOMMERGUES et al., 1984), *Aegoceras hybrida* (d'ORB.), *Protogrammoceras* sp. (dans les Causses, très rare, MEISTER, 1986).

- **Horizon à Capricornus** WRIGHT, 1863, emend. MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice : comme la sous-zone.

Principale faune associée : *Tragophylloceras loscombi* (Sow.), *Lytoceras fimbriatum* (Sow.), *Derolytoceras tortum* (QUENST.), *Cymbites centrifiglobus* (OPP.), *Liparoceras lytoceroides* (SPATH), *Prodactylioceras rectiradiatum* (WINGRAVE), *Juraphyllites libertus* (GEMM.), *Liparoceras (Becheiceras) bechei* (Sow.) – *gallicum* (SPATH), *Aegoceras aff. hybrida* (d'ORB.) et dans les Causses : *Prodactylioceras davoei* (Sow.), *Reynesocoeloceras* sp., *Protogrammoceras* sp.

Remarque : en tenant compte de la densité de costulation des tours internes des *Aegoceras*, on peut distinguer deux niveaux dans cet horizon (DOMMERGUES, 1987, fig. 61); *Prodactylioceras rectiradiatum* est localisé à la base.

- **Horizon à Crescens** PHELPS, 1982.

Espèce-indice : *Aegoceras crescens* (HYATT in TRUEMAN).

Principale faune associée : *Tragophylloceras loscombi* (Sow.), *Lytoceras fimbriatum* (Sow.), *Derolytoceras tortum* (QUENST.), *Cymbites centrifiglobus* (OPP.), *Liparoceras lytoceroides* (SPATH), *Prodactylioceras davoei* (Sow.), *Protogrammoceras pseudodilectum* DOMMERGUES, MEISTER & FAURE, *Juraphyllites libertus* (GEMM.), *Liparoceras (Becheiceras) bechei* (Sow.) – *gallicum* (SPATH).

Remarque : l'acmé de *Prodactylioceras davoei* débute dans la partie supérieure de cet horizon.

— **Sous-zone à Figulinum** LANG, 1936, emend. DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961.

Espèce-indice : *Oistoceras figulinum* (SIMPSON).

- **Horizon à Angulatum** MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice : *Oistoceras angulatum* (QUENST.).

Remarque : dans la plupart des régions cet horizon correspond à l'acmé des *Prodactylioceras davoei*, et l'espèce-indice est surtout reconnue dans la partie septentrionale de l'aire considérée.

- **Horizon à Figulinum** LANG, 1936, emend. DOMMERGUES & MEISTER, 1984.

Espèce-indice: comme la sous-zone.

Principale faune associée: *Tragophylloceras loscombi* (Sow.), *Lytoceras fimbriatum* (Sow.), *Derolytoceras tortum* (QUENST.), *Cymbites centriglobus* (OPP.), *Liparoceras (Becheiceras) bechei* (Sow.) – *gallicum* (SPATH), *Aegoceras alleotypum* (TRUEMAN), *Juraphyllites libertus* (GEMM.).

■ Bassin lusitanien (Portugal)

Remarques: au cours du Carixien, les faunes du Bassin lusitanien présentent des affinités nord-ouest européennes évidentes. Toutefois lors de périodes de bas niveau marin dans les zones à Jamesoni et à Ibex, on note le développement de taxons endémiques comme par exemple les *Pseudophricodoceras* et les *Dayiceras*. Leur hégémonie au sein des peuplements impose l'usage d'une séquence d'horizons propre à ce bassin.

Zone à Jamesoni OPPEL, 1856.

— Sous-zone à Taylori SPATH, 1923, emend. DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961.

- **Horizon à Nodogigas** HOFFMANN, 1948, emend. DOMMERGUES, 1979.

Espèce-indice: *Apoderoceras nodogigas* (QUENST.).

Remarque: l'espèce-indice est seule présente.

- **Horizon à Taylori** SPATH, 1923, emend. DOMMERGUES, 1979.

Espèce-indice: comme la sous-zone.

Principale faune associée: *Viciniodiceras* sp.

- **Horizon à Caprariforme** MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice: *Pseudophricodoceras caprariforme* MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA.

Remarque: seule l'espèce-indice est présente.

- **Horizon à Dayiforme** MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice: *Pseudophricodoceras dayiforme* MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA.

Principale faune associée: *Tragophylloceras numismale* (QUENST.).

— Sous-zone à Polymorphus BUCKMAN, 1918, emend. DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961.

- **Horizon à Biruga** MOUTERDE, 1967, emend. MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice: *Epideroceras (Coeloderoceras) biruga* (QUENST.).

Principale faune associée: *Radstockiceras* sp., *Epidoceras trigonale* MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA.

- **Horizon à Costatus** MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice: *Polymorphites costatus* (QUENST.).

Principale faune associée: *Tragophylloceras numismale* (QUENST.), *Radstockiceras* sp., *Metaderoceras muticum* (d'ORB.), *Polymorphites polymorphus* (QUENST.), *Polymorphites lineatus* (QUENST.), *Polymorphites mixtus* (QUENST.), *Eoderoceratidés* bituberculés sp.

— Sous-zone à Brevispina SEEBACH, 1864, emend. DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961.

- **Horizon à Muellensis** MOUTERDE, 1967, emend. MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice: *Platypleuroceras muellensis* (MOUTERDE).

Principale faune associée: *Platypleuroceras aureum* (SIMPSON).

- **Horizon à Acanthobronni** MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice: *Platypleuroceras acanthobronni* MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA.

Principale faune associée: *Platypleuroceras* aff. *oblongum* (QUENST.).

— Sous-zone à Jamesoni OPPEL, 1856, emend. DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961.

- **Horizon à Bronni** BUCKMAN, 1918, emend. MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice: *Uptonia bronni* (ROEMER).

Principale faune associée: *Tragophylloceras numismale* (QUENST.), *Uptonia* aff. *jamesoni* (Sow. sensu SCHLATER), *Uptonia lata* (QUENST.).

Remarque: les deux espèce d'*Uptonia*, *U. aff. jamesoni* et *U. lata* se relayent au sein de cet horizon.

- **Horizon à Uptonia sp.** MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice: *Uptonia* sp. nov. sensu MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA (1983, Pl. 7).

Remarque: à l'exception de rares *Tropidoceras* aff. *massaeum* (d'ORB.) localisés au toit de l'horizon, seule l'espèce-indice est présente.

Zone à Ibex OPPEL, 1856.

— Sous-zone à Massaeum SPATH, 1923.

Remarque: quelques *Tropidoceras* rapprochés de *T. massaeum* (d'ORB.) ont été récoltés dans les niveaux de transitions entre les horizons à *Uptonia* sp. nov. et à *Dayiceroides*. Mais la sous-zone n'est pas clairement définie au Portugal.

— Sous-zone à Valdani COLLENOT, 1869, emend. DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961.

Espèce-indice: *Acanthopleuroceras valdani* (d'ORB.).

- **Horizon à Dayiceroides** MOUTERDE, 1967, emend. MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice: *Dayiceras dayiceroides* MOUTERDE.

Principale faune associée : Tragophyloceras undulatum (SMITH), *Tropidoceras aff. masseanum* (d'ORB.) à l'extrême base de l'unité, *Acanthopleuroceras carinatum atlanticum* MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, *Acanthopleuroceras maugenestii* (d'ORB.), *Acanthopleuroceras valdani* (d'ORB.).

Remarque : cet horizon correspond à une période assez longue comme en témoigne la présence de rares *Tropidoceras* et *Acanthopleuroceras* nord-ouest européens. Ces espèces permettent d'affirmer que l'horizon lusitanien débute dans la sous-zone à *Masseanum* et persiste jusque dans la partie moyenne de la sous-zone à *Valdani*.

Cette unité peut elle-même être subdivisée en deux horizons : un horizon à *Acanthopleuroceras carinatum*; – un horizon à *Acanthopleuroceras maugenestii* qui permettent une corrélation aisée avec l'Europe moyenne.

- **Horizon à Renzi** MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice : *Dayiceras renzi* (MEISTER).

Remarque : seule l'espèce-indice est présente.

- **Horizon à Polymorphoides** MOUTERDE, 1967, emend. MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice : *Dayiceras polymorphoides* SPATH.

Principale faune associée : Metaderoceras venarensis (OPP.), *Acanthopleuroceras actaeon* (d'ORB.), *Liparoceras cheltiense* (MURCHISON).

- **Horizon à Splendens** MOUTERDE, 1967, emend. MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice : *Dayiceras splendens* MOUTERDE.

Remarque : seule l'espèce-indice est présente.

- **Horizon à Amaltheiforme** MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice : *Dayiceras amaltheiforme* MOUTERDE.

Principale faune associée : Dayiceras nanum MOUTERDE, *Beaniceras centaurus* (d'ORB.).

- **Horizon à Beirense** MOUTERDE, DOMMERGUES & ROCHA, 1983.

Espèce-indice : *Metaderoceras beirense* MOUTERDE.

Principale faune associée : Metaderoceras beirense (MOUTERDE), *Metaderoceras venarensis* (OPP.).

- **Horizon à Alisiense** DOMMERGUES, 1979.

Espèce-indice : *Acanthopleuroceras alisiense* (REYNES in HAUG).

Remarque : seule l'espèce-indice est présente.

■ Autres horizons lusitaniens endémiques

Les horizons du Nord-Ouest européen peuvent être utilisés sans difficulté pour la suite de la succession lusitanienne. On soulignera toutefois un niveau à *Reynesocoeloceras praemarginatum* DOMMERGUES & MOUTERDE (1982) à la base de l'horizon à *Crassum* et un niveau à *Prodactyloceras rectiradiatum* (WINGRAVE) au sein de l'horizon à *Capricornus*.

3.1.2. Domérien

■ France moyenne et septentrionale et, régions adjacentes

Remarque : la succession présentée ici repose sur l'analyse des publications les plus récentes tenant compte de la notion d'horizon (DOMMERGUES, 1987; DOMMERGUES et al., 1990; DOMMERGUES & MEISTER, 1990b, 1991a, b; MEISTER, 1987, 1989).

Limite inférieure : elle est marquée classiquement par le développement des Amalthèes avec les formes primitives du groupe d'*Amaltheus stokesi/bifurcus*. Cependant l'apparition de ces formes n'est probablement pas rigoureusement synchrone (PHELPS, 1985). Si dans les Causses *Protogrammoceras occidentale* est présent avec les tous premiers *Amaltheus stokesi* et *A. bifurcus* (MEISTER, 1989) tout comme dans le Dorset (PHELPS, 1985), au Portugal *P. occidentale*, *P. monstrieri* et d'autres *Protogrammoceras* précèdent les premières *Amaltheus stokesi* (DOMMERGUES & MOUTERDE, 1980; PHELPS, 1985).

Zone à Margaritatus OPPEL, 1856.

Espèce-indice : *Amaltheus margaritatus* (de MONTFORT).

Remarque : la conception de la zone est prise au sens d'OPPEL (1856) et de DEAN et al. (1961).

— Sous-zone à Stokesi LANG, 1936, emend. HOWARTH, 1955.

Espèce-indice : *Amaltheus stokesi* (Sow.).

Remarque : cette subdivision correspond à l'intervalle d'existence de l'espèce-indice. Elle a parfois été utilisée avec le rang de zone par les auteurs français.

Dans les régions septentrionales du nord-ouest de l'Europe, lorsque les faunes ne sont constituées que d'Amalthèidés, la sous-zone à Stokesi ne peut être subdivisée en horizons. Seule la présence d'Harpoceratinés permet éventuellement des corrélations avec l'échelle d'horizons proposée ci-dessous pour les confins méridionaux. Parmi ces Harpoceratinés les *Protogrammoceras* (*Matteiceras*) sont des formes qui peuvent même gagner le Nord de l'Angleterre.

— Sous-zone à Subnodosus HOWARTH, 1955.

Espèce-indice : *Amaltheus subnodosus* (YOUNG & BIRD).

Remarque : dans les régions septentrionales du Nord-Ouest de l'Europe, lorsque les faunes ne sont constituées que d'Amalthèidés, la sous-zone à Subnodosus ne peut être subdivisée en horizons. Seule la présence d'Harpoceratinés permet éventuellement des corrélations avec l'échelle d'horizons proposée ci-dessous pour les confins méridionaux. Précisons ainsi que les faunes à *Protogrammoceras* (*Fieldingiceras normanicum* (d'ORB.) du Bassin de Paris sont homologues aux des faunes à *Protogrammoceras* (*Fieldingiceras depressum* (QUENST.) connues par exemple dans les Bassins lusitanien et caussenard.

— Sous-zone à Gibbosus BUCKMAN, 1918, emend. HOWARTH, 1955.

Espèce-indice : *Amaltheus gibbosus* (SCHLOT.).

Remarque: dans les régions septentrionales du Nord-Ouest de l'Europe, lorsque les faunes ne sont constituées que d'*Amaltheidés*, la sous-zone à *Gibbosus* ne peut être subdivisée en horizons. Seule la présence d'*Harpoceratinés* et d'*Arieticeratinés* permet éventuellement des corrélations avec l'échelle d'horizons proposée ci-dessous pour les confins méridionaux. Mais ces formes restent plus étroitement confinées dans les régions méridionales qu'elles ne l'étaient durant les deux sous-zones précédentes.

Zone à Spinatum OPPEL, 1856.

Espèce-indice: *Pleuroceras spinatum* (BRUG.).

Remarque: durant cette zone, les *Amaltheidés* qui présentent un remarquable dynamisme évolutif, permettent un découpage fin en horizons et leur hégémonie s'étend vers les régions méridionales au dépend des *Harpoceratinés* et *Arieticeratinés*. Il n'existe donc plus pour cette période d'échelle d'horizons propre aux confins méridionaux.

— **Sous-zone à Apyrenum** SPATH, 1942, emend. HOWARTH, 1955.

Espèce-indice: *Pleuroceras apyrenum* (Buck.).

- **Horizon à Salebrosum** MEISTER, 1987.

Espèce-indice: *Amaltheus salebrosum* (HYATT).

Faune caractéristique: *Pleuroceras aff. transiens* (FRENTZEN), *Amaltheus margaritatus* (de MONTFORT).

- **Horizon à Transiens** COMAS-RENGIFO, 1985, emend. MEISTER, 1987.

Espèce-indice: *Pleuroceras transiens* (FRENTZEN).

Faune caractéristique: *Amaltheus margaritatus* (de MONTFORT), *Amaltheus engelhardti* (d'ORB.), *Amauroceras ferrugineum* (SIMPSON); et vers la partie supérieure *Pleuroceras gr. solare* (PHILLIPS).

- **Horizon à Solare** MATTEI, 1971, emend. MEISTER, 1987.

Espèce-indice: *Pleuroceras solare* (PHILLIPS).

Faune caractéristique: *Amaltheus margaritatus* (de MONTFORT), *Pleuroceras spinatum* (BRUG.), *Pleuroceras gr. yeovilense* (HOWARTH), *Pleuroceras apyrenum* (Buck.), *Amaltheus engelhardti* (d'ORB.), *Amauroceras ferrugineum* (SIMPSON) et dans les Causses *Phylloceras frondosum* (REYNES), *Phylloceras hebertinum* (REYNES)..

— **Sous-zone à Hawskerense** BUCKMAN, 1922, emend. HOWARTH, 1955.

Espèce-indice: *Pleuroceras hawskerense* (YOUNG & BIRD).

- **Horizon à Elaboratum** nov., crée par DOMMERGUES, MEISTER & MOUTERDE dans le présent travail.

Espèce-indice: *Pleuroceras hawskense* forme *elaboratum* (SIMPSON).

Remarque: cette forme primitive du groupe de *Pleuroceras hawskerense* est associée à *Pleuroceras spinatum* (BRUG.), *Pleuroceras apyrenum* (Buck.), *Pleuroceras gr. yeovilense* (HOWARTH), *Amaltheus engelhardti* (d'ORB.), *Amauroceras ferrugineum* (SIMPSON). Dans les Causses, elle est accompagnée par *Emaciaticeras gr. lotti* (GEMM.).

- **Horizon à Hawskerense** BUCKMAN, 1922, emend. DOMMERGUES, MEISTER & MOUTERDE dans le présent travail

Espèce-indice: comme la sous-zone.

Faune caractéristique: *Pleuroceras spinatum* (BRUG.), *Pleuroceras gr. yeovilense* (HOWARTH), *Amaltheus engelhardtii* (d'ORB.), *Amauroceras ferrugineum* (SIMPSON).

■ France méridionale

Remarques: la succession présentée ici repose sur les travaux de CUBAYNES et al., 1984; DOMMERGUES & MEISTER, 1985, 1986, 1987b, 1991a, b; MEISTER, 1986, 1988, 1989; DOMMERGUES et al. 1985.

Zone à Margaritatus OPPEL, 1856.

— **Sous-zone à Stokesi** LANG, 1936, emend. HOWARTH, 1955.

- **Horizon à Occidentale** DOMMERGUES, 1984.

Espèce-indice: *Protogrammoceras (Matteiceras) occidentale* DOMMERGUES.

Faune caractéristique: *Amaltheus stokesi* (Sow.), *Amaltheus bifurcus* HOWARTH, *Lytoceras fimbriatum* (Sow.), *Lytoceras furcicrenatum* BUCK., *Deroptytoceras tortum* (QUENST.), *Liparoceras (Becheiceras) bechei* (Sow.)-*gallicum* (SPATH), *Tragophylloceras loscombi* (Sow.), *Cymbites centriglobus* (OPP.).

Remarque: dans les Causses ces niveaux ont été interprétés par MATTEI (1985) comme appartenant encore au Carixien terminal en arguant du fait qu'ils précèdent l'acmé principale des *Harpoceratinés* (DOMMERGUES & MEISTER, 1985).

- **Horizon à Monestieri** DOMMERGUES, 1984.

Espèce-indice: *Protogrammoceras (Matteiceras) monestieri* (FISCHER).

Faune caractéristique: *Amaltheus stokesi* (Sow.), *Protogrammoceras (Matteiceras) diornatum* DOMMERGUES, MEISTER & FAURE, *Protogrammoceras (Matteiceras) isseliooides* DOMMERGUES, MEISTER & FAURE, *Liparoceras (Becheiceras) bechei* (Sow.)-*gallicum* (SPATH), *Lytoceras fimbriatum* (Sow.), *Protogrammoceras aff. marianii* (FUCINI).

- **Horizon à Nitescens** MOUTERDE, 1967, emend. DOMMERGUES, 1979.

Espèce-indice: *Protogrammoceras (Matteiceras) nitescens* (YOUNG & BIRD).

Faune caractéristique: *Amaltheus stokesi* (Sow.), *Amauroceras gr. wertheri* (LANGE), *Protogrammoceras (Matteiceras) isseliooides* DOMMERGUES, MEISTER & FAURE.

- **Horizon à Celebratum** MATTEI, 1971, emend. DOMMERGUES, 1984.

Espèce-indice: *Protogrammoceras celebratum* (FUCINI).

Faune caractéristique: *Amaltheus gr. stokesi* (Sow.), *Amaltheus bifurcus* HOWARTH, *Protogrammoceras (Matteiceras) nitescens* (YOUNG & BIRD), partie inférieure, *Protogrammoceras (Fieldingiceras) fieldingii* (REYNES), partie

supérieure, *Amauroceras wertheri* (LANGE), *Cymbites centriglobus* (OPP.), *Lytoceras furcicrenatum* BUCK., *Deroptyceras tortum* (QUENST.), *Liparoceras (Becheiceras) bechei* (Sow.)-*gallicum* (SPATH), *Tragophylloceras loscombi* (Sow.), *Juraphyllites planispira* (REYNES).

— **Sous-zone à Subnodosus** HOWARTH, 1955.

Remarque: cette subdivision correspond à l'intervalle d'existence de l'espèce-indice. La partie supérieure de cette sous-zone est caractérisée uniquement par des Amaltheidés et par des Phylloceratidés (MEISTER, 1989).

• **Horizon à Depressum** DOMMERGUES & MEISTER, 1986.

Espèce-indice: *Protogrammoceras (Fieldingiceras) de-*
pressum (QUENST.).

Faune caractéristique: *Amaltheus subnodosus* (YOUNG & BIRD), *Amaltheus margaritatus* (de MONTFORT), *Amaltheus gloriosus* (HYATT), *Protogrammoceras (Fieldingiceras) fieldingii* (REYNES), *Lytoceras furcicrenatum* BUCK., *Deroptyceras tortum* (QUENST.), *Amauroceras wertheri* (LANGE) et dans la partie supérieure *Lytoceras villaee* (MENEGHINI), *Juraphyllites gr. libertus* (GEMM.) – *mimatensis* (d'ORB.).

Dans le Bassin parisien, on connaît un équivalent à l'horizon à *Depressum*, caractérisé par *Protogrammoceras normanianum* (d'ORB.), forme à costulation légèrement plus grossière et moins tranchante.

• **Horizon à Boscense** BUCKMAN, 1918, emend.
DOMMERGUES & MEISTER, 1986.

Espèce-indice: *Fuciniceras boscense* (REYNES).

Faune caractéristique: *Amaltheus subnodosus* (YOUNG & BIRD), *Amaltheus margaritatus* (de MONTFORT), *Amaltheus gloriosus* (HYATT), *Amauroceras wertheri* (LANGE), *Liparoceras (Becheiceras) bechei* (Sow.) – *gallicum* (SPATH), *Tragophylloceras loscombi* (Sow.), *Juraphyllites gr. libertus* (GEMM.) – *mimatensis* (d'ORB.), *Lytoceras villaee* (MENEGHINI), *Deroptyceras tortum* (QUENST.), *Arieticeras gr. apertum* MONESTIER.

Remarque: un niveau à *Fuciniceras fontaneillesi* n'est enregistré que dans les centres de bassins (DOMMERGUES & MEISTER, 1986; MEISTER, 1989).

— **Sous-zone à Gibbosus** BUCKMAN, 1918, emend. HOWARTH, 1955.

Remarque: cette subdivision correspond à l'intervalle d'existence de l'espèce-indice. L'extrême base et l'extrême sommet de cette sous-zone sont caractérisés uniquement par des Amaltheidés et par des Phylloceratidés (MEISTER, 1989). C'est la présence des premiers *Amaltheus gibbosus* (SCHLOT.) qui en détermine la base.

• **Horizon à Ragazzoni** MOUTERDE, 1967, emend.
MEISTER, 1987.

Espèce-indice: *Reynesoceras ragazzoni* (HAUER).

Faune caractéristique: *Amaltheus margaritatus* (de MONTFORT), *Amaltheus gibbosus* (SCHLOT.), *Amauroceras ferrugineum* (SIMPSON), *Amaltheus engelhardti* (d'ORB.), *Calliphylloceras bicicolae* (MENEGHINI), *Reynesoceras acanthoides* (REYNES), *Juraphyllites gr. libertus* (GEMM.)-*mimatensis* (d'ORB.), *Juraphyllites eximius* (HAUER), *Lytoceras*

sp. Dans la partie supérieure on trouve en plus *Arieticeras disputabile* (FUCINI), *Arieticeras micrasterias* (MENEGHINI), *Phylloceras frondosum* (REYNES), *Phylloceras hebertinum* (REYNES), *Liparoceras (Becheiceras) bechei* (Sow.)-*gallicum* (SPATH), *Cymbites centriglobus* (OPP.).

• **Horizon à Macrum** MEISTER, 1987.

Espèce-indice: *Arieticeras macrum* (MONESTIER).

Faune caractéristique: *Amaltheus margaritatus* (de MONTFORT), *Amaltheus gibbosus* (SCHLOT.), *Amauroceras ferrugineum* (SIMPSON), *Juraphyllites eximius* (HAUER), *Calliphylloceras bicicolae* (MENEGHINI), *Cymbites centriglobus* (OPP.).

• **Horizon à Ugdulenai** BRAGA, 1983, emend.
MEISTER, 1987.

Espèce-indice: *Arieticeras ugdulenai* (GEMM.).

Faune caractéristique: *Amaltheus margaritatus* (de MONTFORT), *Amaltheus gibbosus* (SCHLOT.), *Amauroceras ferrugineum* (SIMPSON), *Amaltheus margaritatus* (de MONTFORT), *Amaltheus gibbosus* (SCHLOT.), *Amauroceras ferrugineum* (SIMPSON), *Calliphylloceras bicicolae* (MENEGHINI) avec à la base *Arieticeras macrum* (MONESTIER).

• **Horizon à Kurrianus** MEISTER, 1987.

Espèce-indice: *Protogrammoceras (Paltarpites) kurrianus* (OPP.).

Faune caractéristique: *Arieticeras gr. bertrandi* (KILIAN), *Amauroceras ferrugineum* (SIMPSON), *Juraphyllites eximius* (HAUER), *Phylloceras* sp.

• **Horizon à Bertrandi** BRAGA, 1983, emend. MEISTER, 1987.

Espèce-indice: *Arieticeras bertrandi* (KILIAN).

Faune caractéristique: *Amaltheus margaritatus* (de MONTFORT), *Amaltheus gibbosus* (SCHLOT.), *Amauroceras ferrugineum* (SIMPSON), *Juraphyllites eximius* (HAUER), *Juraphyllites gr. libertus* (GEMM.)-*mimatensis* (d'ORB.), *Liparoceras (Becheiceras) bechei* (Sow.)-*gallicum* (SPATH).

• **Horizon à Algovianum** BUCKMAN, 1910, emend.
MEISTER, 1987.

Espèce-indice: *Arieticeras algovianum* (OPP.).

Faune caractéristique: *Arieticeras ruthenense* (REYNES), *Amaltheus margaritatus* (de MONTFORT), *Amaltheus gibbosus* (SCHLOT.), *Amauroceras ferrugineum* (SIMPSON), *Juraphyllites eximius* (HAUER), *Juraphyllites gr. libertus* (GEMM.)-*mimatensis* (d'ORB.), *Phylloceras frondosum* (REYNES).

• **Horizon à Ruthenense** MEISTER, 1987.

Espèce-indice: *Arieticeras ruthenense* (REYNES).

Faune caractéristique: *Amaltheus margaritatus* (de MONTFORT), *Amaltheus gibbosus* (SCHLOT.), *Amauroceras ferrugineum* (SIMPSON), *Calliphylloceras bicicolae* (MENEGHINI), *Juraphyllites gr. libertus* (GEMM.), *Phylloceras frondosum* (REYNES).

Zone à Spinatum OPPEL, 1856.

— **Sous-zone à Apyrenum** SPATH, 1942.

Remarque: de l'horizon à *Salebrosum* jusqu'à l'horizon à *Solare*, la succession est identique à celle reconnue dans

es parties plus septentrionales d'Europe du nord-ouest. Notons toutefois quelques *Phylloceras frondosum* (REYNES), *Phylloceras hebertinum* (REYNES) dans l'horizon à Solare. Soulignons aussi l'absence de l'espèce-indice de la sous-zone qui, comme dans la plus part des régions, peut être implicitement remplacée par *Pleuroceras solare* (PHILLIPS).

— **Sous-zone à Hawskerense** SPATH, 1942.

Remarque : les successions nord-ouest européennes à Amaltheidés se poursuivent dans cette sous-zone. Notons toutefois un niveau à *Emaciaticeras* gr. *lotti* (GEMM.).

3.2. CORRÉLATIONS AVEC LES SÉRIES PLIENSBACHIENNES DE LA TÉTHYS S.S. (Italie, Apennin central ; Espagne, Chaînes bétiques)

Sur le tableau du Pliensbachien (Tab. III) nous proposons des corrélations avec les séries italiennes de l'Apennin central (DOMMERGUES et al., 1983, 1990 ; FERRETTI & MEISTER, 1994) et des Chaînes bétiques (BRAGA, 1983 ; BRAGA & RIVAS, 1985 ; MEISTER, 1987). Ces corrélations ne sont précises que pour les horizons à Ragazzoni et Ugdulenai, car elles sont établies sur des taxons à intervalle d'existence courte et à très large répartition géographique. Dans les autres cas les analogies sont moins évidentes ; c'est tout particulièrement le cas pour les niveaux du Carixien inférieur et moyen où les incertitudes atteignent ou dépassent l'ordre de la sous-zone.

La corrélation des horizons à Solare entre l'Europe du Nord-Ouest et la Téthys pose un problème délicat car elle introduit une distorsion entre les limites des zones dans les deux régions. La zone à *Emaciatum* de BRAGA (1983) commence plus tard que la zone à *Spinatum* du Standard NW européen. Ainsi le « Domérien supérieur » n'a pas la même extension dans les deux régions. La raison en est probablement que le marqueur commode de la base de la zone à *Emaciatum* d'Andalousie, *Pleuroceras solare*, y apparaît avec un certain retard, au milieu d'une faune téthysienne d'Ariéticératinés (*Emaciaticeras*), alors que dans le Nord-Ouest de l'Europe, il apparaît de façon plus précoce par évolution à partir de *Pleuroceras* primitifs.

Notons d'ailleurs, que *P. solare* est déjà présent au sommet de l'horizon (XXXII) à *Transiens* sensu MEISTER (1989, Fig. 12) et que l'épaisseur de sédiment de l'horizon (XXXIII) à Solare est très importante. D'autre part, dans les Bétiques, l'espèce *levidorsatum*, indice du dernier horizon de la zone à *Algolianum* (sensu BRAGA) appartient déjà au genre *Emaciaticeras* et que *Protogrammoceras meneghinii*, indice de l'horizon précédent est accompagné par *Emaciaticeras villaे*, première espèce du genre. Ainsi l'extension des *Emaciaticeras* s.l. semble coïncider sensiblement avec la durée de la zone à *Spinatum* d'Europe occidentale. La distorsion entre les deux échelles n'est donc qu'apparente ; elle provient du choix des repères biostratigraphiques, choix qui a été guidé en priorité par des conditions pratiques de reconnaissance sur le terrain.

4. — TOARCIEN

(Fig. 2 à 5 ; Tab. IV ; Pl. 9 à 11, p. 120 à 125)

Serge ELMI, Louis RULLEAU, Jean GABILLY et René MOUTERDE

Introduit par d'ORBIGNY (1849, 1852), l'étage « Toarcien » sera ici considéré selon les propositions du 1^{er} Colloque du Jurassique (Luxembourg, 1962). Le début de l'étage est défini par l'explosion massive des Dactylioceratidés (*Eodactylites*), bien que cette faune initiale soit mal représentée dans les localités classiques de France et de Grande-Bretagne qui servirent de référence à d'ORBIGNY. Elle a cependant été fort bien décrite et figurée en Bade-Wurtemberg par SCHLATTER (1985). Cette remarque pose le problème du choix de la localité-type de la limite inférieure. Tout en restant dans le domaine nord-ouest européen, l'objectif sera de comparer les coupes du Yorkshire et de Vendée (qui ont le mérite d'être pérennes) et celles des Cordillères Ibériques et d'Allemagne du sud-ouest (qui livrent de meilleures associations fauniques). Quoi qu'il en soit, les niveaux de base tels qu'ils sont connus dans les environs du stratotype de Thouars et sur la côte vendéenne (GABILLY, 1976), avec les *Paltarpites paltus* Buck. et autres formes très proches des *Protogrammoceras*, sont corrélables avec les couches à *Eodactylites* du domaine téthysien.

Nous n'aborderons que pour mémoire le problème de la division de l'étage en sous-étages. Pour certains auteurs, il faut distinguer seulement un Toarcien inférieur et un Toarcien supérieur, la limite se plaçant sous la zone médio-européenne à *Variabilis*. HOWARTH (1992) utilise cette division binaire et cette limite, mais il rappelle justement qu'une telle position ne correspond pas à la limite Whitbien-Yeovilien, unités définies par BUCKMAN (1910) sur des bases lithostratigraphiques (cf. HOWARTH, 1992, p. 3, 4) et qu'il faudrait en toute logique éliminer. Remarquons aussi que le passage entre les zones à *Bifrons* et à *Variabilis* se situe à un moment de fortes perturbations sédimentaires, reconnu depuis longtemps. MOUTERDE (1952, p. 7) y a placé la limite Toarcien moyen-supérieur telle qu'il la concevait alors. C'est aussi à ce niveau que KNITTER & OHMERT (1983) tracent la limite entre leur « *Untere* » et leur « *Obere Toarcium* ».

Nous conserverons ici la division ternaire utilisée depuis 25 ans, avec limite entre Toarcien moyen et supérieur placée sous la zone à *Thouarsense* selon le découpage proposé par MONESTIER (1922) (voir HOWARTH, 1964; ELMI, 1967; GUEX, 1972; ELMI *et al.*, 1974). Quoi qu'il en soit, ce choix doit faire l'objet d'un examen qui devra prendre en compte les solutions commodes pour faciliter les corrélations tout autant que la priorité dans un domaine où la codification n'est pas encore rigide.

Dans le présent travail, nous exposerons essentiellement les successions bio- et chronostratigraphiques dans le Toarcien de l'Europe du Nord-Ouest telles qu'elles sont proposées par le G.F.E.J. Les corrélations avec les échelles proposées pour d'autres secteurs du même domaine seront argumentées (Grande-Bretagne: HOWARTH, 1992; Chaînes ibériques: GOY & MARTINEZ, 1990; Causses du Sud de la France: GUEX, 1972, 1973, 1975; Allemagne du Sud-Ouest: KNITTER & OHMERT, 1983). Les corrélations

avec le domaine ouest-téthysien sont maintenant mieux définies que lors de l'élaboration du premier standard proposé par le G.F.E.J. en 1971. Tous les problèmes ne sont certes pas résolus, en particulier en ce qui concerne le Toarcien supérieur, en raison des ségrégations fauniques (MOUTERDE & ELMI, 1991) mais l'ampleur des incertitudes est bien cernée (début du Toarcien, contemporanéité de l'apparition des *Hildaites*, des *Dumortieria*).

Au plan biostratigraphique, GABILLY a proposé en 1976 une succession de 27 horizons définis dans le centre-ouest de la France. Cette échelle demeure largement valable. Elle demande cependant une révision tenant compte des progrès réalisés depuis près de 20 ans. Nous privilierons les solutions qui simplifient et facilitent les corrélations tant à l'intérieur du secteur N-W européen qu'entre ce dernier et la Téthys (cf. ELMI *et al.*, 1994).

Les discussions paléontologiques ne seront abordées que lorsqu'elles seront utiles à la définition de la succession.

4.1. DÉFINITION DES DIFFÉRENTES UNITÉS DU TOARCIEN DE L'EUROPE DU NORD-OUEST (Tab. IV)

(Grande-Bretagne, France, Allemagne, Chaînes ibériques d'Espagne)

4.1.1. Toarcien inférieur

Zone à *Tenuicostatum* BUCKMAN, 1910

Espèce-indice: *Dactylioceras (Orthodactylites) tenuicostatum* (YOUNG & BIRD). Le choix de cet indice pose problème car son extension géographique est limitée en dehors du Royaume Uni. Cependant, un consensus général semble s'être dégagé quant à son utilisation malgré les remarques de MOUTERDE (1967) (voir aussi BIEGRAF *et al.*, 1984, p. 20), d'autant plus que la meilleure définition de la zone est donnée par la succession de ses unités constitutives.

Auteur: BUCKMAN, 1910. Il faut rappeler que cet auteur avait aussi individualisé une zone à *Acutum* [indice: *Tiltoniceras acutum* (TATE)] qu'il plaçait à la fin du Domérien. Il est maintenant établi qu'il s'agissait d'une interprétation stratigraphique erronée (HOWARTH, 1992) comme l'avaient supposé GABILLY *et al.* (1971), suivis par ELMI *et al.* (1974).

Faune caractéristique: la zone est définie à la base par l'explosion des Dactylioceratinés et par l'existence de l'espèce *Paltarpites* (= *Protogrammoceras*) *paltus* Buck. Les successions les plus épaisses et les plus continues sont connues dans le Yorkshire (Royaume-Uni) et en France (Vendée), mais la sous-zone basale à *Paltus* n'y a pas livré de Dactylioceratinés. Les coupes de la Cordillère ibérique (GOY & MARTINEZ, 1990) démontrent que *P. paltus* coexiste avec les *Eodactylites* (horizon à *Mirabile*; coupe de La Almunia de Dona Godina). En Bade-Wurtemberg

(SCHLATTER, 1985), cette association est bien établie, de sorte que l'on peut considérer qu'il y a une bonne corrélation chronologique des assises du début du Toarcien des régions N-W européennes et téthysiennes. *Protogrammoceras* (incl. *Paltarpites*), *Tiltoniceras*, *Dactylioceras* (*Eodactylites*), *D.* (*Orthodactylites*), *Lobolytoceras siemensi* (DENCKMANN).

Remarque : la subdivision en quatre sous-zones, proposée par HOWARTH (1962, 1992) et fondée sur la succession des espèces de Dactylioceratinés, n'est guère applicable en dehors du Yorkshire et nous estimons qu'il s'agit d'horizons reconnaissables localement (TINTANT, 1977).

— Sous-zone à Paltus (= horizon I de GABILLY, 1976)

Espèce-indice : *Paltarpites paltus* BUCK. Cette espèce est rangée dans le genre *Protogrammoceras* par HOWARTH (1992) et de nombreux auteurs (GOY & MARTINEZ, 1990 par exemple). GABILLY (1976) utilisait l'indice *Tiltoniceras costatum* BUCK, que nous abandonnons pour des raisons de simplification (ELMI *et al.*, sous presse) et que HOWARTH (1992) place en synonymie avec *T. antiquum* (WRIGHT) qui apparaît seulement au sommet de la zone.

Auteur : GABILLY *et al.* (1971) comme « sous-zone à *Tiltoniceras* » et GABILLY (1976) comme « horizon à Paltus ».

Faune associée : les *Eodactylites* sont présents en péninsule ibérique, y compris dans les secteurs sous influence N-W européenne (chaînes Ibériques). *D.* (*E.*) *simplex* FUCINI et *D.* (*E.*) *mirabilis* FUCINI se succéderaient, définissant deux horizons distincts. La faune contient aussi les derniers représentants de *Neolioceratoides* et *Lioceratoides*. Une association semblable existe en Allemagne (Bade-Wurtemberg).

— Sous-zone à Semicelatum MOUTERDE, 1967

Espèce-indice : *Dactylioceras* (*Orthodactylites*) *semicelatum* (SIMPSON).

Auteur : MOUTERDE (1967) pour désigner, au Portugal, une zone équivalente à la zone à *Tenuicostatum*, changement proposé en raison de la rareté de *D.* (*O.*) *tenuicostatum*. L'extension verticale a ensuite été restreinte par GABILLY *et al.* (1971).

Faune associée : *D.* (*O.*) *tenuicostatum* YOUNG & BIRD, *D.* (*O.*) *crassifactum* (SIMPSON), *D.* (*O.*) *crosbeyi* (SIMPSON), *D.* (*O.*) *ernsti* LEHMANN, *Tiltoniceras antiquum* (WRIGHT), *Protogrammoceras madagascariense* THEVENIN et *Neolioceratoides schoppeni* (GEMM.). *N. hoffmanni* (GEMM.) subsisterait à la base de la sous-zone en Espagne.

Remarque : ainsi définie, la sous-zone à *Semicelatum* a une extension plus large que celle retenue en Grande-Bretagne par HOWARTH. Dans le Centre-Ouest de la France, cette unité (= « horizon II » de GABILLY) n'a jusqu'à présent pu être subdivisée. La succession reconnue en Grande-Bretagne, en Bourgogne et dans les Ibériques peut être retenue dans le cadre d'un standard ; de bas en haut :

- **Horizon à Crosbeyi** (GOY & MARTINEZ, 1990)
(= sous-zone à *Clevelandicum* de HOWARTH);
- **Horizon à Tenuicostatum**;
- **Horizon à Semicelatum** (avec *Tiltoniceras antiquum*).

Zone à *Serpentinum* OPPEL, 1856

Espèce-indice : *Harpoceras serpentinum* (SCHLOT.). Cette espèce, mal figurée à l'origine, est considérée ici selon l'interprétation de GABILLY (1976, p. 93), celle de HOWARTH (1992) étant beaucoup plus large. Cette imprécision nomenclaturale ne nous paraît pas devoir invalider une des unités zonales les plus anciennement définies, d'autant que les index de remplacement proposés plus récemment n'offrent guère plus de commodité d'interprétation (*Harpoceras falciferum* entre autres).

Faune associée : la base est marquée par l'épanouissement des *Eleganticeras*. On note l'apparition des *Harpoceras* (avec les « *Harpoceratoïdes* »), des *Polyplectus* (ibériques), des *Hildaites*, des *Nodicoeloceras* et des *Dactylioceras* s.s.t. Les *D.* (*Orthodactylites*) subsistent avec les espèces *D.* (*O.*) *vermis*, *D.* (*O.*) *marioni* LISSAJOUS et *D.* (*O.*) *semiannulatum* HOWARTH. Les *Orthildaites* apparaissent au sommet.

— Sous-zone à *Elegantulum* GABILLY, 1976

Espèce-indice : *Eleganticeras elegantulum* (YOUNG & BIRD). Nous proposons cet indice en remplacement de *Harpoceras strangewaysi* (Sow.) préalablement sélectionné par GABILLY (1964). En effet, l'holotype de *H. strangewaysi* vient d'être refiguré par HOWARTH (1992, pl. 15, fig. 4) qui le met en synonymie avec *H. serpentinum*. Cette ammonite, ainsi que celle représentée pl. 16, fig. 2, ressemblent aussi très fortement au « morphotype » *H. pseudoserpentinum* GABILLY qui est considéré comme sous-espèce de *H. falciferum* par HOWARTH (1992). La complexité morphologique et nomenclaturale plaide donc en faveur du remplacement de l'ancien indice.

• Horizon à *Elegantulum* GABILLY, 1976

Auteur : GABILLY *et al.* (1971) en tant qu'horizon ; l'individualité de la faune avait déjà été reconnue en Grande-Bretagne (Yorkshire) par DEAN, DONOVAN & HOWARTH (1961) et par HOWARTH (1962).

Faune associée : *Harpoceras kisslingi* HUG, *Hildaites subserpentinus* BUCK., *H. murleyi* (BUCK.), *H. levisoni* (SIMPSON). *Phylloceras heterophyllum* SOW. et *P. pompeckii* HUG sont bien représentés en Allemagne du Sud-Ouest (ETZOLD *et al.*, 1989).

Remarque : dans les Chaînes ibériques, GOY & MARTINEZ (1990) ont individualisé un horizon à *Striatus*, défini essentiellement sur l'espèce microconque *Hildaites striatus* GUEX dont le moment d'apparition prête à confusion puisque GUEX (1973) la fait commencer à la fin de la zone à *Tenuicostatum* du Maghreb. Cet hétérochronisme ne semble cependant pas être confirmé.

• Horizon à *Strangewaysi* GABILLY, 1976

Espèce-indice : *Harpoceras strangewaysi* (Sow.). La récente révision des espèces de ce niveau par HOWARTH (1992), devrait amener une modification du choix de cet indice ou la subdivision de l'horizon en deux.

Auteur : GABILLY (1976) en tant qu'horizon IV.

Remarque : cet horizon semble correspondre aux niveaux à *Exaratum* et à *Elegans* de HOWARTH (1992, p. 6) et à la sous-zone à *Exaratum* de ETZOLD *et al.* (1989).

Faune associée : *Harpoceras serpentinum* f. *alternatus* (SIMPSON), *Cleviceras exaratum* (YOUNG & BIRD), *C. elegans*

TABLEAU IV
Zonation du Toarcien

			PROVINCE NW EUROPÉENNE		PROVINCE MÉDITERRANÉENNE		
			Sous-zones	ZONES	ZONES	Sous-zones	Horizons
ODIN & ODIN, 1990	HARLAND, 1990	HAO et al., 1987	Sous-étages				
180	178	179	Toarcien supérieur	Buckmani Lugdunensis Celtica Mactra Tectiforme	Lugdunensis Mactra	AALENSIS	Fluitans Fluitans Flanaodi Mactra
			Yeoviliens	Pseudoradiosa Munien Dumontieri Gruneri Pachu Cappucinum	Pseudoradiosa Levesquei	PSEUDORADIOSA	MENEGHINII
			Toarcien moyen	Fallaciosum Fascigerum Thouarsense Doerntense Bingmanni Vitiosa Phillipsi Illustris Variabilis	Fallaciosum Fascigerum Thouarsense Bingmanni Vitiosa Illustris Variabilis	DISPANSUM BONARELLI	SPECIOSUM THOUARSENSE Mediterraneum
			Whithiem	Semipolitum Bifrons Apertum Lusitanicum Tethysi Sublevisoni Douvillei Pseudoserpentinum Strangewaysi Elegantulum Semicelatum Tenuicostatum Crosbeyi Paltus	Bifrons Sublevisoni Falciferum Elegantulum Semicelatum	VARIABILIS	GRADATA
187	187	186	Toarcien inférieur			BIFRONS	Bifrons Sublevisoni Falciferum ? Levisoni Semicelatum Mirabile
						TENUICOSTATUM	LEVISONI POLYMORPHUM
							Scmpolitum Bifrons Apertum Lusitanicum Tethysi Sublevisoni Falciferum ? Levisoni Semicelatum Mirabile
							Subregale Aratum Gemma Scmpolitum Bifrons Apertum Lusitanicum Tethysi Sublevisoni Falciferum ? Levisoni Semicelatum Mirabile
							Striatus Palpartites



Principaux changements



Modification de l'extension

(Sow.), *Hildaites levisoni* (SIMPSON), *Hildaites fortis* BUCK. (en Allemagne du Sud-Ouest), *Nodicoeloceras crassoïdes* (SIMPSON).

— Sous-zone à *Falciferum* HAUG, 1885

Espèce-indice : *Harpoceras falciferum* (Sow.).

Faune associée : chez les *Harpoceras* on note le relais entre les espèces *H. serpentinum*, *H. pseudoserpentinum* et *H. falciferum*. Vers la fin de la sous-zone les *Hildaites* sont suivis par les *Orthildaites*.

Remarque : bien que d'utilisation classique, l'appellation « zone » ou « sous-zone à *Falciferum* » appelle de nombreuses objections. Dans les années 1960, beaucoup d'auteurs (DEAN, DONOVAN & HOWARTH, 1961; ELMY, 1967; PELOSIO, 1968) plaçaient les faunes à *Hildoceras sublevisoni*, associées aux derniers *Harpoceras falciferum*, dans la sous-zone à *Falciferum*. Ensuite, une tendance différente s'est largement dessinée et *H. sublevisoni* est considéré par la plupart des auteurs récents comme marquant le début de la zone à *Bifrons*, à l'exception toutefois de HOWARTH (1992).

• Horizon à *Pseudoserpentinum* GABILLY, 1976

Espèce-indice : *Harpoceras pseudoserpentinum* GABILLY.

Faune associée : *Hildaites subserpentinus* BUCK. f. *serpentiformis*, *Dactylioceras anguiforme* BUCK., *Phylloceras heterophyllum* (Sow.).

• Horizon à *Douvillei* GOY & MARTINEZ, 1990

Espèce-indice : *Orthildaites douvillei* (HAUG) (= *O. orthus* BUCK.). Bien qu'il soit plus rare, nous proposons de retenir cet indice en remplacement de *H. falciferum* dont l'extension verticale dépasse largement le cadre de l'horizon (ELMY, 1967, p. 230; ELMY *et al.*, 1974, p. 57) et dont l'utilisation est critiquable sur le plan méthodologique. HOWARTH (1961, p. 479; repris en 1992, p. 6, Fig. 2) considère que *H. falciferum* apparaît après *Cleviceras exaratum* dont il serait même séparé par un hiatus. En Poitou, il vient au-dessus de *H. pseudoserpentinum*, position qui est confirmée en cordillère Ibérique et au Portugal, secteur de transition avec la Téthys.

Auteurs : GOY & MARTINEZ (1990) dans une extension légèrement différente.

Faune associée : *Harpoceras falciferum* (Sow.), *Nodicoeloceras crassoïdes* (SIMPSON), *N. cf. crassescens* (BUCK.) et nombreux autres morphotypes de *Nodicoeloceras* [*spicatum* BUCK., *acanthum* (d'ORB.), *lobatum* BUCK.], *Dactylioceras reynesi* ROMAN, *D. annulatum* BUCK., derniers *Hildaites*

4.1.2. Toarcien moyen

Zone à *Bifrons* REYNES, 1868

Espèce-indice : *Hildoceras bifrons* (BRUG.).

Remarque : la limite inférieure est placée à l'apparition des *Hildoceras* archaïques sans sillon ou replat (*taeniola*) (groupe d'*Hildoceras sublevisoni*) qui présentent encore de grandes similitudes avec les *Orthildaites*, en particulier en ce qui concerne les critères quantitatifs de la croissance (ELMY, 1976; MIGNOT, 1992), mais dont la costulation possède un tracé plus souple. Notons que *H. sublevisoni* et *H. laticosta* BELLINI sont des synonymes subjectifs, ce

qui fut bien établi par GABILLY (1976). L'usage a sélectionné, depuis près de 75 ans, l'emploi de *sublevisoni*. Il ne nous semble pas opportun de le modifier comme le fait HOWARTH (1992).

La limite inférieure de la zone fut codifiée par le Groupe Français du Jurassique en 1971 et largement adoptée depuis lors car c'est un repère commode dans les comparaisons entre Téthys et le Nord-Ouest de l'Europe.

Faune associée : *Harpoceras falciferum* persiste bien au-dessus de la limite inférieure de la zone, jusque dans l'horizon à *Lusitanicum* (MOUTERDE, 1952; ENAY & ELMY, 1961; ELMY, 1964; GABILLY, 1964, 1976). Les travaux récents de RIEGRAF *et al.* (1984, p. 21) puis de HOWARTH (1978, 1980, 1992) confirment qu'il en est de même en Allemagne et en Grande-Bretagne.

La zone à *Bifrons* est parfois définie comme couvrant l'extension verticale du genre *Hildoceras*. Même en retenant la définition rappelée ci-dessus pour la limite inférieure, on ne peut retenir cette hypothèse car les *Hildoceras* coexistent, en province subméditerranéenne, avec les premières *Haugia* (GABILLY *et al.*, 1971; GABILLY, 1976; ELMY & RULLEAU, 1991; GOY & MARTINEZ, 1990), dont l'apparition marque le début de la zone suivante. Cette persistance existe aussi à la base de la zone équivalente à *Gradata* du domaine téthysien avec *Hildoceras semipolitum* BUCK. et la forme la plus involute et la moins ornée qui marque la fin de l'évolution, *Hildoceras snoussi* ELMY que nous refigurons ici (Fig. 2).

Outre les *Hildoceras*, la zone à *Bifrons* voit se succéder les *Dactylioceratinés* [indices retenus par URLICHS (1977), RIEGRAF *et al.* (1984) et HOWARTH, 1992]. Parmi les formes globuleuses, les *Nodicoeloceras* persistent au début, relayés par les *Catacoeloceras*. Les formes évolutes et serpenticônes se succèdent : *Dactylioceras* s. str., *Peronoceras*, *Poropoceras* et *Zugodactylites* ainsi que les *Mucrodactylites* (apparaissant au sommet et que nous estimons être nettement différents des *Collina* dont les formes normales n'existent pas en Europe du nord-ouest). Les vrais *Phymatoceras* à section ogivale apparaissent dans la partie supérieure.



FIGURE 2
Hildoceras snoussi ELMY.

Remarques : Les subdivisions proposées par le GFEJ (1971) étaient basées sur la succession des principales espèces d'*Hildoceras*, avec cependant l'utilisation d'un horizon à *Commune*, désigné d'après un *Dactylioceras* et avec une acceptation et une extension différentes de la sous-zone du même nom utilisée en Grande-Bretagne où les indices sont tous choisis de façon homogène parmi les Dactylioceratinés. En plus, l'ordre des horizons à *Sublevisoni* et à *Commune* est inversé en Allemagne du Sud-Ouest (RIEGRAF et al., 1984), ce qui illustre bien les difficultés d'une échelle basée sur des phyllums dont l'évolution peut se faire avec des vitesses et des modalités très différentes. Nous avons proposé (ELMI et al., 1974, 1994) d'utiliser une succession basée de façon homogène sur le relais des espèces d'*Hildoceras*. Afin de respecter une certaine hiérarchie des subdivisions, seules deux sous-zones sont ici retenues. Elles sont communes, comme leurs horizons constitutifs, aux domaines téthysien et subméditerranéen, ce qui facilite les corrélations alors que l'utilisation des Dactylioceratinés s'avère délicate.

— Sous-zone à *Sublevisoni* DONOVAN, 1958

Espèce-indice : *Hildoceras sublevisoni* FUCINI. Nous maintenons ici la proposition faite par GABILLY (1976) de conserver le nom *sublevisoni* plutôt que *laticosta* BELLINI (1900, p. 146, Fig. 12). Ce dernier nom est antérieur mais les auteurs l'ont complètement ignoré depuis lors, car il a été établi sur un dessin approximatif d'un exemplaire dont le type est perdu alors que le spécimen de DUMORTIER, désigné par FUCINI (1919), est un spécimen disponible et bien préservé que nous refiqurons ici (Pl. 9, fig. 13-14). En outre, cette proposition a le mérite d'éviter des bouleversements dans une nomenclature paléontologique et biostratigraphique universellement adoptée depuis plus de 70 ans. Ainsi, nous suggérons de faire une proposition dans ce sens à l'ICZN afin d'assurer la stabilité de la nomenclature.

Auteur : DONOVAN (1958) pour le domaine téthysien.

Faune associée : *Harpoceras falciferum* (Sow.), *Dactylioceras commune* (Sow.).

• Horizon à *Sublevisoni* GABILLY, 1976

Auteur : GABILLY, 1976 (horizon VII).

Faune associée : *Hildoceras caterinii* MERLA, *H. crassum* MITZ., *H. rarecosta* MITZOPOULOS (mis en synonymie avec *sublevisoni* par GABILLY en 1976, ce groupe fait relais avec les *Orthidae*), *Nodicoeloceras*.

• Horizon à *Tethysi* ELMI et al., 1991

Espèce-indice : *Hildoceras tethysi* (GECZY).

Auteurs : ELMI et al. (1991). Ce nouvel indice est proposé en remplacement de *D. commune* pour l'horizon VIII de GABILLY dans le cadre d'une nomenclature homogène utilisant uniquement les *Hildoceras*. Cette substitution nous paraît d'autant plus nécessaire que, localement, il semble y avoir des hétérochronismes dans la succession des taxons puisque RIEGRAF et al. (1984, p. 19, 21) placent leur horizon à *Commune* au-dessous de celui à *Sublevisoni*.

Faune associée : *Hildoceras graecum* RENZ, *Dactylioceras commune* (Sow.), *D. athleticum* (SIMPSON), *D. curvirostrum* BUCK., *Maconiceras soloniacense* (LISSAJOUS), *Harpoceras falciferum* (Sow.).

• Horizon à *Lusitanicum* (= horizon IX de GABILLY, 1976)

Espèce-indice : *Hildoceras lusitanicum* MEISTER.

Auteur : ELMI, 1967.

Définition et faune associée : l'horizon est caractérisé par l'existence des *Hildoceras* à sillon rudimentaire (simple ondulation du flanc) associés à *Dactylioceras commune*, qui persiste, et *Frechiella subcarinata* (YOUNG & BIRD). Autres éléments : *Mercaticeras*, *Catacoeloceras*, *Lytoceras cf. cornucopiae* (Y. & B.).

— Sous-zone à *Bifrons* GABILLY et al., 1971

Espèce-indice : *Hildoceras bifrons* (BRUG.).

Auteurs : GABILLY et al. (1971).

Remarques : GABILLY (1976) n'a pas subdivisé cette sous-zone bien qu'il ait noté la succession de deux faunes dans son horizon X. Cette observation a, depuis, été confirmée aussi bien en région lyonnaise que dans les Ibériques.

• Horizon à *Apertum* ELMI et al., 1991

Espèce-indice : *Hildoceras apertum* (GABILLY).

Auteurs : ELMI et al. (1991).

Remarque : c'est probablement l'équivalent de l'horizon à *Braunianus* des Causses (sensu GUEX, 1972), ce qui semble en accord avec les remarques de HOWARTH (1992).

Faune associée : *Harpoceras subplanatum* (OPP.), *Pernoceras* sp., *Zugodactylites braunianus* (d'ORB.), *Phymatoceras* gr. *narbonense* BUCK., *P. robustum* HYATT, *Pseudolioceras* aff. *lythense* (Y. & B.).

• Horizon à *Bifrons* ELMI, 1967

Auteurs : ELMI (1967); équivalent de l'horizon à *Vortex* de GOY & MARTINEZ (1990) qui présente l'inconvénient d'être défini sur une espèce de Dactylioceratinés.

Remarques : lors de la définition initiale de l'horizon, ELMI (1967) insistait sur l'association reconnue dans le minéral compact de Corbeyssieu [(près de Saint-Quentin-Fallavier — La Verpillière (Isère)] dans lequel abonde *Hildoceras bifrons* associé à des *Porpoceras* (ENAY & ELMI, 1960), alors que *Dactylioceras commune* a disparu. On estimait alors que l'horizon à *Bifrons* pouvait « être comparé à la sous-zone à *Fibulatum* d'Angleterre, bien que le synchronisme des limites ne soit pas établi » ce qui, à l'échelle de résolution du présent standard, justifie le choix d'indices différents. En Allemagne du sud-ouest, RIEGRAF et al. (1984, p. 19) distinguent deux horizons d'après la succession des Dactylioceratinés : inférieur à *Fibulatum*, supérieur à *Vortex*.

Faune : *Hildoceras bifrons* et ses divers morphotypes macroconques (forme épaisse : *H. quadratum* PRINZ, forme comprimée : *H. angustisiphonatum* PRINZ, terme restreint à la figure de d'ORBIGNY, 1843, pl. 56, fig. 1-3; voir aussi GABILLY, 1976, Pl. 29, fig. 1-2), *Harpoceras subplanatum* (OPP.) (avec une extraordinaire variabilité juvénile alors que les adultes sont identiques), *Maconiceras* sp., *Polyplectus discoides* (ZIETEN), *Porpoceras vortex* (SIMPSON) et espèces ou morphotypes voisins, *P. despacei* (d'ORB.), *Zugodactylites* (niveaux condensés de La Verpillière), *Phymatoceras iserense* (OPP.), *P. aff. robustum* HYATT, *P. narbonense* BUCK., *Lytoceras cornucopiae* (Y. & B.), *Derolytoceras annulosum* MONESTIER, *Phylloceras heterophyllum* (Sow.).

• Horizon à *Semipolitum* ELMY, 1967

Espèce-indice : *Hildoceras semipolitum* Buck. Cette espèce doit être prise dans un sens très précis et désigner des formes involutes, comprimées, dont le sillon est situé contre la suture ombilicale du tour suivant, ce qui permet aisément de les séparer des microconques et macroconques du morphe *angustisiphonatum* plus ancien et chez lequel le sillon est toujours situé plus dorsalement que la ligne de recouvrement des tours. La densité de costulation et l'épaisseur relative du tour n'ont qu'une valeur très secondaire car elles semblent dépendre largement des conditions de milieu.

Faune associée : *Catacoeloceras crassum* (Y. & B.), *C. confectum* BUCK. et des *Mucrodactylites*, comprenant les « *Collina* » de GUEX (1972) qui sont des espèces, probablement endémiques. Nous n'avons rencontré ni *M. mucronatum* (d'ORB.) ni *C. dumortieri* (de BRUN) avant l'apparition des *Haugia*.

Remarques :

1) Ainsi défini, l'horizon à *Semipolitum* n'est que partiellement l'équivalent de la sous-zone britannique à *Crassum*. Cette dernière chevauche la limite *Bifrons-Variabilis* (GABILLY, 1976; GABILLY et al., 1971, 1974).

2) En Souabe, RIEGRAF et al. (1984) ont admis la superposition d'un horizon inférieur à *Semipolitum* et d'un horizon supérieur à *Crassum*, succession qui ne se vérifie pas en France méridionale.

3) C'est dans les Causses (Aveyron, France) que cet horizon semble livrer la faune la plus diversifiée, mais le bassin caussenard subit un fort compartimentage paléostructural qui est favorable aux endémismes ou, au moins, au développement de variabilités atypiques.

Zone à *Variabilis* BUCKMAN, 1888

Espèce-indice : *Haugia variabilis* (d'ORB.).

Définition et faune associée : *Haugia*, *Brodieia*, *Mucrodactylites*, *Catacoeloceras*, *Pseudomercaticeras*, *Hildoceras semipolitum* persiste avec les derniers *Harpoceras* : *H. loeve* (GABILLY) (voir aussi OHMERT, 1976). La base de la zone est marquée par une association plus que par un changement brutal qui existe par contre quand on compare les faunes N-W européennes et téthysiennes (y compris le secteur atlantique du Portugal; MOUTERDE & ELMY, 1991) qui vont de façon contemporaine subir une ségrégation quasi totale.

— Sous-zone à *Variabilis* (= horizon XII de GABILLY, 1978)

Auteurs : GABILLY et al., 1971, comme sous-zone.

Faune associée : *Hildoceras semipolitum*, *Harpoceras loeve*, *Pseudolioceras compactile* (SIMPSON), *Pseudopolyplectus bicarinatus* (ZIETEN), *Paroniceras sternale* (v. BUCH), *Haugia jugosa* (Sow.), *H. navis* (DUM.), *H. phillipsi* (SIMPSON), *Brodieia primaria* (SCHIRARDIN), *B. juncta* (BUCK.), *Denckmannia malagma* (DUM.), *Pseudomercaticeras bayani* (DUM.), *P. frantzi* (REYNES), *Catacoeloceras dumortieri* (de BRUN), *C. foveatum* BUCK., *Porpoceras millavense* (MONESTIER), *P. aff. desplacei* (d'ORB.), *Mucrodactylites mucronatus* (d'ORB.).

Remarques :

1) Nous rappelons ici que le nom *dumortieri* a été proposé dès 1932 par de BRUN pour l'espèce figurée par DUMORTIER (1874, Pl. XXVII, fig. 10-11 seulement) (cf. ELMY et al., 1987). Cette espèce, bien caractérisée par le déroulement marqué du dernier tour et par l'effacement distal de la costulation, est largement répandue dans la partie supérieure de la sous-zone à *Variabilis*; cela confirme bien que la limite *Bifrons-Variabilis* n'est pas comprise dans le même sens par HOWARTH (1992) (cf. ci-dessus). Les citations de *C. dumortieri* dans la zone à *Bifrons* sont douteuses. En outre, l'exemplaire figuré par RIEGRAF et al. (1984, Pl. 5, fig. 9) doit être à rapporter à *C. dumortieri* et non à *C. crassum*. Comme il s'agit d'un spécimen remanié, son attribution à la sous-zone à *Crassum* n'a pas de justification.

2) Dans la région lyonnaise, les nouvelles observations réalisées grâce à l'exploitation intensive du Toarcien dans les carrières Lafarge à Belmont rendent possible la distinction de deux niveaux (ou horizons superposés).

• Horizon à *Navis* nov.

Espèce-indice : *Haugia navis* (DUM.).

Association caractéristique : *Catacoeloceras gr. confectum-crassum*, *Hildoceras semipolitum*, *Haugia evoluta* GABILLY. C'est l'équivalent de la partie élevée de la sous-zone à *Crassum* du Yorkshire.

• Horizon à *Jugosa* nov.

Espèce-indice : *Haugia jugosa* (Sow.).

Association caractéristique : *Catacoeloceras dumortieri*, *Haugia variabilis*, *H. jugosa*, *Denckmannia malagma* (DUM.), *D. pustulosa* (QUENST.).

— Sous-zone à *Illustris* GABILLY et al., 1971

Espèce-indice : *Haugia illustris* (DENCK.).

Auteurs : GABILLY et al. (1971).

Faune associée : *Denckmannia*, *Hammatoceras* (Geczyceras ?) *costatum* GABILLY (cette espèce définie par GABILLY, 1973 dans un ouvrage resté inédit, est ici refigurée; Fig. 3, voir § 4.3. Annexe), *H. (H.) clausum* GAB apparition des *Pseudogrammoceras* (*P. pseudosubregale* GUEX dans les Causses, GUEX, 1975), *Pseudopolyplectus bicarinatus* (ZIET.), *Lytoceras sublineatum* (OPP.).

• Horizon à *Illustris* GABILLY, 1990

Auteur : GABILLY en 1976 avait d'abord défini un horizon XIII à *Illustris* qu'il a ensuite (1990) scindé en deux (*Illustris* et *Phillipsi*).

Faune associée : *Denckmannia rudis* (SIMPSON), *D. robusta* (DENCK.), *Hammatoceras costatum*, *Pseudogrammoceras subregale* PINNA, *Lytoceras sublineatum* (OPP.).

• Horizon à *Phillipsi* GABILLY, 1990

Espèce-indice : *Haugia phillipsi* (SIMPSON).

Faune associée : *Haugia beani* (SIMPSON), *H. metallaria* (DUM.), *H. dumortieri* BUCK., *H. (Haugiella) sp.*, *Brodielia*

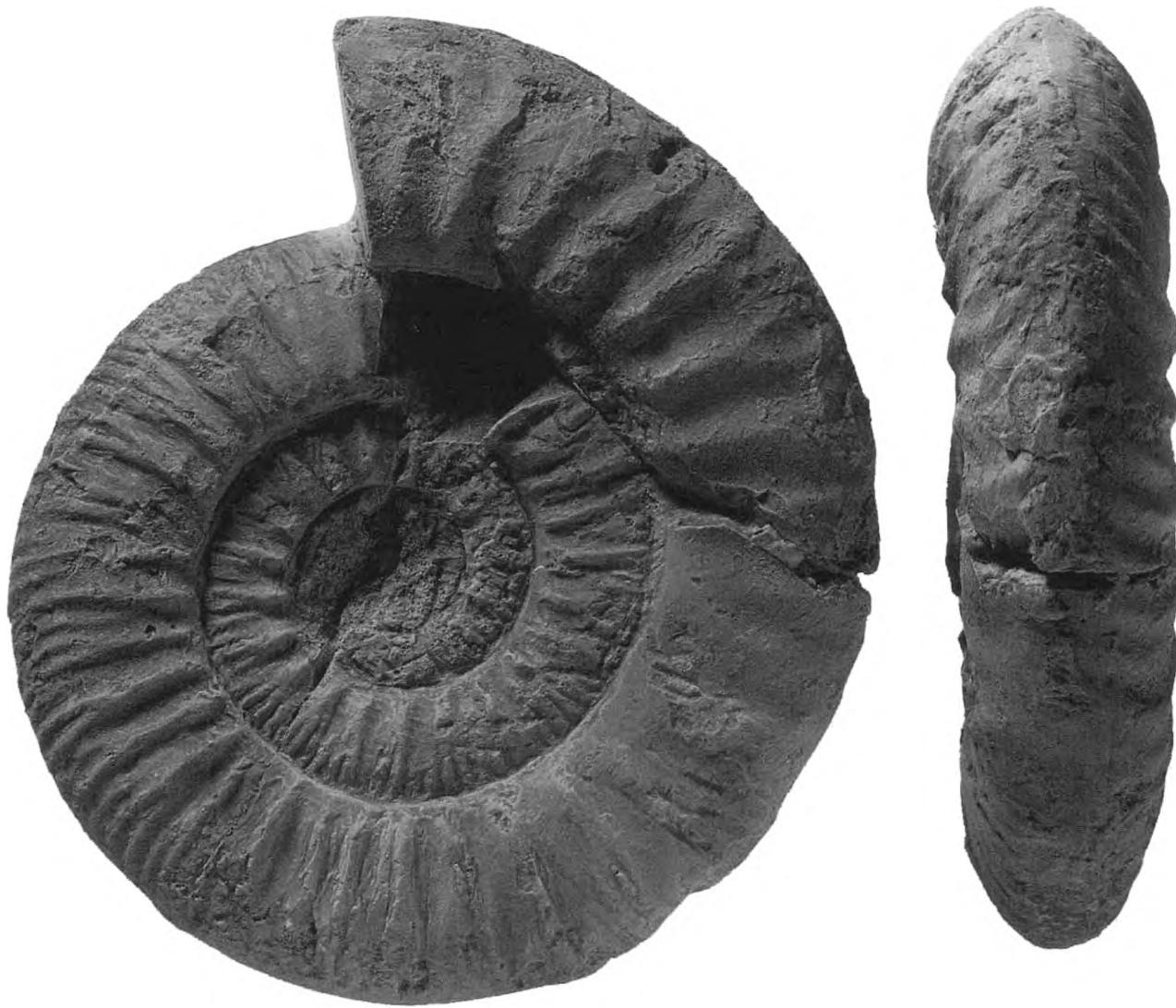


FIGURE 3
Hammatoceras (Gecyoceras?) costatum GABILLY.

primaria, *Denckmannia* sp. *Catacoeloceras* subsiste dans les Chaînes Ibériques (GOY & MARTINEZ, 1990).

Remarques :

1) *Pseudogrammoceras aratum* (Buck.) apparaît au sommet de l'horizon sur le littoral vendéen (centre-ouest de la France).

2) L'horizon à Phillippsi ne paraît pas caractérisé dans les séries épaisse des Chaînes Ibériques où *Podagrosites bodei* (DENCK.) et *Pseudogrammoceras subregale* PINNA ont été utilisés comme indices d'horizons locaux. Nous ne les retiendrons pas dans le présent standard en raison de la difficulté actuelle de les reconnaître plus au Nord. Il s'agit cependant de jalons fondamentaux pour les corrélations ; ainsi, l'horizon à Phillippsi peut être comparé à l'horizon à Aratum reconnu en Téthys.

— **Sous-zone à Vitiosa** GABILLY *et al.*, 1967, 1971

Espèce-indice : Haugia (Haugiella) vitiosa Buck..

Faune associée : Denckmannia fortecostata GABILLY, *Pseudogrammoceras gr. subregale* PINNA, *Hammatoceras clausum* GABILLY.

4.1.3. Toarcien supérieur

Zone à Thouarsense BRASIL, 1896

Espèce-indice : Grammoceras thouarsense (d'ORB.).

Faune associée : Pseudogrammoceras, Podagrosites, Grammoceras, Esericeras, Pseudolitilia, Pseudolioceras, Osperlioceras, Polyplectus, Oxyparoniceras, Hammatoceras.

Remarques :

1) la base de la zone est définie, de façon surtout négative, par la disparition des *Haugia*, mais persistance des Phymatoceratinés (Centre-Ouest, région lyonnaise) : formes du groupe des « *Chartronia* » pris dans le sens des

auteurs italiens mais que nous considérons comme un genre distinct (RULLEAU & ELMY, sous presse).

2) nous modifions (ELMY et al., 1991) l'extension verticale de la zone à Thouarsense par rapport aux travaux antérieurs (ELMY, 1967; GABILLY et al., 1967-1974, 1971; GUEX, 1975; GABILLY, 1976), en abandonnant la règle de priorité au profit des impératifs des commodités de corrélation. Ainsi, la sous-zone à Fallaciosum est incluse dans la zone à Thouarsense afin de tracer une limite Thouarsense-Dispansum qui soit commode dans tout le domaine NW européen et qui puisse être aisément comparable avec le passage Mediterraneum-Speciosum des successions téthysiennes (ELMY et al., sous presse; voir aussi : HOWARTH, 1961; ETZOLD et al., 1989);

3) la succession des principaux morphes et espèces d'*Osperlioceras* est résumée d'après les travaux de MATTEI (1969) et de GUEX (1975) dans le bassin caussenard où les conditions sont favorables à des itérations évolutives dans un contexte de compartimentage paléostructural. Ces successions présentent un intérêt fondamental pour les corrélations car on retrouve les principaux types morphologiques plus au sud (Portugal, Bétiques, Ibériques, Afrique du Nord).

— Sous-zone à Bingmanni (= horizon XV, GABILLY, 1976)

Espèce-indice : *Pseudogrammoceras bingmanni* (DENCK.).

Auteurs : GABILLY et al. (1967-1974, 1971).

Remarque : cette sous-zone est placée dans la zone à Variabilis par KNITTER & OHMERT (1983). Dans la localité-type de Dörnten, les principales espèces de cette sous-zone [*P. bingmanni* (DENCK.), *P. struckmanni* (DENCK.), *P. muelleri* (DENCK.), *Pseudolioceras wurttembergeri* (DENCK.)] proviennent d'un niveau condensé dans lequel ont aussi été récoltées des espèces plus anciennes [*Haugia illustris*, *Denckmannia robusta* (DENCK.), *Podagrosites bodei* (DENCK.)] et plus récentes *Pseudogrammoceras doerntense* (DENCK.).

Faune associée : outre les espèces citées ci-dessus : *Podagrosites latescens* (SIMPSON), *Osperlioceras subtile* (SCHIRARDIN).

— Sous-zone à Thouarsense. Dans l'acception proposée par GABILLY (1976)

• Horizon à Doerntense GABILLY, 1976

Espèce-indice : *Pseudogrammoceras doerntense* (DENCK.). Bien que la position de *P. doerntense* soit mal établie dans la région-type (Allemagne du SW), elle fut bien précisée par GABILLY (1976) dans une succession plus continue. Ces observations ont été confirmées par celles effectuées en région lyonnaise (RULLEAU, 1989; ELMY & RULLEAU, 1991).

Auteur : GABILLY (1976) (= horizon XVI).

Faune associée : *P. thrasii* BUCK., *Grammoceras penegalbrum* MONESTIER, *Osperlioceras rivierense* (MONESTIER).

• Horizon à Thouarsense GABILLY, 1976

Faune associée : *Grammoceras striatum* (Sow.), *G. chateleti* (DE BRUN), *Pseudogrammoceras subquadratum* BUCK., *P. pachu* BUCK.. Dans l'horizon équivalent des Causées (XXIII), GUEX (1975) signale *Podagrosites pseudogru-*

nowi GUEX, *Polyplectus discoides* (ZIETEN) et *Osperlioceras rivierense*. *Pseudogrammoceras fallaciosum* (BAYLE) apparaîtrait alors, ce qui n'est pas confirmé ailleurs.

— Sous-zone à Fascigerum GUEX, 1975

Espèce-indice : *Esericeras fascigerum* BUCK..

Auteur : GUEX (1975), en remplacement de la « sous-zone à *Esericeras* » de GABILLY et al. (1967, 1971). Un seul horizon a été reconnu dans cette sous-zone (XVIII in GABILLY; XXIV in GUEX).

• Horizon à Fascigerum GABILLY, 1967

Faune associée : persistance des *Grammoceras* [*G. penestratulum* BUCK : certains auteurs admettent que *G. striatum* (Sow.) existe encore], *Esericeras eseri* (OPP.), *E. lugdunense* RULLEAU, *Pseudogrammoceras pseudostriatum* GUEX, *Polyplectus discoides*, *Osperlioceras rivierense* (MON.), *O. beauliziense* (MON.), *O. pervinquieri* (MON.), *Pseudolioceras wurttembergeri* (DENCK.), *Hammatoceras bonarelli* PARISCH & VIALE et *Lytoceras jurense* (ZIETEN).

— Sous-zone à Fallaciosum MULLER, 1941

Espèce-indice : *Pseudogrammoceras fallaciosum* (BAYLE).

Remarque : pour faciliter les comparaisons, cette sous-zone est subordonnée à la zone à Thouarsense (cf. GUEX, 1975; KNITTER & OHMERT, 1983; ELMY et al., 1991). Elle ne contient qu'un seul horizon (XIX GABILLY; XXV GUEX).

Faune associée : *Podagrosites pseudogrunowi* GUEX, *Pseudolillia aff. donovani* GOMEZ & RIVAS, *Polyplectus discoides*, *Osperlioceras beauliziense*, *O. rivierense*, *O. pervinquieri*, *Jacobella* (= *Oxyparoniceras*) *buckmani* (BONARELLI), *Hammatoceras subplanatum* de BRUN, *Alocolytoceras coarctatum* (POMP.). Les *Hammatoceras* du groupe *speciosum* JANENSCH apparaissent au sommet.

Zone à Dispansum BUCKMAN, 1910

Espèce-indice : *Phlyseogrammoceras dispansum* (LYCETT).

Auteur : BUCKMAN (1910) comme sous-zone.

Faune associée : explosion des *Hammatoceras* du groupe *speciosum-insigne* en Europe du NW, *Pseudolillia*, *Gruneria*, *Onychoceras differens* (WÜNSTORF), *Osperlioceras* gr. *subcostulatum-reynesi*.

— Sous-zone à Insigne WELSCH, 1903

Espèce-indice : *Hammatoceras insignis* (SCHÜBLER).

Faune associée : les *Hammatoceras* présentent une variabilité considérable, bien plus forte en Europe du Nord-Ouest qu'en Téthys : *H. speciosum*, *H. insignis*, *H. cappucinum* BUCKM., *H. trigonatum* (QUENST.), *H. pachu* (BUCK.), *H. praefallax* MON., *H. semilunatum* JANENSCH. En outre : *Osperlioceras subcostulatum* (MON.), *Pseudolillia murvillense* (MAUBEUGE), premières *Gruneria*, *Phlyseogrammoceras*, *Podagrosites*

Remarque : GUEX (1975) a souligné que le relais entre *Pseudogrammoceras fallaciosum* et les *Hammatoceras speciosum-insigne* s'effectue avec un recouvrement qui nous paraît d'autant plus vraisemblable qu'il s'agit de phylums distincts dont l'histoire se déroule dans des conditions paléogéographiques différentes (RULLEAU, 1989, 1993). GUEX proposa de tracer la limite inférieure avant le déve-

loppement massif des *Hammatoceras*, indépendamment du moment de l'extinction des *Pseudogrammoceras*. Cette position nous paraît commode et rationnelle car elle favorise le critère d'apparition (*FAD*: *first appearance datum*).

Dans la région lyonnaise, on peut noter la superposition de deux associations fauniques, basée essentiellement sur la succession des espèces d'*Hammatoceratinés*, qui nous semble avoir une certaine généralité et qui permet des comparaisons avec les autres domaines. À ce niveau de résolution, les corrélations sont cependant délicates entre les bordures de bassins ouverts comme le Centre-Ouest et la bordure du Massif central français et des régions plus isolées, telles les Causses (GUÉX, 1975) et le fossé nénan (KNITTER & OHMERT, 1983). Les effets de l'évolution tertiaire et des endémismes sont forts dans ces dernières. Par comparaison avec les Causses, on notera les points suivants :

— dans les deux régions (Lyonnais, Causses), les *Phlyseogrammoceras* n'apparaissent pas dès le début de la sous-zone à *Insigne*; si l'on admet que la zone à *Dispansum* débute avec ce dernier genre, il n'y a plus équivalence des limites entre les domaines; c'est ce que GUÉX (1975, p. 120-123) sous-entendait en considérant que la sous-zone britannique à *Dispansum* serait «à peu près équivalente» de la sous-zone caussenarde à *Reynesi*;

— *Hammatoceras insignis* et *Phlyseogrammoceras dispansum* se succèdent et sont bien séparés dans les deux cas; l'horizon XXVI des Causses semble, pour l'essentiel, correspondre à l'horizon à *Cappucinum* ici proposé, alors que l'horizon à *Pachu* est partiellement équivalent à l'horizon XXVII des Causses.

Enfin, la sous-zone à *Speciosum* du Standard téthysien (ELMI *et al.*, 1991 et sous presse) est sensiblement équivalente à la sous-zone à *Insigne* d'Europe du Nord-Ouest. Le changement d'indice est imposé par les différences dans la composition des faunes, les incertitudes quant aux limites, et enfin l'abondance de *H. speciosum* dans les régions méditerranéennes où les *Hammatoceras* ont une variabilité différente et où *H. insignis* est rare.

• Horizon à *Cappucinum* nov.

Espèce-indice : *Hammatoceras cappucinum* BUCK.

Faune associée : *Hammatoceras speciosum* JANENSCH, *Polyplectus discoides* (ZIET.), *Pseudolitilia murvillense* MAJB., *P. emiliana* (REYN.), *Podagrosites podagrosum* (MONESTIER), *Osperlioceras rivierense* (MON.), *O. authelini* (MON.), *O. subcostulatum* (MON.), *Alocolytoceras germaini* (d'ORB.), *A. rugiferum* (POMP.) et autres espèces de *Lytoceratina*.

• Horizon à *Pachu* nov.

Espèce-indice : *Hammatoceras pachu* BUCK.

Faune associée : *H. prefallax*, *H. semilunatum*, *Phlyseogrammoceras dispansum* (LYCFTT), *P. dispansiforme* (WÜNSTORF), *Gruneria elmi* RULLEAU, *Osperlioceras subcostulatum* (MON.), *O. authelini* (MON.), *Partschiceras atlas* (DUM.).

— Sous-zone à *Gruneri* ELMI *et al.*, 1990

Espèce-indice : *Gruneria grunerii* (DUM.).

Auteurs : GABILLY (1976) comme horizon XXI, élevé au rang de sous-zone par ELMI *et al.* (1991b et 1994).

Faune associée : *Gruneria gaudryi* (MON.), *Hammatoceras perplanum* PRINZ, *Onychoceras differens* (WÜNSTORF), *Osperlioceras authelini* (MON.), *O. reynesi* (MONESTIER), *Buckmanites buckmani* (MON.).

Remarque : c'est, pour l'essentiel, l'équivalent de la sous-zone à *Reynesi* des Causses, région qui montre alors une exacerbation de son particularisme. *O. reynesi* est extrêmement rare dans les autres régions nord-ouest européennes alors qu'on le retrouve fréquemment en domaine téthysien où il est utilisé comme indice, après que le niveau ait été individualisé sous le nom d'*O. wunstorfii* au Portugal (MOUTERDE, 1967).

Zone à *Pseudoradiosa* HAUG, 1892

Espèce-indice : *Dumortieria pseudoradiosa* (BRANCO).

Auteur : HAUG (1892) (voir aussi BRASIL, 1896)

Faune caractéristique : la zone est marquée par la dominance des *Dumortieria*.

— Sous-zone à *Levesquei* SPATH, 1942

Espèce-indice : *Dumortieria levesquei* (d'ORB.).

Faune associée : *D. munieri* (HAUG), *D. sparsicosta* (HAUG), *Catulloceras dumortieri* (THIOLIERE). En Rhénanie : *Dumortiera striatulocostata* (QUENST.).

Dans le Lyonnais, *D. meneghinii* ZITT et *D. latumbilicata* GECZY indiquent des influences téthysiennes (ELMI & RULLEAU, 1991). Dans les Causses, c'est de cette sous-zone que provient le dernier *Osperlioceras* (MATTEI, 1969; pl. 3, fig. 13) qui doit être rattaché à l'espèce *O. nadorense* ELMI & CALOO. En Allemagne du Sud-Ouest, ETZOLD *et al.* (1989) indiquent que *O. authelini* et *O. subcostulatum* subsistent avec *D. levesquei*. Il se peut que ces morphes soient à rapprocher du « couple » (forme striée forme costée) *O. matteii* ELMI & CALOO – *O. nadorense*. Ces éléments sont à situer dans le débat sur l'isochronisme de l'apparition des *Dumortieria* (et des *Catulloceras*) en domaines téthysien et nord-ouest européen. Il est possible que les formes à section arrondie et côtes espacées (*Catulloceras dumortieri*, *D. meneghinii*, *D. latumbilicata*) soient plus anciennes que le groupe principal de *D. levesquei*. La vérification de cette superposition justifierait l'adoption de la proposition faite par GUÉX (1975, p. 121) de reconnaître deux horizons (XXXII et XXXIII). Les premières *Dumortieria* ont été souvent rapportées au genre *Catulloceras*. Elles s'en différencient cependant par la section qui se comprime avec l'âge tout en restant ovale et par le faible relief de la carène. En revanche, *C. perroudii* (DUMORTIER & FONTANNES) possède une aire ventrale large qui porte une carène située dans une légère dépression. C'est l'accentuation de cette morphologie qui amènera aux *Tmetoceras* de l'Aalénien. Il faut aussi rappeler que le type de *C. dumortieri* provient de niveaux condensés et situés au sommet du « banc à coquillages » de La Verpillière (fin de la zone à Aalensis). A Belmont, *C. dumortieri* a été trouvé avec *Pleydellia lugdunensis* nov. sp.

• Horizon à *Insignisimilis* nov. (= horizon XXXII de GUÉX)

Espèce-indice : *Dumortieria insignisimilis* (BRAUNS) in ERNST.

Faune associée : *Dumortieria latumbilicata* et *D. meneghinii* et, peut-être, *Osperlioceras nadorense*.

- **Horizon à Munieri nov.** correspond à l'horizon XXXIII de GUEX

Espèce-indice : *Dumortieria munieri* (HAUG).

Faune caractéristique : association *D. munieri*-*D. levesquei*. Bien que *D. munieri* ne soit pas citée dans la liste établie par GUEX (1975, p. 121), elle nous a paru préférable à *D. levesquei* (employée pour la sous-zone) et à *D. costula* (REINECKE) mal définie comme toutes les formes anciennement décrites de ce groupe à ornementation fortement variable.

— Sous-zone à Pseudoradiosa GABILLY *et al.*, 1971

Auteurs : GABILLY *et al.* (1971).

Faune associée : caractérisée par l'acmé des *Dumortieria* à côtes fines du groupe de *D. radians* (REIN.), *D. radiosa* (SEEBACH), *D. rhodanica* (HAUG). En outre : *Hudlestonia serroden* (QUENST.), *Pseudolioceras beyrichi* (SEEBACH), *Hammatoceras meneghinii* BONARELLI, apparition des *Pseudammatoceras* au sommet, *Erycites* sp., *Phylloceras supraliasicum* POMPECKJ, *Lytoceras denckmanni* ERNST.

Zone à Aalensis REYNES, 1868

Espèce-indice : *Pleydellia aalensis* (SCHLOT.. in ZIETEN). Nous rappelons que l'*Ammonites aalensis* sensu DUMORTIER (1874, pl. L, fig. 1-3) n'appartient pas à l'espèce de ZIETEN et qu'il convient de bien les distinguer car elles se succèdent dans le temps. *P. aalensis* a fort bien été définie paléontologiquement et stratigraphiquement par KNITTER & OHMERT (1983) puis par ETZOLD *et al.* (1990).

Faune associée : c'est la zone d'extension des *Pleydellia*; les Hammatoceratinés à côtes primaires bien individualisées et à bord ombilical différencié (*Pseudammatoceras* et *Planammatoceras*) remplacent les *Hammatoceras* s. str.; *Pachylytoceras torulosum* (SCHÜBLER). Les derniers *Polyplectus* subsistent.

— Sous-zone à Mactra GABILLY *et al.*, 1971

Espèce-indice : *Pleydellia mactra* (DUM.) (Fig. 4).

Auteurs : reconnue informellement par MOUTERDE (1952, p. 418), elle fut individualisée comme horizon par ELMI (1967) puis comme sous-zone par GABILLY *et al.* (1974).

Faune associée : *Pleydellia* et *Cotteswoldia* à côtes fines, parfois fasciées, sans mur ombilical ni rebord marqué. Existence probable de *Pachylytoceras hircinum* (SCHLOT.) (RULLEAU, 1991 sous presse).



FIGURE 4
Pleydellia mactra (DUMORTIER).

- **Horizon à Tectiforme** GOY & MARTINEZ, 1990

Espèce-indice : *Paradumortieria tectiforme* ELMI & CALOO.

Auteurs : GOY & MARTINEZ (1990). Ces auteurs subordonnent cet horizon à la sous-zone à *Pseudoradiosa*, ce qui paraît justifié par la survivance de quelques *Dumortiera*. En Allemagne, KNITTER & OHMERT (1983) citent à ce niveau « *Pleydellia* » *distans* et « *Dumortieria* » *costula*. Il semble bien y avoir un relais faunique progressif et nous favoriserons encore ici le critère de première apparition (FAD).

Faune associée : *Dumortieria moorei* (LYCETT), *Paradumortieria distans* (BUCK.). *Hammatoceras victori* BONARELLI est probablement encore présent (ELMI & RULLEAU, 1991, pl. 3, Fig. 1-4). Dans les Ibériques, *Nadorites sourensis* (RUGET) apparaît à ce niveau et fournit un bon jalon pour les comparaisons avec la Téthys et ses dépendances atlantiques (Portugal ; HENRIQUES, 1992).

• Horizon à Mactra ELMI, 1967

Espèce-indice : *Pleydellia mactra* (DUM.).

Faune associée : *Polyplectus discoides* (ZIET.) (très rare dans le Lyonnais et les Ibériques), *Cotteswoldia* spp., *Pseudammatoceras brancoi* (PRINZ) (et ses morphotypes *lotharingicum* et *boyeri*), *Lytoceras* sp. D'après FAURÉ (communication orale), le morpho *subcompta* existe en association avec *P. mactra*.

• Horizon à Celtica FAURÉ & CUBAYNES, 1983

Espèce-indice : *Pleydellia celtica* FAURÉ & CUBAYNES.

Faune associée : *Cotteswoldia crinita* BUCK., *C. egena* BUCK., *P. aalensis* (ZIET.) (non DUM.), *Pleydellia fluens* BUCK..

— Sous-zone à Lugdunensis ELMI *et al.*, ce volume

Espèce-indice : *Pleydellia (Walkericeras) lugdunensis* nov.

L'école française utilisait une sous-zone à Aalensis pour cet intervalle de temps en faisant référence à l'espèce figurée par DUMORTIER (1874, Pl. L, fig. 1-3) qui est bien différente du type de Zieten par sa costulation vigoureuse et par son mur ombilical abrupt, souligné par un rebord tranchant. Afin d'éviter de pérenniser les confusions, nous proposons le nouveau nom de *Pleydellia (Walkericeras) lugdunensis* nom. nov. et nous en donnons une nouvelle figuration (Fig. 5 : holotype ; Pl. 11, fig. 19 : paratype). Nous avions proposé auparavant l'indice *Pleydellia fluitans* (DUM.) dans le tableau présenté dans les résumés du Symposium de Poitiers (1991). Or, cette espèce est une forme rare contrairement à ce que laissent supposer de nombreuses citations. Il convient de s'en tenir à une interprétation rigoureuse du type (refiguré ici, Pl. 11, fig. 20-21), car elle se caractérise par sa section dont les flancs sont bombés alors qu'ils sont plats chez les *Walkericeras*. Nous n'avons pas retrouvé *P. fluitans* dans son gisement-type (La Verpillière), et sa position stratigraphique au sein de la zone à Aalensis ne nous paraît pas bien établie, ce qui justifie son abandon en tant qu'indice.

Remarque : c'est l'équivalent de la zone à *Torulosum* des auteurs allemands qui la placent dans l'Aalénien (OHMERT, 1985).

Faune associée : *Pleydellia* à fortes côtes, avec mur et bord ombilical nettement différenciés, souvent rangées dans le sous-genre *Walkericeras* et qui sont relayées par



FIGURE 5
Pleydellia (Walkericeras) lugdunensis nom. nov.

des *Pleydellia* à côtes fines [groupe de *P. buckmani* (MAUB.)], très proches des *Leioceras*.

- **Horizon à Lugdunensis** (= XXVI, GABILLY, 1976), ELM^I et al., ce volume.

Faune associée : *P. (W.) fluitans* et ses variants (y compris le morphé *falcifer*), *P. (W.) lotharingica* (BRANCO), *P. (W.) lugdunensis* nom. nov., *Pseudammatoceras gr. brancoi* (PRINZ), *Erycites aff. reussi* (HAUER), *E. subquadratus* GECZY, *Pachyltoceras torulosum* (SCHÜBLER). *Lytoceras wrighti* (BUCK.). *Catulloceras* existe encore dans cet horizon de façon exceptionnelle alors qu'il est encore fréquent dans le secteur atlantique (Portugal) et probablement dans l'Apennin des Marches.

- **Horizon à Buckmani** (= horizon XXVII de GABILLY, 1976).

Espèce-indice : *Pleydellia buckmani* MAUBEUGE.

Auteurs : GABILLY et al. (1971) comme sous-zone.

Remarque : l'originalité de cet horizon a été reconnue dès 1947 par MAUBEUGE (voir horizon à *Venustula*; ELM^I, 1967, p. 245).

Faune : coexistence des *P. (Walkericeras)* et des *P. (Cavarina) venustula* BUCK. avec les formes à côtes très fines et à section aiguë du groupe de *P. buckmani*. Remarquons qu'en Lorraine (MAUBEUGE, 1947) et dans le Wur-

temberg (OHMERT, 1984), *P. buckmani* se place un peu avant la fin de la zone.

4.2. CORRÉLATIONS AVEC LE DOMAINE OUEST-TÉTHYSIEN (Tab. IV)

Les données relatives à un « standard téthysien » viennent d'être publiées dans l'article : « L'étage toarcien de l'Europe et de la Téthys... » ELM^I et al. (1994), 155-156. Nous y renvoyons le lecteur.

4.3. ANNEXE

Pleydellia (Walkericeras) lugdunensis nom. nov. (Fig. 5; Pl. 11, fig. 19)

1874 ~ *Ammonites aalensis* ZIETEN, DUMORTIER (p. 250, Pl. 50, fig. 1-3).

Les figurations suivantes doivent être rapportées au nouveau taxon :

1878 ~ *Ludwigia aalensis* (ZIETEN), BAYLE (Pl. 79, fig. 1-3).

1904 ~ *Pleydellia aalense* (ZIETEN), BUCKMAN (Pl. 32, fig. 4-6).

1905 ~ *Harpoceras aalense* (ZIETEN), BENECKE (Pl. 47, fig. 3, 5; pl. 50, fig. 5-6).

Types: les types sont les exemplaires originaux figurés par DUMORTIER sous le nom d'*Ammonites aalensis* ZIETEN et conservés au Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon. Holotype : n° 9102 (DUMORTIER, 1874, Pl. 50, fig. 1-2), refiguré ici : texte-fig. 4. Paratype : n° 9103 (DUMORTIER, Pl. 50, fig. 3), refiguré ici : Pl. 11, fig. 19.

Diagnose: *Pleydellia* subinvolute, à bord ombilical abrupt et élevé. Section comprimée, avec carène bien marquée. Costulation vigoureuse et tranchante, même sur le moule interne. Côtes falcoïdes, fortement projetées vers l'avant, pouvant être fasciculées ou différencierées en primaires et intercalaires.

Comparaisons: les figures de DUMORTIER ont souvent servi de référence pour l'espèce « *aalensis* ». Elles représentent en réalité une espèce bien différente, en particulier par la forme de la région ombilicale, dont on connaît l'importance pour établir l'évolution du groupe. Le sous-genre *Pleydellia* (*Amm. aalensis* ZIET.) ne présente pas de véritable différenciation ombilicale de la section, alors que le sous-genre *Walkericeras* (*P. lugdunensis*), plus récent, montre un mur ombilical toujours très marqué. La polarité évolutive (ELMI et al., 1974, 1985), se fait depuis les premiers vers les seconds.

Niveau stratigraphique: zone à *Aalensis*, sous-zone et horizon à *Lugdunensis*. A la Verpillière, niveau condensé de la zone à *Aalensis*.

***Hammatoceras (Geczycceras ?) costatum* (GABILLY)**

1773 - *Hammatoceras costatum* n. sp. GABILLY (p. 421, Pl. 67, fig. 1-3) *nomen nudum*.

1975 - *Hammatoceras costatum* GABILLY, GUEX (p. 110, Pl. 7, fig. 3).

1992 - *Geczycceras ? costatum* (GABILLY), MARTINEZ (p. 66, Pl. 1, fig. 1-2).

Holotype: exemplaire figuré par GABILLY (1973, Pl. 67, fig. 1-3) et conservé au département des Sciences de la Terre de l'Université de Poitiers (n° Hm. 1). Moulage du type refiguré ici (Fig. 3).

Diagnose originale (GABILLY 1973, p. 422) : « *Hammatoceras* ancien, évolue, portant des côtes vigoureuses mais dépourvu de tubercules. Section ogivale, relativement épaisse. Carène presque indiscernable sur le moule interne. Sur les tours internes, les côtes primaires sont nombreuses, courtes, renflées et trifurquées. Sur le sixième tour de spire, elles deviennent progressivement plus rares, plus longues et plus fortes et seulement bifurquées. Longueur du lobe externe atteignant les 2/3 de celle du lobe latéral. Selle externe plus étroite que la selle latérale. »

5. — AALÉNIEN

(Tab. Va, Vb ; Pl. 12, 13, p. 126 à 129)

Daniel CONTINI, Serge ELMI, René MOUTERDE et Michel RIOUT

L'échelle stratigraphique de l'Aalénien a été établie pour le Biome franco-germanique, mais elle peut s'appliquer à toutes les régions incluses dans les provinces sub-méditerranéenne et subboréale.

Les indices utilisés pour définir zones, sous-zones et horizons sont pris autant que possible dans deux lignées évolutives qui se succèdent dans le temps (*Leioceratinae*, *Graphoceratinae*) ; cela donne à l'échelle stratigraphique une cohérence et une fiabilité supérieure à celle des échelles composites. Au sommet de l'Aalénien, l'horizon à *Amplectens* fait exception à cette règle ; l'apparition de cet *Hammatoceratidae* a un caractère événementiel, mais il a une très vaste répartition géographique et permet d'établir des corrélations entre provinces éloignées. Après avoir défini la zonation, nous essaierons d'établir des corrélations avec les autres provinces paléobiogéographiques.

Limite inférieure de l'Aalénien : les dernières *Pleydellia* striées (*P. buckmani*) ont beaucoup d'affinités avec les premiers *Leioceras* (*L. subglabrum*) ; de ce fait la limite Toarcien-Aalénien est parfois difficile à tracer. Dans les régions de futures plates-formes carbonatées (Jura, Poitou), il semble que la limite soit due à un changement écologique qui affecte les populations d'ammonites. La grande abondance et la grande variabilité des ammonites de l'horizon à *Buckmani* contraste avec la pauvreté de la faune de l'horizon à *Subglabrum* ; bien que le contraste soit moins marqué dans les bassins souabe et subalpin, la base de l'Aalénien semble avoir été marquée par une décimation qui provoque la disparition de presque toutes les *Pleydellia*.

En Allemagne du Sud-Ouest, OHMERT *et al.* (1991) proposent de faire débuter l'Aalénien avec la zone à *Torulosum* (OPPEL, 1856-58). Cette zone renferme essentiellement des *Pleydellia* typiques et il n'y a aucun *Leioceras* ; il est donc plus logique de la ranger au sommet de la zone à *Aalensis*, c'est-à-dire au sommet du Toarcien. Le sommet de cette zone est bien reconnaissable grâce à la présence d'un niveau riche en *Pleydellia lotharingica* (BRANCO), niveau qui existe non seulement en Allemagne mais que l'on retrouve également en Lorraine et dans le Jura et qui correspond à la sous-zone à *Lugdunensis* de la présente synthèse.

L'incertitude entre les deux étages porte sur l'horizon à *Misera* que OHMERT *et al.* (1991) placent à la base de la zone à *Opalinum*. Cet horizon, renferme déjà les premiers *Leioceras* (*L. opalinum*, *L. subglabrum*) associés avec des *Pleydellia* (*Pl. lotharingica*, *Pl. buckmani*). Cette association se retrouve également à Fuentesol (Espagne) dans la couche 107 (GOY & URETA, 1991).

Pour résoudre ce problème de limite, il faudrait réviser les *Pleydellia* et analyser le passage des *Pleydellia* aux *Leioceras* car il n'y a pas de coupure paléontologique nette entre la zone à *Aalensis* et la zone à *Opalinum* ; la coupure

la plus importante se situant à la base de la zone à *Pseudoradiosa*, limite qui avait été adoptée par HAUG. Il n'est pas question ici de relancer une discussion stérile sur la limite *Lias-Dogger* ; nous ferons commencer l'Aalénien avec la zone à *Opalinum* ; par conséquent le problème est de fixer précisément et cela dans plusieurs coupes, la base de la zone à *Opalinum*.

5.1. DÉFINITIONS DES DIFFÉRENTES UNITÉS (Tab. Va)

5.1.1. Aalénien inférieur

Zone à *Opalinum* HAUG, 1892

Espèce-indice : *Leioceras opalinum* (REINECKE).

La division en deux sous-zones a subi deux modifications par rapport à 1971 :

— la sous-zone à *Opalinum* est réduite aux deux horizons à *Subglabrum* et *Opalinum* ; l'horizon à *Lineatum* est rattaché à la sous-zone à *Bifidatum* car il renferme déjà des *Leioceras* à côtes fasciculées dans les tours jeunes, qui sont difficiles à distinguer de ceux de l'horizon à *Bifidatum* lorsque l'on ne possède pas d'*individus adultes*. De plus, c'est à partir de l'horizon à *Lineatum* que les *Leioceras* commencent à se diversifier ;

— pour caractériser la sous-zone supérieure l'indice *Bifidatum* a été préféré à *Comptum* car mieux défini et très répandu dans les provinces subméditerranéenne et subboréale. L'espèce *Leioceras comptum* est parfois utilisée dans un sens très large, ce qui rend son utilisation moins précise en stratigraphie.

La sous-zone à *Bifidatum* débutant avec l'horizon à *Lineatum*, coïncide ainsi avec la zone à *Scissum* des auteurs anglais. Comme nous l'avons déjà signalé (CONTINI, 1969), l'indice *Scissum* est très mal choisi car dans certaines régions il est très rare, voire absent, et sa répartition stratigraphique reste à préciser car il existe des *Tmetoceras* dans l'Aalénien moyen qu'il est difficile de distinguer de *scissum*. Enfin il est préférable pour l'Aalénien inférieur d'établir une échelle basée uniquement sur l'évolution des *Leioceras*.

— Sous-zone à *Opalinum* HAUG, 1892

En France elle est souvent réduite et pauvre en ammonites, il est toutefois possible de distinguer deux horizons :

• Horizon à *Subglabrum* GABILLY, 1967

Espèce-indice : *Leioceras subglabrum* (BUCK.).

Faune caractéristique : *Leioceras opalinum* (REIN.), *Leioceras subglabrum* (BUCK.), *Pleydellia buckmani* (MAUBEGUE), *Pleydellia leura* (BUCK.).

• **Horizon à Opaliniforme** BUCK., 1899

Espèce-indice : *Leioceras opaliniforme* (BUCK.).

Faune caractéristique : *L. opalinum* (REIN.), *L. cf. costatum* (QUENS), et de grand *Leioceras* rangés dans l'espèce *opaliniforme* (BUCK.) qui n'est sans doute que la forme macroconche de *opalinum*. Les Hammatoceratidae sont rares : *Pseudammatoeceras subinsignis* (OPP.), *Bredya newtoni* (WRIGHT).

— **Sous-zone à Bifidatum** CONTINI, 1969

Espèce-indice : *Leioceras bifidatum* (BUCK.).

La faune est généralement riche en *Leioceras* accompagnés de *Bredya crassornata* (BUCK.), *Pseudammatoeceras subinsigne* (OPP.). Les premiers *Pleodoniceras* (vrais Hammatoceratidae microconques) existent dès ce niveau. (*B. subinsignis* (OPP.).

• **Horizon à Lineatum** GABILLY, 1967

Espèce-indice : *Leioceras lineatum* BUCK.

Faune caractéristique : les *Leioceras* dominent et commencent à se diversifier : *L. opalinum* (REIN.), *L. lineatum* BUCK., *L. comptum* (REIN.), *L. uncinatum* BUCK., *Tmetoceras scissum* (BENECKE).

• **Horizon à Bifidatum** CONTINI, 1969

Espèce-indice : *Leioceras bifidatum* BUCK.

Faune caractéristique : c'est l'horizon le plus riche en ammonites de la zone. On observe une grande diversification des morphotypes de *Leioceras* qui, suivant les auteurs, ont été rangés dans des espèces différentes ou au contraire rassemblés dans la même espèce.

Leioceras bifidatum BUCK., *L. uncinatum* BUCK., *L. striatum* BUCK., *L. paucicostatum* RIEBER, *L. comptum evolutum* CONTINI, *Tmetoceras scissum* (BENECKE), *Bredya alleoni* (DUM.).

• **Horizon à Crassicostatum** CONTINI, 1969

Espèce-indice : *Leioceras crassicostatum* RIEBER

Faune caractéristique : les espèces *L. bifidatum* et *striatum* disparaissent à ce niveau et sont remplacées par des formes costulées, *L. crassicostatum* RIEBER, accompagnées des *Leioceras comptum evolutum* CONTINI.

5.1.2. Aalénien moyen

Si on attribue aux zones une valeur chronostratigraphique à l'échelle mondiale, il est préférable de conserver

TABLEAU Va

Zonation de l'Aalénien (provinces subméditerranéenne et subboréale et biome franco-germanique)

ODIN&ODIN, 1990	HARLAND, 1990	HAQ <i>et al.</i> , 1987	ZONES	Sous-zones	Horizons
176	173,5	171	CONCAVUM	Formosum (<i>Limitatum</i>)	Amplexens Formosum Concavum Cavatum
			MURCHISONAE	Gigantea	Gigantea
			BRADFORDENSIS	Bradfordensis	Bradfordensis Staufensis
				Murchisonae	Murchisonae Sehdensis
				Obtusiformis	Obtusiformis
				Haugi	Haugi Sinon
			OPALINUM	Bifidatum (<i>Comptum</i>)	Crassicostatum Bifidatum Lineatum
180	178	179		Opalinum	Opalinum (<i>Opaliniforme</i>) Subglabrum

Modifications par rapport à 1971 (MOUTERDE *et al.*, 1971)

une grande zone à Murchisonae englobant tout l'Aalénien moyen, que l'on peut diviser en Europe occidentale en quatre sous-zones basées sur l'évolution des Graphocératinae.

CALLOMON & CHANDLER (1990) adoptent une division en deux zones pour l'Aalénien moyen : zone à Murchisonae et zone à Bradfordensis. Cette division peut se justifier en Europe occidentale où les deux niveaux sont toujours distincts car séparés par une discontinuité sédimentaire.

Zone à Murchisonae OPPEL, 1856

Espèce-indice : *Ludwigia murchisonae* (Sow.).

Faune caractéristique : la zone à Murchisonae correspond en fait à l'extension des *Ludwigia* au sens large, c'est à dire les *Ludwigia* et les *Brasilia*. C'est également pendant cette zone qu'apparaissent et se diversifient les *Staufenia*.

— Sous-zone à Haugi CONTINI, ELMY & MOUTERDE, 1971.

Espèce-indice : *Ludwigia haugi* DOUVILLE

A la base de la zone à Murchisonae, la première sous-zone a été désignée par l'indice Haugi de préférence à Opalinoides car il a une grande répartition géographique et appartient au genre *Ludwigia*.

Faune caractéristique : *Ludwigia haugi* DOUVILLE, *L. crassa* (HORN), *Staufenia opalinoides* (MAYER), *Staufenia sinon* (BAYLE). L'espèce *S. opalinoides* est la forme la plus abondante en Allemagne et dans le Nord-Est de la France ; elle montre une grande variabilité et les morphotypes ont été décrits sous de nombreux noms différents.

— Sous-zone à Murchisonae OPPEL, 1856

Espèce-indice : *Ludwigia murchisonae* (Sow.).

• Horizon à Obtusiformis BUCKMAN

Espèce-indice : *Ludwigia obtusiformis* (Buck.).

Faune caractéristique : *Ludwigia obtusiformis* (Buck.). BUCKMAN a décrit de nombreuses espèces de *Ludwigia* provenant de cet horizon (*pustulifera*, *wilsoni*, *laciniosa*, *bullifera*,...), *L. haugi* (DOUVILLE), *Ludwigia patellaria*, *Staufenia opalinoides* (MAYER), *Staufenia sehndensis* (HOFFMANN), *S. hoffmanni* CONTINI, *Planammatoceras tenuinsigne* (VACECK), *Pseudammatoceras* sp.

• Horizon à Murchisonae OPPEL, 1856

Espèce-indice : *Ludwigia murchisonae* (Sow.).

Faune caractéristique : *Ludwigia murchisonae* (Sow.), *L. subtuberculata* RIEBER, *Ludwigia gradata* BUCK., *Staufenia sehndensis* (HOFFMANN), *S. discoidea* (QUENS), *Planammatoceras planiforme* BUCK, *Parammatoceras rugatum* (ELMY), *Tmetoceras* sp.

— Sous-zone à Bradfordensis BUCKMAN, 1930

Espèce-indice : *Brasilia bradfordensis* (Buck.).

Faune caractéristique : à partir de la sous-zone à Bradfordensis, on assiste à la diversification des Graphocératinae : *Brasilia bradfordensis* (Buck.), *B. umbilicata* (Buck.), *B. platychora* (Buck.), *B. falcifera* (ALTHOFF), *B. deleta* (Buck.), *B. baylei* (Buck.), *Planammatoceras planiforme* BUCK ; en Alsace et dans le Nord du Jura on trouve également de rares *Staufenia staufensis* (OPP.).

— Sous-zone à Gigantea CONTINI, 1969

L'horizon à Gigantea (CONTINI, 1969) est promu au rang de sous-zone car cette subdivision a été reconnue un peu partout en Europe.

Espèce-indice : *Brasilia gigantea* (Buck.).

Faune caractéristique : *Brasilia gigantea* (Buck.), *B. similis* (Buck.), *B. helvetica* (HORN), *B. cf. umbilicata* (Buck.), *B. rustica* (BUCK.), *B. decipiens* (Buck.), *Bredyia cf. diadematooides* (MAYER).

Dans les bassins germaniques, la stratigraphie de l'Aalénien moyen peut être basée sur l'évolution des *Staufenia* (Leioceratinae) avec les horizons à Sinon, Sehndensis et Staufensis (HOFFMANN, 1913; RIEBER, 1963).

• Horizon à Sinon HOFFMANN, 1913

Espèce-indice : *Staufenia sinon* (BAYLE).

Faune caractéristique : la même que celle de la sous-zone à Haugi.

• Horizon à Sehndensis HOFFMANN, 1913

Espèce-indice : *Staufenia sehndensis* (HOFFMANN).

Faune caractéristique : En Allemagne du Nord-Ouest, la faune de cet horizon est pratiquement monospécifique ; en Allemagne du Sud et dans le Jura, la faune est identique à celle de l'horizon à Obtusiformis.

• Horizon à Staufensis HOFFMANN, 1913

Espèce-indice : *Staufenia staufensis* (HOFFMANN).

Faune caractéristique : comme pour l'horizon précédent, cette espèce forme en Allemagne du Nord des populations monospécifiques. Plus au sud, elle devient rare et se rencontre à la base de la sous-zone à Bradfordensis.

5.1.3. Aalénien supérieur

Zone à Concavum BUCKMAN

Espèce-indice : *Graphoceras concavum* (Sow.).

Faune caractéristique : si les *Graphoceras* sont toujours les plus nombreux dans le biome franco-germanique, les Hammatoceratidae et les Sonniniidae deviennent abondants vers le sommet de la zone.

— Sous-zone à Concavum BUCKMAN, 1930

Espèce-indice : *Graphoceras concavum* (Sow.).

Faune caractéristique : cette sous-zone est caractérisée par le couple macroconque-microconque : *Graphoceras concavum* – *cornu*. CALLOMON & CHANDLER (1990) divisent cette sous-zone en deux horizons :

• Horizon à Cavatum CALLOMON & CHANDLER, 1990

Espèce-indice : *Graphoceras cavatum* BUCK.

Faune caractéristique : *Graphoceras cavatum* BUCK., *G. arcitentens* (Buck.), *G. rudis* (Buck.), *G. cornu* (Buck.), *G. decorum* BUCK., *Bredyia diadematooides* (MAYER).

• Horizon à Concavum BUCKMAN, 1930

Espèce-indice : *Graphoceras concavum* (Sow.).

Faune caractéristique : *Graphoceras concavum* (Sow.), *G. cornu* (Buck.), *G. V-scriptum* (BUCK.), *Haplopleuroceras*

subspinatum BUCK, *Abbasites abbas* BUCK., *Eudmetoceras sp.*

— Sous-zone à **Formosum** CONTINI, 1969

Espèce-indice : *Graphoceras formosum* (BUCK.).

Faune caractéristique : couple macroconque-microconque : *Graphoceras formosum-limitatum*.

• Horizon à **Formosum** CONTINI, 1969

Espèce-indice : *Graphoceras formosum* (BUCK.).

Faune caractéristique : *Graphoceras formosum* (BUCK.), *G. limitatum* (BUCK.), *G. pulchrum* (BUCK.), *G. fallax* (BUCK.), *Haplopleuroceras sp.*

• Horizon à **Amplectens** HALL & WESTERMANN, 1980

Espèce-indice : *Euaptetoceras ampletectens* (BUCK.).

Le dernier horizon de l'Aalénien fait exception à la règle fixée en introduction puisque l'indice est une espèce d'*Hammatoceratidae*.

L'horizon à Amplectens, riche en *Eudmetoceras* et *Euaptetoceras*, renferme dans le Nord-Ouest de l'Europe les premières Sonniniidés (*Euhoploceras acanthodes*). Il a une répartition verticale restreinte, donc une durée de vie relativement courte. De plus il montre une très grande extension géographique depuis la province méditerranéenne jusqu'à la province boréale en passant par l'Europe ; il existe également dans la province pacifique. Il constitue un très bon repère pour définir à l'échelle mondiale la limite

Aalénien – Bajocien. Cet indice a été retenu à cause de sa très vaste extension géographique ; cet horizon correspond à l'horizon à Acanthodes défini dans le Dorset.

Faune caractéristique : *Euaptetoceras ampletectens* (BUCK.), *E. infernense* (ROMAN), *Rhodaniceras prospheus* BUCK., *Graphoceras decorum* BUCK., *Haplopleuroceras*, *Abbasitoides modestus* (VACEK), *Euhoploceras acanthodes* BUCK., *Zurcheria*.

5.2. CORRÉLATIONS STRATIGRAPHIQUES (Tab. Vb)

Cette zonation peut s'appliquer à toutes les régions situées au nord de la Téthys, entre l'Ecosse et les régions alpines. Dans les régions sud-téthysiennes d'Afrique du Nord les Hammatoceratidae deviennent plus nombreux que les Graphoceratidae et pourraient de ce fait servir à établir une zonation. Mais c'est dans les domaines boréal et pacifique que les Graphoceratidae sont absents et qu'il est difficile d'établir des corrélations.

Dans le domaine pacifique la zonation est basée essentiellement sur les *Bredyia* et *Puchenquia* en Amérique du Sud et sur les *Tmetoceras* et *Erycitoïdes* en Amérique du Nord. Seuls quelques *Tmetoceras scissum* d'une part et l'horizon à Amplectens d'autre part permettent de faire des corrélations avec la zonation européenne.

Dans le domaine arctique les ammonites les plus fréquentes sont les *Pseudolioceras*.

TABLEAU Vb
Corrélations stratigraphiques de l'Aalénien

ZONES	Sous-zones	Domaine Arctique	Domaine nord-Pacifique
CONCAVUM	Formosum	Pseudolioceras tugurensis	<i>E. ampletectens</i> <i>Packardi</i>
	Concavum	?	<i>Movichense</i>
MURCHISONAE	Gigantea		<i>Howelli</i>
	Bradfordensis	Pseudolioceras whitcavensis	<i>Sparsicostatum</i>
	Murchisonae		<i>Tmetoceras scissum</i> ?
	Haugi	Pseudolioceras mclinoeki	
OPALINUM	Bifidatum		<i>Trovitoia westermannii</i>
	Opalinum	Pseudolioceras rosenkrantzi	

6. — BAJOCIEN

(Tab. VI, Pl. 14, 15, p. 130 à 133)

Michel RIOUT, Daniel CONTINI, Serge ELMY et Jean GABILLY, avec la participation de René MOUTERDE

Depuis la publication par le Groupe français d'Étude du Jurassique d'une nouvelle échelle zonale pour le Bajocien de France (GABILLY *et al.*, 1971), de nombreux travaux ont approfondi nos connaissances, tant sur la composition et la taxinomie des faunes d'ammonites de cet étage que sur leur répartition spatio-temporelle.

En France, les recherches des divers co-auteurs de ce travail et de leurs collaborateurs s'ajoutent, en particulier, à celles de PAVIA (1973, 1983). Des mises au point régionales furent publiées à l'occasion des synthèses géologiques sur le bassin de Paris en 1980 et sur le bassin du Sud-Est de la France en 1984.

En Europe et dans diverses contrées du monde, se poursuivait dans le même temps la confrontation permanente des zonations régionales à la zonation-standard : en Angleterre (MORTON, 1972 à 1984 ; PARSONS, 1974 à 1980 ; CALLOMON & CHANDLER, 1990), en Allemagne (DIETL, 1973 à 1981), en Autriche (KRYSTYN, 1972), en Pologne (KOPIK, 1974), en Hongrie (GALACZ, 1976, 1980), en Espagne (SANDOVAL, 1979, 1983 ; FERNANDEZ-LOPEZ, 1985), au Portugal (ROCHA, 1976 ; MOUTERDE *et al.*, 1980 ; FERNANDEZ-LOPEZ *et al.*, 1988 ; ROCHA *et al.*, 1990 ; MOUTERDE, 1991), en Algérie (ATROPS, 1974), au Maroc (BENSHILI, 1989 ; SADKI, 1984), en Israël (PARNES, 1981), en Amérique du Nord (IMLAY, 1973 ; WESTERMANN, 1980 ; HALL & WESTERMANN, 1980), au Mexique (SANDOVAL & WESTERMANN, 1986) et en Amérique du Sud (WESTERMANN & RICCIARDI, 1972 à 1985).

Au cours de ces vingt dernières années, deux tendances se sont plus nettement exprimées dans la recherche biostratigraphique au sein du Bajocien.

La première, exploitant les meilleures coupes continues développées sur plusieurs zones et sous-zones, met en évidence des séquences évolutives à l'intérieur d'un même genre ou sous-genre, fournissant ainsi des indices d'horizons fondés sur le temps biologique. Ces successions s'opposent parfois à la superposition géométrique d'espèces consacrées par l'usage et la loi de priorité, mais n'ayant aucun lien de parenté entre elles. Ainsi s'opposent deux concepts d'horizons, ceux qui sont fondés sur les étapes d'évolution dans un genre ou sous-genre dominant dans une zone ou sous-zone donnée, et ceux qui correspondent à la brusque expansion horizontale (géographique et événementielle) d'une espèce donnée chronostratigraphiquement éphémère.

La seconde, spatio-temporelle, se base sur un renouvellement des faunes d'ammonites dans un contexte géographique. Apparition, développement, disparition des principales lignées évolutives semblent directement ou indirectement liés aux modifications paléoécologiques, hydrodynamiques et paléogéographiques dans les bassins sédimentaires. Ces changements, à différentes échelles taxonomiques, géographiques et stratigraphiques, contrôlent les limites de répartitions des populations vivantes et des coquilles flottées. Ce provincialisme confirmé et pré-

cisé se traduit par la prédominance de certaines familles ou sous-familles, genres ou sous-genres, dans des secteurs délimités. La succession de leurs espèces peut donner naissance à des zonations biostratigraphiques régionales et provinciales, différentes de celles de l'échelle-standard européenne. Ces échelles sont souvent délicates à corrélérer en s'éloignant du nord-ouest de l'Europe, d'où l'importance respective des régions-charnières entre provinces et des indices-relais.

6.1. PRINCIPAUX ÉVÉNEMENTS GÉOLOGIQUES DU BAJOCIEN

Au cours du Bajocien, deux transgressions, précédées chacune par un épisode de forte érosion, ont laissé une nette empreinte en Normandie (MUNIER-CHALMAS, 1892) et en Angleterre (BUCKMAN, 1893 ; ARKELL, 1933). La première, aux confins des zones Concavum/Discites (transgression « bajocienne » de BUCKMAN et d'ARKELL) et la seconde à la limite Humphriesianum (Blagdeni)/Niortense (transgression « vésulienne » des mêmes auteurs). Ces deux pulsations marines sont marquées par des discontinuités basales avec remaniements et lacunes. En Angleterre, elles ont guidé la subdivision de l'*Inferior Oolite* (*I. O.*) en trois unités : *Lower I. O.* (= Aalénien *parvus*, *Scissum-Concavum*), *Middle I. O.* (= Bajocien inférieur) et *Upper I. O.* (= Bajocien supérieur).

A la limite Aalénien/Bajocien se produit un renouvellement majeur des faunes d'invertébrés marins, benthiques et necto-benthiques, allant de pair avec les modalités d'installation des plates-formes carbonatées autour des massifs anciens sur la bordure des bassins marins du NW de l'Europe. Les influences téthysiennes s'accusent nettement dans ces régions. Au Bajocien inférieur, d'étroites affinités existent entre les peuplements ammonitiques de Normandie, du SW de l'Angleterre et du NW de l'Ecosse (Skye, Raasay). Sur l'Est de l'Ecosse et de l'Angleterre et à l'aplomb de la mer du Nord, les décharges détritiques et les conditions fluviatiles dominantes étaient défavorables aux ammonites. Plus au nord, les faunes ammonitiques du Spitzberg et du Groenland étaient isolées dans le domaine boréal. Au passage de l'Aalénien au Bajocien inférieur, apparaissent de nouvelles communautés marines dont les genres s'imposent rapidement et survivront jusqu'à la fin des temps jurassiques et au-delà pour certains. Chez les ammonites en particulier, les trois grandes super-familles Haplocératacés, Stéphanocératacés et Périsphinctacés se différencient alors, en dérivant des derniers Hammatocératacés, et vont dominer jusqu'à la fin du Portlandien.

Au Bajocien supérieur, la Téthys s'étendait sur toute la bordure nord du Gondwana, jusqu'au Pacifique vers l'ouest. Deux ammonites, *Parastrenoceras lucretius* (d'ORB.) et *P. caumonti* (d'ORB.) sont connues en Normandie et au Mexique. A l'opposé, contournant le Gondwana

par l'est, des influences est-téthysiennes parvenaient aussi jusque dans le Bassin parisien. Des représentants des genres *Trimarginia* et *Thamboceras*, connus dans le Sinai et en Arabie, ont été récoltés dans l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux en Normandie. Déjà au Bajocien inférieur, plusieurs genres d'ammonites (Sonniniidés, Stéphanocératidés), de bivalves (Trigonioidés) et d'algues planctoniques (FEIST-BURKHARDT, 1992) sont signalés quasi-simultanément depuis l'Australie occidentale jusqu'à la Normandie ou l'Angleterre.

Ces changements fauniques sont liés à des variations eustatiques et tectoniques, contrôlant des échanges hydrodynamiques entre régions géodynamiquement actives à cette époque : Téthys et Proto-Atlantique en particulier.

Sur la bordure occidentale du Bassin anglo-parisien, les réajustements tectoniques sont parmi les plus importants de tout le Jurassique dans l'intervalle début Discites-fin Blagdeni. Le rejet des accidents varisques, de direction armoricaine, a induit le développement d'amples dépressions et bombements. Les dépôts ont nivelé les dépressions ; les bombements ont joué en hauts-fonds. Déposés en mosaïque, dans une morphologie sous-marine changeante et sous l'influence de fluctuations hydrodynamiques, les dépôts traduisent d'abord une tendance à l'approfondissement de la mer, mais remaniements, condensations et authigenèses (oolithes ferrugineuses, glauconie, phosphates) démontrent l'instabilité des hauts-fonds. La dénudation bajocienne, antérieure à la transgression du Bajocien supérieur, a plus ou moins découpé les couches jurassiennes antérieures. Les dépôts transgressifs du Bajocien supérieur débordent les limites de ceux du Lias et viennent reposer directement en discordance angulaire sur la tranche érodée des terrains carbonifères (Angleterre) ou protérozoïques à paléozoïques (Normandie, Maine, Poitou) ; ailleurs il y a souvent discordance cartographique à ce niveau. Des plates-formes carbonatées se développent alors à l'aplomb ou au pourtour des massifs anciens (Pays de Galles, Cornouailles, Massif armoricain, Massif central, Morvan, Vosges, Ardennes, Massif londres-Brabant). Entre l'ensemble carbonaté de la bordure occidentale et celui de la bordure orientale du bassin, s'allonge le Sillon Marneux en contre-bas du Bloc armoricain, de Rouen à Bourges et Nevers, avec un diverticule sous la Lorraine. Des terrigènes fins s'y accumulent : les Marnes à *Ostrea acuminata*.

Les carbonates de plate-forme, pratiquement continus de la Lorraine au Charolais séparent les terrigènes du Bassin subalpin (marno-calcaires à *Zoophycos*) au SE de la France de ceux du Bassin parisien. Les dépôts calcaires se retrouvent cependant sur les hauts-fonds et les bordures, en particulier dans le Bassin provençal où la subsidence s'accélère.

Enfin, dans le Bassin aquitain, une plate-forme carbonatée avec barrière oolithique isolant des milieux confinés à l'est, s'appuie sur la bordure occidentale du haut-fond occitan, depuis le détroit poitevin jusqu'aux Pyrénées. Plus à l'ouest, les dépôts de milieux marins plus ouverts laissent présumer l'existence d'un couloir atlantique contournant par l'ouest l'Ibérie et le Massif armoricain.

Il est donc aisément de constater que les premières coupes de référence choisies en Normandie, en Vendée ou dans le SW de l'Angleterre, sont situées en bordure de massifs anciens dans des séries peu épaisses par rapport à celles

des bassins. L'étude biostratigraphique de leurs faunes d'ammonites riches et bien conservées, se heurte aux limites géométriques imposées par les discontinuités, les lacunes et la condensation des dépôts qui les contiennent. Pour progresser, il est donc indispensable d'intégrer les données nouvelles de parastratotypes complémentaires choisis (si possible) dans des bassins adjacents et permettant d'affiner la zonation jusqu'à l'horizon. Ce qui implique un choix raisonné entre les contraintes historiques et conventionnelles de la nomenclature biostratigraphique et la nécessité pratique des corrélations.

6.2. L'ÉTAGE BAJOCIEN ET SES SUBDIVISIONS (Tab. VI)

Proposé par d'ORBIGNY (1849, 1850, 1852), l'étage Bajocien a longtemps fait l'objet de controverses, et les interprétations successives de ses limites ne seront pas discutées ici. Reconnaissions toutefois que l'acceptation tardive d'un étage Aalenien et les révisions régionales de l'étage Bathonien ont contribué à la solution recommandée à la communauté géologique internationale par les deux Colloques du Jurassique tenus à Luxembourg sous l'impulsion de P. L. Maubeuge en 1962 et 1967. L'accord s'est fait sur un étage Bajocien débutant au-dessus de la zone à *Concavum* (Aalenien) et finissant au-dessous de celle à *Zigzag* (Bathonien).

La base de l'étage peut très difficilement être précisée dans le stratotype original, compte tenu des conditions d'affleurement et de la rareté des ammonites de la Malière dans la falaise et le platier rocheux des Hachettes, à l'Est de Sainte-Honorine-des-Pertes, Calvados. Quelques coupes à l'intérieur des terres peuvent y contribuer, mais des parastratotypes sont nécessaires. Par contre, la limite supérieure de l'étage est clairement accessible entre le toit du Calcaire à *Spongiales* (zone à *Parkinsoni*, sous-zone à *Bomfordi*) et la base de la Couche de passage (a) (zone à *Zigzag*, sous-zone à *Convergens*), entre Sainte-Honorine-des-Pertes et Port-en-Bessin, sans qu'il soit nécessaire de recourir à des parastratotypes, bien qu'il en existe d'excellents (Bas-Auran ou Cap Mondego), utiles si la base du Bathonien doit être redéfinie par un clou d'or.

La subdivision de l'étage en sous-étages s'est effectuée suivant deux modes :

- soit en deux sous-étages, séparés par la discontinuité entre les zones à *Humphriesianum* et à *Niortense* : le Bajocien inférieur est marqué par l'expansion des Sonniniidés, Haplocératacs et Stéphanocératacs, tandis que le Bajocien supérieur est caractérisé par la diversification des Périphinctacs ;

- soit en trois sous-étages, si la discontinuité « post-Sauzei » est prise en considération : alors le Bajocien « inférieur » (zone à *Discites* – zone à « *Sauzei* ») abrite l'essentiel de la diversification des Sonniniidés ; le Bajocien moyen, restreint à la seule zone à *Humphriesianum*, est marqué par le remplacement des Sonniniidés par les Stéphanocératids ; le Bajocien supérieur (zone à *Niortense* – zone à *Parkinsoni*) reste inchangé, avec la substitution des Périphinctacs aux Stéphanocératids. En fait, il semble qu'en diverses régions (dont la Normandie et le Maine), les premières pulsations marines, annonçant la grande

TABLEAU VI
Zonation du Bajocien

				ZONES	Sous-zones	Horizons
ODIN & ODIN, 1990	HARLAND, 1990	HAQ <i>et al.</i> , 1987		Sous-étages		
167	166.1	165				
					Bomfordi	
					Crassa	
					Dorsetensis	
					Parkinsoni ?	
					Acris	Pseudoparkinsoni
						Acris
					Tetragona	
					Subgaranti	
					Dichotoma	
					Baculata	Schroederi
						Prorsicostata-Bonarellii
					Polygyralis	Bifurcus-Inferior
						Polygyralis-Phaulus
						Aplous-Debilis
						Diniensis
					Blagdeni	Coronatum
						Dubium
					Humphrie-sianum	Gibbosum
						Umbilicum
					Romani	Gervillii
						Edouardiana
					Hebridica	Pinguis
					Patella	Propinquans
						Patella
					Laeviuscula	Laeviuscula
						Jugifera
					Trigonalis	Trigonalis
						Connata
					Ovalis	Fissilobatum
						Ovalis
					Dominans	Subsectum
					Subsectum	Rudidiscites
						Walkeri - Contorta
						Mundum - Aspera
						Incisum - Rotabilis
176	173.5	171				

transgression du Bajocien supérieur, se soient manifestées dès la base de la zone à *Humphriesianum*.

La première proposition a prévalu.

Depuis la publication de la dernière échelle (GABILLY et al., 1971), plusieurs indices de zone ont du être remplaçés dans la zonation du Bajocien.

— Le type de l'espèce *Ammonites sowerbyi* MILLER in Sow. s'est révélé n'être qu'un nucleus de grand Sonniniidé (*Papilliceras* pour WESTERMANN & RICCIARDI, 1972) de la zone à Sauzei (PARSONS, 1974). Utilisé depuis OPPEL (1862) pour une grande zone à la base du Bajocien, cet indice a été abandonné, ainsi d'ailleurs que le concept de cette grande zone. PARSONS a amputé la zone à « Sowerbyi » de sa sous-zone inférieure (*Discites*) promue au rang de zone et il a désigné *Witchellia laeviuscula* (Sow.) comme nouvel indice zonal pour ce qui restait de cette zone à « Sowerbyi », c'est à dire les sous-zones à *Ovalis* et à *Laeviuscula*. Fidèle au découpage héméral de BUCKMAN (1893), cette proposition n'est pas entièrement satisfaisante par le déséquilibre qu'elle introduit dans le sous-étage : peut-être eut-il été préférable, comme l'a proposé MORTON (1975), de traiter avec équité, chacune des trois sous-zones classiques de l'ex-zone à « Sowerbyi », en les considérant comme trois zones successives du Bajocien inférieur ?

— La rareté du morpho *Emileia (Otoites) contracta sauzei* (d'ORB.) et son intégration dans le champ de variation intraspécifique d'*E. (O.) contracta* (J. Sow.) au titre de sous-espèce (WESTERMANN, 1954, 1969 ; WESTERMANN & RICCIARDI, 1979) limitent l'intérêt biostratigraphique de cet indice. Un Sonniniidé représentatif de la zone, tel *Sonninia (S.) propinquans* BAYLE, type du genre *Sonninia* BAYLE, faciliterait les corrélations puisque cette espèce présente une large répartition géographique, depuis l'Angleterre (hemera de BUCKMAN, 1930) jusqu'à l'Ibérie.

— La révision du type d'*Ammonites subfurcatus* ZIETEN (DIETL, 1981) a conduit à exclure l'utilisation de cette espèce comme indice de la zone à « *Strenoceras* » *subfurcatum* (TERQUEM & JOURDY, 1869) puisque l'ammonite n'appartient pas au genre *Strenoceras* s.s. et provient de la base de la zone sus-jacente à *Garantiana*. L'espèce *Strenoceras niortense* (d'ORB.), représentative de l'ex-zone à « *Subfurcatum* », type du genre *Strenoceras* HYATT et, de plus, déjà choisie comme indice d'hemera (BUCKMAN, 1893, 1930), puis comme indice de zone (MASCKE, 1907), remplace légitimement aujourd'hui l'espèce de ZIETEN.

Sous-zones et horizons sont utilisés à la suite des échelles biostratigraphiques proposées entre autres par GABILLY et al (1971), PARSONS (1974, 1976, 1980), MORTON (1976), PAVIA & STURANI (1968), PAVIA (1983), SANDOVAL (1983), FERNANDEZ-LOPEZ (1985). Horizons et sous-zones ont parfois été confondus dans certaines de ces échelles.

6.3. DÉFINITION DES DIFFÉRENTES LIMITES (Tab. VI)

6.3.1. Bajocien inférieur

Zone à Discites (BUCKMAN, 1893) ARKELL, 1933

Espèce-indice : *Hyperlioceras (H.) discites* (WAAGEN, 1867).

L'espèce *discites*, type du genre *Hyperlioceras*, n'a pas été récoltée dans de nombreuses régions et la position stratigraphique du type de Waagen n'est pas précisée. D'où les réserves des uns sur l'emploi de cet indice et les difficultés des autres à traiter la limite Aalénien/Bajocien en l'absence d'une révision européenne du genre *Hyperlioceras*. Cependant, cette unité biostratigraphique doit être conservée pour des raisons historiques et légales, car, dès l'origine, elle a été bien établie et, par la suite, elle a été consacrée par l'usage.

BUCKMAN (1887-1907) utilise le groupe des Discitae (recouvrant en fait la totalité de ses espèces d'*Hyperlioceras*) comme indice d'une hemera dans ses couches à *Concavum* et sa zone à *Sonninia sowerbyi* (BUCKMAN, 1881). Toute ambiguïté sur cette nouvelle hemera est éliminée (BUCKMAN, 1893, p. 519) dans son tableau final, où il subdivise définitivement la zone à *S. sowerbyi* et superpose (de bas en haut) les hemerae qui la remplacent : *Concavi*, *Discitae*, *Witchelliae*, *Sauzei*. Dans son Postscript (ibid., pp. 520-1), il conclut que la création de ces hemerae nouvelles implique une « ligne de séparation chronologico-paléontologique » entre la paracmè des *Hildoceratacea* et l'acmè des *Sonninia*, c'est à dire avant (au-dessous de) l'hemera à *Discitae*. A la même époque, MUNIER-CHALMAS & LAPPARENT (1893) séparaient aussi les assises (A) à *Ludwigia concava* et *Haplopleuroceras subspinatum* des assises (B) à *Hyperlioceras walkeri* et *H. discites* dans leur Bajocien. BRASIL (1895), pour ce qui est de la Normandie, superposait également sa zone à *H. walkeri* à sa zone à *Lioceras concavum* (déterminations confirmées par BUCKMAN). Dans ces deux derniers cas, l'indice zonal *Walkeri*, bien localisé dans plusieurs coupes, était mis en concurrence avec *Discites* ARKELL (1933) considéré d'abord l'espèce *H. discites* comme indice de zone, puis comme indice de sa sous-zone basale dans sa zone à *S. sowerbyi* (1946). Finalement, la zone à *Hyperlioceras discites* n'acquiert son statut de zone et n'est reconnue comme telle, qu'après la révision critique de PARSONS (1974).

A la limite Aalénien/Bajocien, plusieurs séquences évolutives de *Graphoceras* s.l. et d'*Hyperlioceras* s.l. ont été décrites en France, dans la région de Digne, Alpes-de-Haute-Provence (CALOO, 1970; DUBAR et al, 1967; MOUTERDE et al, 1972; PAVIA, 1983) et à l'étranger (Skye, Ecosse : MORTON, 1985; Cap Mondego, Portugal : FERNANDEZ-LOPEZ et al, 1988; ROCHA et al, 1990; Maroc : SADKI, 1984). La majorité des auteurs admet que la base du Bajocien et de la zone à *Discites* débute avec l'apparition des premiers *Hyperlioceras* (*Toxolioceras*) contemporains des derniers *Graphoceras*, *Haplopleuroceras* et de Sonniniidés primitifs. Parmi eux, MORTON (1985) met en évidence la succession stratigraphique de trois paires dimorphes : 1) *Hyperlioceras (Toxolioceras) incisum* (M) – *H. (Reyne-sella) rotabilis* (m); 2) *H. (T.) mundum* (M) – *H. (R.) aspera* (m); 3) *H. (T.) walkeri* (M) – *H. (R.) contorta* (m). Dans le Dorset, PARSONS (1976) avait déjà indiqué d'une part, une lacune régionale sous l'horizon à *H. walkeri* et *H. rudidis-*cites, et d'autre part, la superposition de l'horizon à *H. subsectum* au précédent. Ce faisant, ces auteurs confirmaient la séquence évolutive des *Hyperlioceras*, esquissée par BUCKMAN (1904, pp. CXXVI-VII), fondée à la fois sur l'atténuation de la costulation, la réduction du diamètre de l'ombilic et l'évolution de la paroi ombilicale, d'inclinée sur l'ombilic (*Toxolioceras*) à perpendiculaire concave à sous-

cavée (*Hyperlioceras*), toutes tendances ataviques exprimées pour la dernière fois dans la super-famille.

Dans ce contexte, la proposition de *H. (T.) mundum* comme indice de la sous-zone basale peut paraître justifiée. Mais un tel choix serait source d'ambiguïté. Deux espèces portent le même nom spécifique et appartiennent à deux genres différents et à deux zones superposées : *Haplopleuroceras mundum* BUCK. (zone à Concavum, Aalénien) et *Hyperlioceras (Toxolioceras) mundum* (BUCK.) (zone à Discites, Bajocien). Toute citation sous les formes abrégées classiques « sous-zone (ou horizon) à *H. mundum* (ou à *Mundum*) » serait source potentielle de confusion. Par contre, *H. (T.) walkeri* BUCK., déjà utilisé pour une zone, subgénotype de *Toxolioceras* et prioritaire, serait un indice représentatif pour une sous-zone inférieure limitée à la répartition verticale des *H. (Toxolioceras)*. Dans le même esprit, *H. (H.) subsectum* (BUCK.) conviendrait bien pour la sous-zone supérieure correspondant à la répartition verticale des *H. (Hyperlioceras)*, et dans la mesure où l'indice zonal n'est pas obligatoirement relayé par un indice de sous-zone et d'horizon identique. Plusieurs horizons étant proposés, ils peuvent être choisis sur des critères biostratigraphiques et/ou phylogénétiques.

Dans les mêmes limites, l'évolution des *Euhoploceras* (Sonniniidés) pourrait parallèlement fournir des indices subzonaux à cette zone à Discites : *E. acanthodes* BUCK. pour la sous-zone inférieure et *E. dominans* BUCK. pour la sous-zone supérieure, si la nomenclature biostratigraphique du Bajocien inférieur venait à se fonder sur les Sonniniidés, mais leur répartition verticale est plus discutée : le premier est signalé dès la zone à Concavum à Bradford-Abbas (PARSONS, 1974).

Limite inférieure : le toit de la sous-zone à Formosum, au sommet de la zone à Concavum, inclut l'horizon terminal à *Eudmetoceras amplectens* BUCK. (WESTERMANN, 1969; BAYER, 1969; CONTINI *et al.*; CONTINI, 1991a, 1994), à large répartition stratigraphique. Les recommandations internationales donnent priorité, non au sommet de l'Aalénien, mais à la base du Bajocien pour la définition de l'étage : ce doit donc être l'apparition des *Hyperlioceras (Toxolioceras)* qui fixe la limite inférieure de la zone à Discites et de l'étage Bajocien.

Très récemment, au moment du dépôt à l'impression du présent volume, les spécialistes, consultés par le président de la Sous-Commission Internationale du Jurassique, ont proposé, à une très forte majorité, la coupe du Cap Mondégo (Portugal) comme stratotype de limite de la base de l'étage Bajocien (remarque de R. Mouterde).

Cette proposition a été soumise au Congrès International de Géologie, en Chine (août 1996).

Limite supérieure : la disparition des derniers représentants des Hammatocératidés et des Graphocératidés, c'est-à-dire des ultimes représentants des genres *Graphoceras* s.l. et *Hyperlioceras* s.l., délimite la fin de la zone.

Caractéristiques générales : la zone à Discites contient les derniers Grammocératinés (*Asthenoceras*), Hammatocératidés (*Eudmetoceras*, *Euaptetoceras*, *Pseudaptetoceras*), les derniers *Haplopleuroceras* et, chez les Graphocératidés, les représentants tardifs du genre *Graphoceras* s.l., tandis que tous les *Hyperlioceras* s.l. sont cantonnés dans les limites de la zone à Discites. Les rares Sonniniidés

primitifs, apparus dans la partie supérieure de l'Aalénien (zone à Concavum) se diversifient brusquement dans la zone à Discites, surtout le genre *Euhoploceras*, mais quelques *Zurheria* et *Fontannesia* s'y rencontrent aussi (l'appartenance du genre *Fontannesia* aux Sonniniidés est mise en doute : MAUBEUGE, 1967 (comm. orale); WESTERMANN & RICCIARDI, 1972, 1982 : Hildoceratidae ?). Par ailleurs, chez les Otoitiidés (Stephanocératacés), la paire dimorphe *Dcidoceras* (M) (incluant *Emileites*) - *Trilobiticeras* (m) est considérée comme caractéristique de la partie supérieure de la zone (CALLOMON *in* DONOVAN *et al.*, 1988).

— **Sous-zone à Walkeri** (BRASIL, 1895)

Espèce-indice : *Hyperlioceras (Toxolioceras) walkeri* BUCK..

La sous-zone est dominée par les Graphocératidés : *Graphoceras (G.) limitatum* (BUCK.), *G. (G.) pulchrum* (BUCK.) et les trois paires dimorphes peuvent marquer trois horizons successifs (voir plus loin), accompagnées d'autres *Toxolioceras*; Hammatocératidés : *Eudmetoceras cf. amplectens* BUCK., *E. prospheus* BUCK., *Euaptetoceras euaptetum* BUCK., *E. infernense* ROMAN, *Pseudaptetoceras klimakomphalum* (VACEK); des *Haplopleuroceras* (*H. subspinatum* BUCK., *H. eximum* GÉRARD, *H. mundum* BUCK.), *Zurheria (Z. inconstans* BUCK.) et *Fontannesia* telles *F. grammoceroides* (HAUG) et *F. concentrica* BUCK..

La fréquence des Sonniniidés augmente rapidement : *Euhoploceras acanthodes* BUCK., *E. crassispinatum* BUCK., *E. polyacanthum* (WAAGEN).

MORTON décrit à ce niveau 3 horizons marqués chacun par une paire dimorphe (de bas en haut) :

- à *Hyperlioceras (Toxolioceras) incisum* BUCK. (M) – *H. (Reynesella) rotabilis* (BUCK.) (m),
- à *H. (T.) mundum* (BUCK.) (M) – *H. (R.) aspera* (BUCK.) (m),
- à *H. (T.) walkeri* BUCK. (M) – *H. (R.) contorta* (BUCK.) (m).

Cette proposition est à tester. Cette faune basale comporte, d'après les différents auteurs, à la fois des *Hyperlioceras (Toxolioceras)* et des indices de l'horizon à Amplectens considéré comme le toit de l'Aalénien. Il se pose aux biostratigraphes un devoir de réserve dans l'attente de nouvelle recherches. Ou bien l'horizon à Amplectens précède réellement l'apparition des *H. (Toxolioceras)* : les faunes précitées seraient condensées et la limite Aalénien/Bajocien passerait entre les deux horizons Amplectens/*Incisum*. Ou bien les premiers *H. (Toxolioceras)* accompagnent les indices de l'horizon à Amplectens. Alors la convention biostratigraphique internationale impose : (1) de donner la priorité aux critères de définition de la base du Bajocien, (2) de planter le clou d'or dès l'apparition du premier *H. (Toxolioceras)*, (3) d'adopter les horizons proposés par Morton (1985) dans cette sous-zone à Walkeri, (4) d'amputer le sommet de la sous-zone à Formosum de l'horizon à Amplectens.

— **Sous-zone à Subsectum** (PARSONS, 1976)

Espèce-indice : *Hyperlioceras (H.) subsectum* (BUCK.).

Signalé comme horizon à Subsectum (PARSONS, 1976; CALLOMON & CHANDLER, 1990) ce niveau contenant la majorité des *Hyperlioceras (Hyperlioceras)* (sous-genre restreint aux formes comprimées, discoïdes, involutes, étroitement ombiliquées, à paroi ombilicale abrupte, con-

cave ou sous-cavée, à flancs faiblement ornés sur la loge, convergeant vers la région ventrale portant une carène élevée) mérite le rang de sous-zone, faisant pendant à la sous-zone à Walkeri abritant les *Toxolioceras*.

Aux grands *Hyperioceras* à section subtriangulaire : *H. (H.) subsectum* (BUCK.), *H. (H.) ruditiscites* BUCK., *H. (H.) subdiscoideum* (BUCK.), *H. (H.) deflexum* BUCK., *H. (H.) triangulare* (BUCK.), s'ajoutent les Otoitidés dimorphes : *Dodoceras* (*Dodoceras?*) cf. *longalvum* (VACEK), *D. (D.) cylindroides* BUCK., *D. (D.) planulatum* BUCK., *D. (D.) perfectum* BUCK. (macroconques) et *D. (Trilobiticeras) trilobitoides* (BUCK.), *D. (T.) platygaster* (BUCK.) (microconques). Parmi les Sonniniidés, *Euhoploceras dominans* BUCK., *E. marginatum* BUCK., *E. modestum* BUCK., *E. alternatum* BUCK. et de rares microconques. Diverses espèces d'Haplocératacés apparaissent : Oppeliidés (*Bradfordia*) et Strigocératidés (*Praestrigites*, *Strigoceras*, *Hebetoxites*).

Zone à Laeviuscula (HAUG, 1894) ARKELL, 1933 (PARSONS, 1974)

Espèce-indice : *Witchellia laeviuscula* (Sow.).

Dans sa zone à S. « sowerbyi » (1881), BUCKMAN intercale en 1893 son hemera *Witchelliae* entre ses hemerae *Discitae* et *Sauzei*. Plus tard, il introduit d'autres hemerae nouvelles entre les deux premières (1930). ARKELL (1933, 1946, 1956) utilise la sous-zone à *Shirbuirnia trigonalis* (ex-hemera de BUCKMAN) pour cet intervalle compris entre les sous-zones à *Discites* et à *Laeviuscula*. Suivant OECHSLE (1958) et GABILLY (1964), CONTINI (1970) établit une sous-zone à *Sonninia ovalis*, indice d'une hemera de BUCKMAN, pour remplacer la sous-zone à *Trigonalis* d'ARKELL et précise que des *Shirbuirnia* sont présentes dans cette zone en Lorraine et dans le Jura. PARSONS (1974, 1976, 1980) divise sa grande zone à *Laeviuscula* (entre celles à *Discites* et à *Sauzei*) en deux sous-zones : l'inférieure à *Ovalis* (mais amputée de sa faune supérieure à *Shirbuirnia trigonalis*) et la supérieure à *Laeviuscula* (enrichie de ces dernières, à l'encontre de la conception d'ARKELL). Il se fonde sur le mélange des faunules à *Shirbuirnia* et à *Witchellia*, à la base du *Fossil Bed* de Sandford Lane, Sherborne (Dorset). Mais dans ce gisement, comme dans le *Sowerbyi-Bank* des environs de Gingen-Grünbach ou la coupe de la Wutach (Allemagne), la base de la sous-zone à *Laeviuscula* décrite par PARSONS est conglomératique et séparée de la sous-zone à *Ovalis* par une surface d'érosion.

MORTON (1975) revient au concept de BUCKMAN et d'ARKELL, élève les sous-zones au rang de zones et intègre les *Shirbuirnia* à la zone à *Ovalis*. La faune de grands Sonniniidés, faiblement ornementés sur la loge, qui caractérise la sous-zone à *Ovalis* se distingue à la fois de la faune connue dans la zone à *Discites* sous-jacente et de celle de la sous-zone à *Laeviuscula*. Etant donné sa vaste répartition géographique, la sous-zone à *Ovalis* sera certainement un jour promue au rang de zone comme les autres sous-zones d'Arkell. Mais elle est maintenue ici à la base de la zone à *Laeviuscula*.

Des *Shirbuirnia* se rencontrent associées à *Euhoploceras* (*Fissilobiceras*) *ovalis* en Lorraine et dans le Jura (CONTINI, 1970), mais aussi en Allemagne ou en Ecosse. Excepté leur ligne cloisonnaire simplifiée, ces *Shirbuirnia* présentent plus d'affinités morphologiques avec les *E. (F.)* et les *E. (Euhoploceras) parvicostatum* S. BUCK. qu'avec

les *Witchellia*. Cette faune peut être détachée entre la sous-zone à *Ovalis* et celle à *Laeviuscula*.

Limite inférieure : la zone à *Laeviuscula* est soulignée à sa base par la disparition des Graphocératidés et Hammatocératidés et leur remplacement par ces Sonniniidés de grande taille, à loge d'habitation peu ornée du sous-genre *Euhoploceras* (*Fissilobiceras*) et par les premières *Witchellia* s.l.

Limite supérieure : la fréquence des *Witchellia* diminue. Les *Sonninia* du groupe *patella* apparaissent, tandis que le nombre des Stéphanocératidés augmente.

Caractéristiques générales : à la partie inférieure, prédominance des grands Sonniniidés à loge lisse; apparition des *Witchellia* (M) – *Pelekodites* (m); extinction des *Fontannesia*; relais des *Dodoceras* (M) – *Trilobiticeras* (m) par les *Emileia* (M) – *Otoites* (m); présence des Haplocératacés.

A la partie supérieure, maximum de fréquence des *Witchellia* (M) – *Pelekodites* (m). Apparition des premiers Lissocératidés; fréquents Oppeliidés; rares Strigocératidés. Au sommet, Stéphanocératidés [*Skirroceras*, *Kumatostephanus* (M) – *Gerzenites* (m)] et Sphaerocératidés (*Frogdenites*) entrent en concurrence avec les Otoitidés [*Emileia* (M) – *Otoites* (m)].

Trois sous-zones seront donc distinguées : la sous-zone à *Ovalis* (inférieure), la sous-zone à *Trigonalis* (médiane) et la sous-zone à *Laeviuscula* (supérieure).

— Sous-zone à Ovalis (BUCKMAN, 1930; OECHSLE, 1958) CONTINI, 1970

Espèce-indice : *Euhoploceras* (*Fissilobiceras*) *ovalis* (QUENST.).

Faune : *Euhoploceras* (*Fissilobiceras*) *ovalis* (QUENST.) BUCK., *E. (F.) fissilobatum* (WAAGEN), *E. (F.) rудis* (QUENST.), *Witchellia romanoïdes* (DOUV.), *W. sayni* (HAUG), *Pelekodites schlumbergeri* (HAUG), *Fontannesia obrupta* BUCK., *Dodoceras?* (*Dodoceras?*) *limatum* BUCK., *Trilobiticeras* (*T.*) *cricki* PARSONS, *T. (Emileites) malenotatum* (BUCK.), *T. (E.) catamorphum* (BUCK.), *E. (Otoites) douvillei* PARSONS, *Bradfordia* p. sp., *Strigoceras compressum* (ETHERIDGE).

La subdivision de la sous-zone en horizons est provisoire. Deux voies de recherche s'ouvrent éventuellement. Chez les Sonniniidés *E. (Fissilobiceras) ovalis* et *E. (F.) fissilobatum* semblent se succéder. Chez les Oppeliidés, *Bradfordia inclusa* BUCK., plus fréquent à la base, pourrait être relayé au sommet par *B. costata* BUCK. Ces deux lignées pourraient chacune fournir des indices d'horizons.

— Sous-zone à Trigonalis (ARKELL, 1933) CALLOMON & CHANDLER, 1990

Espèce-indice : comme pour la zone.

Cette hemera de BUCKMAN (1930), intercalée entre *Fissilobatum* et *Ruber*, devient sous-zone pour ARKELL (1933), avant d'être transférée dans la zone à *Laeviuscula* et amputée de sa base (*Ovalis*) d'après PARSONS (1974), puis utilisée à la fois comme sous-zone et horizon (CALLOMON & CHANDLER, 1990).

Elle débute avec l'apparition des *Shirbuirnia* et des *Witchellia* du groupe *connata* BUCK.; elle se termine avec la disparition des *Shirbuirnia* et l'apparition des *Witchellia ru-*

bra. Elle contient les derniers *Euhoploceras* (*Fissilobiceras*).

Faune : *Shirbuirnia trigonalis* BUCK., *S. fastigata* BUCK., *S. subtrigonata* BUCK., *Sh. superba* (BUCK.), *Witchellia connata* (S. BUCK.), *Pelekodites pelekus* (BUCK.), *Euhoploceras* (*Fissilobiceras*) cf. *fissilobatum* (WAAGEN), *E. (Euhoploceras) adicum* (WAAGEN).

CALLOMON & CHANDLER (1990) proposent deux horizons : l'inférieur à *Witchellia connata* et le supérieur à *Shirbuirnia trigonalis*. Sur la bordure poitevine, un horizon à Sonniniidés épineuses du groupe de « *S. adicra* » avait été signalé (GABILLY et al., 1971) au-dessus de la faune à *Shirbuirnia*. L'extrême polymorphisme dans le groupe *adicrum* (WESTERMANN, 1964) rend trop délicate l'utilisation de l'espèce de WAAGEN comme indice biostratigraphique, d'autant que des représentants de ce groupe accompagnent les *Shirbuirnia*.

— Sous-zone à *Laeviuscula* (HAUG, 1894) ARKELL, 1933 (MORTON, 1975)

Espèce-indice : comme pour la zone.

L'hemera *Witchelliae* de BUCKMAN (1893) fut d'abord traitée comme sous-zone supérieure de la zone à *S. « swerbyi »* (LORY, 1905; ARKELL, 1933, 1946, 1956; GABILLY et al., 1971). HAUG (1894, 1910) remplaçait la zone à *Swerbyi* par la zone à *Laeviuscula*. Entre les zones à *Discites* et à *Sauzei*, PARSONS (1974) utilise *W. laeviuscula*, à la fois comme indice d'une grande zone et de sa sous-zone supérieure. Par ailleurs, il substitue *S. ovalis* à *S. « swerbyi »* comme indice de la sous-zone inférieure en plaçant toutefois la faune à *Shirbuirnia trigonalis* à la base de la zone à *Laeviuscula*. ARKELL (1933), à la suite des travaux de BUCKMAN (1930) avait pourtant associé cette faune à celle des grands Sonniniidés à la loge d'habitation lisse (*Fissilobiceras*) dans sa zone à *Shirbuirniae* ou à *Shirbuirnia trigonalis*. MORTON (1975) revient à ce concept : la « sous-zone » à *Laeviuscula* de Parsons est amputée des couches à *Shirbuirnia trigonalis*.

GABILLY et al., (1971) avaient signalé un horizon à *Jugifera* (basal), avec des Sonniniidés plutôt évolutes à section *witchelloïde*, précédant l'horizon à *Laeviuscula* (sommel), à *Witchellia* du groupe *laeviuscula* (Sow.). CALLOMON & CHANDLER (1990) ont préféré *Witchellia rubra* (S. BUCK.), c'est à dire l'hemera de BUCKMAN succédant aux *Shirbuirnia* (1930), comme indice de leur horizon inférieur. Mais évoquant le polymorphisme des Sonniniidés mis en évidence par WESTERMANN (1966), MORTON (1975) conclut sur la possible synonymie de *W. rubra* avec *W. laeviuscula*. Notre choix de 1971 nous paraît donc plus significatif.

• Horizon à *Jugifera* (GABILLY et al., 1971)

Espèce-indice : *Sonninia jugifera* (WAAGEN).

Faune : *Sonninia jugifera* (WAAGEN), *S. gingensis* (WAAGEN), *S. gelasina* (BUCK.), *S. corrugata* (Sow.).

• Horizon à *Laeviuscula* (HAUG, 1894) ARKELL, 1933

Espèce-indice : comme pour la zone.

Cet horizon dérive du calendrier héméral de BUCKMAN (1930). Il débute avec l'explosion des *Witchellia* du groupe *W. laeviuscula* (Sow.); il se finit avec la raréfaction brusque des *Witchellia* et l'apparition des *Sonninia* du groupe *patella* (WAAGEN).

Faune : *Witchellia laeviuscula* (Sow.), *W. hyalina* (BUCK.), *W. rubra* (BUCK.), *Pelekodites buckmani* (HAUG), *P. macer* (BUCK.), *S. (Papilliceras) arenata* (WAAGEN), *Emileia* (*Emileia*) *contrahens* BUCK., *E. (Otoites) delicata* BUCK., *E. (O.) fortis* (WEST.), *E. (O.) contracta* (Sow.), *Strigoceras strigifer* (BUCK.), *Hebetoxites hebes* BUCK., *Bradfordia praeradiata* (Douv.), *B. etheridgei* BUCK., *Protoecotraustes* sp., *Lissoceras semicostatum* BUCK. Au sommet, premiers *Frogdinites*, *Mollistephanus* et *Skirroceras*.

Zone à *Propinquans* (BUCKMAN, 1895) CONTINI et al., 1991 (= ZONE à *Sauzei* OPPEL, 1856)

Espèce-indice : *Sonninia propinquans* (BAYLE).

Le choix par OPPEL (1856) de l'*Ammonites sauzei* d'ORB. comme indice de cette zone offre aujourd'hui apparemment plus d'inconvénients que d'avantages aux biostratigraphes. Cette sous-espèce d'*Emileia* (*Otoites*) *contracta* (Sow.) représente en effet dans le sous-genre microconque *Otoites* l'un des morphes ultimes dans l'évolution phylétique des Otoitiidés européens (WESTERMANN 1954). Sa répartition paléogéographique limitée est un obstacle aux corrélations.

Pour sortir de cette impasse, CONTINI et al. (1991b) ont proposé de lui substituer *Sonninia propinquans* (BAYLE), type du genre *Sonninia* BAYLE, indice d'hemera de BUCKMAN, associée à *E. (O.) sauzei* et espèce largement distribuée tant en France que dans le monde. D'ailleurs BUCKMAN (1895) utilisait déjà *S. propinquans* comme indice de l'intervalle *Sauzei* dans les Cotswolds. Bien que le polymorphisme des Sonniniidés soit réputé, personne ne peut nier l'importance capitale de cette famille tout au long du Bajocien inférieur. A l'exception de la dernière, toutes les zones de ce sous-étage ont (ou peuvent avoir) pour indice des représentants des Sonniniidés, chaque zone marquant une étape essentielle dans l'histoire de la famille. Cette échelle biostratigraphique utilisant les Sonniniidés peut être étroitement corrélée avec celle qui est ancrée sur les Graplocératidés à sa base et au sommet avec celle fondée sur les Stephanocératidés, assurant ainsi de précieux relais dans ce que BUCKMAN (1930) appelait son âge « *Sonninian* ».

Limite inférieure : la brusque raréfaction des *Witchellia* et l'apparition soudaine des *Sonninia* (*Sonninia*) du groupe *patella* (WAAGEN) marquent le début de la zone.

Limite supérieure : avant la fin de la zone, les dimorphes *Emileia* (M) – *Otoites* (m) ont disparu, ainsi que les *Labyrinthoceras*; les *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) concurrencent les *Skirroceras* et les *Stemmatoceras* relayent les *Kumatostephanus*.

Caractéristiques générales : extinction des *Witchellia* à la partie basale; fréquence maximale des *Sonninia* (S.), *S. (Papilliceras)*, des dimorphes *Emileia* (M) – *Otoites* (m), *Kumatostephanus* (M) – *Gerzenites* (m); abondance des *Stephanoceras* (*Skirroceras*); apparition des *Dorsetenia* et des *Labyrinthoceras*; présence des *Haplocératacés* (Oppelliidés, Lissocératidés, Strigocératidés).

Deux sous-zones sont différenciées dans cette zone à *Propinquans*. Dès 1953, MOUTERDE distinguait un horizon supérieur à Sonniniidés (sans Otoitiidés) paralléisé avec l'hemera *Alsatica* de BUCKMAN au sommet de cette zone.

WESTERMANN (1954) isolait à la base de sa zone à *Humphriesianum*, des couches à *Pinguis*, immédiatement sous la sous-zone à *Romani* (*Complanata*) et au-dessus de sa zone à *Sauzei*. GABILLY signalait en Poitou un horizon supérieur à *Polyschides* seul (GABILLY *et al.*, 1971). Puis, la zone à *Sauzei* est redéfinie sur la base de ses Stéphanocératidés (PARSONS, 1974, 1977). MORTON enfin (1975, 1976) introduit une sous-zone supérieure à *Hebridica*, dominée par les *Sonninia* (*S.*), *S. (Papilliceras)* et *Dorsetensia*, dans le Bajocien de l'île de Skye au N-W de l'Ecosse. PARSONS (1980) met en doute la validité de cette sous-zone en plaident son équivalence avec la zone à *Sauzei* telle qu'elle est délimitée en Allemagne et en Normandie. Pourtant il existe des faunes distinctes : à la base avec *Sonninia* (*S.*) et Otoïtidés, et au sommet avec *Dorsetensia* et Stéphanocératidés dans diverses régions de l'Europe.

— Sous-zone à *Patella* CONTINI *et al.*, 1991

Espèce-indice : *Sonninia patella* (WAAGEN).

L'apparition des *Sonninia* (*Sonninia*) du groupe *patella* délimite la base de cette sous-zone, bornée au sommet par l'irruption du genre *Dorsetensia*. La faune est dominée par les Otoïtidés *Emileia* (*M*) – *Otoites* (*m*), les *Kumatostephanus* (*M*) – *Gerzenites* (*m*), les *Stephanoceras* (*Skirroceras*) et les *Sonninia* (*Sonninia*).

Faune : *Emileia* (*Emileia*) *bulligera* BUCK., *E. (E.) greppini* MAUB., *E. (E.) pseudocontrahens* MAUB., *E. (E.) polymera* (WAAGEN), *E. (E.) brocchii* (SOW.), *E. (Otoites) contracta* *sauzei* (d'ORB.), *E. (O.) pauper* WEST., *E. (O.) tumulosa* WEST., *Stephanoceras* (*Skirroceras*) *leptogyrale* (BUCK.), *S. (Sk.) bayleanum* (OPP.), *Epalkites anceps* (QUENST.), *Kumatostephanus* (*Kumatostephanus*) *perjucundus* BUCK. – *triplicatus* (RENZ), *K. (K.) kumaterus* (BUCK.), *K. (K.) turgidulum* (QUENST.) WELSCH, *K. (Gerzenites) rugosus* (WEST.), *Sonninia* (*Sonninia*) *patella* (WAAGEN), *S. (S.) propinquans* BAYLE, *S. (S.) felix* BUCK., *S. (S.) corrugata* (SOW.), *S. (Papilliceras) mesacantha* (QUENST.), *Pelekodites buckmani* (HAUG), *P. sulcatus* (BUCK.), *Labyrinthoceras meniscum* (WAAGEN), *Bradfordia* sp., *Strigoceras* sp. et *Lissoceras* sp.

Sur la base des fréquences relatives des deux espèces de *Sonninia*, deux horizons sont proposés ici :

- Horizon à *Patella*, à la base,

- Horizon à *Propinquans*, au sommet.

— Sous-zone à *Hebridica* MORTON (1975, 1976)

Espèce-indice : *Dorsetensia hebridica* MORTON.

La raréfaction des Otoïtidés au profit des Stéphanocératidés, l'augmentation brusque de fréquence des *Dorsetensia* s.l. corrélative du déclin des *Sonninia* marquent la limite inférieure de cette sous-zone. Son sommet est souligné par la disparition des *Labyrinthoceras* et l'accélération du remplacement des *Stephanoceras* (*Skirroceras*) par les *St. (Stephanoceras)* et des *Kumatostephanus* (*Kumatostephanus*) par les *K. (Stemmatoceras)*.

Faune : dernières *Emileia* (*Emileia*) *polyschides* (WAAGEN), *E. (E.) greppini* MAUB., *E. (E.) bulligera* BUCK., *Kumatostephanus* (*Kumatostephanus*) *perjucundus* (BUCK.), *Epalkites anceps* (QUENST.), *E. lepsiusi* (GILLET), *Stephanoceras* (*Skirroceras*) *scolex* (BUCK.), *S. (Sk.) dolichoecum* (BUCK.), *S. (Sk.) kalum* (BUCK.), *S. (Sk.) rhytum* (BUCK.), *S. (Sk.)*

macrum (QUENST.), *S. (Normannites) braikenridgei* (Sow.), *S. (N.) latansatum* (BUCK.), *Dorsetensia* (*Nannina*) sp.

Zone à *Humphriesianum* (OPPEL, 1856)

Espèce-indice : *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) *humphriesianum* (Sow.).

Dès l'origine, OPPEL (1856) a clairement délimité sa zone à *Humphriesianum*, entre le toit de sa zone à *Sauzei* (*Blaukalke*) et la base de la zone à *Niortense* (*Subfurcation-Oolith*). BUCKMAN (1893, 1909-1930) y a créé cinq hémérae. MASCKE (1907) subdivisait la zone à *Humphriesianum* en quatre unités (« zones ») fondées sur l'évolution des Stéphanocératidés : ce canevas biostratigraphique devait être ultérieurement précisé par KUMM (1952) et WESTERMANN (1967). La division de cette zone en sous-zones s'est finalement révélée plus délicate et fluctuante à la partie inférieure. D'abord la différenciation subtile des sous-genres et espèces de Stéphanocératinés et de *Dorsetensia* a conduit à des confusions fréquentes. Les indices sub-zonaux, choisis tantôt dans l'une, tantôt dans l'autre de ces deux lignées évolutives, ont donné des zonations concurrentes d'une région à l'autre. Par ailleurs, les couches à *Dorsetensia pinguis* (WESTERMANN, 1954) et la sous-zone à *Dorsetensia hebridica* (MORTON, 1975) furent d'abord introduites à la base de la zone à *Humphriesianum* avant d'être descendues, pour partie ou entièrement au sommet de la zone à *Sauzei* sous-jacente. Actuellement, un accord tacite existe sur une division tripartite de la zone à la suite des travaux de PAVIA & STURANI (1968), STURANI (1971) et PAVIA (1983) dans les Alpes-de-Haute-Provence et en Vénétie, ainsi qu'après la révision de PARSONS (1976).

Limite inférieure : la disparition des *Emileia* (*M*) – *Otoites* (*m*) et l'apparition de *Dorsetensia* (*Dorsetensia*) *romani*, de *D. (D.) edouardiana*, du sous-genre *Kumatostephanus* (*Stemmatoceras*) sont de bons indices pour le début de cette zone.

Limite supérieure : le passage de la zone à *Humphriesianum* à celle à *Niortense* est aussi la limite Bajocien inférieur-supérieur. Un renouvellement profond de la faune se produit alors avec un net déclin des Stéphanocératinés [derniers *Stephanoceras* (*Stephanoceras*)], disparition des *Dorsetensia* et diversification rapide des Cadomininés, Parkinsoninés et des Leptosphinctinés.

Caractéristiques générales : persistance des *Dorsetensia* à la base. Développement des *Stephanoceras* (*M*) – *Itinsaites* (*m*) à la partie moyenne et des *Teloceras* (*M*) – *Normannites* (*m*) à la partie supérieure. derniers *Stephanoceras* (*Skirroceras*) (*M*) – *S. (Epalkites)* (*m*) et *Kumatostephanus* (*Stemmatoceras*) (*M*) – *Gerzenites* (*Platystomites*) (*m*). Développement des *Chondroceras*, *Sphaeroceras*, *Poecilomorphus*. Différenciation des *Oppelia*.

— Sous-zone à *Romani* (HAUG, 1891) MULLER, 1941 (= sous-zone à *Cycloides* STURANI, 1971)

Espèce-indice : *Dorsetensia* (*Dorsetensia*) *romani* (OPP.).

Cette sous-zone commence avec l'extension des paires dimorphes *Dorsetensia* (*M*) – *Nannina* (*m*), en particulier

celles des *Dorsetlesia* (*Dorsetlesia*) *romani* et *D.* (*D.*) *edouardiana*, ainsi que celle des sous-genres *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) et *Kumatostephanus* (*Stemmatoceras*). Le couple *Skirroceras* (M) – *Epalkites* (m) persiste et les genres *Chondroceras*, *Sphaeroceras* et *Poecilomorphus* se diversifient rapidement. La fin de la sous-zone est annoncée par le déclin des *Dorsetlesia* et l'apparition des *Stephanoceras* du groupe *umbilicum*. Pour PAVIA (1983), les formes précoce de *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) interprétées comme *S. (S.) humphriesianum* (SOW.) ont souvent été confondues avec *S. (S.) plicatum* (QUENST.) qui apparaît au passage de la sous-zone à *Hebridica* à celle à *Romani*. Il en serait ainsi de l'horizon basal de la zone à *Humphriesianum* reconnue par GABILLY dans le Poitou; néanmoins, les autres horizons, même modifiés, restent valables. Pour sa part, PAVIA distinguait deux horizons dans la sous-zone à *Romani* = l'inférieur à *Edouardiana* et le supérieur à *Paululus*.

Deux horizons précédemment séparés sont repris ici :

- **Horizon à *Edouardiana*** (BRASIL 1895) PAVIA, 1983
 (= Horizon à *Furticarinata* GABILLY et al., 1971)

Espèce-indice : *Dorsetlesia* (*Dorsetlesia*) *edouardiana* (d'ORB.).

BRASIL (1895) caractérisait la faune riche à *Dorsetlesia* et Stéphanocératidés de la base du Conglomérat de Bayeux (Normandie) à Sully par l'indice *Dorsetlesia edouardiana* (d'ORB.). Cet horizon est dominé par les *Dorsetlesia* (M) – *Nannina* (m), *Skirroceras* (M) – *Epalkites* et *Stephanoceras* (M) – *Itinsaites* (m).

Faune : *Dorsetlesia* (*Dorsetlesia*) *edouardiana* (d'ORB.), *D. (D.) liostraca* BUCK., *D. (D.) tessoniana* (d'ORB.), *D. (Nannina) deltafalcata* (QUENST.), *D. (N.) regrediens* (HAUG), *D. (N.) lennieri* (BRASIL), *Poecilomorphus cycloides* (d'ORB.), *Stephanoceras* (*Skirroceras*) *macrum* (QUENST.), *St. (Sk.) nodosum* (HYATT), *St. (Sk.) freycineti* BAYLE, *St. (Sk.) rochei* (MAUB.), *St. (Epalkites)* sp., *St. (Stephanoceras)* *plicatum* (QUENST.), *St. (Itinsaites)* *latansatus* (BUCK.), *Oppelia subradiata* (SOW.), *O. skrodzkyi* (BRASIL), *Oecotraustes genicularis* (WAAGEN), *Lissoceras* sp., *Strigoceras bessinum* BRASIL, *Nannolytoceras pygmaeum* (d'ORB.).

- **Horizon à *Gervillii*** GABILLY et al., 1971 (inclus l'horizon à *Paululus*, PAVIA 1983)
 (= Horizon à Cycloides [« Frechi » ?])

Espèce-indice : *Chondroceras gervillii* (Sow.).

Cet horizon renferme l'essentiel de la diversification des genres *Chondroceras* et *Poecilomorphus*, les derniers *Dorsetlesia* – *Nannina* et la plupart des *Stemmatoceras*.

Faune : dernières *Dorsetlesia* (M) – *Nannina* (m), *Poecilomorphus cycloides* (d'ORB.), *Chondroceras gervillii* (Sow.), *Ch. evolvenscens* (WAAGEN), *Ch. orbignyanum* (WRIGHT), *Ch. wrighti* BUCK., *Sphaeroceras brongniarti* (d'ORB.), *Oecotraustes* (*Oppelia*) *umbilicatus* (BUCK.), *Kumatostephanus* (*Stemmatoceras*) sp., *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) *pseudohumphriesi* (MAUB.), *St. (St.) plagiolum* (BUCK.).

L'horizon correspond aux hemerae *Parcicarinatus* et *Umbilicata* de BUCKMAN (1930).

— **Sous-zone à *Humphriesianum*** (OPPEL, 1856) MULLER, 1941

Espèce-indice : comme pour la zone.

Cette faune, essentiellement constituée de *Stephanoceras* (M) – *Itinsaites* (m) présente une large répartition géographique en Europe et elle intègre l'horizon supérieur à *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) *umbilicum* (QUENST.) reconnu par J. Gabilly aux environs de Saint-Maixent, Deux-Sèvres (GABILLY et al., 1971). Le déclin avant l'extinction des *Kumatostephanus* (*Stemmatoceras*) et l'apparition des premiers *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) du groupe *S. (S.) umbilicum* (QUENST.) – *mutabile* WEISERT marquent le début de cette sous-zone médiane de la zone à *Humphriesianum*. La diversification des *Teloceras* au sens large en annonce la fin.

Depuis longtemps déjà, la morphologie des Stéphanocératidés de cette zone est connue par son évolution depuis les morphes évolutes serpenticônes jusqu'à des formes involutes cadicônes. Ceci est encore valable au rang de cette sous-zone et se traduit par le choix des indices retenus pour les trois horizons désignés par CALLOMON & CHANDLER (1990) : 1) *Humphriesianum*; 2) *Gibbosum*; 3) *Blagdeniforme*. Au sein de la zone et d'après la littérature, la position exacte de *S. (S.) « humphriesianum »* semble aussi discutée que celle de *S. (S.) « umbilicum »*, mais les espèces de SOWERBY et de QUENSTEDT sont bien présentes dans cette sous-zone. En dépit de la proposition anglaise précitée, une subdivision de l'intervalle biostratigraphique correspondant à l'horizon à *Umbilicum* de GABILLY paraît encore prématurée.

Faune : *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) *umbilicum* (QUENST.) – *mutabile* Weisert, *S. (S.) humphriesianum* (J. de C. SOW.), *S. (S.) bigoti* (HAUG), *S. (S.) pyritosum* (QUENST.), *S. (S.) zieteni* (QUENST.) RENZ, *S. (S.) crassicosatum* (QUENST.) RENZ, *S. (S.) gibbosum* (BUCK.), *Itinsaites latumbilicatum* WEST., *I. gracilis* WEST., *I. formosum* (BUCK.), *Cadomites stephanoceratiformis* (MAUB.).

Dans cette faune, les *Chondroceras* et *Poecilomorphus* ont disparu. Les Stéphanocératidés de cette sous-zone montrent une diversification tridirectionnelle : télocériforme (avec renflement des tours), cadomitiforme et périssphinctiforme.

— **Sous-zone à *Blagdeni*** (Six, 1879) SPATH, 1936

Espèce-indice : *Teloceras* (*Teloceras*) *blagdeni* (Sow.).

Elle débute avec l'explosion des *Teloceras* (M) – *Normannites* (m) et le déclin des *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) qui ne tardent pas à disparaître. L'explosion des Périssphinctacés marque la fin de cette sous-zone, avant la disparition des derniers *Teloceras* (*Teloceras*).

La subdivision de cette sous-zone dominée par l'évolution des *Teloceras* a été proposée par GABILLY et al. (1971). Cependant, l'indice *Teloceras* (*Teloceras*) *subblagdeni* (SCHMIDTILL & KRUMBECK), alors préféré à *T. (T.) acuticostatum* (WEISERT) proposé par CONTINI (1970), tombe en synonymie avec ce dernier, et l'espèce *acuticostatum* est localement rencontrée dans toute la sous-zone (PAVIA, 1983). Il faut donc changer d'indice et choisir au moins entre *triptolenum* (BUCK.) (DIETL, 1977), *dubium* (SCHMIDTILL & KRUMBECK) (PAVIA, 1983) ou *blagdeniforme* (ROCHE) (CALLOMON & CHANDLER, 1990) : le second bien positionné dans

les Alpes de Haute-Provence semble très représentatif et il est validé comme indice par l'usage.

• Horizon à Dubium PAVIA, 1983

Espèce-indice : *Teloceras dubium* (SCHMIDTILL & KRUMBECK).

Cet horizon correspond à celui à *Acuticostatum* de CONTINI (1970) et à celui à *Subblagdeni* de GABILLY *et al.*, (1971).

Faune : *Teloceras dubium* (SCHMIDTILL & KRUMBECK), *T. acuticostatum* (WEISERT), *T. triptolenum* (SIBUCK), *T. blagdeniforme* (ROCHÉ), *T. lotharingicum* (MAUB.), *T. subcoronatum* (OPP.), *Normannites orbignyi* BUCK., *N. fortis* PAVIA, *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) *tenuicostatum* (HOCHST.) PAVIA, *S. (S.) sturanii* PAVIA, *Cadomites septicostatus* (BUCK.).

• Horizon à Coronatum (ILLIES, 1956) GABILLY *et al.*, 1971

Espèce-indice : *Teloceras* (*Teloceras*) *coronatum* (SCHLOT.).

Les grands cadicônes *Teloceras* (*Teloceras*) (M) à tours très déprimés constituent le fond de la faune de cet horizon. Mais c'est aussi dans cette partie supérieure de la sous-zone que se produit la différenciation des Stéphanocératiniés (*Phaulostephanus*) conduisant aux premiers Leptosphinctinés (*Leptosphinctes*). De même, s'y poursuit la diversification des Cadomitiniés.

Faune : *Teloceras* (*Teloceras*) *coronatum* (SCHLOT.), *T. (T.) blagdeni* (Sow.), *T. (T.) multinodum* (QUENST.) *Normannites rhomboidalis* (WEST.), *N. orbignyi* (BUCK.), *N. prorectus* (WEST.), *Cadomites lissajousi* ROCHÉ.

6.3.2. Bajocien supérieur

Zone à Niortense (BUCKMAN, 1893) ARKELL, 1933 (- Zone à *Subfurcatum* TERQUEM & JOURDY, 1869 = Zone à « Cadomenis » BUCKMAN 1891)

Espèce-indice : *Strenoceras* (*Strenoceras*) *niortense* (d'ORB.).

Après les coupes de la région de Bielefeld (Basse-Saxe, Allemagne), celles qui ont été étudiées dans la région de Digne (Alpes de Haute Provence) par PAVIA & STURANI (1968), puis PAVIA (1973), en Vénétie (Italie) par STURANI (1971) et dans le SW de l'Angleterre par PARSONS (1976) ont apporté de grandes précisions sur les subdivisions de cette zone, souvent condensée ou incomplète.

La base de cette zone est en effet aussi celle du Bajocien supérieur. Au-dessus du toit de la zone à *Humphriesianum* (sous-zone à Blagdeni) persistent les derniers couples dimorphes *Teloceras* (M) - *Normannites* (m) qui caractérisent la sous-zone basale de la zone à *Niortense* (sous-zone à Banksi). Mais cette limite est surtout remarquable par le renouvellement profond de la faune d'ammonites au cours duquel le déclin des Stephanocératiniés est contemporain de l'expansion paléogéographique et de la diversification morphologique des Stephanoceratacés (Cadomitiniés) et des Périssphinctacés (Parkinsoniinés et Leptosphinctinés).

Pour PAVIA (1973, 1983), l'apparition du genre *Caumontisphinctes* Buck. 1920 est actuellement la meilleure référence pour la base de la zone à *Niortense* et celle du

Bajocien supérieur et, dans la pratique, elle a été préférée aux autres repères, tels l'extinction des *Teloceras* - *Normannites* ou l'apparition du genre *Leptosphinctes*. La fin de la zone est soulignée par la substitution des *Pseudogarantiana* aux *Strenoceras* et l'apparition des premiers *Garantiana garantiana* (d'ORB.).

Les trois sous-zones retenues par GABILLY *et al.*, (1971) étaient adoptées à la suite des travaux de PAVIA & STURANI (1968). La sous-zone basale à *Caumontisphinctes aplous* étant synonyme junior de celle à *Teloceras banksi* (BUCKMAN, 1919) STURANI, 1971, c'est la seconde, prioritaire, qui sera retenue ici. Les sous-zones à *Caumontisphinctes polygyralis* et à *Garantiana baculata* seront également utilisées. Quant à la sous-zone supérieure à *Orthogarantiana schroederi* née des travaux sur le Bajocien de Basse-Saxe (KUMM, 1952; WESTERMANN, 1967) et préconisée par STURANI (1971), sa faune ne nous paraît pas facile à isoler de celle de la sous-zone à Baculata, les *Orthogarantianen-Schichten* des environs de Bielefeld contenant de nombreuses espèces communes avec la sous-zone à Garantiana, dont son indice et des *Strenoceras*. En conséquence, il nous semble préférable de descendre cette sous-zone à Schroederi au rang d'horizon supérieur de la sous-zone à Baculata.

— **Sous-zone à Banksi** (BUCKMAN, 1919) STURANI, 1971 (= sous-zone à *Aplous* PAVIA & STURANI, 1968)

Espèce-indice : *Teloceras* (*Teloceras*) *banksi* (Sow.).

Cette sous-zone basale est indépendante de l'horizon à *Coronatum* terminant la sous-zone à Blagdeni et la zone à *Humphriesianum*. Sa faune est renouvelée en dépit de la survie des derniers *Teloceras* et *Stephanoceras*. L'apparition des *Caumontisphinctes*, des Leptosphinctinés et le développement des Cadomitiniés accusent la différence. La limite supérieure de cette sous-zone est jalonnée par l'apparition de *Caumontisphinctes* (*Caumontisphinctes*) *polygyralis* et son dimorphe *C. (Infraparkinsonia) phaulus*.

Faune : *Teloceras* (*Teloceras*) *banksi* (Sow.), *T. (T.) sparsinodum* (QUENST.), *Normannites orbignyi* BUCK., *Cadomites lissajousi* ROCHÉ, *Caumontisphinctes* (*Caumontisphinctes*) *aplous* BUCK., *C. (Infraparkinsonia) debilis* (WETZEL), *Parastrenoceras lucretium* (d'ORB.), *Oppelia subradiata* (Sow.), *O. flexa* BUCK., *O. subtilicosta* PARONA, *Oecotraustes* (*Oppelia*) *pulchra* BUCK., *Strigoceras septicarinatum* BUCK., *S. pseudostrigifer* MAUB.

Pour PAVIA, dans les Alpes-de-Haute-Provence, il existe un horizon basal (5. 1. 1.) à *Caumontisphinctes* (*Caumontisphinctes*) *diniensis* PAVIA, alors que le couple dimorphe *C. (C.) aplous* - *C. (I.) debilis* apparaît dans un horizon plus élevé (5. 1. 2.).

— **Sous-zone à Polygyralis** (STURANI, 1971) PAVIA, 1973

Espèce-indice : *Caumontisphinctes* (*Caumontisphinctes*) *polygyralis* BUCK..

La base de la sous-zone est marquée par la prolifération du couple dimorphe *Caumontisphinctes* (*Caumontisphinctes*) *polygyralis* - *C. (Infraparkinsonia) phaulus*. Le sommet se trouve sous les premiers *Garantiana* (*Garantiana*).

La faune est remarquable par l'apparition des premiers *Strenoceras* et *Orthogarantiana* et la disparition des *Teloceras*.

Faune : *Caumontisphinctes (Caumontisphinctes) polygyralis* BUCK., *C. (C.) nodatus* BUCK., *C. (Infraparkinsonia) phaulus* BUCK., *Orthogarantiana bifurcata* (SCHLOT.), *O. haugi* PAVIA, premiers *Strenoceras bajocense* DEFR., *S. bigoti* BRASIL, *S. robustum* BENTZ, *Cadomites deslongchampsi* DEFR., *Sphaeroceras auritum* PARONA, *Oppelia flexa* BUCK., *Oecotraustes (Oppelina) pulcher* BUCK., *Lissoceras (Lissoceras) oolithicum* (d'ORB.), *Strigoceras symplectum* BUCK., *Lytoceras eudesianum* (d'ORB.).

Dans les Alpes-de-Haute-Provence, PAVIA (1973) distingue, d'après les couples dimorphes, un horizon inférieur (5.2.1.) à *Caumontisphinctes (Caumontisphinctes) polygyralis* BUCK. – *C. (Infraparkinsonia) phaulus* (BUCK.) et un horizon supérieur (5.2.2.) à *C. (C.) bifurcus* BUCK. – *C. (I.) inferior* (BENTZ).

— **Sous-zone à Baculata** (KUMM, 1952) GABILLY *et al.*, 1971 [= sous-zone à *Baculatum* PAVIA & STURANI 1968 + sous-zone à *Schroederi* (WESTERMANN, 1967) STURANI, 1971]

Espèce-indice : *Garantiana (Garantiana) baculata* (QUENST.).

Généralement fossilifère, cette sous-zone commence avec l'apparition des premiers *Garantiana (Garantiana)* et *Spirocera*, l'augmentation de fréquence des *Strenoceras* et des dimorphes *Leptosphinctes* (M) – *Cleistosphinctes* (m). La substitution des *Pseudogarantiana* aux *Strenoceras* limite vers le haut cette sous-zone (les associations d'espèces des ex-sous-zones à *Baculatum* et à *Schroederi* ne sont pas assez distinctes pour séparer et conserver ces deux « sous-zones »).

Faune : *Garantiana (Garantiana) baculata* (QUENST.), *G. (G.) althoffi* BENTZ, *G. (G.) dubia* (QUENST.), *Orthogarantiana densicostata* (QUENST.), *O. inflata* BENTZ, *Strenoceras bajocense* DEFR., *S. niortense* (d'ORB.), *S. bigoti* BRASIL, *Str. apleurum* BUCK., *Spirocera bifurcati* (QUENST.), *S. baculatum* (QUENST.), *Leptosphinctes leptus* BUCK., *L. (L.) davidi* BUCK., *L. (Cleistosphinctes) cleistus* BUCK., *Prorsiphinctes*, *Cadomites*, *Oppelia*, *Oecotraustes*, *Strigoceras*.

Dans cette sous-zone, *Orthogarantiana densicostata* QUENST. couvre essentiellement l'intervalle de l'ex-sous-zone à *Baculatum* (PAVIA & STURANI, 1968), tandis que l'espèce *O. schroederi* occupe le sommet de notre sous-zone à *Baculata* où, en Basse-Saxe, elle caractérise un horizon terminal (WESTERMANN, 1967) difficile à distinguer ailleurs. La première espèce peut difficilement servir d'indice, au risque d'introduire une ambiguïté avec *Parkinsonia (Durotrigensis) densicosta* (QUENST.), indice de la zone à *Parkinsoni*. Cet indice pourrait être choisi dans la lignée des *Caumontisphinctes* : le dernier couple dimorphe distingué en Vénétie par STURANI (1971), *Caumontisphinctes (Caumontisphinctes) prorsicostata* STURANI (M) – *C. (Infraparkinsonia) bonarellii* (PARONA) (m), mais la répartition de ces formes est apparemment aussi restreinte que celle d'*Orthogarantiana schroederi*.

Zone à Garantiana (BUCKMAN, 1893) WESTERMANN, 1967

Espèce-indice : *Garantiana (Garantiana) garantiana* (d'ORB.).

A la base de cette zone, les *Pseudogarantiana*, remplacent les *Strenoceras* déjà raréfiés au sommet de la zone

à *Niortense*. Quant à son sommet, il est marqué par la brusque apparition des premiers *Parkinsonia (Parkinsonia)* évolutes de la sous-zone à *Acris*, créée à la base de la zone à *Parkinsoni*.

La subdivision de cette sous-zone est discutée. A la suite des nombreux travaux sur les couches à *Garantiana* des environs de Bielefeld (Basse-Saxe, Allemagne), WESTERMANN (1967) a recommandé une division en trois sous-zones : basale à *Dichotoma*, médiane à *Garantiana* et supérieure à *Tetragona*. Ce canevas a été adopté par PAVIA & STURANI (1968) et par GABILLY *et al.*, (1971) en remplaçant pour la médiane, l'indice subzonal *Garantiana* (déjà indice zonal) par *Subgaranti* et pour la supérieure en préférant au nom de genre *Bigotites* le nom d'espèce *Tetragona*. PARSONS (1976) a critiqué cette interprétation qui tranque, selon lui, la partie terminale de la zone à *Garantiana* telle que la concevait BUCKMAN (1893) et il réintègre la sous-zone à *Acris* au sommet de sa zone à *Garantiana* (1980). Mais en plaçant cette dernière sous-zone à la base de la zone à *Parkinsoni*, tout le découpage subzonal de cette zone peut être fondé sur les *Parkinsonia*, comme celui de la zone à *Garantiana* l'est sur les *Garantiana*.

— **Sous-zone à Dichotoma** (KUMM, 1952) WESTERMANN, 1967

Espèce-indice : *Pseudogarantiana dichotoma* (BENTZ).

La substitution des *Pseudogarantiana* aux *Strenoceras* caractérise la limite inférieure, tandis que l'apparition des *Garantiana (Hlawiceras)* en fixe le sommet.

Faune : *Pseudogarantiana dichotoma* (BENTZ), *Garantiana (Garantiana) dubia* (QUENST.), premiers *G. (G.) garantiana* (d'ORB.), *Spirocera annulatum* (d'ORB.), *Leptosphinctes*, *Cleistosphinctes*, *Strigoceras*, *Oppelia*, *Oecotraustes*.

— **Sous-zone à Subgaranti** PAVIA & STURANI, 1968 (= Sous-zone à *Trauthi* PAVIA, 1973)

Espèce-indice : *Garantiana (Hlawiceras) subgaranti* WETZEL.

WESTERMANN (1967) avait à l'origine choisi *Garantiana (Garantiana) garantiana* (d'ORB.) comme indice subzonal. Puis PAVIA & STURANI (1968) ont recherché un autre indice, car *G. (G.) garantiana* apparaît déjà dans la sous-zone à *Dichotoma* et ils voulaient aussi éviter d'utiliser la même espèce comme indice zonal et subzonal : ils désignèrent donc *G. (Hlawiceras) subgaranti* WETZEL, fréquent représentant de ce sous-genre caractéristique de cette sous-zone. PAVIA (1973) préfère l'espèce *trauthi* (BENTZ, 1928) voisine, mais plus précoce que *subgaranti* WETZEL, 1911 dont l'extension atteint la base de la zone à *Parkinsoni*. Mais il ne sera pas suivi (PARSONS, 1976, 1980).

L'apparition du sous-genre *Garantiana (Hlawiceras)* jalonne la base de cette sous-zone avec *G. (H.) trauthi* BENTZ, dont le toit se trouve sous la prolifération des *Bigotites* et les premiers *G. (H.) tetragona* WETZEL.

Faune : *Garantiana (Hlawiceras) subgaranti* WETZEL, *G. (H.) suevica* WETZEL, *G. (H.) platyryma* BUCK., *G. (Garantiana) garantiana* (d'ORB.), *Pseudogarantiana dichotoma* (BENTZ), *P. minima* (WETZEL), *Cadomites*, *Vermisphinctes*, *Prorsiphinctes*, *Cadomoceras*, *Oppelia*, *Oecotraustes westermanni* STEPH.

— **Sous-zone à Tetragona** WESTERMANN, 1967

Espèce-indice : Garantiana (Hlawiceras) tetragona WETZEL.

Au sommet de la zone à Garantiana, et sous les premiers *Parkinsonia* (*Parkinsonia*) évolutes, cette sous-zone débute par l'apparition de son espèce-indice et généralement une fréquence maximale de *Bigotites*.

Faune : Garantiana (Hlawiceras) tetragona WETZEL, G. (H.) quenstedti WETZEL, *Pseudogarantiana minima* (WETZEL), *Bigotites lanquinezii* (NIC), *B. gentili* (NIC), *B. petri* (N'C), *B. tuberculatus* (NIC).

Zone à Parkinsoni (OPPEL 1856) PAVIA & STURANI, 1968

Espèce-indice : *Parkinsonia* (*Parkinsonia*) *parkinsoni* (SOW.).

Le genre *Parkinsonia* fait son apparition à la base de cette zone qui se termine sous le renouvellement de faune caractérisé par la prolifération des *Parkinsonia* (*Gonolkites*) du groupe *P. (G.) convergens* (BUCK.) et l'extension paléogéographique des premiers *Morphoceras*.

Un accord quasi-général s'est conclu sur la subdivision de la zone à *Parkinsoni* en trois sous-zones (PAVIA, 1973) : inférieure à *Acris*, moyenne à *Densicosta* et supérieure à *Bomfordi*. En Angleterre, cette subdivision basée sur la répartition des *Parkinsonia* est contestée par PARSONS (1976, 1980) qui conserve *Strigoceras truellei* (d'ORB.) comme indice médian au lieu de *Densicosta*, conformément à l'héméra de BUCKMAN (1893, 1930) et à la zone d'ARKELL (1933), tandis que la sous-zone à *Acris* est pour lui, comme il a été écrit plus haut, à rattacher au sommet de la zone à *Garantiana*.

GABILLY *et al.*, (1971) ont adopté le schéma subzonal du Bajocien des Alpes-de-Haute-Provence proposé par PAVIA & STURANI (1968). Depuis cette date, *Parkinsonia subarietis* WETZEL, étant synonyme objectif et plus récent de *P. rarecostata* BUCK., cette espèce a été remplacée par *P. acris* WETZEL déjà utilisée comme indice de zone (KUMM, 1952) et de sous-zone (WESTERMANN, 1967), et qui accompagne généralement *P. rarecostata* dès la base de la zone à *Parkinsoni*, soulignant un renouvellement faunique.

— Sous-zone à Acris (KUMM, 1952) WESTERMANN, 1967 (= sous-zone à *Subarietis* GABILLY *et al.*, 1971)

Espèce-indice : *Parkinsonia* (*Parkinsonia*) *acris* WETZEL.

L'abondance des *Parkinsonia* évolutes, accompagnées des derniers *Garantiana*, de *Vermisphinctes* et *Cadomites*, marque la base de la sous-zone. Les espèces *Parkinsonia parkinsoni* et *P. densicosta*, les grands *Strigoceras truellei* bornent au sommet l'extension de la zone.

Faune : *Parkinsonia* (*Parkinsonia*) *acris* WETZEL, *P. (P.) rarecostata* BUCK., *Garantiana* (*Hlawiceras*) *longidens* (QUENST.), *G. (H.) alticosta* (WETZEL), *G. (Pseudogarantiana)* sp., *Vermisphinctes* (*Vermisphinctes*) aff. *martiensi* (d'ORB.), *V. (Prospisphinctes)* *meseres* (BUCK.), *V. (P.) stomphus* (BUCK.), *Oppelia*, *Oecotraustes*, *Lissoceras*, *Strigoceras*, *Cadomoceras*, *Spirocera*, *Lytoceras eudesianum* (d'ORB.), *Calliphylloceras disputabile* (ZITT).

En Vendée, GABILLY (GABILLY *et al.*, 1971) isole un horizon basal à *Parkinsonia* évolutes et un horizon sommital à *Parkinsonia pseudoparkinsoni* WETZEL, qu'il compare à l'horizon à *Parkinsonia orbignyana* WETZEL reconnu par CONTINI (1970) dans le Jura. Mais d'après ARKELL (1956),

P. orbignyana WETZEL est synonyme objectif de *P. rarecostata* BUCK. et plus récent. Aussi l'indice *pseudoparkinsoni* semble préférable pour un horizon supérieur ; provisoirement, *P. acris* pourrait convenir pour l'horizon inférieur, bien que déjà employé comme indice subzonal.

— Sous-zone à Densicosta PAVIA & STURANI, 1968 [= sous-zone à *Truellei* (ARKELL, 1933) PARSONS, 1976 = sous-zone à *Parkinsoni* WESTERMANN, 1967]

Espèce-indice : *Parkinsonia* (*Durotrigensis?*) *densicosta* (QUENST.).

Les *Garantiana* s'éteignent dans la sous-zone sous-jacente. La fréquence des grands individus de *Parkinsonia* (*Durotrigensis?*) et de *Strigoceras truellei* (d'ORB.) indiquent le début de la sous-zone. WESTERMANN (1967) avait choisi *Parkinsonia friedericici-augusti* WETZEL comme indice de cette sous-zone, mais cette espèce tombe dans la synonymie de *P. (D?) densicosta* (QUENST.) d'après NICOLESCO (1928) et ce dernier indice a été désigné par PAVIA & STURANI, 1968 (PAVIA, 1973). La fin de la sous-zone est annoncée par la raréfaction des *Parkinsonia* du groupe de *P. parkinsoni* et de *P. (D?) densicosta* avant l'apparition des premiers représentants du couple dimorphe *Procerites* (M) – *Planisphinctes* (m).

Faune : *Parkinsonia* (*Durotrigensis?*) *densicosta* (QUENST.). *P. (D.) dorsetensis* (WRIGHT), *P. (D.) pseudoferruginea* NIC, *P. (Parkinsonia) parkinsoni* (SOW.), *Cadomites* (*Cadomites*) *extinctus* (QUENST.), *C. (Polyplectites) bajociensis* (de GROS), *C. (P.) gracilis* (WEST.), *Strigoceras truellei* (d'ORB.), *Cadomoceras cadomense* (d'ORB.), *Lissoceras* (*Lissoceras*) *oolithicum* (d'ORB.), *L. (L.) psilodiscum* (SCHLOENB.), *Dimorphinites dimorphus* (d'ORB.), *D. (Vigorites) defrancei* (d'ORB.).

Dans la région de Bayeux (Calvados) et dans celle de Sherborne (Dorset, carrière de Halfway House), un horizon riche en *Parkinsonia* (*Durotrigensis*) *dorsetensis* (WRIGHT) marque le sommet de cette sous-zone, alors que *P. (Parkinsonia) parkinsoni* (SOW.) est plus fréquent à la partie inférieure.

— Sous-zone à Bomfordi PAVIA & STURANI, 1968

Espèce-indice : *Parkinsonia* (*Parkinsonia*) *bomfordi* ARKELL.

Cette sous-zone dérive de l'héméra Schloenbachi de BUCKMAN (1930) telle qu'elle est précisée par ARKELL (1956). C'est aussi un équivalent partiel de la sous-zone à *Parkinsonia friedericici-augusti* WETZEL (WESTERMANN, 1967). Elle présente une nette raréfaction des *Parkinsonia* (*Durotrigensis*) du groupe *densicosta* (QUENST.) et de *P. (Parkinsonia) parkinsoni*, et un appauvrissement de la faune d'ammonites. L'apparition des premiers *Procerites* et *Planisphinctes* en marque le début, tandis que celle des *Morphoceras* et la prolifération des *Parkinsonia* (*Gonolkites*) la limitent au sommet.

Faune : *Parkinsonia* (*Parkinsonia*) *bomfordi* ARKELL, *P. (P.) complanata* NIC, *P. (P.) crassa* NIC, *P. (P.) depressa* (QUENST.), *P. (Durotrigensis) neuffensis* (OPP.), ARKELL, *Procerites* (*Procerites*) *costulatus* BUCK., *P. (Lobosphinctes) intersertus* BUCK., *Planisphinctes tenuissimus* (SIEM), *Cadomites* (*Cadomites*) *extinctus* (QUENST.), *C. (Polyplectites) dorni* ROCHE, *Oppelia pleurifer* BUCK., *O. (Oxycerites)* sp. POLLIER, *Oecotraustes costiger* BUCK., *Dimorphinites* sp.

Au sommet de cette sous-zone, il existe des formes passant des *Parkinsonia (Durotrigensis)* vers les *Parkinsonia (Gonolkites)* : *P. (G.) subplanulata* (WETZEL) STURANI, *P. (G.) subgaleata* (BUCK.).

Deux horizons pourraient être proposés : l'inférieur à *Parkinsonia (Parkinsonia) crassa* et le supérieur à *P. (P.) bomfordi*.

6.4. CONCLUSIONS

La majorité des données biostratigraphiques récentes documentées en France et dans l'Ouest de l'Europe est intégrée dans cette zonation qui serre au plus près l'échelle-standard internationale. Certains indices jalonnant l'histoire des grands groupes d'ammonites dominants au Bajocien y sont préférés délibérément à d'autres qui, bien que présentant un intérêt historique relatif, sont sans relation avec les indices sous- et sus-jacents.

Dans cette recherche biostratigraphique, les ammonites ont toujours été considérées dans leur contenant lithologique : une liaison étroite est évidente entre les unités biochronologiques et l'évolution polyphasée de la sédimentation. Les cycles transgression-régression, composés de multiples pulsations positives et négatives, croissantes et décroissantes, encadrent les principales étapes évolutives des ammonites. Même si l'enregistrement sédimentaire des plates-formes carbonatées se révèle plus sensible et plus discontinu que celui des dépocentres riches en terrigènes au Bajocien, il existe toujours des discontinuités et lacunes dans les deux types de séries sédimentaires et dans le fil de l'évolution des ammonites qu'elles contiennent. Les variations relatives du niveau marin contrôlaient la sédimentation et les conditions de vie et d'enfoncissement des céphalopodes. Au Bajocien, à l'aplomb de toute l'Europe occidentale, les reliefs varisques des aires émergées étaient suffisamment érodés et nivelés pour que des variations eustatiques de faible amplitude (quelques mètres à quelques dizaines de mètres) provoquent des répercussions considérables sur la paléogéographie (morphologie, hydrodynamique, bathymétrie), la sédimentation (détritisme, granulométrie, répartition) et le climat (température, salinité, pluviosité, ensoleillement). Indirectement les populations d'ammonites étaient affectées dans leur développement, leur dispersion et leur extinction, et par conséquent la biostratigraphie reflète une facette de ces évolutions emboîtées. Suivant la vitesse relative des transgressions et des régressions, des contraintes plus ou moins importantes étaient imposées aux peuplements necto-benthiques et pélagiques : en particulier, lors des transgressions, quand les ammonites étaient forcées dans de nouvelles niches écologiques aux eaux, certes riches en nutriments et bien oxygénées, mais évidemment plus chaudes et avec des concentrations en sels minéraux différentes de celles des eaux du bassin. Inversement, au cours des régressions, le passage des eaux relativement chaudes de la plate-forme aux eaux plus fraîches du bassin s'accompagnaient vraisemblablement d'une diminution des nutriments disponibles puisque partagés par un plus grand nombre rassemblé à la périphérie du bassin contracté.

Les transgressions sont favorables à la spéciation sous le stress hydrodynamique et l'ouverture des nouveaux milieux de vie sur le talus et la plate-forme, généralement dans des régions à forte productivité biologique à photosynthèse active et à riche plancton.

Au contraire, les régressions sont des phases très sélectives, éliminant les peuplements ammonitiques trop inféodés aux conditions néritiques, stressés et réfugiés dans les milieux hostiles, aux eaux plus froides et par conséquent favorables aux phénomènes de néoténie, moins riches en oxygène et en nourriture, ralentissant le métabolisme.

Ainsi de part et d'autre de chacune des discontinuités majeures de la succession bajocienne s'observent, à la fois, les grandes extinctions ou raréfactions drastiques contemporaines des régressions, compensées généralement par des explosions radiatives de groupes d'ammonites, rapidement dominants et remplaçant les précédents pendant les transgressions. De telles variations eustatiques ont été mises en évidence au Bajocien à travers la France (MOUTERDE *et al.*, 1989, 1990; RICOUT *et al.*, 1991; GONNIN *et al.*, 1993). L'extinction des Graphocératidés, des Hammatocératidés et Grammocératinés tandis que se diversifient les *Euhoploceras* au passage des zones Concavum / Discites (Aalénien terminal / Bajocien basal), l'évolution par étapes subgénériques des Sonniniidés (à travers les relais *Euhoploceras* - *Fissilobiceras* et *Witchellia* - *Sonninia* - *Dorsetensis*) ou celle des Stéphanocératinés (avec *Molistephanus* - *Skirroceras* - *Stephanoceras* - *Teloceras* - *Cadomites*). Vers la fin du Bajocien inférieur, la différenciation des Perisphinctacés à partir des Stéphanocératinés au moment de la régression terminant la zone à *Humphriesianum*, et enfin la brusque invasion des Cadomitins, Parkinsoniens et Leptosphinctinés dès la base du Bajocien supérieur, sont autant d'illustrations de ces étroites relations entre ammonites et milieux de vie et d'enfoncissement.

Il en va de même à l'échelle globale. Au Bajocien, l'ensemble de l'Europe occidentale est sous influences téthysiennes. Mais ces dernières s'étendent très loin vers l'ouest et vers l'est. L'axe de la Téthys bajocienne est dans la ceinture intertropicale (CARIOU *et al.*, 1985). Des vents de type « alizés » (liés à la rotation de la Terre) entretenaient des courants assurant la diffusion des organismes pélagiques et necto-benthiques téthysiens en bordure nord de Gondwana. A cette époque, le rifting affectait le proto-Atlantique central. Dans le prolongement de la Téthys occidentale se serait ouvert par intermittence, un « corridor hispanique » (WESTERMANN, 1980) débouchant sur le Mexique, le Pérou et la province andine, au cours de la zone à *Humphriesianum* (sous-zone à *Romani?*) et de la zone à *Niortense*, avec des éléments communs à la faune contemporaine d'Europe occidentale (*Parastrenoceras*, *Cadomites*, *Strenoceras*). Dans le même temps, plusieurs témoins de la Téthys orientale (province arabique) parvenaient jusqu'en Normandie (*Trimarginia*, *Thamboceras*). Ces faits indiquent l'existence d'une circulation océanique circumglobale mais temporaire. L'isolement paléogéographique des faunes a conduit à des endémismes provinciaux. Néanmoins, des corrélations ont été établies pour le Bajocien entre l'échelle standard européenne et les principaux bassins sédimentaires pour l'Amérique du Nord (HALL & WESTERMANN, 1980) et l'Amérique du Sud (WESTERMANN & RICCARDI, 1972, 1982, 1985), en particulier pour tout le pourtour du Pacifique (WESTERMANN, 1980).

7. — BATHONIEN

(Tab. VII ; Pl. 16 à 18, p. 134 à 139)

Charles MANGOLD et Michel RIOUT

La réactualisation de la zonation, déjà esquissée en partie dans un travail sur le Bathonien portugais (MANGOLD, 1990), intègre les données récentes publiées en Angleterre (TORRENS *in COPE et al.*, 1980), en Allemagne (DIETL & CALLOMON, 1988 ; HAHN *et al.*, 1990) pour le NW de l'Europe ou celles obtenues en Espagne (SANDOVAL, 1983) et en Hongrie (GALACZ, 1993).

Au cours du Bathonien s'installent sur les îles britanniques et en mer du Nord les faciès régressifs des *Estuarine beds* qui isolent totalement la province boréale (Groenland, USA, Sibérie) à faune endémique de Cardio-cératidés de l'Europe, au point que toute corrélation est alors impossible (CALLOMON, 1972). Le territoire français est recouvert de mers épicontinentales limitées par des terres armoricaine, ardennaise, méridionale (ENAY *et al.*, 1980) ou en partie émergées comme la ride briançonnaise. Les Vosges immergées permettent la pénétration des influences souabes en Lorraine et dans le Nord du Jura ; de même le Massif central porte alors une plate-forme peu profonde à faciès de milieux confinés, sa partie orientale, au Bathonien inférieur et moyen, jouant en haut-fond depuis le seuil des Causses jusqu'au promontoire lyonnais. Ainsi, au plan paléogéographique et paléobiogéographique, la Lorraine et le Jura du Nord pendant tout l'étage, appartiennent à la province nord-ouest européenne, alors que la Normandie offre de nombreuses analogies avec les successions anglaises. Les influences nord-ouest européennes s'étendent en moyenne jusqu'à une ligne joignant la Normandie au Jura du Nord. Au sud de cette frontière existe une frange – du Maine par le Centre-Ouest, la Nièvre, le Mâconnais et le Jura du Sud dans laquelle les faunes subméditerranéennes deviennent plus nombreuses. Ces particularités biogéographiques retentissent dans la présentation du tableau zonal dans lequel les provinces nord-ouest européenne et subméditerranéenne sont mises en regard. Les points singuliers à l'intérieur des deux échelles seront évoqués dans le texte.

Ce découpage de l'étage en trois sous-étages est celui admis ; le problème de la limite entre le Bathonien moyen et le Bathonien supérieur est évoqué pour les deux zonations.

Dans un ensemble hiérarchisé comme la succession des étages ou celle des sous-étages, des zones et sous-zones, il n'est pas souhaitable de définir les limites supérieures, puisque celles-ci se placent immédiatement sous les limites inférieures, seules à être définies, afin d'éviter tout risque de recouvrement ou d'intervalle vide même temporairement.

La base de l'étage est aujourd'hui celle qu'à défini ARKELL, avec la zone à Zigzag, alors que pour d'ORBIGNY « la limite Bajocien/Bathonien est située au-dessous des bancs contenant les premiers *Gracilisiphinctes* et le Bajocien inclut la zone à *Oppelia yeovilensis*, avec l'horizon basal à *Zigzagiceras zigzag* » (RIOUT, 1964, p. 256).

L'étage et ses sous-étages : le Bathonien a été introduit et défini sur des bases lithologiques par O. d'HALLOY (1843), puis fixé dans la littérature par A. d'ORBIGNY (1850) avec les listes d'ammonites et les localités-types et en 1852 (p. 491-492) avec les profils-types et les listes de fossiles.

Aujourd'hui, la base de l'étage est marquée par la base de la zone à Zigzag, et donc par celle de la sous-zone à Convergens = sous-zone à Parvum. Le stratotype de la limite Bajocien-Bathonien proposé à Lisbonne en 1987 lors du 2^e Symposium International de Stratigraphie du Jurassique est la coupe du Bas Auran, près de Digne (INNOCENTI *et al.*, 1988, p. 333). Le Bathonien, et par suite aussi la zone à Zigzag et la sous-zone à Convergens (= sous-zone à Parvum) débutent à la base du banc 23 de la coupe du Ravin du Bès (INNOCENTI *et al.*, 1988, fig. 1).

La division de l'étage en sous-étages, d'abord binaire (OPPEL, 1862 ; HAUG, 1911 ; RICHÉ & ROMAN, 1921), devient ternaire dès 1888 lorsque A. de GROSSOUVRÉ introduit une division intermédiaire, nommée plus tard (1930) Bathonien moyen.

Le Bathonien inférieur débute avec la base de la zone à Zigzag, le Bathonien moyen avec la base de la zone à Progracilis et le Bathonien supérieur au sens français avec la zone à Retrocostatum, au sens anglais avec la zone à Hodsoni. Cette différence entre les deux conceptions repose en réalité sur l'extension donnée par TORRENS à la zone à Hodsoni qui englobe les faunes successives de la zone à Bremeri de la province subméditerranéenne et sur la définition dans cette province de la base de la zone à Retrocostatum, donc de la sous-zone à Blanazense dont l'horizon à *Quercinus*, contenant *Procerites hodsoni*, marque la base.

7.1. DÉFINITION DES DIFFÉRENTES UNITÉS (Tab. VII)

Les zonations Nord-Ouest européenne et subméditerranéenne seront examinées pour chaque sous-étage en mettant l'accent sur les faunes communes permettant d'assurer les corrélations et en soulignant les changements intervenus par rapport à l'échelle de 1971 correspondants aux numéros placés entre parenthèses et renvoyant au tableau.

7.1.1. Bathonien inférieur

■ Province nord-ouest européenne (= subboréale) (Angleterre, Lorraine, Alsace, Jura du Nord, Allemagne)

Le Bathonien inférieur comprend deux zones d'après le schéma anglais (TORRENS *in COPE et al.*, 1980) : la zone à Zigzag et la zone à Tenuiplicatus, considérées comme des zones-standard.

TABLEAU VII
Zonation du Bathonien

			Sous-étages	DOMAINE TÉTHYSIEN			DOMAINE BORÉAL			Sous-étages		
				Province subméditerranéenne			Province subboréale					
			ZONES	Sous-zones	Horizons	Sous-zones	ZONES					
160	161	157	Bathonien supérieur	DISCUS	Discus	Discus	Discus	DISCUS	Bathonien supérieur			
					Hollandi / 16 (Angulicostatum)	Hollandi / (Angulicostatum)	Hollandi					
				RETROCOSTATUM	Hannoveranus / 15 (Histicoides)	Retrocostatum / (Histicoides)	Hannoveranus	ORBIS / (OPPELI)				
					Blanazense / (Julii)	Julii	Blanazense					
						Blanazense						
						Quercinus						
				BREMERI	Fortecostatum	Fortecostatum	HODSONI					
					Bullatimorphus	Bullatimorphus						
				MORRISI		Morrisi	MORRISI					
				SUBCONTRACTUS		Subcontractus	SUBCONTRACTUS					
				PROGRACILIS	Progracilis	Progracilis	PROGRACILIS					
					Orbignyi	Orbignyi						
			Bathonien inférieur	AURIGERUS	Tenuiplicatus	Tenuiplicatus	TENUPLICATUS					
					Recinctus	Recinctus	Yeovilensis	ZIGZAG				
				ZIGZAG	Macrescens	Macrescens	Macrescens					
					Parvum	Parvum	Convergens					
167	166.1	165										

(1,2,3,... : voir texte, § 7.1)

Zone à Zigzag OPPEL, 1865

Espèce-indice : *Zigzagiceras (Zigzagiceras) zigzag* (d'ORB.).

Faune caractéristique : derniers Parkinsoniidés, derniers Leptosphinctinés et premiers Zigzagicératinés associés à des *Oxycerites* (Oppelliidés).

— Sous-zone à Convergens FOWLER, 1952

Espèce-indice : *Parkinsonia (Gonolkites) convergens* (BUCK.).

Faune caractéristique : *Oxycerites yeovilensis* ROLL., *Parkinsonia (G) convergens* (BUCK.), *P. (G.) subgaleata* (BUCK.), *P. (Parkinsonia) pachypleura* BUCK., *Procerites (Loboplanulites) subprocerus* (BUCK.), *M. (Morphoceras) parvum* WETZ., *M. (M.) multiforme* ARK. Ces espèces sont

également présentes dans la province subméditerranéenne permettant une corrélation aisée et précise.

— Sous-zone à Macrescens STURANI, 1967

Espèce-indice : *Morphoceras (Morphoceras) macrescens* (BUCK.).

Faune caractéristique : *Zigzagiceras (Z.) zigzag* (d'ORB.), *Z. (Z.) plenum* ARK., *Z. (Z.) euryodus* (SCHMIDT), *Z. (Procerozigzag) crassizigzag* (BUCK.), *Z. (P.) pseudoprocerus* (BUCK.), *P. (G.) gyrumbilica* (QU.), *P. (G.) wurttembergica* (OPP.), *P. (G.) valida* WETZ., *M. (M.) macrescens* (BUCK.), *M. (M.) patescens* (BUCK.), *M. (M.) jactatum* (BUCK.), *M. (Ebrayiceras) sulcatum* (HEHL.). En Lorraine, les Caillasses à *Anabacia* renferment, au-dessus d'une faune de la sous-zone à Convergens, une faune à *Procerites* et

surtout à Parkinsoniidés involuts. *P. (G.) gyrumbilica* et espèces voisines, mais aucun *Zigzagiceras*, et *Morphoceras* n'est connu que par un seul exemplaire.

— Sous-zone à Yeovilensis RIOULT, 1962

Espèce-indice : *Oxycerites yeovilensis* ROLLIER

Faune caractéristique : en dehors de l'espèce-indice dont l'extension verticale déborde la sous-zone vers le bas et vers le haut (STURANI, 1967, p. 12; TORRENS, 1974, p. 585), la faune comprend *M. (Morphoceras) perinflatum* WETZ., *Procerites (P.) laeviplex* (Qu.) (= *P. (P.) fullonicus* BUCK.), *P. (P.) fowleri* ARK., *Asphinctites recinctus* BUCK..

Zone à Tenuiplicatus REHBINDER, 1914

Espèce-indice : *Asphinctites tenuiplicatus* (BRAUNS).

TORRENS (1980, p. 23) d'après ses travaux sur le matériel de Digne, préfère éléver au rang de zone de cette unité considérée d'abord comme une sous-zones de la zone à Zigzag, comme dans les régions subméditerranéennes. Peu fossilière en Angleterre, l'unité est plus riche en Allemagne.

Faune caractéristique : *A. tenuiplicatus* (BRAUNS), *Oecotraustes fuscus* (Qu.), *Procerites (P.) sp.*, *P. (Siemiradzkia) aurigerus* (OPP.).

■ Province subméditerranéenne

(Centre-Ouest, Nièvre, Mâconnais, Jura du Sud et toutes les régions plus méridionales). En Europe : Espagne, Portugal, Italie, Pologne, Roumanie

Le Bathonien inférieur est divisé en deux zones (MANGOLD, 1990) : à la base, la zone à Zigzag et au sommet la zone à Aurigerus.

Zone à Zigzag OPPEL, 1865 emend MANGOLD, 1990 (1)

Faune caractéristique : derniers Parkinsoniidés, derniers Leptosphinctinés et les premiers Zigzagicératinés associés à des Oppeliidés et surtout des Hecticocératinés.

— Sous-zone à Parvum MANGOLD, 1990 (2)

Espèce-indice : *Morphoceras (M.) parvum* WETZEL.

Faune caractéristique : *Eohecticoceras* (*Zeissoceras*) *rugeti* ELMI, *E. (Z.) primaevum* (GROSS.), *Cadomites (C.) sturanii* GALACZ, *C. (C.) daubenyi* (GEMM), *C. (C.) rectelobatus* (v. HAUER), *C. (Polyplectites) dorni* (ROCHE), *Parkinsonia (P.) schloenbachi* (GROSS.), *P. (Gonolkites) convergens* (BUCK.), *P. (G.) subgaleata* (BUCK.), *Morphoceras (M.) parvum* WETZ., *Asphinctites pinguis* (GROSS.), *Lobosphinctes (L.) tmetolobus* (BUCK.), *L. (L.) subprocerus* (BUCK.), *L. (Planisphinctes) planilobus* (BUCK.), *L. (P.) acurvatus* (WETZ.), *L. (P.) phaulomorphus* (BUCK.), *Bigotites dieniensis* STUR., *Zigzagiceras* (*Franchia*) *arkelli* STUR.

Faune accessoire : apparue dès le Bajocien supérieur (zone à Parkinsonia) et/ou se poursuivant plus haut dans le Bathonien inférieur : *Oxycerites yeovilensis* ROLL., *O. limosus* BUCK., *Lissoceras ferrifex* STUR., *L. psilodiscus* (SCHLOENB.) et *Nannolytoceras tripartitum* (RASP.).

— Sous-zone à Macrescens STURANI, 1967

Faune caractéristique : *Parkinsonia (Gonolkites) gyrumbilica* (Qu.), *P. (G.) wurttembergica* (OPP.), *P. (G.) valida*

(WETZ.), *Cadomites (C.) extinctus* (Qu.), *C. (Polyplectites) linguiferus* (d'ORB.), *Morphoceras (M.) macrescens* (BUCK.), *M. thalmanni* (MANG.), *M. (M.) jactatum* (BUCK.), *M. (Ebrayiceras) mondegooense* MANG., *M. (E.) filicosta* WETZ., *M. (E.) rursum* (BUCK.), *M. (E.) sulcatum* (HEHL.), *Zigzagiceras (Z.) zigzag* (d'ORB.), *Z. (Z.) euryodus* (SCHMIDT), *Z. (Z.) plenum* ARK., *Z. (Procerozigzag) crassizigzag* (BUCK.), *Z. (P.) pseudoprocerum* BUCK., *Procerites (Siemiradzkia) lochenensis* HAHN, *P. (S.) procerus* (SCHLOENB.).

Faune accessoire : *Oxycerites limosus* BUCK., *O. nivernensis* (GROSS.), *O. yeovilensis* ROLL., *O. radiatiformis* WETZ., *Oecotraustes bomfordi* ARK., *O. decipiens* (GROSS.), *O. (Paroecotraustes) formosus* ARK., rares *Procerites* et *Siemiradzkia*. *Lissoceras ferrifex* STUR., *L. psilodiscus* (SCHLOENB.), *Nannolytoceras tripartitum* (RASP.), *Lytoceratidés* et *Phyllocératidés*.

Zone à Aurigerus SPAETH, 1932 (3)

Espèce-indice : *Procerites (Siemiradzkia) aurigerus* (OPP.).

Les genres *Zigzagiceras* et *Morphoceras* ont disparu, comme la plupart des Parkinsoniidés ; parmi ces dernières signalons en Afrique du Nord *Oraniceras hamyanense* FLAMAND, apparue dès la sous-zone à *Macrescens* et qui pénètre dans la moitié élevée du Bathonien inférieur.

L'ancien indice *O. yeovilensis* ROLL. introduit par RIOULT (1962) est abandonné en raison de sa trop large extension stratigraphique, maintes fois soulignée, et parce que cette espèce, comme de nombreux Oppeliidés, est de détermination délicate.

La zone, d'après les Morphocératidés du genre *Asphinctites* et les *Procerites* peut être subdivisée en deux sous-zones (MANGOLD 1990).

— Sous-zone à Recinctus TORRENS, 1974 emend MANGOLD, 1990 (4)

Espèce-indice : *Asphinctites (A.) recinctus* BUCK..

L'espèce-indice a servi à TORRENS (1974, p. 585) à individualiser un horizon à la base de la zone à Yeovilensis qui maintenant prend rang de sous-zone (MANGOLD, 1990).

Faune caractéristique : *Oxycerites seebachii* (OPP.), *O. gr. oxus* (BUCK.), *O. radiatiformis* (WETZ.), *Oecotraustes (O.) bradleyi* ARK., *O. (O.) nivernensis* (GROSS.), *O. (O.) pygmaea* ARK., *Paroecotraustes (Noditerites) cf. vedeli* ELMI, *Asphinctites recinctus* BUCK., *A. patrulii* STUR., *Procerites (P.) laeviplex* (Qu.), *P. (P.) fowleri* BUCK., *P. (P.) postpollubrum* BUCK., *P. (P.) tmetolobus* BUCK., *P. (Siemiradzkia) donovani* (STEPH.), *P. (S.) lenthayensis* (ARK.).

Faune accessoire : *Oxycerites limosus* BUCK., *O. yeovilensis* ROLL., *Oecotraustes (O.) decipiens* (GROSS.), *O. (O.) bomfordi* ARK., *O. (O.) formosus* ARK., *Procerites (Siemiradzkia) aurigerus* (OPP.), *Bullatimorphites (B.) latecentratus* (Qu.), *B. Sphaeroptychius* sp. et toujours *Lissoceras psilodiscus* (SCHLOENB.) et *Nannolytoceras tripartitum* (RASP.).

— Sous-zone à Tenuiplicatus REHBINDER, 1914

Au sommet du Bathonien inférieur, la faune apparaît considérablement appauvrie : *Oecotraustes (O.) fuscus* (Qu.), *O. (O.) formosus* ARK., *Procerites (P.) imitator* BUCK., *P. (Siemiradzkia) lochenensis* HAHN, *Asphinctites (A.) pa-*

trulii STUR., *A. (A.) tenuiplicatus* (BRAUNS), *A. (Polysphinctites) polysphinctus* Buck., *A. (P.) secundus* WFTZ., *Bullatimorphites (B.) latecentralis* (QU.), *B. (Sphaeroptychius)* sp.

7.1.2. Bathonien moyen

Le sous-étage en province subméditerranéenne présente aujourd'hui une zonation fort différente de celle retenue en 1971 ; il se rapproche ainsi, pour sa partie basale du moins, de l'échelle anglaise. Les arguments pris en compte sont les suivants : (1) existence en Normandie de la faune à *Procerites*, semblable à celle connue dans la zone à *Progracilis* d'Angleterre, placée au-dessus de l'horizon à *Orbignyi* individualisé par GABILLY (1964) prenant rang de sous-zone ; (2) les sous-zones à *Subcontractus* et à *Morrisi* sont élevées au rang de zones pour faciliter les comparaisons entre les deux échelles. Elles couvrent cependant, en Normandie, dans le Jura du Sud mais aussi en Angleterre et en Allemagne, seulement de faibles volumes de sédiments. Au sommet du Bathonien moyen, les deux échelles, dissemblables par leurs zonations, sont en fait très proches par la succession des faunes (cf. ci-dessous).

■ Province nord-ouest européenne (Angleterre, Allemagne, Normandie, Lorraine).

Zone à *Progracilis* BUCKMAN, 1913

Espèce-indice : *Procerites (Procerites) progracilis* (COX & ARK.).

En Normandie, comme en Angleterre, cette zone ne peut pour l'instant être subdivisée, mais sa place entre le Bathonien inférieur et la zone à *Subcontractus* est assurée.

Faune caractéristique : *Oxycerites (O.) oxus* Buck., *Oecotraustes (Paroecotraustes) formosus* ARK., *Procerites (P.) vineta* ARK. A cette faune connue du Calcaire de Caen, il faut ajouter celle des Stonesfield et Cotswold Slates d'Angleterre : *Micromphalites micromphalus* (PHILL.), *Clydoniceras tegularum* ARK. et *Wagnericeras (Suspensites) suspensum* (Buck.). Cette dernière espèce a été signalée par WETZEL (1950) dans les Marnes de Port-en-Bessin, en Normandie, où elle se rencontre au-dessus du membre inférieur peu fossilifère, contenant surtout des nuclei d'*Oppeliinés* et de *Zigzagicératinés*, mais pas de *Cadomites (C.) orbignyi* (GROSS.).

Zone à *Subcontractus* WOODWARD, 1894

Espèce-indice : *Tulites (Tulites) subcontractus* (MORR & LYC.).

Faune caractéristique : dominance presqu'exclusive des Tulinidés européens : *Tulites (T.) cadus* Buck., *T. (T.) modiolaris* (SMITH), *T. (T.) subcontractus* (MORR & LYC) et espèces ou variants proches, *T. (Trolliceras) reuteri* ARK.. Les *Rugiferites* de la partie basale de la zone sont maintenant classés dans le genre *Bullatimorphites* : *B. (B.) rugifer* (Buck.), *B. (B.) polypleurus* (Buck.).

Zone à *Morrisi* MÜHLBERG, 1898 (9)

Espèce-indice : *Morrisiceras (M.) morrisi* (OPP.).

Faune caractéristique : en suivant les conclusions de TORRENS (1971), nous considérons que le genre *Lycetticeras* ARKELL recouvre la morphologie adulte des *Morrisiceras* et représente donc un synonyme subjectif plus récent de *Morrisiceras*. Les principales espèces, sans tenir compte des synonymies possibles, sont : *M. sphaera* Buck., *M. bulbosum* ARK., *M. morrisi* (OPP.), *M. comma* (BUCK.), *M. krumbeekii* ARK., *M. lycetti* ARK., *M. (Holzbergia) schwandorfense* (ARK.), *Choffatia (Subgrossouvreria)* sp.

Le Bathonien moyen nord-ouest européen sensu TORRENS se termine avec cette zone à *Morrisi*. En Angleterre, les couches contenant les *Morrisiceras* sont surmontées par les *Ornithella beds* mal datés, mais d'âge post-Morrisi, qui les séparent des *Rugitela beds* de WHATLEY renfermant le type de *Procerites hodsoni* (ARKELL, 1951-1959, p. 191). D'autres représentants de cette dernière espèce sont connus avec *P. quercinus* et *W. fortectoratum* (ARKELL, 1951-1959, p. 239). Enfin la présence de *B. bullatimorphus* dans la zone à Hodsoni est un autre élément important de corrélation.

En Normandie, au-dessus des *Morrisiceras* vient un niveau avec *B. (B.) gr. bullatimorphus* (Caillasses de Longues et de Marigny), suivi d'une dizaine de mètres de calcaires oolithiques et bioclastiques peu fossilifères (Calcaires de Blainville) se terminant par plusieurs discontinuités qui, au toit, se résolvent en une surface durcie et perforée. Ces calcaires, pour des raisons pratiques, sont encore rapportés à la zone à *Morrisi*. Dans ce cas, la discontinuité qui coiffe les Calcaires de Blainville pourrait correspondre à une lacune de l'équivalent de la sous-zone ou horizon à *Fortectoratum* de la zone à Bremeri du domaine subméditerranéen.

En résumé, au-dessus des *Morrisiceras*, existent des espèces connues de la zone à Bremeri (Angleterre, Normandie) qui termine le Bathonien moyen et de la sous-zone à *Blanazense* (Angleterre), début du Bathonien supérieur dans la province subméditerranéenne.

■ Province subméditerranéenne (Portugal, Espagne, Italie, Hongrie, Pologne, France au Sud d'une ligne Normandie-Bourgogne-Jura N.).

Zone à *Progracilis* BUCKMAN, 1913 (5)

Cette zone, la plupart du temps, est difficile à reconnaître, surtout en l'absence du critère de superposition, car les ammonites sont toujours peu abondantes et, de plus, existe une homéomorphie entre les *Procerites* de cette zone et ceux de la base du Bathonien supérieur (zone à *Retrocostatum*, sous-zone à *Blanazense*, horizon à *Quercinus*).

— Sous-zone à *Orbignyi* GABILLY, 1964 (6)

Espèce-indice : *Cadomites (Cadomites) orbignyi* (GROSS.).

Faune caractéristique : *Strigoceras dorsocavatum* (QU.), *Oe. (Paroecotraustes) sp.*, *H. (Prohecticoceras) aff. ochraceum* ELMI, *H. (P.) crassum* ELMI, *Cadomites (C.) orbignyi* (GROSS.), *C. (Polyplectites) compressus* (GROSS.), *Bullatimorphites (B.) aff. sofanum* (BOEHM.), *B. (B.) ymir* (OPP.), *B. (B.) cf. perisphinctoides* ARK., *B. (Sphaeropty-*

chius) buckmani (Liss.). Dans le Centre-Ouest, GABILLY (1964) cite les premiers *Wagnericeras*.

— Sous-zone à *Progracilis* BUCKMAN, 1913 (7)

Espèce-indice : *Procerites (Procerites) progracilis* (Cox & ARK.).

Cette sous-zone est toujours mal caractérisée dans la province subméditerranéenne. On peut citer de façon sûre l'horizon F à *Gracilisphinctes* du Poitou (GABILLY, 1964) avec *Procerites (P.) nov. sp. aff. magnificus* ARK. et pour partie, les calcaires à *Cancellophytus* de l'Ardèche (ELMI, 1968) qui ont livré : *P. (P.) progracilis* COX & ARK., *P. (P.) sp.* ou encore l'Oolithe blanche en Bourgogne (TINTANT, 1963) contenant l'espèce-indice.

Zone à *Subcontractus* WOODWARD, 1894 (8)

Faune caractéristique : aux espèces de Tulinidés déjà citées pour la province NW européenne, il convient d'ajouter quelques rares *Procerites (P.) sp.* et *P. (Siemiradzka) matisconensis* (Liss.), *Oxycerites cf. oxus* (Buck.), *Paroecotraustes (P.) nov. sp. aff. waageni* STEPH. et *P. (Nodiferites) sayni* ELMI.

Zone à *Morrisi* MÜHLBERG, 1898 (9)

Faune caractéristique : la même que celle du Nord-Ouest de l'Europe, dominée par les *Morrisiceras* (M.) et *M. (Holzbergia)*, à laquelle il convient d'ajouter : *Hecticoceras (Eohecticoceras) biflexuosum*, *H. (Prohecticoceras) ochraceum* ELMI, *H. (P.) crassum* ELMI, *P. (Paroecotraustes) ziegleri*, *C. (Polyplectites) compressus* (GROSS.), *Procerites (Siemiradzka) berthae* Liss., *P. (S.) matisconensis* (Liss.), *P. (S.) pseudorjasanensis* (Liss.).

Zone à *Bremeri* ROZYCKI, 1953 (10)

Espèce-indice : *Cadomites (Cadomites) bremeri* TSERETELLI.

Définie par Rozycki en Pologne, la zone a été introduite pour le Bathonien moyen des chaînes bétiques (MANGOLD, 1981), puis au Portugal (MANGOLD, 1990). Classiquement on peut reconnaître deux sous-zones, l'inférieure caractérisée par les derniers représentants du sous-genre *B.* (*Bullatimorphites*), la supérieure par l'acmé du genre *Wagnericeras*.

— Sous-zone à *Bullatimorphus* GABILLY, 1964 (11)

Espèce-indice : *Bullatimorphites (Bullatimorphites) bullatimorphus* BUCK.

La sous-zone actuelle est l'équivalent de l'horizon à *B. bullatimorphus* de GABILLY (1964).

Faune caractéristique : *B. (B.) bullatimorphus* BUCK., *B. (B.) costatus* ARK., *B. (Sphaeroptychius) marginatus* (ARK.), *Cadomites (C.) bremeri* TSER., *C. (Polyplectites) sp.*, *Procerites (P.) aff. twinhoensis* ARK., *P. (Paroecotraustes) prevalensis* (STEPH.), *P. (P.) densecostatus* (Liss.) et les mêmes *Siemiradzka* que dans la zone à *Morrisi*.

— Sous-zone à *Fortecostatum* MANGOLD, 1990 (12)

Espèce-indice : *Wagnericeras fortecostatum* (GROSS.).

Cette sous-zone recouvre l'ancien horizon à *Wagnericeras* (GABILLY, 1964).

Faune essentielle : *Wagnericeras fortecostatum* (GROSS.), *W. pseudosubtile* (Liss.), *W. detortum* (GROSS.), *W. kudernatschi* (Liss.), *W. pelletieri* MANG., *W. cf. bathonicum* ARK., *P. (Procerites) subcongener* Liss., *P. (P.) twinhoensis* ARK., *P. (P.) hodsoni* ARK., *P. (Siemiradzka) lissajousi* MANG., *P. (S.) inflexus* (GROSS.).

Faune accessoire : *C. (Cadomites) bremeri* TSERET., *C. (Polyplectites) denseuplicatus* (GROSS.), *C. (P.) richei* (GROSS.), *Paroecotraustes (P.) densecostatus* (Liss.), *P. (P.) grandis* ELMI, *Micromphalites micromphalus* (PHIL.).

7.1.3. Bathonien supérieur

Les zonations des deux provinces, construites chacune d'après des associations de faunes particulières, sont différentes. La limite Bathonien moyen/Bathonien supérieur se place, d'après les successions anglaise et normande, approximativement au même niveau dans les deux provinces. En effet, entre les *Morrisiceras* et les premiers *P. hodsoni*, les faunes sont rares ou mal repérées (*B. bullatimorphus* cf. TORRENS in COPE, 1980, p. 32-33); cet intervalle correspond alors à l'équivalent de la zone à *Bremeri* et appartient encore au Bathonien moyen.

■ Province nord-ouest européenne (Angleterre, Allemagne, Normandie, Boulonnais, Lorraine, Alsace, Jura du Nord).

Zone à *Hodsoni* TORRENS, 1980 (13)

Espèce-indice : *Procerites (Procerites) hodsoni* ARK.

En Angleterre, la zone débute au-dessus des *Morrisiceras* avec des couches peu fossilifères et l'espèce-indice se place au sommet de la zone où elle est associée à la faune de l'horizon à *Quercinus*. C'est aussi à ce niveau que *P. hodsoni* est connu en Normandie et qui, pour M. RIOLU, marque la base du Bathonien supérieur.

Faune caractéristique : *Eohecticoceras (E.) costatum* (ROEM.), *Bullatimorphites (B.) bullatimorphus* BUCK., *Procerites (P.) hodsoni* ARK., *P. (P.) quercinus* (TERO. & JOUR.), *P. (P.) mirabilis* (ARK.), *P. (P.) wattonensis* (ARK.), *Wagnericeras detortum* (GROSS.), *Homoeoplanoites (H.) homoeomorphus* BUCK., *Choffatia (Subgrossouvreria) sp.*

Zone à *Orbis - Oppeli* OPPEL, 1865

Espèce-indice : *Oxycerites orbis* (GIEBEL) ou *Oxycerites oppeli* ELMI.

O. orbis, indice remplaçant *O. aspidoides* (OPP.) a été introduit par DIETL (1982) car le niveau stratigraphique de l'ancien indice d'Oppel se situe au sommet du Bajocien supérieur. *O. orbis* a été considéré par de nombreux auteurs comme une forme du Callovien inférieur. Par ailleurs, ELMI & MANGOLD (1966) avaient montré que *O. « aspidoides »* était une forme ou un stade de croissance fréquent dans le Bathonien inférieur, puis ELMI (1968) avait proposé le nom d'*O. oppeli* pour les formes du Bathonien supérieur. L'utilisation des Oppelliens comme indices s'avère toujours délicate en raison de la difficulté de détermination et devrait être abandonnée. Le choix d'un nouvel indice pour la province NW européenne s'impose, mais une étude détaillée d'une série non condensée est nécessaire, et en attendant il nous paraît plus pratique d'utiliser soit *O. orbis*, soit *O. oppeli*.

DIETL & CALLOMON (1988) divisent la zone en deux sous-zones :

— **Sous-zone à Blanazense** MANGOLD, 1970 emend.
DIETL & CALLOMON, 1988

Espèce-indice : *Hecticoceras (Prohecticoceras) blanazense* ELMI.

En Franconie DIETL & CALLOMON (1988) ont fait connaître une succession de faunes leur permettant d'individualiser plusieurs horizons.

Faune caractéristique de l'horizon à *Orbis* : *O. orbis* (GIEB.), *Paroecotraustes (P.) maubeugei* STEPH., *H. (Prohecticoceras) cf. blanazense* ELMI, *Hemigarantia julii* (d'ORB.), *Bullatimorphites (Kheraiceras)* sp., *Procerites (P.)* sp. (exemplaires atteignant 40 cm de diamètre), *Homoeoplanulites (H.) homoeomorphus* (Buck.), *H. (Parachoffatia) subbackeriae* (d'ORB.), *H. (P.) aristophinctoides* ARK., *Choffatia* de grande taille.

Au-dessus, selon les mêmes auteurs, se placerait un horizon non nommé qui devrait correspondre au niveau qui, à Bath (Angleterre), contient « *Wagnericeras arbustigerum* ». Ce niveau vient au-dessus du *Twinhoe Ironshot* contenant « la seule faune d'ammonites de la zone à Aspidoides connue en Grande Bretagne » (TORRENS in COPE et al., 1980 p. 29).

L'**horizon à Blanazense** pour DIETL & CALLOMON se placerait au sommet de la sous-zone avec une faune caractéristique identique à la faune 10 du Jura méridional (MANGOLD, 1971), détaillée plus loin.

— **Sous-zone à Hannoveranus** DIETL & CALLOMON, 1988

Espèce-indice : *Bullatimorphites (Kheraiceras) hannoveranus* (ROEM.).

Dans la succession établie en Franconie, la sous-zone comprend deux horizons.

Faune caractéristique de l'Horizon à Hannoveranus : *Hecticoceras (Prohecticoceras) retrocostatum* (GROSS.), *B. (Kheraiceras) hannoveranus* (ROEM.), *Homoeoplanulites (H.) homoeomorphus* BUCK., *H. (H.) acuticostatus* (ROEM.), *H. (H.) aff. aequalis* (ROEM.), *H. (Parachoffatia) aristophinctoides* ARK. et, non en place mais ne pouvant provenir que de ce niveau, *Epistrenoceras aff. histrionoides* ROLL.

L'**horizon à Retrocostatum**, au sommet de la sous-zone, contient les ammonites de la faune 11 du Jura du Sud (MANGOLD, 1970).

Zone à Discus STEUER, 1897

Espèce-indice : *Clydoniceras (Clydoniceras) discus* (Sow.).

La zone, divisée en deux sous-zones, peut être aisément reconnue en Angleterre et en Normandie, alors qu'elle n'est pas représentée en Lorraine ou en Franconie par exemple. Les faunes normandes sont parfaitement corréables avec celles du *Forest Marble* et du *Lower Cornbrash* d'Angleterre.

— **Sous-zone à Hollandi** ARKELL, 1951

Espèce-indice : *Clydoniceras (Clydoniceras) hollandi* BUCK..

Faune caractéristique : elle est extrêmement rare, aussi bien en Angleterre qu'en Normandie et dans le Boulon-

nais : à côté de l'espèce-indice seuls sont cités des *Delecticeras* sp.

— **Sous-zone à Discus** STEUER, 1897

Espèce-indice : comme pour la zone.

Faune caractéristique : plus abondante, aussi bien dans le domaine anglo-normand qu'en Allemagne du Nord, elle comprend : *Clydoniceras discus* (Sow.) et ses variétés pour les macroconques et *C. (Delecticeras)* pour les microconques, ainsi que *H. (Parachoffatia) subbackeriae* (d'ORB.), *H. (P.) aristophinctoides* ARK., *Choffatia* de grande taille.

■ **Province subméditerranéenne**

(Portugal, Espagne, Italie, le territoire français au sud d'une ligne Normandie- Bourgogne- Jura du Nord).

Zone à Retrocostatum LISSAJOUS, 1911

Espèce-indice : *Hecticoceras (Prohecticoceras) retrocostatum* (GROSS.).

La zone, depuis Lissajous, a pris des acceptations différentes. Les premiers travaux biostratigraphiques modernes en France ont été harmonisés dans l'échelle proposée en 1971 (MANGOLD et al.). Ce schéma avait auparavant été altéré par l'introduction d'une « *Unnamed Zone* » (TORRENS, 1965) équivalente à la « *Retrocostatum* » Zone (TORRENS, 1974).

Les séquences fauniques permettent de distinguer des sous-zones (ELMI, 1967, 1971 ; MANGOLD, 1970, 1985, ELMI et al., 1971 et MANGOLD, 1990) et d'assurer les corrélations entre les parties méridionales (Ardèche, Centre-Ouest) et septentrionales (Jura méridional) de la province subméditerranéenne.

Deux sous-zones peuvent être distinguées dans ces régions.

■ **Centre-Ouest et Sud-Est de la France.**

— **Sous-zone à Julii** ELMI, 1967 (14)

Espèce-indice : *Hemigarantia julii* (d'ORB.).

En Ardèche, sa limite inférieure est marquée par l'apparition des *Parapatoceras* et des premiers *P. (Paroecotraustes) waageni variabilis* ELMI. Dans le Centre-Ouest (GABILLY, 1964), l'horizon à *Homoeomorpha* avec les premiers *B. (Kheraiceras)* et *Homoeoplanulites* indique la base du Bathonien supérieur.

Faune caractéristique : *Oecotraustes davaiacensis* LISS., *Paroecotraustes (P.) aff. densecostatus* (LISS.), *Strungia cf. haugi* (POP.-HATZ.), *H. (Prohecticoceras) blanazense* ELMI, *H. (Prohecticoceras) retrocostatum trifurcatum* Steph., *Hemigarantia julii* (d'ORB.), *Bullatimorphites (Bomburites) uhligi* (POP.-HATZ.), *B. (Bullatimorphites) cf. hannoveranus* (ROEM.), *Procerites (P.) imitator* (BUCK.), *P. (P.) aff. verciacensis* (LISS.).

Parmi les espèces s'étendant dans la sous-zone suivante : *Oxycerites oppeli* ELMI, *H. (Prohecticoceras) retrocostatum* (GROSS.), *Paroecotraustes (P.) waageni variabilis* ELMI, *Parapatoceras tenuie* (B. et S.), *P. bentzi* (POU.), *Bullatimorphites (Kheraiceras) platystomus* (LISS.), *B. (Bomburites) sp.*, *Homoeoplanulites (H.) homoeomorphus* (BUCK.), *H. (H.) acuticostatus* (ROEM.).

En Ardèche (ELMI, 1967, p. 453), dans la sous-zone à *Julii* qui débute le Bathonien supérieur, le maximum de fréquence de l'espèce-indice se situe immédiatement au-dessous de l'apparition d'*Epistrenoceras histicoides*, espèce-indice de la sous-zone suivante. L'association d'ammonites détaillée ci-dessus, montre à la fois des affinités avec la faune de l'horizon à *Blanazense* et celle de l'horizon à *Retrocostatum*. En s'appuyant sur ces arguments, nous maintenons l'horizon à *Julii* dans la position que lui ont assignée, pour la première fois, WESTERMANN & CALLOMON (1988, p. 12) : entre l'horizon à *Blanazense* et celui à *Retrocostatum/Histicoides*.

— Sous-zone à *Histicoides* COLLIGNON, 1958 (15)

Espèce-indice : *Epistrenoceras histicoides* (ROLL.).

La sous-zone comprenait en Ardèche (ELMI, 1967), l'horizon à *Angulicostatum*, utilisé également au Portugal (ELMI et al., 1971 ; MANGOLD, 1990) et qui est dorénavant attribué au Bathonien terminal, équivalent de la base de la zone à *Discus* ou sous-zone à *Hollandi*.

Faune caractéristique : *Oxycerites oppeli* ELMI, *Eohecticoceras (E.) lunuliforme* ELMI, *E. (E.) biflexuosum* (d'ORB.), *E. (E.) histicoides* (ROLL.), *B. (Kheraiceras) hannoveranus* (ROEM.), *B. (Bomburites) uhligli* (POP.-HATZ.), et encore *Parapatoceras tenuie* (B. & S.), *P. bentzi* (POT.), *H. (Parachoffatia) gr. subbackeriae* (d'ORB.).

■ Frange septentrionale subméditerranéenne (Mâconnais, Jura méridional)

— Sous-zone à *Blanazense* MANGOLD, 1970

Espèce-indice : *Hecticoceras (Prohecticoceras) blanazense* ELMI.

La sous-zone définit la base du Bathonien supérieur. Dans le Jura méridional, deux horizons ont été distingués :

• Horizon à *Quercinus* MANGOLD, 1970 (13)

C'est la faune 9 à grands *Procerites* du Jura méridional définissant l'horizon à *Mirabilis*. L'espèce-indice *P. mirabilis* étant une espèce de la zone à *Progracilis* d'Angleterre, les grands *Procerites* de la base du Bathonien supérieur étant pour la plupart homéomorphes des espèces de la base du Bathonien moyen. CALLOMON & WESTERMANN (1988) ont introduit le nouvel indice.

Faune caractéristique : *Procerites (P.) hodsoni* ARK., *P. (P.) mirabilis* (ARK.), *P. (P.) magnificus* (ARK.), *P. (P.) quer-cinus* (TERQ. & JOUR.) auxquels s'ajoutent *Paroecotraustes (P.) maubeugei* STEPH., *P. (P.) gr. densecostatus* (LISS.), *P. (P.) prevalensis* STEPH., *Choffatia (Subgrossouvría) richei* MANG..

• Horizon à *Blanazense* MANGOLD, 1970

Il correspond à la faune 10 du Jura méridional avec : *Oxycerites oppeli* ELMI, *O. subinflexus* (GROSS.), *H. (Prohecticoceras) blanazense* ELMI, *Paroecotraustes (P.) continuus* ELMI, *P. (P.) ovalis* ELMI, *Clydoniceras (C.) nodatum* WEST, *Homoeoplanulites (H.) acusticostatus* (ROEM.), *H. (H.) aequalis* (ROEM.) et des espèces de petite taille *H. (H.) bugesiacus* (DOM.), *H. (H.) couxi* (DOM.), *H. (H.) mangoldi* (DOM.), *H. (H.) pseudoannularis* (LISS.). Parmi les Oppelli-dés moins fréquents : *Paroecotraustes (P.) grandis* ELMI, *P. (P.) maubeugei* STEPH., *P. (P.) rhodanicus* ELMI et *P. (P.) waageni variabilis* ELMI.

— Sous-zone à *Hannoveranus* DIETL & CALLOMON, 1988 (15)

Espèce-indice : *Bullatimorphites (Kheraiceras) hannoveranus* (ROEMER).

Ce nouvel index, introduit pour la province NW européenne, est également utilisé, pour la partie nord de la province subméditerranéenne, en remplacement de *H. (P.) retrocostatum* (GROSS.) réservé comme index de zone.

Faune caractéristique : *Oxycerites oppeli* ELMI. *Paroecotraustes (P.) waageni waageni* STEPH., *P. (P.) waageni variabilis* ELMI, *Eohecticoceras biflexuosum* (d'ORB.), *Hecticoceras (Prohecticoceras) retrocostatum* (GROSS.), *H. (P.) dominjoni* ELMI, *Clydoniceras (C.) planum* (GROSS.), *C. (Delecticeras) ptychophorum* (NEUM.), *C. (D.) legayi* (RIG. & SAUV.), *B. (Kheraiceras) cf. platystomus* (LISS.), *B. (K.) hannoveranus* (ROEM.), *B. (Bomburites) uhligli* (POP.-HATZ.) et de très rares *Epistrenoceras contrarium* (BEHR).

Les espèces accessoires sont : *P. (P.) waageni variabilis* ELMI, *Homoeoplanulites (H.) homoeomorphus* BUCK., *H. (H.) cf. ybbensis* (JUSSEN), *H. (Parachoffatia) arkelli* MANG., *H. (P.) aristiphinctoides* (ARK.), *H. (P.) subbackeriae* (d'ORB.), *Choffatia (Subgrossouvría) cerealis* ARK..

Zone à *Discus* STEUER, 1897

Le Bathonien terminal ou zone à *Discus* dans la plupart des régions est difficile à reconnaître. Si dans la moitié nord de la France, lorsque ces niveaux existent, le schéma NW européen peut être appliqué, dans le sud-est l'absence de l'espèce-indice ou de formes proches a fait préférer l'emploi d'un indice introduit par ELMI (1967) comme horizon en Ardèche et qui aujourd'hui est considéré comme l'équivalent d'au moins la sous-zone basale. D'autres données sont encore nécessaires pour utiliser cet indice pour l'ensemble du Bathonien terminal.

■ Frange septentrionale de la France, sauf la Normandie et le Boulonnais

Comme dans la province Nord-Ouest européenne, les sous-zones classiques peuvent être utilisées. Dans le Jura méridional, seule la première est présente alors que dans le Mâconnais, la faune décrite par LISSAJOUS (1923) indique l'existence des deux sous-zones dans les Calcaires à *Pholidomya*, mais sans que l'on puisse les séparer, leur succession devra être prouvée sur le terrain.

— Sous-zone à *Hollandi* ARKELL, 1951 (16)

La faune 12 du Jura méridional comprend : *Clydoniceras (C.) hollandi* (BUCK), *C. (C.) discus* (SOW.), *Homoeoplanulites (Parachoffatia) subbackeriae* (d'ORB.).

■ Sud-Est de la France

— Sous-zone ou zone à *Angulicostatum* ELMI, 1967 (16)

Espèce-indice : *Hecticoceras (Prohecticoceras) angulicostatum* ELMI.

A l'origine, l'espèce-indice désignait un horizon de la zone à *Retrocostatum* recouvrant alors tout le Bathonien supérieur et reconnaissable par la faune 4 de l'Ardèche. C'est également dans ce sens que l'horizon a été interprété au Portugal (ELMI et al., 1971 ; MANGOLD, 1990), alors que

dans l'échelle de 1971, l'horizon était restreint au sommet de la zone à *Retrocostatum*, le Bathonien supérieur étant considéré comme incomplet. Aujourd'hui, la succession révisée des coupes du Cap Mondego (Portugal) indique un Bathonien terminal complet en faciès marneux sans discontinuité sédimentaire entre ces niveaux et le Callovien. Nous considérons donc que la zone ou sous-zone à *Angulicostatum* représente l'équivalent peut-être de l'ensemble de la zone à *Discus*, en tout cas de la base de la zone.

Faune caractéristique : *H. (P.) angulicostatum* ElMI, *H. (P.) mondegoense* ElMI, *Homoeoplanoilites (Parachoffatia) subbackeriae* (d'ORB.), *H. (P.) sp.*, associés aux derniers *Parapatoceras* et à la base aux ultimes *Epistrenoceras*.

7.2. CORRÉLATIONS STRATIGRAPHIQUES

■ Entre les provinces subméditerranéenne et subboréale

Les corrélations entre les deux provinces sont aisées en raison de l'interpénétration, au moins locale, de leurs faunes.

Au Bathonien inférieur, les Parkinsoniidés plus rares cependant vers le sud de la province subméditerranéenne, les Zigzagiceratinés, les Morphocératidés abondants vers le sud permettent d'excellentes corrélations entre les différentes sous-zones. La succession subméditerranéenne, utilisant l'évolution des seuls Morphocératidés comme marqueurs des sous-zones, paraît la plus continue et la mieux établie.

Le Bathonien moyen est plus difficile à corrélérer, car les séquences fauniques sont rarement complètes dans une même région. De même, l'utilisation d'espèces-indices appartenant aux Zigzagiceratinés (= *Pseudopérissphinctinidés*), aux Cadomitinés et aux Tultidés reflète le plus souvent une extension par horizon ou par teilzone, certainement dépendante des conditions de milieu.

La limite Bathonien moyen/Bathonien supérieur (*Fortecostatum/Quercinus*) marque un important renouvellement faunique : extinction des Morphocératidés, des Tultidés à enroulement régulier, retour et expansion des Zigzagiceratinés et Oppeliidés.

Ainsi par exemple, les *Procerites* se raréfient d'abord pendant les zones à *Subcontractus*, à *Morrisi* et à *Bremeri* puis, après une dernière phase d'expansion (horizon à *Quercinus*, base du Bathonien supérieur), s'éteignent définitivement.

Pour M. Rioult, les *Procerites* ont fui les plates-formes anglaise et normande à cause de leur envahissement par des sédiments terrigènes à la fin du Bathonien moyen (faciès *Fuller's Earth* du Dorset, fonds de la Manche-Le Havre et Bessin-sillon marneux). Ils ont migré vers le sud-est (bordure nord du Massif Central, Bourgogne, Mâconnais, Jura) avant de remonter sur la Normandie et le sud-ouest de l'Angleterre à la limite Bathonien moyen/Bathonien supérieur.

Dans le Jura méridional, la faune de grands *Procerites* de l'horizon à *Quercinus* se place au sommet des dernières plates-formes carbonatées (Choin de Villebois, Calcaires à silex), avant les dépôts condensés de l'intervalle

transgressif (Niveau fossilifère supérieur au Choin) ou à la base de l'inondation maximale (Marnes des Monts d'Ain). Leur extinction définitive est donc corrélatrice de la disparition des plates-formes carbonatées et de l'arrivée des sédiments terrigènes.

Ce sont ces arguments paléogéographiques, biogéographiques et paléontologiques qui nous font placer la limite Bathonien moyen/Bathonien supérieur sous l'horizon à *Quercinus*.

En admettant comme ici que la base du Bathonien supérieur se place à la base de l'horizon à *Quercinus*, les corrélations apparaissent satisfaisantes en ce qui concerne l'équivalence des zones à *Retrocostatum* et à *Orbis*, de même qu'entre les sous-zones à *Histicoides* et à *Hannoveranus* (= sous-zone à *Retrocostatum*). Seul, le Bathonien terminal pose encore un problème. Dans la plupart des régions de France, cette subdivision pourtant bien établie en Angleterre, en Normandie et dans le Boulonnais est incomplète, une discontinuité venant tronquer plus ou moins tôt le sommet de l'étage. De plus, jusqu'à présent, aucun secteur n'a montré le recouvrement faunique des derniers *Clydonicératidés* et des *Prohecticoceras* du groupe *angulicostatum*.

■ Corrélations avec les autres provinces

L'échelle zonale du domaine boréal, basé sur des Keppleritidés, Cadocératidés et Cardiocératidés, en raison du provincialisme élevé, n'est que difficilement corréable, même avec la succession NW européenne (CALLOMON, 1972). La limite Bajocien/Bathonien se placerait au voisinage de la limite entre les zones à *Pompeckji* (*Cranocephalites*) et *Arcticus* (*Arctocephalites*), celle du Bathonien /Callovien semble mieux assurée par les corrélations fondées sur les *Kepplerites*.

A l'intérieur du domaine téthysien, les corrélations paraissent plus solidement établies. Ainsi, avec la province érythréenne ou arabique, elles sont assez précises (ENAY & MANGOLD, 1991), au moins pour le Bathonien inférieur comprenant les zones à *Tuwaiqensis* (*Tulites*) et *Clydomorphalus* (*Micromorphalus*) car la position de la dernière faune bathonienne de la zone à *Cardioceratoïdes* (*Dhruvaites*) ne peut encore être précisée, ne renfermant aucun élément autre qu'arabique. Des essais de corrélation sont possibles également avec Madagascar et ont été tentés récemment (WESTERMANN & CALLOMON, 1988), à la suite de ceux déjà esquissés par COLLIGNON (1958). La présence d'*Epistrenoceras histicoides* permet une excellente corrélation avec la province subméditerranéenne. D'autres genres (*Wagnericeras*, *Procerites* et *Siemiradzka*) semblent indiquer l'équivalent du sommet du Bathonien moyen (zone à *Bremeri*) et peut-être la base du Bathonien supérieur (horizon à *Quercinus*). En revanche la zone à *Hourcqii* (*Micromorphalus*) ne peut encore être corrélée avec les schémas Nord-Ouest européen et subméditerranéen.

Enfin, en Amérique du Sud (RICCARDI *et al.*, 1989), au Mexique (SANDOVAL *et al.*, 1990), les *Prohecticoceras* et les *Epistrenoceras* du Bathonien supérieur permettent non seulement de situer la zone à *Steinmanni* (*Lilloettia*), mais surtout de montrer l'importance des successions subméditerranéennes pour les corrélations du Bathonien dans la Téthys et le domaine pacifique.

8. — CALLOVIEN

(Tab. VIIIa, b ; Pl. 19, 20, p. 140 à 143)

Jacques THIERRY, Elie CARIOU, Serge ELMY, Charles MANGOLD, Didier MARCHAND et Michel RIOUT

Le Callovien est entendu au sens de d'ORBIGNY (1850) et d'ARKELL (1946). Il faut rappeler que d'Orbigny est venu progressivement à sa définition de l'étage Callovien, au fur et à mesure de la rédaction des derniers fascicules sur les Céphalopodes jurassiques de la Paléontologie française (p. 424-623). Après avoir considéré un « grand étage oxfordien », d'Orbigny isole un « oxfordien inférieur » ou « kellien » (p. 424 ; 1846) dérivé de *Kelloway-rock* (p. 34 ; 1847), contenant *Ammonites calloviensis* (p. 456 ; 1847) ; par la suite, il convertira ce terme en « callovien » (p. 481 ; 1848), pour enfin aboutir à la définition retenue : « Je fais dériver ce nom de Kellaway (*Calloviensis*) qui, en Angleterre, a été le premier point où l'étage a été bien défini » (p. 608, 1850).

Depuis les travaux de base (CALLEMON, 1955 et 1962, paru 1964 ; TINTANT, 1963) et les premiers travaux synthétiques (CARIOU et al., 1967, paru 1971a ; CARIOU et al., 1971b ; CARIOU et al., in MOUTERDE et al., 1971), la biozonation du Callovien a très nettement progressé. La reconnaissance de provinces biogéographiques a nécessité l'établissement d'échelles parallèles basées sur des taxons différents ; dans chacune d'elles, sont actuellement distingués plus d'une trentaine de biohorizons, regroupés en une quinzaine de sous-zones et une demi-douzaine de zones (CARIOU, 1974 a & b, 1980, 1984 ; CALLEMON, 1984 ; CALLEMON et al., 1988, 1989, 1992 ; PAGE, 1988, 1989).

Par décision internationale, la **limite inférieure** du Callovien avait été placée à la base de la zone à *Macrocephalus*, qui commence en Angleterre avec le « *Upper Cornbrash* », le « *Lower Cornbrash* » étant attribué à la zone à *Discus* du Bathonien supérieur (DOUGLAS & ARKELL, 1928, 1932, 1935 ; CALLEMON, 1964). Les biostratigraphes anglo-saxons (CALLEMON & DIETL, 1990, 1991 et CALLEMON et al., 1992) ont d'une part proposé une limite inférieure basée sur les principes de la hiérarchie chronostratigraphique, et d'autre part désigné une coupe-type prise dans le Jura souabe : le Callovien y débute avec l'apparition du genre *Kepplerites* (Kosmoceratidae), qui sert à définir l'horizon à *Keppleri* (1 ; le numéro renvoie au tableau de zonation), unité de base de la sous-zone à *Keppleri*, partie inférieure de la zone à *Herveyi*. Celle-ci a été définie en Angleterre (PAGE, 1988 ; CALLEMON et al., 1988 ; PAGE, 1989) en remplacement de la traditionnelle zone à *Macrocephalus* aujourd'hui abandonnée, depuis que l'on sait que la position stratigraphique d'origine du type de l'espèce-type n'est pas dans cette unité biostratigraphique (CALLEMON et al., 1992). En domaine subméditerranéen, l'index de remplacement choisi est *Bullatimorphites* (*Kheraiceras*) *collatus* (CARIOU et al., 1990). De plus, il semble que le genre *Macrocephalites* débute dans le Bathonien supérieur, dès la sous-zone à *Hollandi*, voire même le sommet de la zone à *Orbis* (DIETL, 1981 ; DIETL & CALLEMON, 1988), et serait donc en partie contemporain du genre *Clydonites*.

La **limite supérieure** avait été placée entre les zones à *Lamberti* et à *Mariae* (ARKELL, 1939) ; elle reste inchangée (2), mais le découpage en horizons de ces deux zones-limites a permis d'en préciser la position : l'horizon à *Paucicostatum* (MARCHAND, 1979, 1984), dont la faune d'*Hecticoceratinæ* a encore un cachet callovien (MARCHAND et al., 1990), est la dernière unité du Callovien supérieur. L'Oxfordien débute avec la sous-zone à *Scarburgense* de la zone à *Mariae*, et plus précisément, avec l'horizon à *Elisabethae* (FORTWENGLER & MARCHAND, 1994).

Les limites des sous-étages correspondent à deux changements fauniques importants qui coïncident assez bien avec les trois anciennes zones d'Oppel (1856-58), « *Macrocephalus* », « *Anceps* » et « *Athleta* », alors que sa zone à « *Biarmatus* » s'étend de part et d'autre de la limite Callovien-Oxfordien actuellement admise.

La **limite Callovien inférieur-Callovien moyen** (3) a été placée originellement entre les sous-zones à *Enodatum* et à *Medea* ; la première appartenant à la zone à *Callovienne* et la seconde à la zone à *Jason* (CALLEMON, 1962, paru 1964). A cause de cette situation au sein du cline évolutif *Kosmoceras* « *enodatum-medea-jason* », cette limite avait été descendue sous la sous-zone à *Enodatum* (TINTANT, 1963). Après avoir suivi cette proposition (CARIOU et al., 1967, paru 1971a), il a été fait retour à la définition originale (ELMI, 1967 ; MANGOLD, 1970 ; CARIOU et al. in MOUTERDE et al., 1971 ; ELMI, 1971 ; CARIOU et al., 1971b ; CARIOU, 1980, 1984 ; CALLEMON, 1984 ; PAGE, 1988, 1989 ; CALLEMON et al., 1988 paru 1989, 1992) pour éviter de trop grands bouleversements dans le découpage de l'étage, et surtout pour respecter les limites reconnues dans la séquence biologique des Kosmoceratidae *Kepplerites* – *Sigaloceras* – *Catasigaloceras/Zugokosmoceras*. Par convention, la limite Callovien inférieur-Callovien moyen est donc placée entre les zones à *Callovienne* (sous-zone à *Enodatum*) et à *Jason* (sous-zone à *Medea*) dans la province subboréale, et entre les zones à *Gracilis* (sous-zone à *Patina*) et à *Anceps* (sous-zone à *Stuebeli*) qui leur sont corrélées dans la province subméditerranéenne (CARIOU et al., 1988a et b).

La **limite Callovien moyen-Callovien supérieur** (4) suscite encore des discussions à la suite de la corrélation, même partielle (CARIOU, 1984 ; CARIOU et al., 1991) des sous-zones à *Phaeinum* (6) et à *Rota* (7). Dans la province subméditerranéenne, la sous-zone à *Rota* renferme encore le genre *Erymnoceras*, ce qui justifie de la placer au sommet du Callovien moyen (CARIOU, 1984). En effet, historiquement, la base de la zone à *Athleta* a été très précisément définie à partir des coupes-types de Montreuil-Bellay (GÉRARD & CONTAUT, 1936) et reprise par la suite (CARIOU, 1980). En revanche, dans la province subboréale, la sous-zone à *Phaeinum* (= horizon à *Interpositum*, TINTANT, 1963), renferme les premiers *Kosmoceras* à côtes fasciculées, et les auteurs anglais (CALLEMON &

SYKES, 1980) font débuter leur zone à *Athleta* avec cet horizon. Il serait alors justifié (proposition de E. Cariou), en vertu du principe d'antériorité et pour des raisons de précision dans les définitions liées au provincialisme (les espèces-index *coronatum* et *athleta* sont des ammonites d'affinités téthysiennes) de conserver dans le domaine subméditerranéen, la définition originale de la zone à *Coronatum* (5; et par voie de conséquence de la zone à *Athleta* qui lui fait suite), et de désigner d'autres index pour le domaine subboréal. Suivant cette même logique, dans le domaine subméditerranéen, il serait souhaitable de remplacer *Quenstedtoceras lamberti*, index subboréal, par un index subméditerranéen. En conséquence, dans cette province, malgré la présence de Reineckeidae trituberculées, de *Kosmoceras* à côtes fasciculées et des premiers *Pseudopeltoceras* dans la sous-zone à *Rota* (ces trois taxons persistant au Callovien supérieur), il est convenu de rattacher cette dernière à la zone à *Coronatum* et de placer la limite Callovien moyen-supérieur à son sommet. Dans ce cas, la limite Callovien moyen-supérieur ne coïncide pas entre les deux provinces.

8.1. DÉFINITIONS DES DIFFÉRENTES UNITÉS (Tab. VIIIa, b)

Au Callovien inférieur, le Boulonnais, la Normandie, le Maine (sud de l'éperon du Perche), les Ardennes et le nord de la Lorraine, comme la majeure partie de l'Europe du Nord-Ouest (Angleterre, Ecosse, Allemagne du Nord), sont sous influences subboréales. Celles-ci s'étendent progressivement vers le sud (« transgressions fauniques ») à partir du Callovien moyen et atteindront un maximum au Callovien supérieur; la référence aux zonations anglo-saxonnes, historiquement les plus anciennes, est donc une base de départ, même si toutes les unités définies ou des équivalents méridionaux (surtout en ce qui concerne les horizons) n'ont pas encore été retrouvés en France ou sur le reste de l'Europe (Espagne, Portugal, Italie) et l'Afrique du Nord (Maroc oriental et Algérie occidentale). Le Poitou, le Berry, le Sud de la Bourgogne, le Bassin d'Aquitaine, les Pyrénées et le Bassin du Sud-Est appartiennent à la province subméditerranéenne. Le Sud de la Lorraine, le Nord de la Bourgogne et le Jura septentrional, d'abord sous influences subméditerranéennes au début du Callovien inférieur (comme la Souabe-Franconie et le Jura Suisse), subissent les influences mixtes dès la fin du Callovien inférieur et au Callovien moyen (justifiant leur mention dans les deux colonnes du tableau pour les provinces subboréale et subméditerranéenne); au Callovien supérieur, les taxons subboréaux descendent jusque sur les régions les plus méridionales du territoire : Causses, Ardèche, Languedoc, Baronnies et Diois, arcs de Castellane et de Nice. Ils coloniseront même la péninsule ibérique (TINTANT, 1975; MELENDEZ et al., 1982; CONZE et al., 1984), mais n'atteindront jamais l'Afrique du Nord.

Les échelles strictement boréales (CALLEMON, 1959, 1985; MELEDINA, 1988) et strictement téthysiennes (CARIOU et al., 1990) ne sont pas discutées dans ce texte. De même, pour chaque unité biostratigraphique définie, ne sont répertoriés que les éléments les plus caractéristiques ou les plus abondants; pour la province subboréale, des listes détaillées de faunes se trouvent dans : CALLOMON, 1955; 1962, paru 1964; 1968; CALLOMON et al., 1988, paru

1989, 1989, 1992; DIETL & CALLOMON, 1988; PAGE, 1988, 1989, 1991; MÖNNIG, 1989; pour la province subméditerranéenne, on consultera : CARIOU, 1969, 1974a et b, 1980, 1984; CARIOU et al., 1967, paru 1971a, 1971b, 1988a et b; ELMI, 1967, 1971; ELMI et al., 1989; MANGOLD, 1970.

8.1.1. Province subboréale

■ Nord du Bassin de Paris (Boulonnais, Ardenne, Lorraine, Bourgogne, Normandie, Maine), Angleterre (Dorset-Yorkshire)-Ecosse, Allemagne (Souabe-Franconie), Jura suisse, Jura français septentrional

Zone à *Herveyi* SPATH, 1932; CALLOMON et al., 1988, 1989, 1992.

Espèce-indice : *Macrocephalites herveyi* (Sow.); lectotype désigné par SPATH (1928, légende de la Pl. 43, fig. 29b), basé sur le plus grand exemplaire de SOWERBY (1818, Pl. 195), refiguré et discuté par CALLOMON et al. (1992, fig. 6, p. 18 et fig. 7, p. 20). Remplace l'index *M. macrocephalus* (SCHLOT.), dont le niveau-type est stratigraphiquement localisé dans la sous-zone à *Koenigi* (CALLOMON, 1988, paru 1989; CALLOMON et al., 1988, paru 1989, 1992). Cette zone est équivalente à la zone à *Macrocephalus* sensu CALLOMON (1955; 1962, paru 1964) et CALLOMON et al. (1992).

Faune caractéristique : dominance des Perisphinctidae (*Homoeoplanulites*), représentation plus faible mais souvent égale des Macrocephalitidae, Keppleritinae (*Kepplerites*) et Tilitidae (*Bullatimorphites*). En Angleterre et dans le Nord de la France, Macrocephalitidae et Tilitidae sont rares; ils sont très abondants en Souabe.

— Sous-zone à *Keppleri* PAGE, 1988, 1989

Espèce-indice : *Kepplerites* (*Kepplerites*) *keppleri* (OPP.).

Faune caractéristique : Les Macrocephalitidae rares à la base, *K. keppleri* (OPP.) très commun, avec parfois *Homoeoplanulites homoeomorphus* (BUCK.), en font l'équivalent de la partie inférieure de la zone à *Macrocephalus* de CALLOMON (1955).

- **Horizon à *Keppleri*** PAGE, 1988; CALLOMON, 1988 paru 1989; CALLOMON et al., 1988, paru 1989

Faune caractéristique : *K. keppleri* (OPP.) et des Macrocephalitidae macroconques, comprimés et finement costulés, appartenant à *M. jacquoti* (DOUV.; = *A. compressus* QUENST.; lectotype refiguré par THIERRY, 1978, pl. 27, fig. 1; microconques in THIERRY 1978, pl. 17, fig. 1-7). Les Perisphinctidae – *Homoeoplanulites cerealis* BUCK., *H. (H.) homoeomorphus* (BUCK.) et *H. (Parachoffatia) subbackeriae* (d'ORB.) – sont très communs, accompagnés de rares Oppeliidae, Tilitidae et Cadoceratinae. En Souabe (CALLOMON et al., 1988, 1992), les Tilitidae – *Bullatimorphites cf. hannoveranus* (ROEMER) et *B. bullatus* (d'ORB.) – sont fréquents. Cet horizon a parfois été dénommé Jacquoti (WESTERMANN & CALLOMON, 1988).

- **Horizon à *Verus*** PAGE, 1988; CALLOMON et al., 1988 paru 1989; CALLOMON et al., 1989

Espèce-indice : *Macrocephalites verus* BUCK.; = *Macrocephalites macrocephalus* sensu ZITTEL 1884 et sensu THIERRY 1978, non SCHLOT.

Faune caractéristique : *M. verus* Buck. (néotype = spécimen de ZITTEL, 1884, fig. 655, refiguré par CALLOMON, 1971, pl. 17 et THIERRY, 1978, pl. 8, fig. 1a,b); la variabilité morphologique de cette espèce est considérable et son extension verticale dépasse cet horizon, assurant la transition avec *Macrocephalites gracilis* (SPATH).

En Souabe (CALLOMON *et al.*, 1988, 1989; DIETL, documents inédits), cette unité est corrélée avec trois horizons définis par des taxons de *Cadoceras*.

- **Horizon à Quenstedti** DIETL *in* CALLOMON *et al.*, 1988, paru 1989; CALLOMON *et al.*, 1989

Espèce-indice : *Cadoceras quenstedti* SPATH, = *Ammonites sublaevis* QUENST. (*non* Sow.), 1887, Pl. 79, fig. 5, 6, 7 (holotype), très proche de *Cadoceras elatmae* (NIKITIN).

Faune caractéristique : abondante et diversifiée, avec des Macrocephalitidae — *M. verus* (Buck.), *M. jacquoti* (Douv.), dominés par des macroconques de grande taille (macroconques associés moins nombreux), à section comprimée très variable, côtes fines et loge d'habitation lisse; très nombreux Tilitidae — *B. hannoveranus* (ROEMER), *B. bullatus* (d'ORB.), Perisphinctidae — *Homoeoplanulites (Parachoffatia) subbackeriae* (d'ORB.), *H. (H.) homoeomorphus* (Buck.), *Choffatia* sp., Cadoceratinæ (espèce-index), rares hétéromorphes (*Parapatoceras*, *Paracuariceras*).

- **Horizon à Suevicum alpha** CALLOMON *et al.*, 1989

Espèce-indice : *Cadoceras suevicum* nom. nov. *pro* *Ammonites sublaevis macrocephali* QUENST. (1846, p. 177 et 1847, Pl. 14, fig. 6a, b; 1887, Pl. 79, fig. 3).

Faune caractéristique : continuité de la faune précédente.

- **Horizon à Suevicum bêta** CALLOMON *et al.*, 1989

Espèce-indice : transiant de l'espèce nominale.

Faune caractéristique : continuité de la faune précédente.

— **Sous-zone à Terebratus** PAGE 1988, 1989; CALLOMON *et al.*, 1988 paru 1989; CALLOMON *et al.*, 1989

Espèce-indice : *Macrocephalites terebratus* (PHILLIPS); néotype désigné par HOWARTH (1962, p. 124, Pl. 19, fig. 1).

Faune caractéristique : les macroconques de l'espèce-indice sont typiques avec des individus à section déprimée et bord ventral moyennement arrondi, ombilic très étroit et côtes moyennes à fortes (comparables au néotype); les microconques ont des tours relativement évolutes et une section ronde (cf. l'holotype de *M. bedfordensis* (SPATH), figuré par BLAKE, 1905, pl. 4, fig. 1); des variants comprimés incluent *M. typicus* (BLAKE). Cette faune en fait l'équivalent de la partie supérieure de la zone à *Macrocephalus* de CALLOMON (1955).

- **Horizon à Terebratus alpha** PAGE, 1988; CALLOMON *et al.*, 1988 paru 1989

Espèce-indice : transiant de l'espèce nominale.

Faune caractéristique : en Angleterre, la faune accompagnante de l'espèce-indice est réduite à de rares *Cadoceras* (*Paracadoceras*) *breve* (BLAKE).

- **Horizon à Terebratus bêta** PAGE, 1988; CALLOMON *et al.*, 1988 paru 1989.

Espèce-indice : transiant de l'espèce nominale.

Faune caractéristique : en Angleterre, souvent réduite à l'espèce-indice.

— **Sous-zone à Kamptus** CALLOMON, 1955

Espèce-indice : *Macrocephalites kamptus* (BUCK.); holotype figuré par BLAKE (1905, Pl. 3, fig. 7 et Pl. 4, fig. 2), refiguré par BUCKMAN (1922, Pl. 347).

Faune caractéristique : les Macrocephalitidae sont fréquents et dominés par le microconque de l'espèce-indice dont les transiants permettent le découpage en trois horizons; les macroconques sont aussi très variables, avec des individus à tours déprimés fortement costulés. En Angleterre, ils sont accompagnés d'*Homoeoplanulites* sp.

- **Horizon à Kamptus alpha/Herveyi** PAGE, 1988; CALLOMON *et al.*, 1988 paru 1989, CALLOMON *et al.*, 1989.

Espèce-indice : transiant de l'espèce nominale ou de l'espèce de la sous-zone; unité désignée comme unique horizon à Kamptus alpha, puis comme deux horizons distincts qui sont actuellement de nouveau réunis en un seul.

Faune caractéristique : assez riche en Macrocephalitidae, dont certainement les holotypes de *Macrocephalites herveyi* (Sow.) et *M. typicus* (BLAKE); la présence d'*Homoeoplanulites* au sommet avait conduit Callomon à subdiviser cet horizon.

- **Horizon à Kamptus bêta** PAGE 1988; CALLOMON *et al.*, 1988 paru 1989.

Espèce-indice : transiant de l'espèce nominale.

Faune caractéristique : Essentiellement l'espèce-indice avec de nombreux variants à côtes fines incluant *Macrocephalites dolius* (Buck.).

- **Horizon à Kamptus gamma** PAGE 1988; CALLOMON *et al.*, 1988 paru 1989.

Espèce-indice : transiant de l'espèce nominale.

Faune caractéristique : le variant est accompagné de macroconques, à tours déprimés fortement costulés, tel que *Macrocephalites polyplychus* (Buck.).

Zone à Koenigi BUCKMAN, 1913

Espèce-indice : *Proplanulites koenigi* (Sow.); lectotype désigné par BUCKMAN (1921, p. 36) et refiguré par ARKELL (1956, Pl. 37, fig. 4). Originellement désignée comme zone; = sous-zone à *Koenigi* *sensu* SPATH (1933), CALLOMON (1955; 1962, paru 1964) et CARIOU *et al.* (1971b).

Faune caractéristique : apparition et maximum de diversification du genre *Proplanulites* qui, en Angleterre et en Normandie, monte jusqu'au sommet de la sous-zone à Calloviense. Dans le nord de la France et le Jura septentrional, présence significative de quelques Kosmoceratidae (*Kepplerites* et *Gowericeras*) au sein d'une faune à nombreux Perisphinctidae.

— **Sous-zone à Gowerianus** PAGE 1988, 1989; CALLOMON *et al.*, 1988 paru 1989

Espèce-indice : *Kepplerites (Gowericeras) gowerianus* (Sow.); holotype *in* TINTANT (1963, Pl. 7, fig. 1).

Faune caractéristique : les variants de *Proplanulites koenigi* (Buck.) constituent la majorité de la faune, avec cependant *K. (G.) gowerianus* (Sow.) et *K. (G.) metorchus*

TABLEAU VIII
Zonation du Callovierien inférieur

PROVINCE SUBBORÉALE (CALLOMON, 1955, 1964, 1984, 1985 ; CALLOMON & DIETL, 1990 ; CALLOMON & SYKES, 1980 ; CALLOMON <i>et al.</i> , 1988, 1989, 1992 ; DIETL, 1991 et inédit ; MARCHAND 1979 ; PAGE, 1988, 1989)			PROVINCE SUBMÉDITERRANÉENNE (CARIOU, 1969, 1974 a et b, 1980, 1984 ; CARIOU <i>et al.</i> , 1971 a et b, 1988 a et b, 1990)		
ODIN & ODIN, 1990	HARLAND <i>et al.</i> , 1990	HAQ <i>et al.</i> , 1987	ZONES	Sous-zones	Horizons
160	161,3	157	3	13	8 9
CALLOVIENSE	CALLOVIENSE	17	13	Enodatum (Planicerclus)	Enodatum γ Enodatum β Enodatum α
KOENIGI	"MACROCEPHALUS"	17	13	Calloviense	Micans Calloviense
HERVEYI	"MACROCEPHALUS"	11	10	Galilaci	Galilaci ?
			10	Curtilobus	Trichophorus Bullatocephalus Subcostarius
			10	Koenigii	Tolype ?
			10	Gowerianus	Curtilobus Macrocephalus
			10	Kamptus	Gowerianus Meteorchus Megalocephalus β Megalocephalus α
			10	"Macrocephalus"	?
			10	Kamptus	Toricelli Kamptus
			10	Terebratus	Kamptus β Kamptus α / Herveyi Terebratus
			10	Keppleri	Terebratus Suevicum β Suevicum α Verus Quenstedti Keppleri (Jaquoti)
			10		1
					Posterior (Kilian) Pamprouxensis Boginense (Oxyptycha/Proximum)
					Michalskii
					Laugieri
					Tyranno / Pictava
					Grossouvrei
					Prahecquense
					Moorei
					Leptus
					Bullatus
					Forculus
					Demariae
					14
					16
					GRACILIS
					BULLATUS ("Macrocephalus")

(1,2,3,... : voir texte, § 8.2)

(Buck.). Les macroconques de ces deux espèces possèdent une loge d'habitation à section ronde et côtes primaires serrées, tandis que le phragmocône est plus grossièrement costulé avec de forts tubercles latéraux noduleux. Seuls les *nuclei* ont un net méplat ventral. Les microconques ont aussi une section arrondie. On trouve aussi des Cadoceratinae, comme *Cadoceras* (*C.*) *n.* sp. et *Chamousetia cf. chamousetti* (d'ORB.). Les Macrocephalitidae sont rares, mais comprennent *M. lophopleurus* (Buck.) et *M. cf. macrocephalus* (SCHLOT; sensu CALLOMON, 1971).

La base de la sous-zone n'a pas été reconnue en Angleterre, alors qu'en Souabe deux horizons sont caractérisés :

- **Horizon à Toricelli** CALLOMON et al., 1988, paru 1989; CALLOMON et al., 1989; Dietl (documents inédits)

Espèce-indice : *Kepplerites (Gowericeras) toricelli* (OPP.), = *Ammonites macrocephalus evolutus* QUENST. 1886 pars, Pl. 76, fig. 9; Buck., 1922, Pl. 292 (lectotype, M) – *Toricelliceras subsulcatum* BUCK., 1922, Pl. 310 (m).

Faune caractéristique : espèce-indice accompagnée de grands Macrocephalitidae à section déprimée et costulation très variable, et de Perisphinctidae (*Homoeoplanulites*).

- **Horizon à Megalocephalus alpha** CALLOMON et al., 1988, paru 1989; CALLOMON et al., 1989; Dietl (documents inédits)

Espèce-indice : *Macrocephalites megalcephalus* nom. nov. pro *Ammonites macrocephalus rotundus* QUENST. (1886-87, p. 653, Pl. 76, fig. 18).

Faune caractéristique : faune abondante et diversifiée avec Macrocephalitidae à section déprimée (espèce-indice), Oppeliidae, Reineckeliidae, Keppleritinae, Proplanulitidae et Perisphinctidae.

Le sommet de la sous-zone est bien caractérisé en Angleterre.

- **Horizon à Metorchus** PAGE, 1988; CALLOMON et al., 1988, paru 1989

Espèce-indice : *Kepplerites metorchus* Buck.

Faune caractéristique : en plus de l'espèce-indice associée à des variants tels que *K. (G.) ventrale* (Buck.) et *Cadoceras* sp., cet horizon renferme : *Proplanulites koenigi* (Buck.)-*P. laevigatus* (Buck.) (m), *P. majesticus* (Buck.)-*P. basileus* (Buck.) (M), *Macrocephalites lophopleurus* (Buck.), *M. foliiformis* (Buck.), *M. liberalis* (Buck.), *M. septifer* (Buck.), *Homoeoplanulites lobatus* (Buck.) et *Chamousetia cf. chamousetti* (d'ORB.).

En Souabe, la base de cette unité correspondrait seulement à un

- **Horizon à Megalocephalus bêta** CALLOMON et al., 1989; Dietl (documents inédits)

Espèce-indice : transiant de l'espèce nominale.

Faune caractéristique : Macrocephalitidae à section déprimée, dont *Macrocephalites macrocephalus* (SCHLOT., non ZITTEL, sensu CALLOMON 1971).

- **Horizon à Gowerianus** PAGE, 1988; CALLOMON et al., 1988, paru 1989

Faune caractéristique : l'index et des variants tels que *Kepplerites (Gowericeras) childanum* (Buck.) et *K. (G.) planus* (Buck.) sont accompagnés de *Proplanulites koenigi* (Buck.), *Cadoceras* sp. et *Macrocephalites* sp. aff. *macrocephalus* (SCHLOT.).

En Souabe, cette unité correspondrait partiellement ou totalement à un **Horizon à Macrocephalus**, CALLOMON et al., 1988, paru 1989; CALLOMON et al., 1989, 1992.

Espèce-indice : *Macrocephalites macrocephalus* (SCHLOT.), néotype figuré et décrit par CALLOMON (1971, Pl. 15-16; 1984, p. 84), refiguré et redécrit par CALLOMON et al. (1992, p. 21, fig. 8).

Faune caractéristique : acmé de l'espèce de SCHLOTHEIM, avec une faune diversifiée de Reineckeidae, Keppleritinae, Proplanulitidae, Perisphinctidae Tilitidae, Oppeliidae et Hecticoceratinæ.

— **Sous-zone à Curtilobus** PAGE, 1988, 1989; CALLOMON et al., 1988, paru 1989

Espèce-indice : *Kepplerites (Gowericeras) curtilobus* (Buck.); holotype figuré par BUCKMAN (1922, Pl. 294).

Faune caractéristique : *K. (G.) indigestus* (Buck.) et *K. (G.) trichophorus* (Buck.) sont les éléments dominants, avec l'espèce-indice. Les macroconques de ces trois espèces diffèrent des espèces plus récentes par leurs tours internes à flancs plats plus finement costulés, à méplat ventral et leur loge d'habitation à côtes primaires plus grossières. Les microconques peuvent aussi présenter une allure comprimée rappelant les *Sigaloceras*. Les Cadoceratinae sont localement abondants incluant des espèces difficilement séparables telles que *Cadoceras boreale* (Buck.) (M) et *C. tolype* (Buck.) (m). Les Proplanulitidae sont toujours fréquents, avec *Proplanulites ferruginosus* (Buck.); *Chamousetia hyperbolicus* (LECKENBY) est très rare.

En Angleterre, trois horizons sont reconnus :

- **Horizon à Curtilobus** PAGE, 1988; CALLOMON et al., 1988, paru 1989

Faune caractéristique : l'espèce-indice est trouvée avec *Cadoceras* sp. et *Proplanulites cf. ferruginosus* (Buck.).

- **Horizon à Tolype** CALLOMON et al., 1988, paru 1989

Espèce-indice : *Cadoceras tolype* (Buck., 1923, Pl. 406).

Faune caractéristique : la faune diffère considérablement dans sa composition entre la base et le sommet de cet horizon, alors que les taxons sont peu différents : l'espèce-indice présente deux variants successifs (*C. tolype* (Buck.) var.a et *C. tolype* (Buck.) var.b, accompagnés de *Proplanulites ferruginosus* (Buck.) (y compris *P. latifus* Buck. et *P. rufus* Buck.), d'un variant de *Kepplerites trichophorus* (Buck.) var.a à la base, et de *K. indigestus* (Buck.) (la distinction de deux variants avait conduit à reconnaître des horizons à *Indigestus alpha* et *Indigestus bêta*; PAGE, 1988). *Chamousetia «lenticularis»* (PHILLIPS, non YOUNG & BIRD) existe au sommet.

- **Horizon à Trichophorus** PAGE, 1988; CALLOMON et al., 1988, paru 1989

Espèce-indice : *Kepplerites trichophorus* (Buck., 1922, pl. 291).

TABLEAU VIIIb
Zonation du Callovien moyen et supérieur

ODIN&ODIN, 1990	HARLAND <i>et al.</i> , 1990	HAQ <i>et al.</i> , 1987	Sous-étages	PROVINCE SUBBORÉALE				PROVINCE SUBMÉDITERRANÉENNE				Sous-étages					
				ZONES	Sous-zones	Horizons		Horizons	Sous-zones	ZONES							
154	157,1	152	supérieur	LAMBERTI	Lamberti	Paucicostatum	2	?	Paucicostatum	Lamberti	LAMBERTI	supérieur					
						Lamberti	Lamberti	Lamberti									
						Praelamberti	Distractum	Praelamberti									
				Henrici	Henrici	Flexispinatum		Athletoides	Poculum	ATHLETA							
					Messiaeni	Entospina		Subtense									
			"ATHLETA"	Spinosum	Megaloglobulus	Nodulosum	23	(Angustilobata)	25								
					Spinosum	Punculatum		Collotiformis	Collotiformis	ATHLETA							
						Prorsinatum		Piveteau (Odyssaeus)									
				Proniae	Proniae	Fraasi		Trezeense/Athleta	Trezeense								
						"Evexa" β											
			"CORONATUM"	Phacium	"Evexa" α			Leckenbyi 24	Rota	CORONATUM							
					Complanatoides	Phacium (Interpositum)	Birkheimeri	"Pseudopeltoceras" 23									
							Aeolidatum/Balticum	Rota/Regulare									
				Grossouvrei	Grossouvrei		Doliforme	Waageni	Leuthardti	ANCEPS							
					Obductum Posterior			Leuthardti									
			JASON	Obductum	Obductum	Coronatum		Baylei	Baylei								
								Villanyensis									
				Jason	Jason β	Jason β		Richei	Tyranniformis	ANCEPS							
					Jason α	Jason α		Blyensis									
				Medea	Medea	?		Turgidum	Stuebeli								
						Medea α		Bannense									

(1,2,3,... : voir texte, § 8.2)

Faune caractéristique: le variant bête de l'espèce-indice est surtout accompagné de *Proplanulites crassiruga* (BUCK.) et quelques *Cadoceras sp.*

En Souabe, cette unité serait équivalente à un

- **Horizon à Subcostarius** CALLOMON et al., 1989; Dietl (documents inédits).

Espèce-indice: *Oxycerites subcostarius* (OPP.), 1864, p. 149, pl. XLVIII, fig. 2.

Faune caractéristique: abondance de l'espèce-indice et de nombreux *Indosphinctes*, *Rehmnia rehmmani* (OPP.) et *Bomburites bombur* (OPP.).

Cet horizon renferme à son sommet des Macrocephalitidae de grande taille à section épaisse, côtes fortes et enroulement sphaerocône; il pourrait être subdivisé en un horizon à *Subcostarius* s.str. et un horizon à *Bullatocephalus* (espèce-indice *Macrocephalites bullatocephalus* nov. sp. (Dietl, 1991, documents inédits).

— Sous-zone à Galilaei PAGE, 1988, 1989; CALLOMON et al., 1988, paru 1989

Espèce-indice: *Kepplerites* (*Gowericeras*) *galilaei* (OPP.); lectotype désigné et figuré par BUCKMAN (1922, Pl. 290).

Faune caractéristique: *K. (G.) galilaei* (OPP.) de grande taille est typique, dont de nombreuses formes de transition vers *Sigaloceras* de la sous-zone à Calloviense. Les macroconques peuvent avoir des tours internes très finement costulés et un aplatissement des flancs et du ventre plus ou moins marqué à divers stades ontogéniques. Les microconques sont virtuellement identiques à ceux de *S. calloviense* (Sow.). D'autres indices sont *Proplanulites* cf. *crassicosta* (Buck.), *Parapatoceras distans* (BAUGIER & SAUZE) comprenant *P. crioconus* (Buck.), un petit *Cadoceras* lisse à tours internes finement costulés, comparé par SPATH à *Cadoceras tchekini* (d'ORB.) – qui est en réalité une espèce du Callovien moyen intermédiaire entre *Cadoceras* et *Longaeviceras*, proche de *C. milashevici* (NIKITIN) – et quelques rares Macrocephalitidae.

La sous-zone n'a pas été subdivisée et une faune caractérisant un Horizon à Galilaei (PAGE, 1988; CALLOMON et al., 1988, paru 1989) est implicitement reconnue.

Zone à Calloviense OPPEL., 1856-1858, emend. CALLOMON, 1955, 1962 paru 1964

Espèce-indice: *Sigaloceras* (*Sigaloceras*) *calloviense* (Sow.); lectotype désigné et figuré par ARKELL (1933, Pl. 36, fig. 5).

Faune caractéristique: Extension du genre *Sigaloceras*, d'où l'équivalence de cette zone avec l'ancienne zone à Calloviense, sans la sous-zone à Koenigi.

— Sous-zone à Calloviense CALLOMON, 1955

Faune caractéristique: *Sigaloceras* (M et m) à section des tours comprimés et finement costulés présentant un méplat ventral pendant toute leur ontogénie. En Angleterre, cette sous-zone est marquée par l'arrivée de formes téthysiennes comme *Parapatoceras*, *Paralcidium* et *Reineckeia* associées à des formes typiquement boréales comme *Cadoceras sublaeve* (Sow.).

- **Horizon à Calloviense** PAGE, 1988; CALLOMON et al., 1988, paru 1989

Faune caractéristique: *S. (S.) calloviense* (Sow.), *Cadoceras sublaeve* (Sow.) var. alpha, *Homoeoplanulites* (*Anaplanulites* ?) sp., *Proplanulites crassicosta* (BUCK.) (M), *Parapatoceras calloviense* (MORRIS), *Reineckeia britannica* ZEISS.

- **Horizon à Micans** PAGE, 1988; CALLOMON et al., 1988, paru 1989

Espèce-indice: *Sigaloceras micans* Buck. (1921, Pl. 255).

Faune caractéristique: *S. (S.) micans* Buck.; *Proplanulites petrosus* (Buck.) (m) et de nombreux variants sont assez communs, ainsi que *Cadoceras sublaeve* (Sow.) bête var. *rugosa*, *Chamousetia* cf. ou aff. *lenticularis* (PHILIPS, non YOUNG & BIRD).

— Sous-zone à Enodatum BRINKMANN, 1929; CALLOMON, 1955 emend. 1964

Espèce-indice: *Sigaloceras* (*Catasigaloceras*) *enodatum* (NIKITIN). = *Sigaloceras planicerclus* (Buck., 1923); lectotype refiguré par TINTANT (1963, Pl. 24, fig. 1).

Faune caractéristique: dominée par les *Sigaloceras* dont trois variants successifs, toujours de taille plus faible que ceux de la zone à Calloviense, permettent la subdivision en trois horizons. Les macroconques ont une loge d'habitation à bord ventral arrondi et les microconques un méplat ventral lisse bordé de noeuds; cette morphologie annonce celle de leurs descendants, les *Kosmoceras*. Les Perisphinctidae sont localement abondants avec *Homoeoplanulites cardoti* (PETITCL.) et *H. (H.) difficilis* (Buck.). *Cadoceras* (*Cadoceras*) *durum* (Buck.) est occasionnellement présent, ainsi que de très rares *Macrocephalites* sp. ind. cf. *tumidus* (REIN.). Equivalence certaine avec l'ancienne sous-zone à *Planicerclus* (CALLOMON, 1955, 1968).

- **Horizon à Enodatum alpha** PAGE, 1988; CALLOMON et al., 1988, paru 1989

Espèce-indice: transiant de l'espèce nominale.

Faune caractéristique: *Sigaloceras* (*Catasigaloceras*) nov. sp., de grande taille mais de morphologie typiquement «enodatum» (= variant alpha), *Cadoceras* cf. *durum* (Buck.) et *Homoeoplanulites* sp. Cette faune n'est pas connue en Souabe.

- **Horizon à Enodatum bête** PAGE, 1988; CALLOMON et al., 1988, paru 1989

Espèce-indice: transiant de l'espèce nominale.

Faune caractéristique: en Angleterre, cet horizon est riche en Perisphinctidae – *Homoeoplanulites difficilis* (BUCK.) associés à *Sigaloceras planicerclus* (Buck.); le sommet renferme *Sigaloceras* (*Catasigaloceras*) *enodatum* (NIKITIN) typique (= variant bête), ainsi que *Sigaloceras* (*Catasigaloceras*) *curvicerclus* (Buck.), *S. (C.) crispatum* (Buck.), *Cadoceras durum* (Buck.) et *Macrocephalites* sp. ind.

- **Horizon à Enodatum gamma** CALLOMON et al., 1988, paru 1989

Espèce-indice: transiant de l'espèce nominale.

Faune caractéristique: *Sigaloceras (Catasigaloceras) enodatum* (variant gamma) et *Sigaloceras (Catasigaloceras) anterior* (BRINKMANN) (m) montrent son équivalence avec l'horizon à *Anterior* (in PAGE, 1988).

Zone à Jason d'ORBIGNY, 1852, sensu CALLOMON 1964

Espèce-indice: *Kosmoceras (Zugokosmoceras) jason* (REIN.).

Faune caractéristique: l'extension du genre *Kosmoceras* (*Gulielmiceras*) sensu CALLOMON et al. (1989) et PAGE (1989, 1991), la met en équivalence partielle avec l'ancienne zone à *Anceps* (OPPEL., 1857), et la zone à *Conlaxatum* (NEAVERSON, 1925). Dans le Jura septentrional, nombreux *Kosmoceratinae* (*Kosmoceras*), *Hecticoceratinae* (*Lunuloceras* et *Putealiceras*), *Reineckeidae*, *Perisphinctidae* et les derniers *Macrocephalitidae*.

— Sous-zone à Medea CALLOMON, 1955, emend. 1968

Espèce-indice: *Kosmoceras (Zugokosmoceras) medea* (CALLOMON); holotype figuré par cet auteur, Pl. 2, fig. 1.

Faune caractéristique: *Kosmoceras (Zugokosmoceras) medea* (CALLOMON) est abondant et occasionnellement accompagné de *Choffatia*, *Indosphinctes*, *Cadoceras* (C.) sp. et de rares mais constantes *Reineckeia aff. anceps* (REIN.), *Reineckeia stuebeli* (STEIMANN) = *Reineckeia duplex* (BUCK.); les *Hecticoceratidae* sont exceptionnels.

Cette sous-zone n'est pas encore subdivisée, bien qu'en Angleterre, deux faunes distinctes puissent être reconnues. A la base, une faune comprenant l'espèce-indice et de nombreuses *Reineckeidae* pourrait caractériser un Horizon à *Medea alpha* (CALLOMON et al., 1988, paru 1989; = horizon à *Turgidum* du domaine subméditerranéen sensu CARIOU, 1974b, 1980, 1984); au sommet, une faune à *Reineckeidae* plus rares et transients de *Kosmoceras medea* (CALLOMON) vers *K. jason* (REIN.), reconnue en Angleterre mais pas en Souabe, représenterait une unité encore non nommée qui pourrait être corrélée avec l'horizon à *Bannense* du domaine subméditerranéen.

— Sous-zone à Jason CALLOMON, 1955

Faune caractéristique: dominée par *Kosmoceras (Zugokosmoceras) jason* (REIN.), espèce de taille supérieure à *Kosmoceras (Zugokosmoceras) medea* (CALLOMON). Les autres taxons sont rares : *Indosphinctes patina* (NEUMAYR), *Cadoceras (C.) compressum* (NIKITIN) et *Reineckeia (R.) anceps* (REIN.).

En Souabe (Dietl, données inédites), deux horizons (Horizon à *Jason alpha* et Horizon à *Jason bêta*) pourraient être reconnus.

Zone à « Coronatum » d'ORBIGNY, 1852; BUCKMAN, 1913; MORLEY-DAVIES, 1916; emend CALLOMON, 1964

Espèce-indice: *Erymnoceras coronatum* (BRUGUIER-DE-ORBIGNY).

Faune caractéristique: *Kosmoceras (Zugokosmoceras)* abondant est utilisé pour subdiviser cette unité; *Erymnoceras* est localement abondant à la base de la zone. Pour les raisons énoncées plus haut (voir la limite Callovien moyen-supérieur), la zone à *Coronatum* du domaine subboréal est équivalente à la zone à *Castor* et *Pollux auct.*, et partiellement équivalente à la « grande » zone à *Anceps*

d'OPPEL. (1857); elle n'est pas équivalente à celle de même nom de la province subméditerranéenne, et devrait être dénommée différemment, sur la base d'un index subboréal.

— Sous-zone à Obductum BUCKMAN, 1925; CALLOMON, 1955

Espèce-indice: *Kosmoceras (Zugokosmoceras) obductum* (BUCK.).

Faune caractéristique: l'espèce-indice est commune, accompagnée d'*Erymnoceras*. Les autres taxons sont assez rares, et concernent *Grossouvreria* (G.) sp. et *Hecticoceras* (*Lunuloceras?*) cf. *lugeoni* (TSYTOVITCH). En Angleterre, *K. obductum* (BUCK.) domine, alors qu'en Souabe c'est *Erymnoceras gr. coronatum* (BRUG.-d'ORB.); dans le Jura septentrional (= Horizon à *Obductum*, BOURQUIN & CONTINI, 1968), *Rossiensiceras* et *Lunuloceras* sont abondants, ainsi et surtout qu'*Erymnoceras*.

— Sous-zone à Grossouvrei CALLOMON, 1955

Espèce-indice: *Kosmoceras (Zugokosmoceras) grossouvrei* (DOUV.).

Faune caractéristique: en Angleterre, typiquement caractérisée par des espèces de grande taille de *Kosmoceras* (=? zone à *Elisabethae*, NEAVERSON, 1925). *Erymnoceras coronatum* (BRUG.-d'ORB.) est localement commun dans la partie inférieure de la zone, mais il est remplacé au sommet par de rares *E. argoviense* JEAN. La faune associée est plus diversifiée que dans les unités inférieures, surtout au sommet où *Binatisphinctes comptoni* (PRATT) est abondant et *Hecticoceras* (*Sublunuloceras*) *Ionsdali* (PRATT) commun. Quelques *Grossouvreria* (G.) et rares *Cadoceras* (C.) *milaschevici* (NIKITIN) ont aussi été rapportés de la base de la sous-zone. Les *Reineckeidae* sont très rares avec *Reineckeia* (*Collotia*) *spathi* (BOURQUIN).

En Souabe, la sous-zone n'est pas subdivisée; elle est caractérisée par une faune à *Erymnoceras doliforme*. Dans le Jura septentrional (= horizon à « *Kosmoceras castor* » CONTINI & BOURQUIN, 1968), *Putealiceras*, *Rossiensiceras*, *Lunuloceras* et *Erymnoceras* sont encore très abondants, associés à *Kosmoceras castor* (REIN.) et *K. pollux* (REIN.). En Angleterre, deux horizons ont été reconnus :

• Horizon à Obductum-Posterior CALLOMON, 1964

Espèce-indice: *Kosmoceras (Zugokosmoceras) obductum-posterior* (BRINK.).

Faune caractéristique: transients intermédiaires entre *K. (Z.) obductum* à côtes fortes et *K. (K.) grossouvrei* (DOUV.) de grande taille, à large ombilic et côtes de force moyenne.

• Horizon à Grossouvrei CALLOMON, 1964

Espèce-indice: *Kosmoceras (Kosmoceras) grossouvrei* (DOUV.).

Faune caractéristique: espèce-indice à côtes fines, ombilic étroit et taille moyenne.

Zone à « Athleta » d'ORBIGNY, 1852, OPPEL., 1857 sensu CALLOMON, 1962, paru 1964

Espèce-indice: *Peltoceras (Peltoceras) athleta* (PHILIPS).

Faune caractéristique : les subdivisions sont basées sur les espèces de *Kosmoceras* à côtes fasciculées. Apparition des *Peltoceratinæ* qui sont abondants, surtout à la base et dans la partie moyenne de la zone; apparition des *Reineckeiidae* à deux rangées de tubercules latéraux. Pour les raisons déjà discutées, la zone à *Athleta* du domaine subboréal (= zone à *Ornatum auct. pars.*, = zone à *Duncani auct.*, = zone à *Proniae auct.*, = ? zone à *Castor NEAVERTON, 1925*) n'est pas équivalente de celle de même nom du domaine subméditerranéen; le choix d'un nouvel index subboréal éviterait des confusions.

— **Sous-zone à Phaeinum** CALLOMON & SYKES (*in COPE et al.*), 1980

Espèce-indice : *Kosmoceras (Lobokosmoceras) phaeinum* (Buck.).

Faune caractéristique : dominée par les *Kosmoceratidae* à côtes fasciculées (apparition dans toutes les lignées) tels que *K. (L.) phaeinum*, où les secondaires se réunissent sur le tubercule ventro-latéral, et des espèces à distribution verticale plus importante : *Kosmoceras (Spinikosmoceras) acutistriatum* Buck., *K. (S.) aculeatum* (EICHWALD), *K. (S.) ornatum* (REIN.), *Kosmoceras (Gulielmiceras) rimosum* (QUENST.), *K. (G.) gemmatum* (PHILLIPS) ainsi que quelques *Binatisphinctes comptoni* (PRATT), *B. fluctuosus* (PRATT), *Hecticoceras (Sublunuloceras) lonsdali* (PRATT) très communs (surtout à la base), et d'assez rares *Longaeviceras laminatum* (BUCK.) et *Reineckeaia (Collotia) spathi* (BOURQUIN). Cette faune en fait l'équivalent d'unités non utilisées ici : = partie inférieure de la zone à *Athleta* de CALLOMON (1968); = ? horizon terminal à « *Kosmoceras pseudogrossouvrei* » + horizon à « *Pseudopeltoceras* » (CONTINI & BOURQUIN, 1968).

En Angleterre, la sous-zone n'est pas subdivisée; une faune homogène représente un **Horizon à Phaeinum** (= horizon à *Interpositum*; TINTANT, 1963). En Souabe, Dietl reconnaît (données inédites) : à la base, un **Horizon à Aculeatum** (= *Balticum*), riche en *Kosmoceras*, où les *Erymnoceras* ont disparu et qui ne contient pas encore de *Peltoceras*; au sommet, un **Horizon à Berckhemeri** avec rares *Kosmoceras*, mais déjà d'assez nombreux *Peltoceras* (index d'horizon) et *Hecticoceras*.

— **Sous-zone à Proniae** CALLOMON & SYKES (*in COPE et al.*), 1980

Espèce-indice : *Kosmoceras (Lobokosmoceras) proniae* TEISSEYRE.

Faune caractéristique : *K. (L.) proniae* TEISSEYRE est abondant (= partie moyenne de la zone à *Athleta*; CALLOMON, 1968) et accompagné par *K. (L.) rowlstonense* (YOUNG & BIRD), *K. (L.) bigoti* (Douv.), *K. (G.) rimosum* (QUENST.) et *Kosmoceras (K.) duncani* (Sow.) avec de grands *Peltoceratinæ* tels que *Peltoceras ex gr. athleta* (PHILLIPS) et *Peltoceras sp.* D'autres éléments sont plus rares : *Pseudopeltoceras chauvinianum* (d'ORB.), *Grossouvría (G.) sulcifera* (OPP.), *Alligaticeras (A.) rotifer* (BROWN), *Hecticoceras (Orbignyiceras?) sp.*, *Longaeviceras placenta* (LECKENBY), *Longaeviceras sp.*, et parfois aussi, *Reineckeaia (Collotia) cf. collotiformis* (JEANNET).

En Angleterre, la sous-zone n'est pas subdivisée; une faune homogène caractérise un **Horizon à Proniae** qui a été élevé au rang de sous-zone. En Souabe (Dietl, données

inédites) trois unités seraient reconnues : à la base, un **Horizon à Complanatoïdes** très riche en *Peltoceratinæ*, quelques *Kosmoceratinæ*, *Hecticoceratinæ*, *Taramelliceras* et les premiers *Distichoceras* (index d'horizon); puis deux **Horizons à « Evexa » alpha et « Evexa » bêta**, basés sur deux transients successifs de *Grossouvría*, où les *Peltoceratinæ* sont toujours dominants, associés à de nombreux *Perisphinctidae*, *Kosmoceratinæ* et *Taramelliceras*.

— **Sous-zone à Spinosum** CALLOMON & SYKES (*in COPE et al.*), 1980

Espèce-indice : *Kosmoceras (Kosmoceras) spinosum* (Sow.).

Faune caractéristique : la faune de *Kosmoceratidae* est dominée par *Kosmoceras (Kosmoceras) spinosum* (Sow.), *Kosmoceras (K.) tidmoorense* ARKELL, *Kosmoceras (K.) kuklikum* (Buck.) et une faune accompagnante plus diversifiée que celle de la sous-zone à *Proniae*, avec : *Distichoceras sp.*, *Horioceras sp.*, *Peltoceras (P.) sp.*, *Grossouvría (G.) sulcifera* (OPP.), *Alligaticeras (A.) rotifer* (BROWN), *Hecticoceras (Orbignyiceras) pseudopunctatum* (LAHUSEN), ainsi que de très rares *Pachyceras cf. crassum* Douv. et de probables *Longaeviceras placenta* (Buck.). Cette unité est équivalente à la partie supérieure de la zone à *Athleta sensu* CALLOMON (1968).

En Angleterre, un **Horizon à Spinosum** est reconnu.

En Souabe (CALLOMON *et al.*, 1990; DIETL, 1993) trois unités ont été distinguées à valeur d'horizons. A la base, un **Horizon à Fraasi** avec *Collotia* (index d'horizon), un **Horizon à Prorsinuatum** dans la partie médiane et un **Horizon à Punctulatum**, riche en *Taramelliceras* avec *Peltoceras*, *Kosmoceras*, *Horioceras* et *Distichoceras*, au sommet.

Zone à Lamberti HEBERT, 1857, 1860

Espèce-indice : *Quenstedtoceras (Lamberticeras) lamberti* (Sow.).

Faune caractéristique : les espèces de *Quenstedtoceras* sont abondantes; *Kosmoceras (K.)* existe aussi, surtout à la partie inférieure de la zone. L'équivalence avec la zone à *Gregarium* (BUCKMAN, 1913) et la zone à *Vertumnnum* (BUCKMAN, 1913) est incontestable.

— **Sous-zone à Henrici** SAYN, 1930; CALLOMON & SYKES (*in COPE et al.*), 1980

Espèce-indice : *Quenstedtoceras (Eboraciceras) henrici* Douv. On remarquera que cette unité, basée sur une espèce subboréale, a été définie en domaine subméditerranéen (Bassin du Sud-Est).

Faune caractéristique : la faune est dominée par les *Quenstedtoceras* à section arrondie du groupe *Eboraciceras* tel que *Q. (E.) henrici* (Douv.) plutôt que par les *Lamberticeras* à section plus aiguë, communs dans la sous-zone suivante. Cette espèce est en proportion approximativement égale à celle des *Kosmoceras (K.) spinosum* (Sow.), *K. (K.) compressum* (QUENST.) *sensu* ARKELL (= *Ammonites compressus* QUENST. *non auct.*), *K. (K.) tidmoorense* ARK. Des *Perisphinctidae* tels que *Grossouvría* et *Alligaticeras*, des *Hecticoceratidae* et *Peltoceratinæ* peuvent être présents avec une espèce de grande taille, ap-

partenant probablement au groupe de *Peltoceras* (*Peltomorphites*).

• **Horizon à Messiaeni** MARCHAND & RAYNAUD, 1993

Espèce-indice: *Quenstedtoceras messiaeni* MARCHAND & RAYNAUD. De nouveau, cette unité, basée sur une espèce subboréale, a été définie en domaine subméditerranéen (Bassin du Sud-Est).

Faune caractéristique: espèce-indice abondante accompagnée de *Distichoceras nodulosum* (QUENST.) et de Kosmoceratidae.

• **Horizon à Henrici** CALLOMON, 1964

Faune caractéristique: essentiellement l'espèce-indice.

En Souabe, la sous-zone à Henrici serait divisée en trois horizons à index subméditerranéens différents des index subboréaux utilisés en Angleterre et en France (DIETL, 1991), avec de bas en haut : **Horizon à Megaloglobulus**, caractérisé par la disparition des *Peltoceras*, les premiers *Quenstedtoceras* associés à des *Taramelliceras* (index d'horizon) et quelques *Kosmoceras*; **Horizon à Entospina**, avec des *Collotia* (index d'horizon), quelques *Quenstedtoceras*, *Kosmoceras* et *Perisphinctidae*; **Horizon à Flexispinatum**, à faune riche et diversifiée de *Quenstedtoceras*, *Kosmoceras*, *Distichoceras* et *Taramelliceras* (index d'horizon).

— **Sous-zone à Lamberti** CALLOMON & SYKES (in COPE et al., 1980)

Faune caractéristique: développement de *Lamberticeras* alors qu'*Eboraciceras* persiste; dominance de *Quenstedtoceras* (dont *Q. lamberti* (Sow.) très abondant) sur *Kosmoceras*, avec en plus *Q. (Q.) leachi* (Sow.), *Q. (Q.) sutherlandiae* (Sow.), *Q. (L.) intermissum* (Buck.). La faune accompagnante est très variée incluant *K. (K.) compressum* (QUENST.) sensu ARKELL, *Peltoceras* (*Peltomorphites*) *subtense* (BEAN), *Grossouvria* (*Poculispininctes*) *poculum* (LECK.), *Aspidoceras* (*Euaspidoceras*) *clynellishense* (ARK.), *Hecticoceras* (*Putealiceras*) *puteale* (LECK.), de rares *Distichoceras bicostatum* (Buck.), *Kosmoceras* (*K.*) cf. *spinosum* (BUCK.), *Alligaticeras* (*A.*) *alligatum* (LECK.), *Pachyceras* (*P.*) *lalandeanum* (d'ORB.) et *Reineckeia* (*Collotia*) *oxyptychoides* (SPATH).

• **Horizon à Praelamberti** MARCHAND, 1986

Espèce-indice: *Quenstedtoceras praelamberti* Douv.; = *Quenstedtoceras henrici* Douv., var. *praelamberti* Douv.

Faune caractéristique: essentiellement l'espèce-indice.

• **Horizon à Lamberti** CALLOMON, 1964

Faune caractéristique: derniers Kosmoceratinae; abondance de *Quenstedtoceras lamberti* (Sow.) et formes affines.

• **Horizon à Paucicostatum** MARCHAND, 1979, emend. FORTWENGLER & MARCHAND, 1991

Espèce-indice: *Cardioceras paucicostatum* LANGE (1973, Pl. 20, fig. 4).

Faune caractéristique: absence totale des Kosmoceratinae; l'espèce-indice est très abondante, accompagnée des derniers *Quenstedtoceras* (qui disparaîtront totalement dans l'unité biochronologique sus-jacente attribuée à l'ex-

trême base de l'Oxfordien, horizon à *Elisabethae* – FORTWENGLER & MARCHAND, 1991, de la sous-zone à *Scarburgense*, zone à *Mariae*) et des *Peltoceratoïdes* à morphologie encore callovienne (point de bifurcation des côtes situé au-dessus de la moitié des flancs).

En Souabe, la sous-zone à Lamberti pourrait être divisée en quatre horizons à index différents de ceux des régions anglaises et françaises (Dietl, données inédites), avec, de bas en haut : deux horizons encore non-nommés, où, par rapport aux unités sous-jacentes, les changements de faunes sont importants pour tous les taxons (*Kosmoceras*, *Paraspidoceras*, *Quenstedtoceras*, etc...), un **Horizon à Distractum**, riche en *Paraspidoceras*? (index d'horizon), et un **Horizon à Lamberti**, bien caractérisé par l'espèce-index.

8.1.2. Province subméditerranéenne

Sud du bassin de Paris (Maine, Poitou, Berry, Bourgogne, Lorraine), Jura français méridional, Bassin du Sud-Est (Alpes, Ardèche, Languedoc), Aquitaine, Pyrénées, Espagne (Chaines Ibérique et Bétique), Portugal (Bassin du Tage, Algarve), Italie-Sicile, Afrique du Nord.

Zone à Bullatus OPPEL., 1856-58 emend. CARIOU, 1967; 1990

Espèce-indice: *Bullatimorphites (Kheraiceras) bullatus* (d'ORB.). OPPEL utilise cet index pour son horizon de base de sa « grande » zone à *Macrocephalus*. CARIOU (in CARIOU et al., 1967, publié 1971 a; 1969; 1990) en fait une zone restreinte à la distribution verticale de l'espèce-indice = zone à *Macrocephalus pro parte* de OPPEL (1856-58) sensu CALLOMON (1955); = zone à *Macrocephalus pars*, sans la sous-zone à *Rehmanni* (CARIOU, 1980; CALLOMON, 1984); = zone à *Macrocephalus* (CARIOU, 1984). MANGOLD (1970), CARIOU et al. (1971b), CARIOU (1974a & b; 1980; 1984) comme sous-zone, CARIOU (1974a & b; 1980; 1984) comme horizon.

Faune caractéristique: abondance et diversification des *Macrocephalitidae* – macroconques cf. *M. transitorius* SPATH et microconques cf. *M. (K.) subtrapezinus* (WAAGEN), des *Tulitidae* (*Bullatimorphites*) dont l'espèce-indice avec des individus macroconques de grande taille, globuleux et très variables (tours internes avec ornementation de nœuds paraboliques décrits sous le nom de « *Macrocephalites* » *sauvagei* PETITC.) et des microconques de petite taille, correspondant à *B. (Bomburites) microstoma* (d'ORB.), des *Perisphinctidae* (*Homoeoplanulites*) de grande taille et des *Oppeliidae* (*Oxycerites*). Actuellement, la zone n'est pas divisée. Au Portugal et en Poitou, la reconnaissance d'une succession de taxons de *Perisphinctidae* microconques, puis macroconques, tels qu'*Homoeoplanulites (Homoeoplanulites) demariae* (PARONA & BONARELLI), *H. (H.) furculus* (NEUMAYR), *H. (H.) leptus* (GEMM.), *H. (Parachoffatia) moorei* (OPP., in NEUMAYR, 1871), permettra sans doute de subdiviser cette grande zone en quatre horizons (CARIOU et al., 1988).

Zone à Gracilis SAYN, 1928

Espèce-indice: *Macrocephalites (Dolikephalites) gracilis* SPATH; = *Macrocephalites canizzarioi* in SAYN & ROMAN, 1928, Pl. XI, fig. 5, 5a, synonymie). Macroconques et mi-

croconques publiés par THIERRY, 1978, Pl. 27-28 et 30-31, sous le nom de « compressus ». SAYN (1928) a créé cette unité sous le nom d' « horizon » à *Macrocephalites canizaroii*; emend. CARIOU (*in* CARIOU *et al.*, 1967, publié 1971a; 1974b; 1980, = « compressus »; 1984) l'a élevé au rang de zone.

Faune caractéristique : les Macrocephalitidae, Tulinidae et Perisphinctidae sont toujours les éléments les plus importants, mais la faune comporte quelques Proplanulitidae et montre surtout, un afflux de Reinekeiidae et d'Hecticoceratinæ.

— Sous-zone à Prahecquense CARIOU, 1974a & b; 1980; 1984

Espèce-indice : *Bullatimorphites* (*Bomburites*) *prahecquense* (PETITC.).

Faune caractéristique : la faune très homogène permet de reconnaître un **Horizon à Prahecquense**, mais la sous-zone n'est pas subdivisée. L'espèce-indice et *B. (Bomburites) bombur* (de GROSSOUPRE) (m), sont représentées par des individus de taille nettement inférieure à celle de *B. (K.) bullatus* (d'ORB.), associées à de nombreux grands Perisphinctidae (*Homoeoplanulites* sp., *Choffatia cesare-dense* MANGOLD – stratum typicum de l'holotype au Cap Mondego, Portugal) et des Macrocephalitidae (M à section comprimée ou déprimée, côtes fines ou grossières et loge d'habitation lisse, et m à section déprimée, côtes fortes et ombilic large tel *M. (K.) cossmanni* (PETITC.)).

— Sous-zone à Grossouvrei CARIOU, 1974a & b; 1980; 1984

Espèce-indice : *Rehmannia* (*Rehmannia*) *grossouvrei* (PETITC.).

Faune caractéristique : un **Horizon à Grossouvrei** est défini par une faune homogène, avec continuité des taxons génériques antérieurs et apparition en grand nombre des Reineckeidae (espèce-index et formes affines), de Perisphinctidae – *Choffatia (Subgrossouvia) cardoti* (GEMM.) – et de quelques Proplanulites. Cette unité avait été créée (CARIOU, 1974a & b) sous le nom de Petitclerci, puis redéfinie comme horizon (1980; 1984) sous le nom de Rehmanni, car *R. (R.) petitclerci* SCHIRARDIN s'est révélée synonyme de *R. (R.) rehmanni* (OPP.). Actuellement, la position stratigraphique exacte de cette dernière, dans sa localité type en Souabe, suppose une extension verticale plus importante; cet indice est donc remplacé par *R. (R.) grossouvrei* (PETITC.) strictement localisée dans cette unité en Poitou (CARIOU *et al.*, 1991).

— Sous-zone à Pictava CARIOU, 1974a & b; 1980; 1984

Espèce-indice : *Reineckea* (*Tyrannites*) *pictava* (BOURQ.). Cette espèce a d'abord été l'index d'un horizon, puis d'une sous-zone; + sous-zone (ou horizon) à Laugieri = zone à Voultensis (ELMI, 1971) et = zone à Koenigi (*sensu* CALLOMON, 1955) de la province subboréale (CARIOU, 1974; 1980; 1984). Un **Horizon à Tyranna / Pictava** est reconnu avec *Reineckea* (*Tyrannites*) *convexa* (CARIOU), *R. (T.) tyranna* (NEUM.), *Reineckea* (*Tyrannites*) *pictava* (BOURQ.) comme index; = horizon à Pictava (CARIOU, 1974a & b; 1980; 1984); = horizon à *Folliformis pars.?* *sensu* ELMI (1971) et ELMI *et al.* (1989).

Faune caractéristique : Reinekeiidae de très grande taille et apparition discrète de *Chanasia*. En Ardèche, nombreux Phylloceratinæ, Oppeliidae (*Oxycerites*, *Strungia* et *Eulunulites*); Proplanulites rares, mais constants et significatifs. Nombreux Macrocephalitidae, dont les premiers *Macrocephalites gracilis* (SPATH).

— Sous-zone à Laugieri CARIOU, 1974a & b; 1980; 1984

Espèce-indice : *Rehmannia* (*Rehmannia*) *laugieri* BOURQUIN. D'abord utilisé pour caractériser un horizon (= horizon à *Pseudochanaziense sensu* ELMI (1971) et ELMI *et al.* (1989), puis une sous-zone (1984); + sous-zone (ou horizon) à Pictava = zone à *Voultensis* (ELMI, 1971) et = zone à Koenigi (*sensu* CALLOMON, 1955) de la province subboréale (CARIOU, 1974; 1980; 1984).

Faune caractéristique : une faune homogène caractérise un **Horizon à Laugieri** avec l'apparition d'*Indosphinctes* – *I. caroli* (GEMM.), *I. choffatti* (PAR. & BON.), *I. subpatina* (PETITC.) – accompagné de *Grossouvia* – *G. curvicosta* (OPP.), *G. prahecquensis* (PETITC.), d'*Oecptychius*; diversification des Reineckeinae – espèce-indice et *Reineckea* (*Tyrannites*) *franconica* (QUENST.). En Poitou et Ardèche, abondance des Oppelliinae – « *Paralcidia* » *voultensis* (LISAJOUS) et Hecticoceratinæ – *H. (Chanasia) barbieri* PETITC. – et présence significative des Proplanulitidae.

— Sous-zone à Michalskii ELMI, 1967

Espèce-indice : *Hecticoceras* (*Chanasia*) *michalskii* (LEWINSKI); = *Hecticoceras* (*Chanasia*) *ardescicum* ELMI, *fide* CARIOU *et al.*, 1971 p. 40). Ce taxon a défini primitivement une zone et une sous-zone, sous le nom d'*Ardescicum* (ELMI, 1971; ELMI *et al.*, 1989), puis de *Michalskii* pour une sous-zone (CARIOU, 1974a & b, 1980, 1984) et enfin un horizon (CARIOU, 1980; 1984).

Faune caractéristique : la faune, homogène, caractérise un **Horizon à Michalskii**, période d'acmé des sous-genres *Chanasia* (M) – *Hecticoceras* (*Chanasia*) *michalskii* LEWINSKI, *H. (Ch.) chartroni* PETITC., *H. (Ch.) gevreyi* PETITC., *H. (Ch.) navense* ROMAN et *Jeanneticeras* (m); les Macrocephalitidae (dont les derniers *Macrocephalites gracilis* SPATH), Reineckeinae (*Reineckea* s.str.) et Perisphinctidae – *Indosphinctes choffatti* (PAR. & BON.), *I. subpatina* PETITC. et *Choffatia leptonata* SPATH sont toujours très nombreux.

— Sous-zone à Patina COLLIGNON, 1954 et 1962, paru 1964; emend CARIOU, 1967, paru 1971

Espèce-indice : *Indosphinctes patina* NEUM. Sous-zone (CARIOU, *in* CARIOU *et al.*, 1967, publié 1971a) équivalente à la sous-zone à *Posteriulus* (*sensu* ELMI (1967), ELMI *et al.* (1989) et *in* CARIOU *et al.* (1971b)); = sous-zone à Oxyptycha + sous-zone à *Pamprouxensis* (CARIOU, 1984). Voir aussi MANGOLD (1970).

Faune caractéristique : Macrocephalitidae, Reineckeidae et Hecticoceratinæ toujours abondants, mais grand épanouissement et diversification des Pseudoperisphinctinae (*Indosphinctes*, *Grossouvia*); en Poitou, Bourgogne, Jura méridional et Ardèche, arrivée en proportion réduite mais significative de *Sigaloceras* (*Catasigaloceras*) *enodatum* (NIKITIN), alors que ces Kosmoceratidae sont assez fréquents dans le Jura septentrional. Le découpage de cette unité (et de la suivante) est basé à la fois sur les Hecticoceratinæ et les Reineckeidae (succession homo-

chronologique du genre *Collotia* «Oxyptycha-Pamprouxensis-Discus»); toutefois, l'antériorité de création de chaque unité étant respectée, on reconnaît :

- **Horizon à Boginense** ELMY, 1971; ELMY et al., 1989; emend CARIOU, 1984

Espèce-indice : *Hecticoceras boginense* PETITC.

Faune caractéristique : apparition de nombreux genres et sous-genres de Reineckeidae – *Reineckeia* (*Reineckeia*) *turgida* CARIOU, *Collotia oxyptycha* (NEUM.) et d'*Hecticoceratinæ* – *Hecticoceras* (*Zieteniceras*) *pseudolunula* ELMY et *H. (Hecticoceras) s.str.*; nombreuses *Choffatia* : *C. poisoti* (PETITC.). Unité équivalente de l'horizon à Proximum (a, partie inférieure) sensu CARIOU (1974a & b; 1980) et de la base de la sous-zone à Oxyptycha sensu CARIOU (1984).

- **Horizon à Pamprouxensis** CARIOU, 1984

Espèce-indice : *Collotia pamprouxensis* CARIOU.

Faune caractéristique : espèce-indice abondante, accompagnée de nombreux autres Reineckeidae, Pseudoperisphinctinae (*Indosphinctes patina* (NEUM.)) : forme-type) et Hecticoceratinæ dont beaucoup existent déjà dans le sommet de l'horizon précédent et se poursuivent dans l'horizon suivant. Unité localisée à la base de l'horizon à Proximum b (sensu CARIOU, 1980).

- **Horizon à Posterior** ELMY, 1967; ELMY in CARIOU et al., 1971b

Espèce-indice : *Hecticoceras (Hecticoceras) posterius* ZEISS.

Faune caractéristique : maximum de fréquence avec renouvellement des espèces d'*Indosphinctes* – *I. abichi* (NEUM.), *I. natwarensis* SPATH, *I. peregrinus* SPATH, *I. besavoensis* COLLIGNON, *I. joffrei* (LEMOINE), *I. pseudopatina* (PAR. & BON.), *Choffatia* - *C. soorkaensis* SPATH, *C. prorsocostata* (SIEM.), *C. leptonata* SPATH et *Grossouvría* – *G. cheyensis* (PETITC.), *G. revoli* (PETITC.); diversification des *Hecticoceras* – *H. (Zieteniceras) kiliani* PETITC., apparition de *Lunuloceras*; *Chanaea* persistantes. Continuité des Reineckeidae – *Reineckeia spinosa* JEAN. Unité équivalente du sommet de l'horizon à Proximum, partie b (CARIOU, 1980), de l'horizon à Kiliani (CARIOU, 1984) et du sommet de la sous-zone à Pamprouxensis (sensu CARIOU, 1984); l'antériorité de création de l'horizon à Posterior sur l'horizon à Kiliani doit être prise en compte, malgré l'extension stratigraphique plus grande de son index, par rapport à *H. (Zieteniceras) kiliani* PETITC.

Zone à Anceps OPPEL 1856-58, emend. CARIOU, 1980, 1984

Espèce-indice : *Reineckeia anceps* (REIN.). Unité ayant un sens plus restreint que celui de la définition originale ; = zone à Arkelli (ELMY, 1971); = zone à Savoïense ou Arkelli (ELMY, in CARIOU et al., 1971b).

Faune caractéristique : rares Kosmoceratidae, nombreux Hecticoceratinæ (*Lunuloceras* et *Putealiceras*), Perisphinctidae (*Choffatia* et *Grossouvría*) et Reineckeidae.

— **Sous-zone à Stuebeli** CARIOU, 1984

Espèce-indice : *Reineckeia stuebeli* (STEINMANN).

Faune caractéristique : en Poitou, dans le Jura et en Bourgogne, les Kosmoceratidae sont assez fréquents, ac-

compagnés des premiers *Lunuloceras* et *Putealiceras*. Nombreux *Phlycticeras* et *Reineckeia*; derniers *Indosphinctes*. Equivalent subtethysien de la sous-zone subboréale à Medea.

- **Horizon à Bannense** CARIOU, 1974b, 1980, 1984

Espèce-indice : *Hecticoceras (Chanaea) bannense* ELMY.

Faune caractéristique : individualisation du genre *Loczyceras* et continuité de *Collotia* – *C. discus* BOUR. chez les Reineckeidae et disparition d'*Hecticoceras s.str.*, au profit de grands Hecticoceratinæ macroconques à section épaisse, tels *Chanaea* et *Zieteniceras* – *Hecticoceras (Z.) couffoni* Douv.

- **Horizon à Turgidum** CARIOU, 1984

Espèce-indice : *Hecticoceras (Chanaea) turgidum* (LOCZY).

Faune caractéristique : Hecticoceratinæ nombreux et diversifiés : apparition de *Putealiceras*, *Rossiensiceras* et *Sublunuloceras*; *Phlycticeras* assez abondants.

— **Sous-zone à Tyranniformis** CARIOU, 1984

Espèce-indice : *Reineckeia (Reineckeia) tyranniformis* SPATH.

Faune caractéristique : nombreux Kosmoceratidae et Hecticoceratinæ – *Putealiceras*, *Hecticoceras (Zieteniceras) karpinskyi* TSYTOVITCH, *H. (Z.) alternans* (ELMY), *H. (Rossiensiceras) loczyi* ZEISS, *H. (Sublunuloceras) gerardi* PETITC., *H. (Lunuloceras) calloviensis* ROMAN & LEMOINE, associés à « *Paralcidia* » *alberti* (DOUV.), *Choffatia (C.) waageni* (TEISSEYRE), *C. (C.) subbalinensis* (SIEMIRADZKI), *C. (Grossouvría) kontkiewiczi* (TEISSEYRE) et des Reineckeidae – *Rehmannia (Loczyceras) reissi* STEINMANN, *R. (L.) britannica* ZEISS. Equivalent subméditerranéen de la sous-zone subboréale à Jason ; = sous-zone à *Multicostata* (CARIOU, 1984).

- **Horizon à Blyensis** CARIOU, 1984

Espèce-indice : *Rehmannia (Loczyceras) blyensis* BOURQUIN.

Faune caractéristique : La diversification des Hecticoceratinæ se poursuit, alors que les Macrocephalitidae disparaissent (= horizon à Jason, partie inférieure a, sensu CARIOU, 1980).

- **Horizon à Richeli** CARIOU, 1984

Espèce-indice : *Rehmannia (Loczyceras) richeli* (FLAMMAND).

Faune caractéristique : continuité des taxons de l'horizon sous-jacent avec apparition de nouvelles espèces : *Choffatia rudniciensis* (SIEMIRADZKI), *Hecticoceras (Lunuloceras) taeniolatum* BONARELLI et *Rehmannia (Loczyceras) richeli* (ROMAN). Individualisation du genre *Flabellisphinctes* qui reste assez rare (= horizon à Jason, partie supérieure b, sensu CARIOU, 1980).

Zone à Coronatum d'ORBIGNY, 1852

Erymnoceras coronatum est une espèce d'affinité téthysienne, fréquente dans la province subméditerranéenne, ce qui justifierait de la conserver comme indice uniquement pour cette province (voir ci-dessus la discuss-

sion pour cette même zone dans la province subboréale). De plus, la zone à Coronatum de la province subméditerranéenne n'est pas actuellement équivalente à celle de même nom de la province subboréale. Pour des raisons de conformité aux définitions originales, elle inclut à son sommet la sous-zone à Rota corrélée avec la sous-zone à Phaeinum du domaine subboréal unité rapportée à la zone à Athleta dans cette province.

Faune caractéristique : apparition des Pachyceratidae (*Erymnoceras*), associés à de nombreux *Lunuloceras*, *Putealceras*, Reineckeidae, *Flabellisphinctes* et *Kosmoceras*.

— Sous-zone à Baylei CARIOU, 1974a & b

Espèce-indice : *Erymnoceras baylei* JEANNET.

Faune caractéristique : *Erymnoceras* évolutives de taille moyenne, Hecticoceratinæ (*Brightia*, *Lunuloceras*, *Lemoineiceras* m) et Perisphinctidae (*Flabellisphinctes* et *Flabellia*) de petite taille (= sous-zone à Gigantea, CARIOU, 1984).

- **Horizon à Villanyensis** CARIOU, 1974a & b, 1980, 1984

Espèce-indice : *Flabellisphinctes villanyensis* (TILL). Utilisé aussi comme index de sous-zone (MANGOLD, ELMI & TOUAHRIA, 1978 ; TOUAHRIA, 1979).

Faune caractéristique : Perisphinctidae très abondants : *Choffatia subbalinensis* (SIEMIRADZKI), *C. dumortieri* MANGOLD & ELMI, *C. neumayri* (SIEMIRADZKI), *Flabellisphinctes* (espèce-indice abondante, mais non restreinte à l'horizon), *Binatisphinctes* (*Okaites*) *credneri* (KRENKEL), *B. (O.) bodeni* (KRENKEL). *Lunuloceras*, *Rossiensiceras* et *Brightia* bien représentés. *Erymnoceras* rare, mais présence d'autres Pachyceratidae tels que « *Rollerites* » *minuendus* JEANNET, « *R.* tenuis JEANNET et « *R.* tuba JEANNET ainsi que les premiers *Pachyerymnoceras*, notamment dans les régions les plus méridionales du domaine (Algérie, par exemple; MANGOLD, 1988). En Poitou et Bourgogne, présence significative de *Kosmoceras* (*Zugokosmoceras*) *obductum* (BUCK.) assurant la corrélation avec la sous-zone subboréale du même nom.

- **Horizon à Baylei** CARIOU, 1980, 1984

Faune caractéristique : L'association précédente persiste, mais accompagnée de très nombreux *Erymnoceras* et quelques rares *Erymnocerites*; apparition des premières Reineckeidae bituberculées (*Loczyceras*); nombreux *Hecticoceras* (*Orbignyiceras*) *schloenbachi* TSYTOVITCH et *H. (Rossiensiceras)* *subnodosum* TSYTOVITCH.

— Sous-zone à Leuthardti CARIOU, 1974a & b

Espèce-indice : *Erymnoceras* (*Erymnocerites*) *leuthardti* JEANNET.

Faune caractéristique : abondance et diversité des *Erymnoceras* et *Flabellisphinctes* dont les espèces, plus variables que dans l'unité précédente, sont de taille supérieure à celles de la sous-zone à Baylei (= sous-zone à Spathi sensu CARIOU, 1984).

- **Horizon à Leuthardti** CARIOU, 1984

Faune caractéristique : Abondance des *Erymnocerites* (espèce-indice), successeurs des *Erymnoceras* (= horizon à Waageni a, partie inférieure, CARIOU, 1980).

• Horizon à Waageni CARIOU, 1974b, 1980, 1984

Espèce-indice : *Choffatia waageni* (TEISSEYRE).

Faune caractéristique : les *Erymnocerites* semblent avoir disparu, alors que les *Erymnoceras* persistent; apparition des *Distichoceras* s. str., accompagnés d'*Hecticoceras* (*Zieteniceras*) *angulatum* TSYTOVITCH et *H. (Z.) bituberculatum* TSYTOVITCH (= horizon à Waageni b, partie supérieure, CARIOU, 1980). D'après MANGOLD (1970, p. 147-148, désignation du néotype de l'espèce, cf. CORROY, 1932, Pl. 18, fig. 1-2), *Choffatia waageni* (TEISS.) serait caractéristique de la zone à Jason, et ses derniers représentants trouvés dans la base de la zone à Coronatum (Horizon à Villanyensis). En Poitou, la forme-type de cette espèce très caractéristique est strictement localisée au sommet de la zone à Coronatum, d'où son choix comme index de cet horizon. Elle s'intègre à une lignée spécifique évoluant graduellement depuis au moins le sommet du Callovien inférieur (HANTZPERGUE & CARIOU, 1993) et comprenant *Choffatia prorsocostata* (SIEM.) – *Ch. subbalinensis* (SIEM.) – *Ch. waageni* (TEISS.).

— Sous-zone à Rota CARIOU, 1984

Espèce-indice : *Rehmannia* (*Loczyceras*) *rota* BOURQUIN.

La succession des horizons dans les sous-zone à Rota et à Trezeense proposée ici, peut présenter un recouvrement partiel d'unités du fait qu'elles ont été définies dans des régions géographiques différentes : Rota et Trezeense dans le Centre-Ouest de la France et, « *Pseudopeltoceras* » et Leckenbyi dans le Jura septentrional.

Cette unité est équivalente à la sous-zone à Gailliardi basée sur la phylogénie des Reineckeidae, proposée par CARIOU (1984).

- **Horizon à Rota** CARIOU, 1974b, 1980, 1984

Espèce-indice : *Rehmannia* (*Loczyceras*) *rota* BOURQUIN.

Faune caractéristique : les *Distichoceras* – *D. concinnum* (LEMOINE), sont associés aux nouveaux genres et sous-genres *Rolleria*, *Pseudopeltoceras* et *Orionoides*. Chez les Reineckeidae, apparition simultanée de formes bituberculées dans les lignées *Reineckeia* s.str. et *Collotia* – *C. gailliardi* (ROMAN). Les Hecticoceratinæ sont toujours nombreux et variés : *Hecticoceras* (*Lunuloceras*) *michaillense* ZEISS, *H. (L.) faurei* FALLOT, *H. (Rossiensiceras)* *regulare* TILL, *H. (R.) pseudoquerustedti* ZEISS; derniers *Erymnoceras*. Continuité des *Binatisphinctes*, dont *B. (Okaites) rjasanensis* TEISSEYRE, qui existe encore dans la sous-zone à Trezeense; en Poitou premiers *Pseudopeltoceras* *chauvinianum* (d'ORB.). Les Kosmoceratidae sont plus fréquents avec *Kosmoceras* (*Zugokosmoceras*) *zugium-interpositum* (BUCK.).

- **Horizon à « Pseudopeltoceras »** BOURQUIN & CONTINI, 1968

Espèce-indice : pas d'index spécifique désigné.

Faune caractéristique : *Pseudopeltoceras* abondants et diversifiés dont *P. chauvinianum* (d'ORB.); vrais *Peltoceras* rares. Présence de *Kosmoceras* gr. *rotundum* (QUENST.), *Orbignyiceras*, *Distichoceras* et *Horioceras*.

Zone à Athleta

Pour les mêmes raisons que la zone à Coronatum (espèce-indice d'affinité téthysienne) typiquement subméditerranéenne.

ranéenne), il est justifié de conserver cet index uniquement pour cette province (voir ci-dessus cette même zone dans la province subboréale). Dans la province subméditerranéenne, elle est restreinte aux sous-zones à *Trezeense* et *Collotiformis*, respectivement équivalentes aux sous-zones à *Proniae* et *Spinosum* de la province subboréale (voir ci-dessus).

Faune caractéristique : important renouvellement faunistique avec des Reineckeidae (*Collotites* et *Loczyceras* à double rangée de tubercles latéraux) et des Kosmoceratidae à côtes fasciculées; disparition des *Erymnoceras* remplacés par les *Pachyerymnoceras*, continuité des *Peltoceratinæ* avec *Pseudopeltoceras*, suivi de *Peltoceras* (CONTINI *et al.*, 1989; BONNOT, 1990; BONNOT & MARCHAND, 1991).

— Sous-zone à *Trezeense* CARIOU, 1969

Espèce-indice : *Hecticoceras* (*Orbignyiceras*) *trezeense* GERARD & CONTAUT, caractérisant la sous-zone « A » de GÉRARD & CONTAUT (1936), cette espèce sera choisie comme index (CARIOU, 1969; MANGOLD, 1970, p. 320; CARIOU *et al.*, 1971b, 1974a, 1980, 1984); = sous-zone à *Nivernensis* (CARIOU, 1984).

• Horizon à *Leckenbyi* BOURQUIN & CONTINI, 1968

Espèce-indice : *Pseudopeltoceras leckenbyi* (BEAN).

Faune caractéristique : diversification des *Pseudopeltoceras* (dont l'espèce-indice) et apparition des premiers *Peltoceras* vrais, accompagnés d'*Hamulispinictes* et de *Kosmoceras duncani*, *Sublunuloceras*, *Putealiceras*

• Horizon à *Trezeense/Athleta* CARIOU, 1969, 1980, 1984

Espèce-indice : comme pour la sous-zone.

Faune caractéristique : grande diversification faunistique avec de grands *Hecticoceratinæ*-*Sublunuloceras*, *Orbignyiceras*, *Putealiceras*, ainsi qu'*Hecticoceras* (*Quenstedtoceras*) *carpathicum* SIM., *H. (Rossiensiceras) uhligi* TILL, *Taramelliceras taurimontanus* ERNI. Les *Orionoides* sont nombreux et variés : *O. termieri* GER. & CONT., *O. crassa* GER. & CONT., *O. monestieri* GER. & CONT. Nombreux *Peltoceras* (M) et (m) : *P. athleta* PHILLIPS, *P. baylei* (PRIESER), *Binatispinictes* (*Okaites*) *rjasanensis*, *B. robauxi* GER. & CONT., *B. giganteus* GER. & CONT., accompagnés de *Pseudopeltoceras leckenbyi* (BEAN), *P. famulum* (BEAN), *Hamulispinictes hamulus* BUCK. Continuité des Reineckeidae : *Rehmannia* (*Loczyceras*) *formosa* (BOURA.), *R. (L.) horrida* CARIOU, *Collotia cariou* BOURQUIN, *C. nivernensis* (BOURA.). Cet horizon est particulièrement important pour les corrélations au sein du domaine téthysien où il est bien caractérisé (Afrique du Nord; ELMÉ, 1971).

— Sous-zone à *Collotiformis* BOURQUIN & CONTINI, 1968

Espèce-indice : *Collotia* (*Collotites*) *collotiformis* (JEANNET).

Auteur : CONTINI & BOURQUIN (1968); CARIOU (1969, 1974a, 1980, 1984) et MANGOLD (1970) comme sous-zone; = sous-zone à *Odyssesus* (CARIOU, 1984).

Faune caractéristique : apparition des grands *Collotites*, diversification des *Orionoides* et disparition des *Pseudopeltoceras*; très nombreux *Peltoceras*.

• Horizon à *Piveteau* CARIOU, 1974a, 1980, 1984

Espèce-indice : *Orionoides piveteau* GER. & CONT.

Faune caractéristique : *Orionoides* très fréquents, dont l'espèce-indice ainsi qu'*O. lanquinei* GER. & CONT., des Reineckeidae – *Collotia odyssesus* (MAYER), *C. perispinctoides* CARIOU, *C. coirieri* CARIOU, et *Hecticoceras* (*Eulunulites*) *sinuicostatum* (ZEISS).

• Horizon à *Collotiformis* BOURQUIN & CONTINI, 1968, (CARIOU, 1974a, 1980, 1984)

Faune caractéristique : acmé des grandes Reineckeidae bituberculées (parfois désigné sous le nom d'Horizon à grandes *Collotia*) : *Collotia* et *Collotites* – espèce-indice et *C. falloti* GER. & CONT; renouvellement des espèces d'Hecticoceratinæ : *Hecticoceras* (*Sublunuloceras*) *virguloides* GER. & CONT., *H. (Putealiceras) intermedium* (SPATH), *H. (Orbignyiceras) hirtzi* COLLIGNON, *Distichoceras* et *Ho-rioceras*. Diversification des *Orionoides* : *O. raguini* GER. & CONT., *O. cayeuxi* GER. & CONT.

Zone à *Lamberti*

Espèce-indice et auteurs identiques à ceux de la zone de même nom dans la province subboréale; par souci d'homogénéité, le choix d'un nouvel index strictement sub-méditerranéen serait souhaitable.

Faune caractéristique : marquée par l'arrivée dans la province subméditerranéenne, en quantité non négligeable, des Cardioceratinæ boréaux (*Quenstedtoceras*), auparavant très rares.

— Sous-zone à *Poculum* CARIOU, 1974, 1980, 1984

Espèce-indice : *Orionoides (Poculispinictes) poculum* LECKENBY, choisi primitivement comme index d'un horizon (CARIOU, 1969; CARIOU *in* CARIOU *et al.*, 1971a et *in* MOUTERDE *et al.*, 1971); = sous-zone à *Angustilobata*.

• Horizon à *Nodulosum* CARIOU, 1974a, 1980, 1984

Espèce-indice : *Distichoceras nodulosum* (QUENST.).

Faune caractéristique : apparition de plusieurs genres et sous-genres (*Pseudobrightia*, *Mirospinictes*, *Properispinictes* et *Euaspidoceras*); forte diminution des Reineckeidae et relative abondance des Kosmoceratidae. Continuité et diversification des *Distichoceras* – espèce-indice et *D. andegavensis* (GER. & CONT.), *Hecticoceras* – *H. (Rossiensiceras) daghestianum* (NEUMAYR), *Orionoides* – *O. anginus* SPATH et *Mirospinictes*.

• Horizon à *Subtense* CARIOU, 1980, 1984

Espèce-indice : *Peltoceras subtense* (BEAN).

Faune caractéristique : en Poitou, l'apparition de *Poculispinictes* – espèce-indice et *O. (P.) poculum* (LECK.). coïncide avec celle des premiers *Quenstedtoceras gr. henrici* (DOUV.). Les Aspidoceratinæ – *Euaspidoceras hirsutum* (BAYLE) et de grandes *Pseudobrightia* sont très abondants, accompagnés d'*Hecticoceras* (*Putealiceras*) *thirriai* PETITC.

• Horizon à *Athletoides* CARIOU, 1980, 1984

Espèce-indice : *Peltoceras athletoides* LAHUSEN.

Faune caractéristique : nombreux *Putealiceras* – *Hecticoceras (P.) douvillei* (JEANNET) ainsi que de grands Perisphinctidae dont la morphologie évoque déjà des espèces oxfordiennes ; les Pachyceratidae – *Pachyceras lalandeanum* (d'ORB.) – sont assez fréquents.

— Sous-zone à Lamberti

Espèce-indice, auteur, subdivisions et faunes caractéristiques identiques à ceux de la province subboréale (voir ci-dessus).

8.2. CORRÉLATIONS ENTRE LES ZONATIONS

8.2.1. Le Callovien inférieur (Tab. VIIa)

Les travaux des vingt dernières années ont considérablement changé les subdivisions du Callovien inférieur subboréal ; des différences existant entre l'Angleterre et l'Allemagne au niveau des biohorizons, deux colonnes sont respectivement proposées (8, 9). Une vingtaine d'horizons sont regroupés en huit sous-zones, dont cinq nouvelles – Keppleri, Terebratus, Gowerianus, Curtilobus et Galilaei (10) – et trois zones, dont une nouvelle – Herveyi (11) ; celles-ci, compte tenu des nouveaux horizons et des corrélations proposées, ne sont pas ou peu équivalentes de celles de même nom utilisées auparavant (voir notamment la redéfinition de la zone à Macrocephalus ; CALLOMON *et al.*, 1992). Dans le tableau, une colonne additionnelle des sous-zones (12) et des zones (13) telles qu'elles étaient comprises, est portée à droite de celles utilisées actuellement.

Quant au Callovien subméditerranéen, ce sont surtout les faunes poitevines qui ont conduit à un découpage en biohorizons nouveaux ; beaucoup d'entre eux (Laugieri, Pictava ; 14), reconnus dans d'autres régions européennes, ont été élevés au rang de sous-zone. Les Tilitidae, Macrocephalitidae, Reineckeidae et Hecticoceratidae sont les familles utilisées. Une subdivision plus fine (15) de la sous-zone à Bullatus serait possible à partir de Perisphinctidae du genre *Homoeoplanulites*.

Entre les deux domaines, les difficultés de corrélation viennent de l'absence quasi totale des Kosmoceratidae dans les régions sud, et de la rareté des Tilitidae, Macrocephalitidae et Hecticoceratidae dans les régions nord. Il en résulte que la zone à Bullatus du domaine subméditerranéen (16) n'est pour l'instant, ni équivalente à la zone du même nom qui regroupait auparavant les sous-zones à Macrocephalus et Kamptus des découpages antérieurs (12), ni équivalente à la zone à Macrocephalus des auteurs (13), ni strictement équivalente à la zone à Herveyi (11) nouvellement proposée pour le domaine subboréal. De même, dans ce dernier, les Zones à Koenigi et à Calloviense (17) ne seraient pas l'équivalent tout à fait exact de la zone à Gracilis (18) du domaine subméditerranéen. Dans ces deux domaines, les unités, basées sur des associations d'espèces appartenant à des familles distinctes ont en effet de très grandes chances de présenter des limites qui ne coïncident pas ; la recherche d'unités exactement équivalentes étant un faux problème, mieux vaut tenter d'établir des corrélations les plus précises possibles.

8.2.2. Le Callovien moyen (Tab. VIIb)

Au Callovien moyen, les corrélations sont plus aisées entre les deux provinces du fait de la présence en plus grand nombre des Kosmoceratidae dans les régions méridionales. En domaine subboréal, ces derniers servent d'index à tous les niveaux hiérarchiques. Dans le domaine subméditerranéen, la zonation est surtout basée sur les Reineckeidae et les Pachyceratidae (*Erymnoceras*) ; après son abandon, la zone à Anceps (19) a été réhabilitée comme équivalente de la zone à Jason (20), mais dans un sens différent de celui d'Oppel. Quant à la zone à Coronatum (5), il serait souhaitable de ne la conserver sous ce nom que dans le domaine subméditerranéen, et de redéfinir un index pour le domaine subboréal, du fait de la non-équivalence exacte de ces deux unités entre les deux provinces. Dans les régions méridionales, sa limite supérieure est fixée au toit de l'horizon à *Pseudopeltoceras* (23) ; au-dessus, accompagnés des premiers *Peltoceras* (horizon à Leckenbyi – 24), ils marquent le début du Callovien supérieur.

8.2.3. Le Callovien supérieur (Tab. VIIb)

Le Callovien supérieur conserve ses zones à Athleta et à Lamberti, mais celles-ci sont dorénavant très finement subdivisées. Pour les mêmes raisons qu'au Callovien moyen, un nouvel index devrait être choisi pour la zone à Athleta du domaine subboréal.

Dans ce dernier, la zone à Athleta comporte trois sous-zones basées sur les Kosmoceratidae : sous-zones à Phaeinum (6), Proniae (21) et à Spinosum (22). Dans le domaine subméditerranéen, elle est restreinte aux sous-zones à Trezeense et à Collotiformis.

Dans le domaine subboréal, la zone à Lamberti est subdivisée grâce aux Cardioceratinæ. Cinq horizons, basés sur l'évolution du genre *Quenstedtoceras* sont distingués. Dans le domaine subméditerranéen, Reineckeidae et/ou Peltoceratinæ, puis Cardioceratinæ servent d'index. L'horizon à Polcolum, est élevé au rang de sous-zone (25) et regroupe trois horizons corrélés avec les divisions subboréales ; parmi eux, l'horizon à Nodulosum (26), placé au-dessus de l'horizon à Collotiformis et antérieurement inclus dans la sous-zone à Athleta, doit être corrélé, au moins en partie, avec l'horizon à Messiaeni (27). L'Horizon à Paucicostatum (2) est la dernière unité du Callovien supérieur.

8.3. CONCLUSIONS

La précision et la fiabilité des unités biochronologiques du Callovien subboréal sont dues à l'utilisation presque exclusive de l'extension verticale des Kosmoceratidae, doublés à la base de l'étage par les Macrocephalitidae et relayés au sommet par les Cardioceratidae, trois familles à évolution rapide. L'homogénéité et la précision du découpage en horizons tant en Angleterre qu'en Souabe, met en évidence les différences paléogéographiques et paléobiogéographiques de ces deux bassins. Ces unités n'ont pas encore été reconnues en France (Boulonnais, Normandie, Lorraine) où des environnements de type plate-forme peu profonde règnent à cette époque. De plus, il est en-

core difficile de corrélérer très précisément ces unités avec celles définies pour la province subméditerranéenne, totalement dépourvue ou presque de Kosmoceratidae, par endroits, jusqu'à la base du Callovien supérieur; les corrélations sont particulièrement délicates, par exemple au niveau des horizons à *Tyranna/Pictava*, à Laugieri, à Michalskii et à Boginense. L'échelle subméditerranéenne est tout aussi documentée et largement utilisée dans la moitié sud de la France. De très gros progrès ont été réalisés pendant les deux dernières décennies, tendant à centrer le choix des index sur deux familles : les Reinekeiidae et les Hecticoceratinæ.

La biozonation idéale du Callovien Ouest-européen devrait correspondre à un découpage effectué après la mise en parallèle des résultats obtenus sur des lignées d'ammonites (ou d'autres organismes) différentes dans les deux provinces reconnues. Or, l'évolution des lignées se déroule à un rythme propre à chacune d'elles; les contraintes sédimentaires, qui sous-tendent l'enregistrement des documents stratigraphiques, ont les leurs : ces deux catégories de rythmes sont donc vraisemblablement liées à des événements. Il en résulte qu'actuellement, sur le fond, l'échelle biochronologique callovienne, tout comme celle de nombreux autres étages, reflète bien plus une succession d'événements (biostratigraphie événementielle) que l'enregistrement du temps géologique jalonnant l'évolution des lignées.

Enfin, l'échelle proposée ici traduit aussi des migrations et des arrivées de faunes nouvelles d'une province biogéographique vers une autre. Malheureusement, pour de multiples raisons (provincialisme et/ou écologie, eustatisme et/ou géodynamique des bassins), nous n'avons pas encore la certitude que ces arrivées soient synchrones sur l'ensemble d'une aire aussi vaste que l'Europe.

De plus, le temps étant enregistré de façon incomplète et l'évolution biologique ayant peu de chances de se dérouler en un lieu unique sur une même verticale, les successions litho-biostratigraphiques sont obligatoirement discontinues. Aussi, les corrélations restent encore entachées d'une certaine approximation, malgré les énormes progrès réalisés au cours des vingt dernières années. Dans certains cas toutefois, en fonction des régions géographiques concernées et de leur paléogéographie du moment, des lignées montrent souvent une évolution assez graduelle; tel est le cas des *Kosmoceras* (BRINKMANN, 1929; TINTANT, 1963) et des *Quenstedtoceras* (MARCHAND, 1986) subboréaux, des *Colotia* du Callovien moyen (CARIOU, 1984) et des *Macrocephalites* du Callovien inférieur subméditerranéen (THIERRY, 1978), de certains Hecticoceratinæ (ELMI, 1967) et *Pseudoperisphinctinae* (MANGOLD, 1970), soulignant que l'enregistrement du temps par les sédiments n'est pas aussi discontinu qu'on pourrait le croire.

9. — OXFORDIEN

(Tab. IX, X ; Pl. 21, 22, p. 144 à 147)

Elie CARIOU, Raymond ENAY, François ATROPS, Pierre HANTZPERGUE, Didier MARCHAND et Michel RIOUT

L’Oxfordien comprend plusieurs échelles parallèles imposées par le provincialisme accentué des faunes d’ammonites selon un gradient latitudinal. Le domaine qui nous intéresse recouvre deux grandes entités paléobiogéographiques : la province subboréale (Angleterre, nord de l’Europe), située au sud d’une province boréale s.s., et la province méditerranéenne. La première comporte de nombreux éléments d’origine boréale, tandis que la seconde est dominée par les faunes téthysiennes méditerranéennes. Ces deux provinces correspondent en grande partie à la zone de contact, fluctuante au cours du temps, entre deux grands royaumes paléobiogéographiques, le boréal et le téthysien, où les faunes respectives se chevauchent. Ces échanges fauniques, d’amplitude variable au cours du temps, expliquent l’existence dans chacune des provinces considérées et pour des fractions de l’étage oxfordien, de deux types d’échelles biochronologiques parallèles fondées l’un sur des ammonites septentrionales, l’autre sur des ammonites plus méridionales.

Ainsi dans la province subboréale il existe deux zonations pour l’Oxfordien moyen et supérieur, basées soit presqu’exclusivement sur les *Perisphinctidae* d’affinités téthysiennes (ARKELL, 1934-1948, 1956; WRIGHT, 1972), soit sur les *Cardioceratidae* d’origine boréale, et applicable dans ce cas à l’ensemble du royaume boréal (provinces boréale et subboréale), cette dernière échelle tendant peu à peu à supplanter la première dans l’usage (SYKES & CALLOMON, 1979). Ces zonations ont été mises en parallèle avec celles du domaine téthysien (Tab. X). Cependant, la définition des unités boréales sort du cadre de ce travail.

La province méditerranéenne, telle qu’elle est comprise ici, désigne un ensemble faunique bien circonscrit, qui s’étend en gros sur la moitié sud de l’Europe et l’Afrique du Nord, c’est-à-dire sur les deux marges de la Téthys. Ainsi définie, cette entité regroupe l’ensemble des provinces subméditerranéenne et méditerranéenne distinguées antérieurement (CARIOU, 1973), dont les différences sont en réalité imputables essentiellement à des facteurs écologiques. Pour des raisons paléobiogéographiques, l’Oxfordien inférieur comporte également deux sortes de zonations (Tab. IX). L’échelle des *Cardioceratidae* boréaux s’applique en effet à une grande partie de la province, constituée par le sud de l’Europe à l’exclusion de l’Espagne. Cette particularité est liée à l’existence d’une forte expansion vers le sud des ammonites boréales durant cette période. C’est pourquoi l’élaboration de zonations parallèles fondées sur des ammonites téthysiennes, et par conséquent applicables à l’ensemble de la province (y compris sa frange méridionale dépourvue de *Cardioceratidae*), était indispensable. Ces échelles téthysiennes sont encore aujourd’hui à l’état d’ébauche : l’une est basée sur l’évolution des *Perisphinctaceae* (BROCHWICZ-LEWINSKI, 1976, 1981; MELENDEZ, 1989; FORTWENGLER & MARCHAND, 1991), l’autre sur celle des *Taramelliceratinae* (TARKOWSKI, 1990). Lorsqu’elles deviendront assurées et performantes,

ces zonations sont destinées à se substituer à l’échelle des *Cardioceratidae* en usage actuellement dans la province subméditerranéenne.

La zonation de l’Oxfordien moyen et supérieur est plus homogène pour l’ensemble de la province méditerranéenne. Elle est fondée presqu’exclusivement sur l’évolution de la superfamille des *Perisphinctaceae* (Tab. X).

Sous-étages : l’usage d’un sous-étage oxfordien moyen, incluant les zones à *Plicatilis* et à *Transversarium* (Tab. X), prévaut aujourd’hui en l’absence d’une définition conventionnelle. MELENDEZ (1989) propose d’y ajouter la zone à *Bifurcatus* pour des raisons de coupure faunique, voire lithologique.

9.1. DÉFINITION DES DIFFÉRENTES UNITÉS (Tab. IX, X)

9.1.1. Oxfordien inférieur (Tab. IX)

■ Pour le Sud de l’Europe (à l’exclusion de l’Espagne)

Dans ces régions, la zonation est basée essentiellement sur la famille d’origine boréale des *Cardioceratidae*, bien représentés dans la province méditerranéenne grâce à une phase d’extension vers le sud de ces formes septentrionales, amorcée dès le Callovien supérieur mais qui atteint son maximum à l’Oxfordien inférieur.

Zone à *Mariae* DOUVILLE, 1881

Espèce-indice : *Quenstedtoceras (Quenstedtoceras) mariae* (d’ORB.).

Les subdivisions de la zone ont été considérablement affinées récemment à partir de l’étude des séries épaisses et continues du sud-est de la France (FORTWENGLER & MARCHAND, 1994).

— Sous-zone à *Scarburgense* BUCKMAN, 1913

Espèce-indice : *Cardioceras (Scarburgiceras) scarburgense* (YOUNG & BIRD).

Faune caractéristique : *Scarburgiceras* sans carène différenciée et formes épaisses, proches de *Pavloviceras*.

• Horizon à *Elisabethae* FORTWENGLER & MARCHAND, 1994

Espèce-indice : *Peltoceratoides elisabethae* JEAN.

Faune caractéristique : les *Hecticoceratinae* sont dominés par *Hecticoceras* aff. *sveum* (in de LORIOL) et les *Cardioceratidae* par *Scarburgiceras paucicostatum* LANGE, mais la forme-type de l’espèce-indice de la sous-zone est déjà présente. Les espèces du genre *Peltoceratoides* mon-

TABLEAU IX
Zonation de l'Oxfordien inférieur

ODIN&ODIN, 1990	HARLAND <i>et al.</i> , 1990	HAQ <i>et al.</i> , 1987	DOMAINE TÉTHYSIEN				DOMAINE BORÉAL					
			Province méditerranéenne									
	ZONES	Sous-zones	Horizons	ZONES	Horizons	Sous-zones	ZONES					
	PATURATTENSIS (POPANITES)	Paturattensis	?	?	Cordatum	Cordatum	CORDATUM					
		Oculatum						Costicardia	Costicardia			
	MINAX	Baccatum	Mazuricus	CLAROMONTANUS	Bukowskii	Bukowskii						
			Claromontanus		Praecordatum							
			Spixi		?	?	Alphacordatum	Praecordatum	MARIAE			
							Praemartini				Woodhamense	
				Elizabethae (Peltoceratoïdes)	Scarburgense	Scarburgense						
154	157.1	152	Taramelliceratinæ	Perisphinctaceæ				Cardioceratidae (horizon basal excepté)				

trent des côtes qui se bifurquent au-dessus du milieu des flancs.

• **Horizon à Scarburgense** BUCKMAN, 1913

Espèce-indice : celle de la sous-zone.

Faune caractéristique : l'espèce-indice est abondante ainsi que des Hecticoceratinæ à ornementation affaiblie : *Hecticoceras chatillonense*, *H. bonarelli*. Chez les *Peltoceratoïdes*, la bifurcation des côtes s'effectue à présent au-dessous du milieu des flancs. Notons également la présence d'*Ochetoceras*, de *Fehlmanites* et de *Creniceras aff. petitclerci* MAIRE.

• **Horizon à Woodhamense** FORTWENGLER & MARCHAND, 1994

Espèce-indice : *Cardioceras (Scarburgiceras) woodhamense* ARK.

L'espèce-indice est fréquente. Les formes peu ornées dominent chez les Hecticoceratinæ. Les Taramelliceratinæ, dont *Creniceras renggeri* (OPP.), constituent une fraction importante de l'assemblage. RIOULT (1980) distingue en Normandie un niveau à *Quenstedtoceras (Pavloviceras) pavlovi* Douv. et *Creniceras renggeri* qu'il situe entre l'horizon à Scarburgense, à la base des Marnes de Villers, et celui à Praecordatum, sans plus de précision.

— **Sous-zone à Praecordatum** MORLEY-DAVIES, 1916

Espèce-indice : *Cardioceras (Protocardioceras) praecordatum* Douv.

Faune caractéristique : apparition des *Protocardioceras* à carène différenciée, mais encore peu pincée, associés

à de nombreux *Peltoceratinæ* et *Oppeliidae* (*Taramelliceras*, *Hecticoceras*, *Neocampylites*).

• **Horizon à Praemartini** FORTWENGLER & MARCHAND, 1994

Espèce-indice : *Cardioceras (Protocardioceras) praemartini* SPATH.

Forme caractéristique : chez les Cardioceratinæ, la proverauté des côtes s'accentue, mais les côtes secondaires ne sont jamais effilées, les primaires étant parfois surélevées. La morphologie *woodhamense* persiste dans les tours internes.

• **Horizon à Alphacordatum** FORTWENGLER & MARCHAND, 1994

Espèce-indice : *Cardioceras (Protocardioceras) alphacordatum* SPATH.

Faune caractéristique : les côtes proverées des Cardioceratinæ apparaissent plus précocement (vers 2 cm de diamètre), les primaires étant souvent surélevées et parfois même tuberculées. Les formes comprimées présentent des côtes secondaires rarement effilées et les méplats ventraux sont peu marqués, tandis que les formes épaisses peuvent montrer une costulation très grossière. Les *Peltoceratinæ* ont à ce niveau une section plus quadrangulaire, avec des côtes souvent bifurquées à proximité du rebord ombilical. Les genres *Neocampylites* et *Prososphinctes* font leur apparition.

• **Horizon à Praecordatum** MORLEY-DAVIES, 1916

Espèce-indice : la même que pour la sous-zone.

Forme caractéristique: l'espèce-indice domine parmi les Cardioceratinae. Le variant comprimé possède des côtes parfois trifurquées avec des secondaires effilées et des méplats ventraux bien exprimés. Les côtes primaires sont très souvent surélevées et la présence de tubercles est assez fréquente. Le genre *Neoprionoceras* apparaît.

Zone à **Cordatum** d'ORBIGNY, 1852

Espèce-indice: *Cardioceras (Cardioceras) cordatum* (Sow.).

— Sous-zone à **Bukowskii** ARKELL, 1941

Espèce-indice: *Cardioceras (Protocardioceras) bukowskii* MAIRE.

Faune caractéristique: *Protocardioceras*, plus fréquents à la base qu'au sommet, où dominent *Vertebriceras* et *Cardioceras* s.st. Le genre *Peltoceratoïdes* est largement représenté.

— Sous-zone à **Costicardia** ARKELL, 1941

Espèce-indice: *Cardioceras (Cardioceras) costicardia* BUCK.

Faune caractéristique: *Cardioceras* s.st. et *Vertebriceras* fréquents, *Goliathiceras* et grands *Peltoceratoïdes*, mais aussi Oppeliidae (*Proscaphites*, *Campylites*) et Perisphinctinae (*Properisphinctes*).

— Sous-zone à **Cordatum** d'ORBIGNY, 1852

Espèce-indice: *Cardioceras (Cardioceras) cordatum* (Sow.).

Faune caractéristique: nombreux, *Cardioceras* s.st. et *Euaspidoceras*, accompagnés par des Oppeliidae (*Campylites*, *Taramelliceras*, *Popanites*).

■ Pour l'Afrique du Nord et l'Espagne

L'élaboration de zonations basées sur des taxons téthysiens, parallèles à celle des Cardioceratinae, constitue une nécessité pour ces régions dépourvues de formes boréales. C'est ainsi que les Perisphinctidae (BROCHWICZ-LEWINSKI, 1981; MELENDEZ, 1989), puis les Taramelliceratinæ (TARKOWSKI, 1990) ont été utilisés pour ces premières tentatives de subdivision de l'Oxfordien inférieur.

• Échelle des Perisphinctaceae

Comparativement à celle des Cardioceratidae, l'échelle des Perisphinctaceae, en cours d'élaboration s'avère très incomplète. Ainsi l'intervalle correspondant à la zone à Mariae n'est pas nommé. Par contre, sa base et *ipso facto* celle de l'Oxfordien inférieur, semblent aujourd'hui pouvoir être définies par l'horizon à *Elizabethae*, dont l'espèce-indice ainsi que d'autres espèces accompagnantes sont d'affinité téthysienne.

Zone à **Claromontanus** BROCHWICZ-LEWINSKY, 1981

Espèce-indice: *Prososphinctes claromontanus* (BUKOW.).

Faune caractéristique: nombreuses espèces du genre *Prososphinctes* associées à *Passendorferia* (*Enayites*) *czenstochovensis* (SIEM.), *Mirosphinctes mirus* BUCK., *Properisphinctes bernensis* (de LOR.) et *Kranaosphinctes*.

• Horizon à **Claromontanus** BROCHWICZ-LEWINSKY, 1981

Espèce-indice: celle de la zone.

Faune caractéristique: *Prososphinctes claromontanus* (BUKOW.) prédomine, associée aux *Prososphinctes* gr. *mari-ae-mathei* (de LOR.), à *P. consociatus* (BUKOW.), et à *Perisphinctes* (*Otosphinctes*) cf. *moeschi* (de LOR.).

• Horizon à **Mazuricus** BROCHWICZ-LEWINSKY, 1981

Espèce-indice: *Prososphinctes mazuricus* (BUKOW.).

Faune caractéristique: les *Prososphinctes* du gr. *mazuricus* (BUKOW.) font leur apparition. @texte puce = Horizon Échelle des Taramelliceratinæ

Elle est proposée par TARKOWSKI (1990) d'après l'analyse de l'extension stratigraphique des genres *Taramelliceras* et *Popanites* (Oppeliidae) dans l'Oxfordien inférieur de Pologne.

Zone à **Minax** TARKOWSKI, 1990

Espèce-indice: *Taramelliceras minax* (BUKOW.).

Faune caractéristique: la zone se caractérise par l'abondance des *Taramelliceras* et l'absence du genre *Popanites*

— Sous-zone à **Spixi** TARKOWSKI, 1990

Espèce-indice: *Taramelliceras spixi* (OPP.).

Faune caractéristique: petits *Taramelliceras* portant en général une rangée de tubercules sur la région médio-ventrale : *T. spixi* (OPP.), *T. ledonicum* (de LOR.), *T. epis copale* (de LOR.), *T. minax* (BUKOW.) est présent.

— Sous-zone à **Baccatum** TARKOWSKI, 1990

Espèce-indice: *Taramelliceras baccatum* (BUKOW.).

Faune caractéristique: *Taramelliceras* de taille petite à moyenne. *T. baccatum* (BUKOW.), *T. bukowskii* (SIEM.) sont des espèces caractéristiques associées à *T. minax* (BUKOW.), représentée par une forme plus scaphitoïde que dans la — Sous-zone inférieure, avec une région ventrale plus épaisse et plus arrondie sur le phragmocône.

Zone à **Paturattensis** TARKOWSKI, 1990

Espèce-indice: *Popanites paturattensis* (GREP.).

Faune caractéristique: le genre *Popanites* apparaît, tandis que le genre *Taramelliceras* n'est plus que faiblement représenté.

— Sous-zone à **Oculatum** TARKOWSKI, 1990

Espèce-indice: *Taramelliceras oculatum* (PHIL.).

Faune caractéristique: Présence de grands *Taramelliceras* : *T. oculatum* (PHIL.), *T. pseudoculatum* (BUKOW.), *T. polonicum* MAL., accompagnés déjà par *Popanites paturattensis* (GREP.).

— Sous-zone à **Paturattensis** TARKOWSKI, 1990

Espèce-indice: la même que pour la zone.

Faune caractéristique: l'espèce-indice devient plus fréquente.

Remarque: cette association chevaucherait la limite Oxfordien inférieur-Oxfordien moyen selon TARKOWSKI (1990).

9.1.2. Oxfordien moyen (Tab. X)

La zonation est très largement basée sur l'évolution des Perisphinctidae (ENAY, 1962, 1966; CARIOU, 1966; CARIOU et al., 1990, 1991; CALLOMON, 1988).

Zone à **Plicatilis** HUDLESTON, 1878

Espèce-indice : *Perisphinctes (Arisphinctes) plicatilis* (Sow.).

Faune caractéristique : nombreux grands Perisphinctidae (*Arisphinctes*, *Kranaosphinctes*) et Oppeliidae (*Neocampylites*, *Trimarginites*) associés encore à des Cardioceratidae.

— Sous-zone à **Vertebrale** ARKELL, 1947

Espèce-indice : *Cardioceras (Vertebriceras) vertebrale* (Sow.).

Faune caractéristique : les *Cardioceras* sont encore prédominants avec les sous-genres *Plasmatoceras*, *Subvertebriceras*, *Scoticiocardioceras*, *Vertebriceras*.

• Horizon à **Paturattensis** BROCHWICZ-LEWINSKI, 1981

Espèce-indice : *Perisphinctes (Otosphinctes) paturattensis* de LOR.

Faune caractéristique : l'association notamment de *Perisphinctes (Otosphinctes)* du gr. *paturattensis-montfalconensis* de LOR. et de *Perisphinctes* du gr. *episcopalis-laisinensis* de LOR. Cette faune a été notamment illustrée par BOURSEAU (1977) à partir du gisement de Beauvoisin dans le Sud-Est de la France. La base de l'horizon se signale par l'abondance des *Cardioceras* à côtes fines (*C. tenuistriatum* BORIS, *C. tenuicostatum* NIK.).

• Horizon à « **Plicatilis** » HUDLESTON, 1878

Distingué par BROCHWICZ-LEWINSKI (1976) en tant que niveau à *Perisphinctes* proches de *P. (Kranaosphinctes) gr. promiscuus* (BUKOW.) et de *P. (Dichotomosphinctes) gr. rotoides* ARK. non RONCHADZE.

Espèce-indice provisoire : la même que pour la zone ; son remplacement par une forme strictement restreinte à l'horizon serait souhaitable.

Faune caractéristique : l'association de grands Perisphinctidae, dont *P. (Arisphinctes) plicatilis* (Sow.), *P. (Arisphinctes) ingens* (YOUNG & BIRD), *P. (Kranaosphinctes) promiscuus* (BUKOW.).

— Sous-zone à **Antecedens** ARKELL, 1947

Espèce-indice : *Perisphinctes (Dichotomosphinctes) antecedens* SALF.

Faune caractéristique : les *Cardioceras* deviennent plus rares : *Subvertebriceras*, *Cawtoniceras*, *Maltoniceras*. Plusieurs espèces de Perisphinctidae de grande taille sont caractéristiques, dont le genre *Perisphinctes* s.s. : *Perisphinctes (Perisphinctes) chloroolithicus* (GUMB.), *P. (Arisphinctes) maximus* (YOUNG & BIRD), *P. (A.) plicatilis* (Sow.) encore présent à ce niveau, *P. (Kranaosphinctes) trifidus* (Sow.), *P. (Dichotomosphinctes) antecedens* SALF. Elles sont associées à d'abondants Oppeliidae (*Neocampylites henrici* (d'ORB.), *Glochiceras crenatum* (BRUG.), *Taramelliceras*), à des Pachyceratidae, tels *Pachyceras (Tornquistes) kobyi* (de LOR.) et *Protophites christoli* BEAUD.

Le genre *Gregoryceras*, apparu à la base de la zone à *Plicatilis* (GYGI, 1977) demeure un élément très minoritaire de l'assemblage.

La sous-zone peut être subdivisée. On y reconnaît notamment en France un horizon caractérisé par une espèce d'origine boréale, localisée dans sa moitié supérieure (CARIOU, 1966).

• Horizon à **Tenuiserratum** CARIOU, 1966

Espèce-indice : *Cardioceras (Cawtoniceras) tenuiserratum* (OPP.).

Faune caractéristique : l'espèce-indice est fréquente, accompagnée par *P. (Dichotomosphinctes) antecedens* SALF., *P. (Arisphinctes) helena* de RIAZ, *P. (Dichotomosphinctes) ovatus* BUCK., *Passendorferia* cf. *ziegleri* BROCHW.-LEW., *Protophites christoli* BEAUD., *Paraspidoceras submeriani* ZEISS, et par de nombreux Oppeliidae, comme *Ochetoceras canaliculatum* BUCH., *Neocampylites henrici* (d'ORB.), *N. pamprouxense* (GER.), *Trimarginites stenorhynchus* (OPP.), etc.

Zone à **Transversarium** OPPEL, 1863

= Zone à *Riazi* SEQUEIROS, 1974

Espèce-indice : *Gregoryceras transversarium* (OPP.).

Sur la distribution verticale réelle de l'espèce-index, des divergences subsistent. Selon GYGI (1990), celle-ci débuterait avec la sous-zone sous-jacente à *Antecedens*, alors que pour d'autres (ENAY, 1966), elle serait localisée dans sa zone, prise dans une acception plus restreinte retenue ici.

Faune caractéristique : les Cardioceratidae sont épisodiques, avec les premiers représentants du genre *Amoeboeras*. Chez les Aspidoceratidae, le genre *Gregoryceras* devient fréquent, associé à *Euaspidoceras*. Parmi les Perisphinctidae, notons l'apparition de sous-genres nouveaux (*Subdiscosphinctes*, *Larcheria*) au sommet de la zone. Dans l'ensemble de celle-ci, pullulent les Oppeliidae : *Taramelliceras*, *Ochetoceras canaliculatum* BUCH., *Trimarginites stenorhynchus* (OPP.), etc.

— Sous-zone à **Parandieri** TINTANT, 1958

Espèce-indice : *Perisphinctes (Perisphinctes) parandieri* (de LOR.).

Faune caractéristique : l'espèce-indice représentée par le couple *Perisphinctes (P.) parandieri* de LOR., forme macroconque, et *P. (Dicholomosphinctes) buckmani* ARK., microconque, y est localisée, associée à *P. (Dichotomosphinctes) elizabethae* de RIAZ, *Passendorferia* et à de très nombreux Oppeliidae : *Neocampylites henrici* (d'ORB.), *N. lautlingensis* (ROLL.), le couple dimorphique *Trimarginites arolicus* (OPP.), *T. stenorhynchus* (OPP.), *Ochetoceras hispidum* (OPP.), *Taramelliceras dentostriatum* QUENST., *Proscaphites anar* (OPP.), *Glochiceras subclausum* (OPP.), *G. tectum* ZIEG., *G. hyacinthum* (d'ORB.), etc...

— Sous-zone à **Luciaeformis** MELENDEZ, 1984

= Sous-zone à *Wartae* TINTANT, 1958.

= Horizon à *Collinii* CARIOU, 1966.

La sous-zone a dû être renommée, la forme-type de l'espèce-indice choisie par TINTANT étant localisée dans un niveau plus récent (CARIOU et al., 1991).

Espèce-indice : Perisphinctes (? Dichotomosphinctes) luciaeformis ENAY.

Faune caractéristique : la sous-zone se distingue aisément de la précédente par l'apparition chez les Perisphinctidae des sous-genres *Subdiscosphinctes* et *Neomorphoceras*, ce dernier étant restreint à la sous-zone. Les Aspidoceratidae avec *Gregoryceras romani* de GROSS., *G. riazi* de GROSS., *Euaspidoceras cf. tenuispinatum* (WAAG.), sont bien représentés ainsi que la plupart des Haplocerataceae cités dans la sous-zone sous-jacente, notamment *Trimarginites arolicus* (OPP.), *Ochetoceras hispidum* (OPP.), *Neocampylites lautlingensis* (ROLL.), *Proscaphites anar* (OPP.), *Glochiceras subclausum* (OPP.), *G. crenatum* (BRUG.) auxquels s'ajoute *Taramelliceras bachianum* (OPP.).

Deux horizons ont été distingués dans les Chaînes ibériques, d'après la répartition des Perisphinctidae.

• **Horizon à Nectobrigensis** MELENDEZ, 1984
= Horizon à *Wartae* MELENDEZ, 1984.

Espèce-indice : Perisphinctes (Otosphinctes) nectobrigensis MELENDEZ.

Faune caractéristique : l'espèce-indice et *Perisphinctes (Perisphinctes) aguilonensis* MÉLENDEZ paraissent bien caractériser l'horizon, qui renferme en outre *P. (Perisphinctes) densecostatus* ENAY, *P. (Subdiscosphinctes) gr. kreutzi-mindowe* SIEM., *P. (Subdiscosphinctes) borealis* MAL., *P. (Krahnosphinctes) sp.*, *Passendorferia birmensdorfensis* MOESCH.

• **Horizon à Luciaeformis** MELENDEZ, 1984
= Horizon à *Collinii* CARIOU, 1966.

Espèce-indice : la même que pour la sous-zone.

Faune caractéristique : l'espèce-index *Perisphinctes (? Dichotomosphinctes) luciaeformis* ENAY semble restreinte à l'horizon supérieur de la sous-zone. Elle est accompagnée par *P. (Dichotomosphinctes) luciae* DE RIAZ, *P. (Dichotomosphinctes) marnesiae* de LOR., *P. (Sequeirosia) trichoplocus* GEM., *P. (Subdiscosphinctes) mindowe* (SIEM.), *P. (S.) richei* de RIAZ, *Passendorferia birmensdorfensis* MOESCH, *P. aff. ziegleri* (BROCH.-LEW.). Dans le sous-genre *Otosphinctes*, *Perisphinctes (O.) vermicularis* LEE, abondant, succède à *P. (O.) nectobrigensis* de l'horizon sous-jacent. Le couple dimorphique *Neomorphoceras collinii* (OPP.) - *N. chapuisi* (OPP.) constitue un élément très caractéristique de cet horizon (CARIOU, 1966). L'espèce semble dépendante des environnements à biohermes d'éponges. C'est pourquoi, une forme de plus large distribution paléogéographique lui a été préférée.

— **Sous-zone à Schilli** BOONE in PETITCLERC, 1922 emend. CARIOU, 1966

Espèce-indice : Larcheria schilli (OPP.).

Faune caractéristique : le genre *Larcheria* semble, sinon entièrement, du moins essentiellement, restreint à cette unité où il est fréquent. *Neomorphoceras* a disparu, mais les autres genres ou sous-genres de Perisphinctidae continuent d'être nombreux. *Subdiscosphinctes* (dont dérive *Larcheria*) montre des formes identiques ou proches de celles de la sous-zone à *Luciaeformis*, tout comme *Otosphinctes* avec *P. (Otosphinctes) sorlinensis* de LOR., ou encore *Passendorferia*. Mais de nouvelles espèces apparaissent, telles *P. (Dichotomosphinctes) gr. wartae* BUKOW. et *P. (Perisphinctes) cuneicostatus* ARK. Les Haplocerataceae abondent toujours : *Trimarginites arolicus* (OPP.), *Ochetoceras hispidum* (OPP.), *Neocampylites*

lautlingensis (ROLL.), *Glochiceras subclausum* (OPP.), *G. crenatum* (BRUG.), *Proscaphites anar* (OPP.). Les Aspidoceratidae avec le genre *Euaspidoceras* restent mal connus. De rares éléments boréaux ont été trouvés, en particulier *Amoeboceras cf. nunningtonense* WRIGHT.

La sous-zone est subdivisée en deux horizons d'après la répartition des Perisphinctidae.

• **Horizon à Schilli** BOONE in PETITCLERC, 1922 emend. CARIOU, 1966

Espèce-indice : la même que pour la sous-zone.

Faune caractéristique : l'espèce d'OPPEL indique la base de la sous-zone, accompagnée notamment par les derniers représentants de *Perisphinctes (Otosphinctes) vermicularis* LEE, par *P. (O.) sorlinensis* de LOR. et par *P. (Subdiscosphinctes) divisionensis* TINT.

• **Horizon à Subschilli** MELENDEZ, 1984

Espèce-indice : Larcheria subschilli (LEE).

Faune caractéristique : De nouvelles espèces du genre *Larcheria*, dont *L. subschilli* (LEE), *L. larcheri* (TINT.), *L. latumbilicata* (TINT.), apparaissent. *Perisphinctes (Otosphinctes) sorlinensis* de LOR. demeure fréquent.

— **Sous-zone à Rotoides** CARIOU, MELENDEZ & BRANGER, 1991

= Horizon à *Proscaphites colleti* CARIOU, 1971.

Espèce-indice : Perisphinctes (Dichotomosphinctes) rotoides RONCHADZE, non ARK. (1935-1948). C'est à GYGI (1986) que revient le mérite d'avoir replacé correctement cette espèce dans la stratigraphie.

Faune caractéristique : l'espèce-indice y est localisée, associée à la forme-type de *Perisphinctes (Dichotomosphinctes) wartae* BUKOW. et à *P. (Subdiscosphinctes) kreutzi* in RONCHADZÉ (1917, Pl. 4, fig. 30) non SIEM., *P. (Subdiscosphinctes) jelskii* SIEM., deux formes représentant peut-être des dimorphes conspécifiques. Ces éléments sont très caractéristiques. Notons la grande fréquence des constrictions chez les Perisphinctidae. Par l'individualisation de la morphologie *Dichotomoceras*, caractérisée par une projection prononcée des côtes secondaires aiguës sur la région ventrale alliée à une structure cloisonnaire simplifiée (qui deviendra largement prédominante dans les couches sus-jacentes), cet horizon apparaît bien comme un intervalle de transition entre les zones à *Transversarium* et à *Bifurcatus*. Le genre *Larcheria* s.s.t. est probablement éteint. Parmi les Oppeliidae, *Proscaphites colleti* (LEE) succède à *P. anar* (OPP.).

9.1.3. Oxfordien supérieur (Tab. X)

Zone à *Bifurcatus* BOONE in PETITCLERC, 1922, ENAY, 1964

Espèce-indice : Perisphinctes (Dichotomoceras) bifurcatus (QUENST.).

Faune caractéristique : cette zone marque un changement généralisé de la livrée chez les Perisphinctidae (proximité accentuée des côtes secondaires), avec *Pseudarisphinctes*, *Amphithilla*, *Perisphinctes* s.s.t. du gr. *varicostatus* (BUK.), *P. (Perisphinctes) cautisnigrae* (ARK.) et leurs microconques les *Dichotomoceras*, si caractéristiques. Ces derniers abondent aux côtés d'Oppeliidae persistants, dont *Trimarginites arolicus* (OPP.), *T.*

stenorhynchus (OPP.), *Taramelliceras*, et aussi d'*Aspidoceratidae* avec *Euaspidoceras* associé à *Mirosphinctes*, ce dernier genre pouvant représenter le microconque d'une ou de plusieurs espèces dans la famille. *Gregoryceras fouquerai* (KILIAN) remplace les autres formes du genre qui se sont éteintes.

— **Sous-zone à Stenocyloides** CARIOU, 1967

= Horizon à *Falculae* CARIOU, 1966.

Espèce-indice : *Perisphinctes (Dichotomoceras) stenocyloides* SIEM.

Faune caractéristique : elle est dominée par la morphologie *Dichotomoceras* : *P. (Dichotomoceras) bifurcatus* (QUENST.), *P. (Dichotomoceras) stenocyloides* SIEM., *P. (Dichotomoceras) bifurcatoides* ENAY, *P. (Perisphinctes) panthieri* ENAY. Citons aussi *Trimarginites stenorhynchus* (OPP.), *Glochiceras bruckneri* (OPP.). Les *Aspidoceratidae* restent mal connus. *Ochetoceras canaliculatum* (BUCH.) disparaît avec cette unité.

Dans les chaînes Ibériques, MELENDEZ (1989) distingue deux horizons. Cette subdivision n'est donnée qu'à titre indicatif. Elle repose en effet, sur une différence de taille entre deux populations locales successives d'une même lignée, critère dont la valeur générale demande confirmation.

• « **Horizon à Bifurcatoides** » MELENDEZ, 1989

Espèce-indice : *Perisphinctes (Dichotomoceras) bifurcatoides* ENAY.

Faune caractéristique : le groupe de *Perisphinctes (Dichotomoceras) stenocyloides-bifurcatoides* est dominé par les formes de grande taille.

• « **Horizon à Duongi** » MELENDEZ, 1989

Espèce-indice : *Perisphinctes (Dichotomoceras) duongi* MELENDEZ.

Faune caractéristique : *Dichotomoceras* du même groupe que ceux de l'horizon inférieur, mais dont la taille adulte est en moyenne nettement plus réduite, les individus de grande taille étant exceptionnels.

TABLEAU X
Zonation de l'Oxfordien moyen et supérieur

				DOMAINE TÉTHYSIEN		DOMAINE BORÉAL										
				Province méditerranéenne		Angleterre, nord de l'Europe, régions arctiques										
			Sous-Étages	Horizons	Sous-zones	ZONES	ZONES	Sous-zones	Sous-zones	ZONES						
ODIN&ODIN, 1990	HARLAND <i>et al.</i> , 1990	HAQ <i>et al.</i> , 1987	Oxfordien supérieur	Gigantoplex	Galar ou Grandiplex	PLANULA	PSEUDOCORDATA	Evoluta	Bauhini	ROSENKRANTZI						
				Grandiplex												
				Præcursor	Planula											
				Tonnerense												
				Minutum												
				Hauffianum	Hauffianum	BIMAMMATUM		Pseudocordata	Marstonense							
				Bimammatum												
				Berrense	Berrense			Pseudoyo	Serratum	REGULARE						
				Semimammatum	Semimammatum											
				Grossouvrei	Grossouvrei	BIFURCATUS	CAUTISNIGRAE	Caledonica	Koldeweyense							
				"Duongi"	"Duongi"											
				"Bifurcatoides"												
			Oxfordien moyen	Rotoides	Rotoides			Variocostatus	Glosense							
				Subschilli	Schilli											
				Schilli												
				Luciaeformis	Luciaeformis	TRANSVERSA-RIUM		Cautisnigrae	Serratum	SERRATUM						
				Nectobrigensis												
				Parandieri	Parandieri											
				Tenuiserratum	Antecedens	PUMILUS	PLICATILIS	Nunningtonense	Illovaikii	GLOSENSE						
				?												
				"Picatilis"				Parandieri	Blakei							
				Paturattensis (Perisphinctes)	Vertebræ											
								Antecedens	Tenuiserratum	TENUISERRATUM						
								Maltonense	Vertebræ							

— Sous-zone à Grossouvrei CARIOU, 1971

= Zone à *Ochetoceras bassae* et *O. raixense* FRADIN, 1947.

Espèce-indice : *Perisphinctes (Dichotomoceras) grossouvrei* SIEM.

Faune caractéristique : les *Ochetoceras* redeviennent très fréquents avec des espèces nouvelles : *Ochetoceras basseae* FR., *O. hispidiforme* FONT. Chez les *Perisphinctidae*, *Perisphinctes (Subdiscosphinctes) plana* (SIEM.) est une ammonite caractéristique accompagnée par *P. (Perisphinctes) variocostatus* (BUCK.), *P. (Perisphinctes) strumatus* (BUCK.), *P. (Amphillia) eucostatus* ENAY, *P. (Amphillia) malinowskiae* BROCHW.-LEW., *P. (Dichotomoceras) dichotomus* BUCK., *P. (Microbiplices) varians* OPP. et *P. (Miroosphinctes) tricrenata* MOESCH. Les deux formes *(Dichotomoceras) bifurcatoides* ENAY et *P. (Dichotomoceras) bifurcatus* QUENST. sont toujours présentes. Citons encore : *Euaspidoceras cf. tuberculatum* ARK., *Taramelliceras (Strebrites) externodosum* DORN, *Passendorferia* sp.

Zone à Bimammatum OPPEL, 1863

Les horizons à *Semimammatum* et à *Berrense*, individualisés par ENAY et TINTANT en 1967 (1971) dans la traditionnelle sous-zone à *Hypselum* (base de la zone à *Bimammatum*), sont élevés ici au rang de sous-zones. Ils sont en effet reconnus depuis la Franconie (ZEISS, 1966) jusqu'à l'Espagne (MELENDEZ, 1989).

Espèce-indice : *Epipeltoceras bimammatum* (OPP.)

Faune caractéristique : apparition et développement des genres *Orthosphinctes*, *Decipia* et *Ringsteadia*.

La zone comprend quatre sous-zones

— Sous-zone à Semimammatum ENAY & TINTANT, 1971

Espèce-indice : *Epipeltoceras semimammatum* (QUENST.).

Faune caractéristique : *Epipeltoceras semimammatum* (QUENST.) et *E. uhligi* (OPPENH.) sont restreints à cette unité correspondant à un important renouvellement faunique et à une grande diversification. Le genre *Dichotomoceras* (*Perisphinctidae*) a disparu. Plusieurs espèces sont bien représentées, dont *Euaspidoceras hypselum* (OPP.), *E. eucyphum* (OPP.), *E. costatum* (DORN), *E. hominale* (FAVRE) parmi les *Aspidoceratidae*, *Otosiphinctes mogosensis* (CHOFF.), *O. fontanesi* (CHOFF.), *Ringsteadia flexuoides* (QUENST.) parmi les *Perisphinctidae* et *Ochetoceras basseae* FRAD., *O. hispidiforme* (FONT), *Glochiceras microdomum* (OPP.), *G. tectum* ZIEG., *G. nimbatum* (OPP.), *Taramelliceras tricristatum* (OPP.), *T. pichleri* (OPP.), *T. lochense* (OPP.), *T. externodosum* (DORN) parmi les *Haplocerataceae*. Elles sont parfois associées à des formes d'origine boréale, comme c'est le cas dans le Jura méridional (ENAY, 1966) : *Amoebooceras ovale* (QUENST.), *A. linearium* (QUENST.), etc..

— Sous-zone à Berrense ZEISS (1966)

Espèce-indice : *Epipeltoceras berrense* (FAVRE).

Faune caractéristique : l'espèce-indice, très fréquente, est localisée à la sous-zone. Globalement, l'association très diversifiée reconnue dans la sous-zone précédente persiste.

— Sous-zone à Bimammatum OPPEL, 1863

Espèce-indice : comme pour la zone.

Faune caractéristique : *Epipeltoceras bimammatum* (OPP.), qui succède à *E. berrense* (FAVRE), accompagne une espèce nouvelle d'*Ochetoceras* : *O. marantianum* (d'ORB.). Les *Haploceratidae* et les *Oppeliidae* abondent : *Glochiceras microdomum* (OPP.), *G. canale* (QUENST.), *G. modestiforme* (OPP.), *G. lingulatum* (QUENST.), *Taramelliceras costatum* (QUENST.), *Trimarginites trimarginatus* (OPP.), etc... Parmi les *Perisphinctidae*, citons : *Orthosphinctes tiziani* (OPP.), *O. polygyratus* (REIN), *O. gredingensis* (WEG.), *O. laufenensis* (SIEM.), *O. (Lithacoceras) evolutum* (QUENST.), « *Decipia* » *girardoti* ENAY, « *D.* » *topalensis* (SIEM.).

— Sous-zone à Hauffianum OPPFL, 1863

Espèce-indice : *Taramelliceras hauffianum* (OPP.).

Faune caractéristique : les *Epipeltoceras* ont définitivement disparu, mais *Ochetoceras marantianum* (d'ORB.) persiste. Les *Haplocerataceae* sont massivement représentés avec notamment *Glochiceras modestiforme* (OPP.), *G. lingulatum* (QUENST.), *Ochetoceras semifalcatum* (OPP.), etc. Par ailleurs, *Orthosphinctes tiziani* (OPP.) est associé à *O. colubrinus* (REIN) et à *O. gredingensis* (WEG.), espèce remarquable de ce niveau (ATROPS & MELENDEZ 1991).

Zone à Planula WEGELE, 1929

Espèce-indice : *Subnebroidites planula* (QUENST.).

Faune caractéristique : nombreux représentants du genre *Subnebroidites*, coexistant avec des *Aspidoceras* globuleux pourvus d'un seul rang de tubercules périombiliques (*Physodoceras*), des *Oppeliidae* et *Haploceratidae*. Le genre *Sutneria* se différencie.

— Sous-zone à Planula WEGELE, 1929

Espèce-indice : comme pour la zone.

Trois horizons sont distingués :

• Horizon à Minutum MELENDEZ, 1983

Espèce-indice : *Subnebroidites minutum* (DIET.).

Faune caractéristique : l'espèce-indice est fréquente, accompagnée en particulier par *Ochetoceras cristatum* DIET. et *Glochiceras sculptatum* ZIEG. Le genre *Sutneria* apparaît dès ce niveau (ATROPS & BENEST, 1984). Plusieurs espèces de la zone à *Bimammatum* sont toujours bien représentées parmi les *Oppeliidae* : *Taramelliceras falculum* (QUENST.), *T. tenuinodosum* WEG., *T. litocerum* (OPP.), *Glochiceras modestiforme* (OPP.), *G. lingulatum* (QUENST.), etc. ;

• Horizon à Tonnerense ATROPS, 1982

Espèce-indice : *Subnebroidites tonnerense* (de LOR.).

Faune caractéristique : nombreux *Subnebroidites* du gr. *tonnerense* (de LOR.)-proteron (NITZOP).

• Horizon à Praecursor ATROPS, 1982

Espèce-indice : *Sutneria praecursor* (DIET.).

Faune caractéristique : l'espèce-indice est associée en grand nombre à *Taramelliceras tenuicostatum* WEG. et éventuellement à *Subnebroidites planula* (QUENST. non ZIEGENFELD).

— Sous-zone à Galar VEIT, 1936

= Sous-zone à *Grandiplex* HANTZPERGUE, 1979.

Espèce-indice : *Sutneria galar* (OPP.).

Faune caractéristique: outre l'espèce-indice, la sous-zone comporte de nombreux Perisphinctidae, dont *Orthosphinctes freybergi* (GEY.), *O. (Lithacosphinctes) evolutum* (QUENST.), *O. (Lithacosphinctes) gidoni* ATROPS, des Haplocerataceae, comme *Glochiceras lingulatum* (QUENST.), *G. nudatum* (OPP.), *Taramelliceras subnereum* WEG. Citons également *Aspidoceras (Physodoceras) gr. circumspinum-altenense* et *Simosphinctes tieringensis* (FISCH.).

En Aquitaine, HANTZPERGUE (1989) distingue deux horizons :

- Horizon à Grandiplex HANTZPERGUE, 1987

Espèce-indice: *Perisphinctes (Subdiscosphinctes) grandiplex* (QUENST.).

Faune caractéristique: l'espèce-indice y est localisée, associée notamment à *Taramelliceras aff. tenuinodosum* WEG.

- Horizon à Gigantoplex HANTZPERGUE, 1987

Espèce-indice: *Orthosphinctes (Lithacosphinctes) gigantoplex* (QUENST.).

Faune caractéristique: *O. (Lithacosphinctes) gigantoplex* (QUENST.), *Perisphinctes (Subdiscosphinctes) castroi* CHOJ., *Paraspidoceras mammilatum* (QUENST.), *Physodoceras circumspinosum* (OPP.), *Taramelliceras aff. litocerum* (OPP.).

9.2. CORRÉLATIONS ENTRE LES ZONATIONS

9.2.1. Oxfordien inférieur (Tab. IX)

L'échelle des Perisphinctaceae, seulement ébauchée actuellement, reste imprécise et donc imparfaitement corrélée avec celle des Cardioceratidae boréaux. Cependant, la base de l'Oxfordien inférieur est précisément définie par l'horizon à *Elisabethae*, bien calée dans l'échelle des Cardioceratidae boréaux, mais reconnaissable également en l'absence de ces derniers. Selon BROCHWICZ-LEWINSKY (1980), son horizon à *Claromontanus*, élevé par la suite au rang de zone par MELENDEZ (1989), est équivalent à la sous-zone à *Bukowskii*. D'autre part, TARKOWSKI (1990) parallélise approximativement sa zonation de *Taramelliceratinæ* avec celle des Cardioceratidae : sa sous-zone à *Spixi* correspond à peu près à la zone à *Mariae*, sa sous-zone à *Baccatum* aux sous-zones à *Bukowskii* et à *Costicardia (pro parte)*, sa sous-zone à *Oculatum* aux sous-zones à *Costicardia (pro parte)* et à *Cordatum (pro parte)*; sa sous-zone à *Paturattensis* chevaucherait la limite Oxfordien inférieur-Oxfordien moyen.

9.2.2. Oxfordien moyen (Tab. X)

Les corrélations entre domaines téthysien et boréal sont relativement satisfaisantes jusqu'à la base de la zone à *Transversarium* grâce à l'existence d'unités biochronologiques communes. L'horizon à *Paturattensis* (BROCHWICZ-LEWINSKY, 1981) marque la base de la zone à *Vertebrale*. Observons que son index est un Perisphinctidae et non un *Taramelliceratinæ* comme c'est le cas pour l'unité homonyme sous-jacente et probablement en partie superposée, à cheval sur la limite Oxfordien inférieur-Oxfordien moyen. Si, comme on peut le penser, l'horizon de BROCHWICZ-LEWINSKY équivaut sensiblement à la zone à *Epis-*

copalis de Bulgarie (SAPUNOV, 1976), *Perisphinctes epis-copalis* de LOR. devrait être retenu de préférence à *P. paturattensis* de LOR., non seulement en raison du critère d'antériorité, mais surtout pour éviter des confusions liées aux problèmes d'homonymie. La définition d'un horizon à *Cardioceras tenuiserratum* dans la province subméditerranéenne, simultanément par CARIOU (1966) et MALINOWSKA (1966) offre une possibilité de corrélation relativement précise avec la province boréale. L'espèce caractéristique sera en effet retenue par la suite comme index de zone et de sous-zone (SYKES & CALLOMON, 1979) dans cette dernière. En France, l'horizon à *Tenuiserratum* semble localisé sinon au sommet, du moins à la partie supérieure de la sous-zone à *Antecedens* (Zone à *Plicatilis*). Au-dessus de la sous-zone à *Parandieri*, la zone à *Transversarium* a été subdivisée dans la province méditerranéenne, mais non l'intervalle équivalent dans le domaine boréal. Il est intéressant de noter à propos des corrélations avec ce dernier, qu'*Amoeboferas gr. nunningtonense* WRIGHT a été trouvé en Poitou et dans le Jura du sud au sein de la sous-zone subméditerranéenne à *Schilli*.

9.2.3. Oxfordien supérieur (Tab. X)

Le provincialisme de plus en plus accusé des faunes d'ammonites rend difficile, voire hypothétique pour le sommet de l'étage, l'établissement de corrélations assurées avec le domaine boréal. Cependant des éléments de parallélisme existent. C'est ainsi que la partie inférieure de la zone subméditerranéenne à *Bifurcatus* (sous-zone à *Stenocycloides*) serait sensiblement équivalente à la sous-zone boréale à *Glosense* (information orale de M. RIOUT), que la partie supérieure de la sous-zone à *Grossouvrei* correspondrait à la sous-zone boréale à *Variocostatus* (CALLOMON *et al.*, 1987) et pourrait également être parallélisée avec la partie supérieure de la zone à *Regulare* (MATYJA & WIERZBOWSKI, 1991, 1994, 1995). Ces données semblent confirmer plus globalement la correspondance approximative établie antérieurement par ENAY (1966) entre les zones à *Bifurcatus* et à *Cautisnigrae*, pourtant remise en cause récemment par WRIGHT (1996a-b). Notons la découverte d'un échantillon unique macroconque d'*Amoeboferas rosenkrantzi* dans l'horizon à *Semimammatum* de Pologne (MATYJA & WIERZBOWSKI, 1991, 1994) ainsi que la fréquence de genres d'origine ou d'affinité boréale (*Amoeboferas* et *Ringsteadia*) au même niveau dans le Jura méridional, le Sud de l'Allemagne et la Pologne. Pour les couches plus récentes de l'Oxfordien, observons qu'une forme proche de *Ringsteadia pseudoyo* SALF. a été signalée par GYG (1969) dans la sous-zone à *Bimammatum* du Jura suisse et que la même espèce est citée dans la partie inférieure de la zone à *Bimammatum* en Pologne (WIERZBOWSKI, 1990). Par contre, des divergences importantes s'expriment à propos des corrélations au sommet de l'étage entre les domaines téthysien et boréal. Elles posent le problème de la reconnaissance dans la province méditerranéenne de la limite Oxfordien-Kimméridgien définie en Angleterre par la base de la zone à *Baylei*, et en particulier celui de l'âge de la zone méditerranéenne à *Planula* (SYKES & SURIJK, 1976; SYKES & CALLOMON, 1979; ENAY & MELENDEZ, 1984; MATYJA & WIERZBOWSKI, 1991; WIERZBOWSKI, 1990, 1991; ATROPS *et al.*, 1993a-b). Cette importante question sera évoquée à propos de la définition de l'étage kimméridgien.

10. — KIMMÉRIDGIEN

(Tab. XI, XII ; Pl. 23, 24, p. 148 à 151)

Pierre HANTZPERGUE, François ATROPS et Raymond ENAY

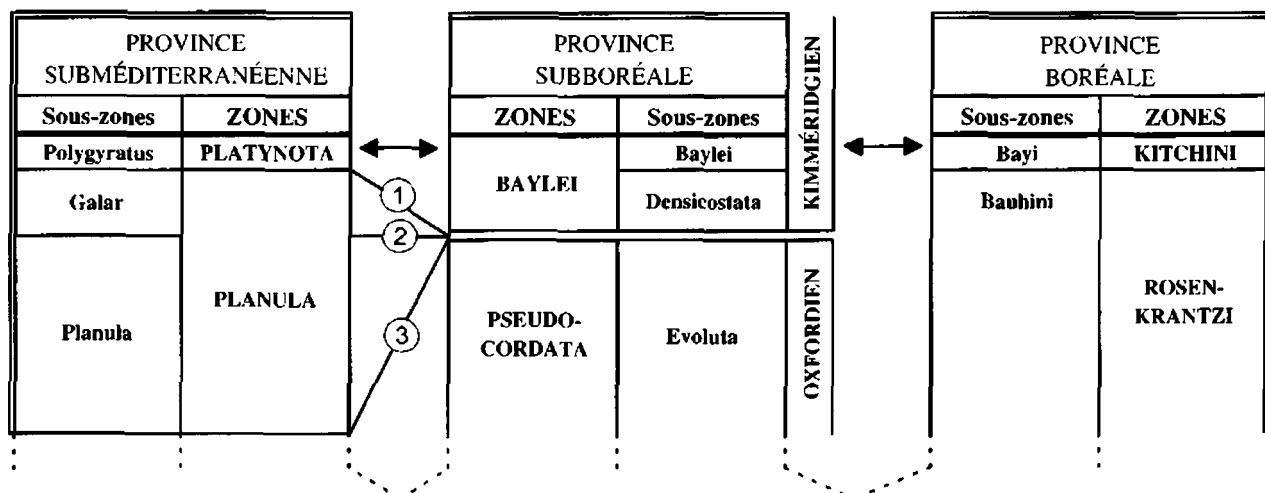
Le Kimméridgien se distingue par une accentuation du provincialisme. Les domaines téthysien et boréal sont nettement séparés par une aire de différenciation des faunes d'ammonites, intermédiaire entre les provinces subméditerranéenne et subboréale : le biome franco-germanique (HANTZPERGUE, 1987; ENAY, 1966; HAUG, 1898). Selon un gradient latitudinal nord-sud, quatre entités paléobiogéographiques se répartissent sur l'Europe occidentale auxquelles correspondent les échelles zonales du Tab. XII. La province subboréale (Grande-Bretagne, Boulonnais, Normandie) est caractérisée par le développement des Aulacostephanidae (*Pictonia*, *Rasenia*, *Rasenioides*, *Aulacostephanus*). Le biome franco-germanique (Aquitaine, Bassin de Paris, Allemagne septentrionale) présente une dynamique biogéographique rythmée par l'alternance d'influences mésogéennes ou boréales et par le développement épisodique de populations endémiques d'origine soit téthysienne (*Lithacosphinctes*, *Tolvericeras*, *Aspidoceras*, *Orthaspidoceras*, *Gravesia*), soit boréale (*Eurasenia*, *Pararasenia*). La province subméditerranéenne (Souabe, Franconie, S/E de la France, Espagne septentrionale) et la province méditerranéenne (Espagne méridionale, OLORIZ 1978, et N-E de l'Italie, PAVIA et al., 1993), paraissent liées, en grande partie, aux conditions du milieu en particulier à la profondeur (ATROPS et al., 1991; ATROPS, 1993). Les assemblages fauniques subméditerranéens, dominés par

les Ataxioceratidae, expriment vraisemblablement des environnements moins profonds que ceux de la province méditerranéenne dont les populations associent de nombreux Tarameliceratinae, Aspidoceratinae et Idoceratinae. Ces particularités biogéographiques conduisent à l'emploi de quatre échelles parallèles (Tab. XII) dont les correspondances s'établissent partiellement. Le synchronisme de la limite inférieure du stratotype et de celle des zones subméditerranéennes à *Planula* et à *Platynota*, n'est pas encore clairement établi (SYKES & CALLOMON, 1979; HANTZPERGUE, 1987; WIERZBOWSKI, 1991).

Limite Oxfordien-Kimméridgien : la limite entre les deux étages est définie historiquement sur les séries et les faunes de la province subboréale : sur le stratotype de l'étage Kimméridgien, cette limite est tracée à la base de la zone à *Baylei*. Dans la province subméditerranéenne, sa position est restée longtemps incertaine (cf. ARKELL, 1956), avant d'être placée par GEYER (1961) à la base de la zone à *Platynota*. Cette équivalence fut acceptée à peu près unanimement (G.F.E.J., 1971) à l'exception de ZIEGLER (1964) qui inclutait la zone à *Galar* sous-jacente dans l'étage Kimméridgien. Plus récemment, ce synchronisme a été remis en cause par SYKE & CALLOMON (1979) à partir de leur nouvelle zonation boréale basée sur les cardioceratidés.

TABLEAU XI

La limite Oxfordien-Kimméridgien : équivalences et choix d'une limite commune dans les domaines téthysien et boréal



① Equivalence classiquement admise : GEYER (1961), G.F.E.J. (1971)

② Equivalence selon ARKELL (1956), ZIEGLER (1964), BIRKELUND & CALLOMON (1985)

③ Equivalence proposée par WIERZBOWSKI (1991), ATROPS et al. (1993)

TABLEAU XII
Zonation du Kimméridgien

ODIN & ODIN, 1990	HARLAND et al., 1990	HAQ et al., 1987	Sous-étages	DOMAINE TÉTHYSIEN					BIOME FRANCO-GERMANIQUE (Bassin de Paris, Aquitaine, Allemagne septentrionale)	DOMAINE BORÉAL Province subboréale (Grande-Bretagne, Boulonnais, Normandie)			
				Province méditerranéenne (Espagne méridionale, Italie NE)			Province suméditerranéenne (Espagne septentrionale, SE France, Souabe-Franconie)						
				ZONES	Sous-zones et Horizons	ZONES	Sous-zones	Horizons					
141	152.1	140	Kimméridgien supérieur	BECKERI/ PRESSULUM		BECKERI	E ₂ S ₂ E ₁ S ₁ δ ₄ δ ₃ δ ₂ δ ₁	Selatum Subeumela Pedinopleura 9 non détaillé	Catalaunicum Irius Lafauriana Autissiodorensis Yo Contejeani Quercynum Caletanum Calvescens Hybridus Orthocera Schilleri Lallierianum Mutabilis Attenuatus Desmonotus Linealis	Irius Autissiodorensis Contejeani Caletanum Orthocera Lallierianum Mutabilis	AUTISSIO-DORENSIS EUDOXUS MUTABILIS	non détaillé	
146	154.7	145	Kimméridgien inférieur	DIVISUM/ HERBICHI	Uhlandi Divisum Stenonis 3	DIVISUM	γ ₆ γ ₅ γ ₄ γ ₃	Uhlandi Tenuicostatum Lothari Hippolytense Guilherandense Desmoides Polygyratus	I. balderum Perayensis Semistriatum Hypsilocyathum Discoidale Hippolytense Lussasense Guilherandense Thieuloyi Desmoides Enayi Amoeboceras	Discoidus Chatelaillonensis Askeptus Manicata Aulnisa Pseudodictor Achilles Cymodoce Alienense Virgatoides Ruppellense	Chatelaillonensis CYMODOCE BAYLEI	R. askeptus R. evoluta R. involuta R. cymodoce R. inconstans P. baylei P. densicostata	
				STROMBECKI	Raschii 2	HYPSELO-CYCLUM	γ ₂ γ ₃						
				PLATYNOTA (DESMOIDES) SILENUM	Tenerites 1	PLATYNOTA	γ ₁						
					1		2/3	4	5	6	7		
					2			4	5	6	7		
					3			5	6	7	8		

(1) OLORIZ, 1978 ; (2) PAVIA et al., 1987 ; SARTI, 1993 ; (3) ENAY et al., 1971 ; (4) Souabe, GEYER, 1961 ; (5) Francolie, ABLINGER, 1945 ;

(6) ATROPS, 1982 ; (7) HANTZPERGUE, 1979, 1987, 1989 ; (8) BIRKELUND et al., 1983 ; (9) SCHWEIGERT, 1993.

La présence de faunes à *Amoeboceras* dans l'Oxfordien supérieur et le Kimméridgien basal des successions subméditerranéennes de Suisse, de Pologne et du S/E de la France permet une meilleure approche de l'équivalence possible ou probable de la limite inférieure de l'étage entre les domaines boréal et téthysien (ATROPS, *et al.*, 1993). Il semblerait, de plus en plus, que la limite inférieure de l'étage, utilisée depuis GEYER (1961) dans la province subméditerranéenne, doive être modifiée et abaissée dans ce qui, actuellement, est considéré comme Oxfordien supérieur.

L'incertitude ne pourra être levée que par une meilleure connaissance de la phylogénie et des biochrons des espèces communes aux deux domaines (*Amoeboceras bauhini* (OPP.), *A. lineatum* (QUENST.) et *A. bayi* BIRKELUND & CALLOMON). Actuellement, nous retiendrons les possibilités suivantes (cf. Tab. XI) :

— à la base de la sous-zone à *Galar* (zone à *Planula*) suivant un schéma déjà proposé par ARKELL (1956), ZIEGLER (1964), BIRKELUND & CALLOMON (1985);

— à la base de la zone à *Planula* de l'Oxfordien supérieur, comme l'envisage WIERZBOWSKI (1991), suivi par ATROPS *et al.* (1993).

Sous-étages : traditionnellement, le Kimméridgien admet une subdivision en deux sous-étages dont la limite est fixée à l'apparition du genre *Aulacostephanus* commun aux provinces subboréale, subméditerranéenne et au biome franco-germanique. Dans la lignée *Rasenioides* – *Aulacostephanoides*, cette différenciation correspond au développement d'un sillon ventral. Selon BIRKELUND *et al.* (1983), cette apparition s'effectue de façon graduelle et il paraît alors bien difficile de placer la limite inférieure de la zone à *Mutabilis* en fonction de ce caractère. La proposition d'attribuer la séquence antérieure à *Rasenioides* (sous-zone à *Chateaillonnensis*) à la zone à *Mutabilis*, n'est pas encore formalisée.

10.1. DÉFINITION DES DIFFÉRENTES UNITÉS (Tab. XII)

■ Province subméditerranéenne

10.1.1. Kimméridgien inférieur

Zone à *Platynota* HUGUENIN, 1874

Espèce-indice : *Sutneria platynota* (REIN.).

Faune caractéristique : outre l'espèce-indice, souvent abondante à certains niveaux, mais répartie de façon discontinue dans la zone, on note de fréquents Ataxioceratinae, en particulier de nombreux représentants des sous-genres *Ardescia* et *Lithacosphinctes* ainsi que les premiers *Ataxioceras* (*Schneidia*) et les dernières formes d'*Orthosphinctes* *s. st.*. Les Oppeliidae sont nombreux : *Glochiceras* et surtout *Taramelliceras* (*Metahaploceras*) qui sont associés à de fréquents *Aspidoceras* (*Physodoceras*) *circumspinosum* (QUENST.). Les *Sowerbyceras* peuvent être abondants.

La zone est définie par l'extension verticale totale de l'espèce-indice.

Elle comprend 3 sous-zones.

— **Sous-zone à *Polygyratus*** ATROPS, 1994 = sous-zone à « *Orthosphinctes* » ATROPS, 1982

Espèce-indice : *Orthosphinctes* (*O.*) *polygyratus* (REIN.).

Faune caractéristique : les *Orthosphinctes* *s. st.*, assez proches des formes de l'Oxfordien terminal sont encore dominants avec, (*O.*) (*O.*) *polygyratus* (REIN.) et son morphotype *pseudopolyplocoïdes* (GEYER) qui est surtout abondant au sommet de la sous-zone, et avec leur équivalent macroconque *O.* (*Lithacosphinctes*) *evolutus* (QUENST.). *S. platynota* (REIN.), assez rare, est représenté par son morphotype primitif (morphotype A de SCHAIERER, 1970). Les *Taramelliceras* (*Metahaploceras*) sont nombreux, en particulier *T. (M.) litocerum* (OPP.). On note l'apparition des premiers *Strebliites* avec *S. frotho* (OPP.).

• Horizon à *Amoeboceras* ATROPS, 1982

Faune caractéristique : une brève incursion des *Amoeboceras* boréaux marque la base de la zone à *Platynota*. Reconnue localement en Suisse (Schaffhausen) et dans le S-E de la France (Montagne de Crussol), l'association d'*Amoeboceras lineatum* (QUENST.), *A. ernesti* (FISCHER) et *A. bayi* BIRKELUND & CALLOMON (ATROPS *et al.*, 1992), offrirait donc une possibilité de corrélation partielle avec l'horizon à *Bayi* (*ibid.*) du domaine boréal (BIRKELUND & CALLOMON, 1985).

— **Sous-zone à *Desmoides*** ATROPS, 1982

Espèce-indice : *Orthosphinctes* (*Ardescia*) *desmoides* (WEG.).

Faune caractéristique : le sous-genre *Ardescia* apparaît, avec de nombreuses espèces, et présente son apogée. Il s'agit du premier changement important dans la faune d'Ataxioceratinae. On rencontre : *O. (A.) desmoides* (WEG.), *O. (A.) enayi* ATROPS, *O. (A.) proinconditus* (WEG.), *O. (Lithacosphinctes) pseudoachilles* (WEG.). Ces espèces sont accompagnées par une association variée d'Oppelliidae : *Taramelliceras* (*Metahaploceras*) *tenuisculptum* (FONT.), *T. (M.) kobyi quenstedti* HÖLDER et *T. (M.) rigidum* (WEG.).

• Horizon à *Enayi* ATROPS, 1982

Espèce-indice : *Orthosphinctes* (*Ardescia*) *enayi* ATROPS.

Faune caractéristique : outre l'espèce-indice, l'horizon renferme de nombreux *O. (A.) desmoides quenstedti* ATROPS associés à *O. (A.) proinconditus* (WEG.) et à *O. (L.) pseudoachilles* (WEG.). *S. platynota* (REIN.) est très rare, voire absente.

• Horizon à *Desmoides* ATROPS, 1982

Espèce-indice : *Orthosphinctes* (*Ardescia*) *desmoides* (*desmoides* (WEG.).

Faune caractéristique : l'espèce-indice présente son apogée. *Ataxioceras* (*Parataxioceras*) *praehomalinum* ATROPS et *O. (L.) stromeri* (WEG.) sont limités à cet horizon où apparaît *O. (L.) blondei* ATROPS.

— **Sous-zone à *Guilherandense*** ATROPS, 1982

Espèce-indice : *Ataxioceras* (*Schneidia*) *guilherandense* ATROPS.

Faune caractéristique : les *Ataxioceras* (*Schneidia*) sont nombreux et diversifiés. Il s'agit du deuxième changement

faunique important dans la faune d'Ataxioceratidae. La faune d'*O. (Ardescia)* est également abondante et variée. *S. platynota* (REIN.) présente souvent son apogée. Les *Aspidoceras* (*Physodoceras*) du gr. *circumspinosum* (QUENST.) et les *Glochiceras* sont fréquents, de même que les *Taramelliceras* (*Metahaploceras*) avec une faune diversifiée, semblable à celle de la sous-zone à Desmoides. On note la présence des premiers *Nebrodites*, encore peu abondants.

• Horizon à Thieuloyi ATROPS, 1982

Espèce-indice: *Orthosphinctes (Ardescia) thieuloyi* ATROPS 1982.

Faune caractéristique: *O. (A.) desmoides debelmasi* ATROPS, *O. (A.) schaireri* ATROPS, *O. (A.) thieuloyi* ATROPS qui présentent leur apogée, disparaissent au sommet de l'horizon. Les *Ataxioceras* (*Schneidia*) sont déjà abondants, en particulier *Atax. (Schneidia) guilherandense* ATROPS et *Atax. (S.) fontannesi* ATROPS. Cette espèce, ainsi que *Atax. (A.) striatellum* SCHNEID., sont limités à cet horizon. *O. (L.) pseudoachilles* (WEG.) et *O. (L.) blondetii* ATROPS sont encore présents. *Nebrodites* apparaît.

• Horizon à Guilherandense ATROPS, 1982

Espèce-indice: *Ataxioceras (Schneidia) guilherandense* ATROPS.

Faune caractéristique: l'espèce-indice, ainsi que *Atax. (S.) collignonii* ATROPS sont très fréquents. Ils sont accompagnés de *O. (A.) n. sp. A* (ATROPS) et de *A. (S.) n. sp. aff. elmii* ATROPS qui sont limités à cet horizon.

Zone à Hypselocyclus GEYER, 1961

Espèce-indice: *Ataxioceras (Ataxioceras) hypselocyclus* FONT.

Faune caractéristique: les *Ataxioceras* présentent leur apogée. Ils disparaissent, ainsi que les *Ardescia*, au sommet de la zone. Ils sont accompagnés par de nombreux *Taramelliceras* (*Metahaploceras*) *strombeckii* (OPP.), *Creniceras dentatum* (REIN.), *Strebites tenuilobatus* (OPP.), *Glochiceras nudatum* (OPP.) *Aspidoceras binodum* (OPP.), *Sutneria cyclodorsata* (MOESCH.), *Nebrodites nov. sp. aff. hospes* (NFUM.) et *Mesosimoceras* du groupe *herbichi* (HAUER). A la partie supérieure de la zone apparaissent les premiers *Crussoliceras*, *Garnierisphinctes* et *Taramelliceras* (*T.*) du groupe *trachinotum* (OPP.). Dans cette acception (ATROPS, 1982) la zone *a*, vers le haut, une extension plus vaste que celle proposée par GEYER (1961). Ainsi comprise, elle correspond exactement à la zone à *Taramelliceras* (*M.*) *strombeckii* (OPP.) définie à Crussol par KARVE-CORVINUS (1966).

— Sous-zone à Hippolytense ATROPS, 1982

Espèce-indice: *Ataxioceras (Parataxioceras) hippolytense* ATROPS.

Faune caractéristique: parmi la faune d'Ataxioceratidae, *A. (S.) lussasense* ATROPS et *A. (Parataxioceras) hippolytense* ATROPS sont les deux espèces les plus abondantes. On note l'apparition de *O. (A.) inconditus* (FONTANNES) et de *A. (P.) evolutum* ATROPS qui présente son apogée.

• Horizon à Lussasense ATROPS, 1982

Espèce-indice: *Ataxioceras (Schneidia) lussasense* ATROPS, 1982.

Faune caractéristique: l'espèce-indice est limitée à cet horizon où elle est associée à *A. (P.) hippolytense* ATROPS

• Horizon à Hippolytense ATROPS, 1982

Espèce-indice: comme pour la sous-zone.

Faune caractéristique: outre l'espèce-indice, on a de nombreux *O. (Ardescia) inconditus* (FONTANNES), et *A. (P.) evolutum* ATROPS. *A. (A.) cardoti* est limité à cet horizon.

— Sous-zone à Lothari ATROPS, 1982

Espèce-indice: *Ataxioceras (Parataxioceras) lothari* (OPP.).

Faune caractéristique: *A. (P.) lothari* (OPP.), d'emblée abondant, apparaît à la base de la sous-zone; celle-ci se termine à la disparition des *Ataxioceras* – *Ardescia*. *Ataxioceras* (*Ataxioceras*) et *Ataxioceras* (*Parataxioceras*) ont leur acmé dans cette sous-zone où ils évoluent rapidement. Les espèces les plus fréquentes sont *A. (P.) lothari* (OPP.) *A. (P.) oppeli* GEYER, *A. (A.) hypselocyclus* FONT., *O. (Ardescia) perayensis* ATROPS, *Taramelliceras* (*Metahaploceras*) *strombeckii* (OPP.) et *Mesosimoceras herbichi* (HAUER).

• Horizon à Discoidale ATROPS, 1982

Espèce-indice: *Ataxioceras (Ataxioceras) discoidale* SCHNEID.

Faune caractéristique: L'espèce-indice présente son acmé. Elle est associée à de nombreux *A. (P.) lothari* (OPP.) et à *A. (P.) effrenatum* (FONTANNES), *A. (P.) evolutum* ATROPS, *O. (A.) inconditus* (FONT.). Ces trois dernières espèces s'éteignent au sommet de l'horizon.

• Horizon à Hypselocyclus GEYER, 1961 (emend. ATROPS, 1982)

Espèce-indice: *Ataxioceras (Ataxioceras) hypselocyclus* hypselocyclus FONT.

Faune caractéristique: L'espèce-indice est associée à *A. (P.) lothari* (OPP.) qui présente son apogée et à *A. (P.) planulatum* (QUENST.), limité à cet horizon.

• Horizon à Semistriatum ATROPS, 1982

Espèce-indice: *Ataxioceras (Ataxioceras) hypselocyclus semistriatum* SCHNEID.

Faune caractéristique: l'espèce-indice, ainsi que *A. (P.) oppeli* (PARVUM) ATROPS, sont limité à cet horizon au sommet duquel disparaissent pratiquement toutes les espèces d'*Ataxioceras* s. l. *A. (P.) lothari* (HUGUENINI) ATROPS est abondant. Dès la base de l'horizon apparaissent les premiers *Garnierisphinctes*, *Crussoliceras* et *Taramelliceras trachinotum* (OPP.).

• Horizon à Perayensis ATROPS, 1982

Espèce-indice: *Orthosphinctes (Ardescia) perayensis* ATROPS.

Faune caractéristique: Outre l'espèce-indice, souvent abondante, on a quelques *Garnierisphinctes*, *Crussoliceras*, *Progeronia*, *Rasenia*, *Taramelliceras* s.s. ainsi que les derniers *T. (Metahaploceras) strombeckii* (OPP.).

Zone à Divisum GEYER, 1961

Espèce-indice: *Crussoliceras divisum* (QUENST.).

Faune caractéristique : les *Crussoliceras* et les *Garnierisphinctes*, apparus de façon discrète à la partie supérieure de la sous-zone à Lothari, présentent leur apogée dans cette zone où les *Ataxioceras s.l.*, les *Ardescia* et les *Taramelliceras* (*Metahaploceras*) du groupe *strombecki* (OPP.) ont disparu. Dans cette acception (ATROPS, 1982), la zone a une extension plus restreinte que celle qui a été proposée à l'origine (GEYER, 1961) puisqu'elle est amputée, à sa base, des couches à *Ataxioceras* et à *Ardescia*. Les deux genres caractéristiques sont associés à de nombreux *Taramelliceras trachinotum* (OPP.), *Streblices tenuilobatus* (OPP.), *Glochiceras fialar* (OPP.), *Nebrodites* (*Mesassimoceras*) *teres* (NEUM.), *Orthaspidoceras uhlandi* (OPP.) et *Idoceras balderum* (OPP.). Les *Progeronia* commencent à devenir fréquentes.

— **Sous-zone à Divisum** GEYER, 1961 (emend. SARTI, 1993)

Espèce-indice : celle de la zone.

Faune caractéristique : les genres *Crussoliceras* et *Garnierisphinctes*, avec de nombreuses espèces, présentent leur apogée. Ils peuvent déjà être associés à de très rares *Idoceras balderum* (OPP.) et *Orthaspidoceras uhlandi* (OPP.), dont la présence a pu justifier la séparation soit d'une sous-zone à Balderum (GYGI & PERSOZ, 1986) soit d'une zone à Uhlandi (KARVÉ-CORVINUS, 1966) incluant la sous-zone à Divisum.

— **Sous-zone à Uhlandi** GRÜNGOGL, 1914

Espèce-indice : *Orthaspidoceras uhlandi* (OPP.).

Faune caractéristique : la coexistence de *Orthaspidoceras uhlandi* (OPP.) et de *Idoceras balderum* (OPP.) qui présentent leur apogée est caractéristique de cette sous-zone.

Une zone à Uhlandi fut initialement individualisée par GRÜNGOGL (1914), puis reprise par VEIT (1936) et par KARVÉ-CORVINUS (1966). Elle correspondait à la quasi-totalité de la zone à Divisum (*sensu* GEYER, 1961) excepté les niveaux terminaux différenciés postérieurement en une zone à Balderum (KARVÉ-CORVINUS, 1966). La sous-zone à Uhlandi correspond à la partie supérieure de la zone à Divisum. Cette unité est marquée par l'abondance d'*Orthaspidoceras uhlandi*, l'apparition d'*Idoceras balderum*, la persistance de *Taramelliceras trachinotum*, et par une régression des faunes à *Crussoliceras* et à *Garnierisphinctes*. Dans la partie sommitale de la sous-zone, les auteurs s'accordent pour reconnaître l'existence d'un horizon à *I. balderum* [Balderus-Schichten ou Bänke d'Allemagne méridionale (ENGEL, 1883; BEURLEN, 1926; VEIT, 1936; ZIEGLER, 1961) ou même Zone à *Idoceras balderum* (KARVÉ-CORVINUS, 1966)]

10.1.2. Kimméridgien supérieur

Zone à Acanthicum ZIEGLER, 1962

Dans sa conception émendée (ZIEGLER, 1962), elle correspond seulement à la partie inférieure des « couches à *Aspidoceras acanthicum* » (NEUMAYR, 1871, 1873); il s'agit de l'équivalent de la zone à *Mutabilis*, SALFED, 1913.

Espèce-indice : *Aspidoceras acanthicum* (OPP.).

Faune caractéristique : l'espèce-indice est accompagnée par une faune abondante et diversifiée, appartenant pour l'essentiel aux genres *Taramelliceras*, *Glochiceras*, *Streblices*, *Creniceras*, *Nebrodites*, *Aspidoceras* et *Sutneria*. Les *Progeronia* présentent leur apogée. Les espèces les plus fréquentes sont : *Taramelliceras compsum* (OPP.), *T. pseudoflexuosum* (FAVRE), *Glochiceras crenosum* (QUENST.), *Streblices levipictus* (FONT.), *Creniceras dentatum* (REIN.) *Nebrodites hospes* (NEUM.), *N. sautieri* (FONT.), *Sutneria cyclodorsata* (MOESCH), *Progeronia unicompta* (FONT.), *Progeronia (Hugueninsphinctes) lictor* (FONT.), *P. (H.) breviceps* (QUENST.). Les *Aulacostephanus s.l.* sont très rares, voire absents.

Zone à Eudoxus NEUMAYR, 1873

Elle est synonyme de la zone à *Pseudomutabilis*, SALFED, 1913 (ZIEGLER 1962) puisque les deux espèces sont associées (SALFED, 1913). Mais il est préférable d'utiliser *Aulacostephanus eudoxus* (d'ORB.) qui a une plus large répartition géographique et qui peut être localement présent dans la province subméditerranéenne.

Espèce-indice : *Aulacostephanus* (*Aulacostephanoceras*) *eudoxus* (d'ORB.).

Faune caractéristique : les *Taramelliceras* et les *Glochiceras* dominent. Les *Ataxioceratidae* régressent fortement, de même que les *Nebrodites*. Des *Aulacostephanus* sont présents. Dans la partie inférieure, on rencontre encore beaucoup d'espèces de la zone à *Acanthicum*, en particulier *Taramelliceras compsum* (OPP.), *T. pseudoflexuosum* (FAVRE), *Streblices levipictus* (FONT.), *Creniceras dentatum* (REIN.), *Glochiceras crenosum* (QUENST.) et espèces affines, ainsi que *Sutneria cyclodorsata* (MOESCH). Les *Aulacostephanus*, toujours rares, sont représentés par *A. phorcus* (FONT.) et *A. peregrinus* ZIEGLER. Les *Aspidoceras* sont plus diversifiés que dans la zone à *Acanthicum* avec : *Aspidoceras (Pseudowaagenia) microplum* (OPP.), *Aspidoceras sesquihodosum* (FONT.) et *Aspidoceras longispinum* (Sow.).

Dans la partie supérieure de la zone, les *Aulacostephanus* deviennent plus fréquents ; elle est caractérisée par : *Aulacostephanus eudoxus* (d'ORB.), *Sutneria eumela* (d'ORB.), *Taramelliceras klettgovianum* (WURTEMBERGER) et *Glochiceras semicostatum* BERCKHEMER. On note l'extinction de plusieurs espèces, notamment de *Streblices levipictus* (FONT.), *Creniceras dentatum* (REIN.) et *Sutneria cyclodorsata* (MOESCH).

Au sein de la zone à *Eudoxus*, une importante coupure faunique correspond à la limite Malm delta 3 – delta 4 en Souabe (ZIEGLER, 1958) et à la limite sous-zone à *Orthocera* – sous-zone à *Caletanum* en Aquitaine (HANTZPERGUE, 1989).

Zone à Beckeri NEUMAYR, 1873

Elle correspond à l'étage « *Suebium* » de HENNIG (1943).

Espèce-indice : *Hybonoticeras beckeri* (NEUM.).

Faune caractéristique : le genre *Hybonoticeras* apparaît à la base de la zone, avec *H. pressulum* (NEUM.). L'espèce-indice est abondante. Les *Aulacostephanus s.l.* ont disparu. La faune associée comprend essentiellement des espèces appartenant aux genres *Aspidoceras*, *Glochiceras*, *Taramelliceras*, *Sutneria* et *Haploceras*, et quelques

Ataxioceratidae. La zonation détaillée qui a été établie en Allemagne méridionale (Souabe) est valable dans le bassin dauphinois.

La proposition par ROLL (1931) d'une sous-zone à *Siliceus* au sommet de la zone à *Beckeri* n'a pas reçu confirmation. Les travaux plus récents (BERCKHEMER & HÖLDER, 1959; ZEISS, 1968; OHMERT & ZEISS, 1980) placent *Subplanitoides siliceus* (QUENST.) dans la zone à *Hybonotum* (Tithonien basal). L'incertitude subsiste sur la présence de cette espèce ou celle d'une forme plus ancienne dans la Zone à *Beckeri* et la sous-zone à *Siliceus* n'a jamais été réutilisée.

— Sous-zone à *Pedinopleura* SEEGER, 1961

Espèce-indice : *Sutneria pedinopleura* SEEGER.

Faune caractéristique : l'espèce-indice, connue depuis la Souabe jusque dans le S-E de la France (Crussol) est associée aux premiers *Hybonoticeras*, en particulier *H. pressulum* (NEUM.). Les *Taramelliceras* (*T. subnudatum* (FONT.), *T. bracheri* BERCKHEMER) sont abondants. La sous-zone débute au-dessus des derniers *Aulacostephanus* et *Glochiceras semicostatum* BERCKHEMER; elle se termine à l'apparition des premières *Sutneria subeumela* SCHNEID.

Notons la présence en Souabe de *Tolvericeras sevogodense* (CONTINI & HANTZPERGUE) attestant l'équivalence partielle de la sous-zone à *Pedinopleura* et de la sous-zone à *Contejeani* du biome franco-germanique (SCHWEIGERT, 1993).

— Sous-zone à *Subeumela* ROLL, 1932

Initialement distinguée de façon informelle sous le nom de « Couches à *Sutneria eumela* (ROLL, 1931) elle est ensuite reconnue comme zone à *S. eumela* par ROLL (1932), HENNIG (1943) puis SEEGER (1961).

Espèce-indice : *Sutneria subeumela* SCHNEID.

Faune caractéristique : l'espèce-indice est fréquente; elle est associée à de nombreux *Hybonoticeras* : *H. beckeri* (NEUM.), *H. pressulum* (NEUM.), *H. knopi* (NEUM.) et *H. mundulum* (OPP.). On rencontre également *Aspidoceras hermanni* BERCKHEMER ainsi qu'une faune abondante et variée de *Glochiceras*, en particulier *G. procurvum* ZIEGLER et *Gl. tuberculatum* BERCKHEMER.

Les Aulacostephanidae sont épisodiquement ou localement représentés : *A. contejeani* (THURMANN), *A. eudoxus* (d'ORB.), *A. undorae* (PAVLIN) et *A. pinguis* DURAND sont entre autres mentionnés dans la sous-zone à *Subeumela* de Souabe, associés à *Tolvericeras atavum* (SCHNEID) et *T. sevogodense* (CONTINI & HANTZPERGUE) (SCHWEIGERT, 1993).

— Sous-zone à *Setatum* ROLL, 1931

Espèce-indice : *Virgataxoceras setatum* (SCHNEID).

Faune caractéristique : *Hybonoticeras beckeri* est associé à des *Virgataxoceras*, nombreux et diversifiés : *Virgatax. setatum* (SCHNEID), *Virgatax. setatulus* (BERCKHEMER & HOLDER), *Virgatax. supinus* (SCHNEID). Les *Taramelliceras* et les *Glochiceras* sont abondants, en particulier *T. bracheri* BERCKHEMER & HOLDER et *G. solenoides* (QUENST.).

La partie terminale de la zone à *Beckeri* n'est pas encore détaillée. La présence de *Subplanitoides siliceus* (QUENST.) dans le *Liegenden Bankkalke* de Souabe (SCHWEIGERT, 1993) serait en faveur de la distinction d'une

sous-zone à *Siliceus* dans l'intervalle situé entre la sous-zone à *Setatum* et la limite Kimméridgien/Tithonien. Les couches terminales de la zone à *Beckeri* de Souabe livrent quelques ammonites de provenance subboréale (*Propeccinatites websteri* COPE, *Eosphinctoceras magnum* MESEZNICKOV, *Aulacostephanus jasonoides* (PAVLIN) ou endémiques au biome franco-germanique (*Gravesia irius* (d'ORB.), *G. lafauriana* HANTZPERGUE, *Tolvericeras murengense katroliforme* HANTZPERGUE) permettant une bonne corrélation de la limite Kimméridgien/Tithonien entre provinces subméditerranéenne, subboréale et biome franco-germanique (SCHWEIGERT, 1993).

■ Biome franco-germanique

10.1.3. Kimméridgien inférieur

Zone à *Rupellense* d'ORBIGNY, 1852 (emend. HANTZPERGUE, 1979)

Espèce-indice : *Paraspidoceras rupellense* (d'ORB.).

Faune caractéristique : les *Pictonia* et les *Cardioceratidae* (*Amoeboceras*) subboréaux ne sont pas représentés à la base de l'étage Kimméridgien dans le biome franco-germanique. De même, les éléments strictement subméditerranéens tel que *Sutneria platynota* font défaut. La zone à *Rupellense* est alors définie par l'extension de l'indice dont l'abondance paraît maximale dès le début de la zone. Les associations fauniques comportent de nombreux *Perisphinctidae* d'origine subméditerranéenne (*Lithacosphinctes*, *Subdiscosphinctes*, *Ardescia*) et sont marquées par une raréfaction des *Oppeliidae* (*Ochetoceras*, *Glochiceras*, *Taramelliceras*).

• Horizon à *Rupellense* d'ORBIGNY 1852 (emend. HANTZPERGUE, 1979)

Espèce-indice : celle de la zone.

Faune caractéristique : *P. rupellense* (d'ORB.) et *Lithacosphinctes janus* (CHOFF.) sont associés aux derniers *Subdiscosphinctes castroi* (CHOFF.) et, en moindre abondance à *Physodoceras circumspinosum* (OPP.), *Eurasenia stephanioides* (OPP.), *Ochetoceras gr. canaliferum* (OPP.), *Taramelliceras* (*Metahaploceras*) gr. *sublitocera* (WEG.) et *Glochiceras* (*Coryceras*) *modestiforme* (OPP.).

• Horizon à *Virgatooides* HANTZPERGUE, 1979

Espèce-indice : *Ardescia virgatooides* (WEG.).

Faune caractéristique : elle correspond à une brève expansion de *Perisphinctidae* subméditerranéens : *A. virgatooides* (WEG.) est associée à de rares *Paraspidoceras rupellense* (d'ORB.).

Zone à *Cymodoce* DOUVILLE, 1881

Espèce-indice : *Rasenia cymodoce* (d'ORB.).

Faune caractéristique : en définissant la zone à *Cymodoce*, DOUVILLE a interprété très largement l'espèce-indice en se basant probablement sur la fréquence et sur l'extension du genre *Rasenia s.l.* La zone présente en fait une suite de trois séquences fauniques permettant de définir les sous-zones à *Cymodoce* (avec *R. gr. cymodoce* d'ORB.), à *Achilles* (avec *Lithacosphinctes achilles* d'ORB.) et à *Chatelaillonensis* (marquée par le retour des *Rasenioides* subboréaux).

— **Sous-zone à Cymodoce** DOUVILLÉ, 1881 (emend. HANTZPERGUE, 1979)

Espèce-indice : celle de la zone.

Faune caractéristique : marquée dès sa base par un appauvrissement des associations d'ammonites, cette sous-zone livre *R. cymodoce* (d'ORB.) et ses formes affines (*R. aff. cymodoce* (d'ORB.), *R. avaricana* HANTZPERGUE) ainsi que *Physodoceras altenense* (d'ORB.) et de rares *Subdiscosphinctes* d'origine subméditerranéenne.

• **Horizon à Altenense** d'ORBIGNY, 1852 (emend. HANTZPERGUE, 1979)

Espèce-indice : *Physodoceras altenense* (d'ORB.).

Faune caractéristique : la base de la zone à Cymodoce semble marquée par l'unique présence de *P. altenense* (d'ORB.) alors que les *Rasenia* caractéristiques ne sont pas encore représentées.

• **Horizon à Cymodoce** DOUVILLÉ, 1881 (emend. HANTZPERGUE, 1979)

Espèce-indice : celle de la zone et de la sous-zone.

Faune caractéristique : *R. cymodoce* (d'ORB.), *R. avaricana* HANTZPERGUE, *Physodoceras altenense* (d'ORB.) et *Subdiscosphinctes orbignyi* HANTZPERGUE.

— **Sous-zone à Achilles** DOUVILLÉ, 1881 (emend. HANTZPERGUE, 1987)

Espèce-indice : *Lithacosphinctes achilles* (d'ORB.).

Faune caractéristique : la partie médiane de la zone à Cymodoce est dominée par des ammonites de souche téthysienne (*Lithacosphinctes*, *Ardescia*, *Physodoceras*, *Paraspidoceras*). L'indice, fréquemment invoqué au siècle dernier pour décrire des Perisphinctidae de l'Oxfordien supérieur ou du Kimméridgien basal, est strictement localisé à ce niveau.

• **Horizon à Achilles** DOUVILLÉ, 1881 (emend. HANTZPERGUE, 1979)

Espèce-indice : celle de la sous-zone.

Faune caractéristique : *L. achilles* (d'ORB.), *Physodoceras altenense* (d'ORB.) et *Paraspidoceras rupestris* (d'ORB.) morph. *compressum*.

• **Horizon à Pseudolictor** HANTZPERGUE, 1987

Espèce-indice : *Ardescia pseudolictor* (CHOFF.).

Faune caractéristique : l'indice est accompagné par de rares *P. rupestris* (d'ORB.) morph. *compressum*, *L. aff. achilles* (d'ORB.), *Ataxioceras* sp. et *Taramelliceras* (*Metaphioceras*) *agolenum* HANTZPERGUE.

— **Sous-zone à Chatelaillonensis** HANTZPERGUE, 1979

Espèce-indice : *Rasenoides chatelaillonensis* HANTZPERGUE.

Faune caractéristique : cette sous-zone présente la succession de deux séquences fauniques distinctes : les *Eurasenia* abondantes dans sa partie inférieure sont rapidement remplacées par les *Rasenoides* subboréales.

• **Horizon à Aulnisa** HANTZPERGUE, 1987

Espèce-indice : *Eurasenia aulnisa* HANTZPERGUE.

Faune caractéristique : l'indice est occasionnellement associé à de rares *Parataxioceras* gr. *lothari* (OPP.) (HANTZPERGUE, 1991).

• **Horizon à Manicata** HANTZPERGUE, 1987

Espèce-indice : *Eurasenia manicata* (SCHNEID.).

Faune caractéristique : l'indice est associé à *Rasenia gr. evoluta* (SPATH), espèce subboréale dont la présence est peu fréquente.

• **Horizon à Askeptus** HANTZPERGUE, 1979

Espèce-indice : *Rasenoides askeptus* (ZIEGLER).

Faune caractéristique : *R. askeptus* (ZIEGLER) est accompagnée par la forme *lepidula* (OPP.) son microconque.

• **Horizon à Chatelaillonensis** HANTZPERGUE, 1979

Espèce-indice : *Rasenoides chatelaillonensis* HANTZPERGUE.

Faune caractéristique : *R. chatelaillonensis* HANTZPERGUE est également associée à la forme *lepidula* (OPP.).

• **Horizon à Discoidus** HANTZPERGUE, 1987

Espèce-indice : *Rasenoides discoidus* HANTZPERGUE.

Faune caractéristique : *R. discoidus* HANTZPERGUE et *R. ecolisnus* HANTZPERGUE, *Rasenoides involutes* à section ogivale, font transition avec les *Aulacostephanoides* du Kimméridgien supérieur.

10.1.4. Kimméridgien supérieur

Zone à Mutabilis SALFELD, 1913

Espèce-indice : *Aulacostephanoides mutabilis* (Sow.).

Faune caractéristique : définie dans les séries subboréales du sud de l'Angleterre par l'extension des *Aulacostephanoides* du groupe de *A. mutabilis* (Sow.), la zone à *Mutabilis* présente une composition faunique moins homogène dans le biome franco-germanique. Sa partie inférieure, effectivement dominée par les *Aulacostephanoides*, permet de distinguer une sous-zone à *Mutabilis*. Puis, dans la partie supérieure de la zone, les *Aulacostephanoides* sont relayées par les *Orthaspidoceras* d'origine subméditerranéenne (sous-zone à *Lallierianum*).

— **Sous-zone à Mutabilis** SALFELD, 1913 (emend. HANTZPERGUE, 1979)

Espèce-indice : celle de la zone.

Faune caractéristique : les *Aulacostephanoides* dominent. Dans ce genre, la succession de quatre principaux groupes permet la reconnaissance de quatre horizons.

• **Horizon à Linealis** HANTZPERGUE, 1979

Espèce-indice : *Aulacostephanoides linealis* (QUENST.).

Faune caractéristique : le premier niveau attribué à la sous-zone à *Mutabilis* se distingue par l'association de *A. linealis* (QUENST.) et de *A. sosvaensis* (SASONOV).

• **Horizon à Desmonotus** HANTZPERGUE, 1979

Espèce-indice : *Aulacostephanoides desmonotus* (OPP.).

Faune caractéristique : l'espèce-indice est associée à *A. gr. linealis* (QUENST.) et à *Tolvericeras tolverense* HANTZPERGUE.

• **Horizon à Attenuatus** HANTZPERGUE, 1987

Espèce-indice : *Aulacostephanoides attenuatus* ZIEGLER.

Faune caractéristique : espèce voisine d'*A. mutabilis* (Sow.), l'indice définit un horizon monospécifique.

- **Horizon à *Mutabilis*** SALFELD, 1913 (emend. HANTZPERGUE, 1987)

Espèce-indice : *Aulacostephanoides mutabilis* (Sow.).

Faune caractéristique : *A. mutabilis* (Sow.) est accompagnée par la forme *eulepidus* (SCHNEID.), son microconque.

— **Sous-zone à *Lallierianum*** d'ORBIGNY, 1842 (emend. HANTZPERGUE, 1979)

Espèce-indice : *Orthaspidoceras lallierianum* (d'ORB.).

Faune caractéristique : une zone à *Ammonites lallierianus* avait été distinguée par d'ORBIGNY dès 1842 pour caractériser les couches livrant des *Orthaspidoceras* de la lignée *lallierianum* – *orthocera*. La définition de la sous-zone à *Lallierianum* se limite à l'extension partielle de cette lignée représentée par la succession d'*O. lallierianum* (d'ORB.) et d'*O. schilleri* (OPP.).

- **Horizon à *Lallierianum*** d'ORBIGNY, 1842 (emend. HANTZPERGUE, 1979)

Espèce-indice : celle de la sous-zone.

Faune caractéristique : la grande abondance d'*O. lallierianum lallierianum* (d'ORB.) et de son macroconque *O. lallierianum* f. *liparum* (OPP.) caractérise cet horizon généralement monospécifique.

- **Horizon à *Schilleri*** HANTZPERGUE, 1979

Espèce-indice : *Orthaspidoceras schilleri* (OPP.).

Faune caractéristique : espèce de transition entre *O. lallierianum* (d'ORB.) et *O. orthocera* (d'ORB.) l'indice de cet horizon est strictement localisé au sommet de la sous-zone à *Lallierianum*.

Zone à *Eudoxus* NEUMAYR, 1973

Espèce-indice : *Aulacostephanus eudoxus* (d'ORB.).

Faune caractéristique : dans les séries subboréales, la limite inférieure de la zone est définie par l'apparition des *Aulacostephanus* du groupe *eudoxus* (d'ORB.). Dans le biome franco-germanique, cette zone présente la succession de trois ensembles fauniques. A sa base, les derniers *Orthaspidoceras* du groupe *orthocera* (d'ORB.) et les dernières *Pararasenia* s. str. sont associés occasionnellement à l'indice (sous-zone à Orthocera). La partie médiane de la zone est marquée par l'abondance des *Aspidoceras* du groupe d'*A. caletanum* (OPP.) (sous-zone à Caletanum), puis, un retour des faunes à *Aulacostephanus* caractérise sa partie terminale.

— **Sous-zone à *Orthocera*** LORIOL, ROYER, TOMBECK, 1872 (emend. HANTZPERGUE, 1979)

Espèce-indice : *Orthaspidoceras orthocera* (d'ORB.).

Faune caractéristique : *O. orthocera* (d'ORB.), *Aulacostephanus pseudomutabilis sagittatus* ZIEGLER, *A. pinguis* ZIEGLER, *A. eudoxus* (d'ORB.), *Pararasenia hibridus* ZIEGLER et *P. calvescens* ZIEGLER.

- **Horizon à *Orthocera*** LORIOL, ROYER, TOMBECK, 1872 (emend. HANTZPERGUE, 1979)

Espèce-indice : celle de la sous-zone.

Faune caractéristique : le plus souvent monospécifique (Aquitaine, Bassin de Paris), l'horizon à *Orthocera* associe, en Allemagne méridionale, l'indice avec *A. eudoxus* (d'ORB.), *A. pseudomutabilis sagittatus* ZIEGLER et *Sutneria cyclodorsata* (MOESCH) (ALDINGER, 1945).

- **Horizon à *Hibridus*** HANTZPERGUE, 1987

Espèce-indice : *Pararasenia hibridus* ZIEGLER.

Faune caractéristique : l'indice est associé à *Aulacostephanus pinguis* ZIEGLER.

- **Horizon à *Calvescens*** HANTZPERGUE, 1987

Espèce-indice : *Pararasenia calvescens* ZIEGLER.

Faune caractéristique : dans cet horizon monospécifique, l'indice est le dernier représentant du genre *Pararasenia*.

— **Sous-zone à *Caletanum*** LORIOL, ROYER, TOMBECK, 1872 (emend. HANTZPERGUE, 1979)

Espèce-indice : *Aspidoceras caletanum* (OPP.).

Faune caractéristique : les *Aspidoceras* du groupe *caletanum* (OPP.) sont très abondants tandis que les *Aulacostephanus* du groupe *eudoxus* (d'ORB.) sont épisodiques. La partie basale de la sous-zone est marquée par la présence de *Sutneria eumela* (d'ORB.) permettant une corrélation précise avec la coupure faunique mentionnée dans la zone à *Eudoxus* de la province subméditerranéenne.

Deux horizons basés sur les *Aspidoceras* subdivisent cette sous-zone.

- **Horizon à *Caletanum*** LORIOL, ROYER, TOMBECK, 1872 (emend. HANTZPERGUE, 1979)

Espèce-indice : celle de la sous-zone.

Faune caractéristique : marquée par l'abondance d'*Aspidoceras caletanum* (OPP.) associé à l'indice zonal *A. eudoxus* (d'ORB.) ainsi qu'à *A. pusillus* ZIEGLER et *Sutneria eumela* (d'ORB.).

- **Horizon à *Quercynum*** HANTZPERGUE, 1987

Espèce-indice : *Aspidoceras quercynum* HANTZPERGUE.

Faune caractéristique : l'indice est associé à de rares *T. (Tolvericeras) gr. sevogodense* (CONTINI & HANTZPERGUE).

— **Sous-zone à *Contejeani*** CONTINI, HANTZPERGUE, 1975

Espèce-indice : *Aulacostephanus contejeani* (THURMANN).

Faune caractéristique : les *Aulacostephanus* des groupes *yo* (d'ORB.) et *contejeani* (THURM.) prédominent et sont accompagnés par quelques *Aspidoceras* du groupe *quercynum* – *catalaunicum*. La sous-zone à *Contejeani* comprend deux horizons nettement individualisés bien que généralement peu fossilifères.

- **Horizon à *Contejeani*** CONTINI & HANTZPERGUE, 1975

Espèce-indice : celle de la sous-zone.

Faune caractéristique : *A. contejeani* (THURMANN) et en moindre abondance, *Aspidoceras quercynum* HANTZPERGUE, *Sutneria gr. eumela* (d'ORB.), *T. (Tolvericeras) sevogodense* (CONTINI & HANTZPERGUE).

- **Horizon à *Yo*** SALFELD, 1913 (emend. HANTZPERGUE, 1979)

Espèce-indice : *Aulacostephanus yo* (d'ORB.).

Faune caractéristique : horizon monospécifique (?).

Zone à Autissiodorensis ZIEGLER, 1961

Espèce-indice : *Aulacostephanus autissiodorensis* (COTTEAU).

Faune caractéristique : l'extension de l'indice dans les Gaulter's Gap Shales de la baie de Kimmeridge définit cette zone. Dans la série stratotypique, la partie supérieure de la zone à Autissiodorensis est marquée par la présence occasionnelle des premières *Gravesia*. Cette répartition est en accord avec la succession des faunes du biome franco-germanique qui permet de distinguer deux sous-zones : une sous-zone à Autissiodorensis surmontée par la sous-zone à *Irius* caractérisée par des *Gravesia* du groupe de *G. irius* (d'ORB.).

— Sous-zone à Autissiodorensis ZIEGLER, 1961 (emend. HANTZPERGUE, 1987)

Espèce-indice : celle de la zone.

Faune caractéristique : à la base de la sous-zone, les premiers *A. autissiodorensis* (COTTEAU) présentent encore une certaine affinité avec *A. pseudomutabilis* (de LOR.) de la zone à *Eudoxus* et ils possèdent une costulation fine qui s'estompe rapidement au cours de la croissance. Ensuite, les formes à costulation plus vigoureuse, communes dans les séries du Boulonnais et du Dorset, deviennent prédominantes.

- **Horizon à Autissiodorensis** ZIEGLER, 1961 (emend. HANTZPERGUE, 1987)

Espèce-indice : celle de la zone et de la sous-zone.

Faune caractéristique : l'indice est occasionnellement associé à *Aspidoceras* gr. *catalaunicum* et à *T. (Tolvericeras) murogense* HANTZPERGUE.

- **Horizon à Lafauriana** HANTZPERGUE, 1987

Espèce-indice : *Gravesia lafauriana* HANTZPERGUE.

Faune caractéristique : l'indice se localise strictement dans un niveau monospécifique précédant l'apparition de *G. irius* (d'ORB.).

— Sous-zone à Irius d'ORBIGNY, 1852 (emend. HANTZPERGUE, 1987)

Espèce-indice : *Gravesia irius* (d'ORB.).

Faune caractéristique : *A. autissiodorensis* se raréfie tandis que les *Gravesia* du groupe de *G. irius* (d'ORB.) et *Aspidoceras catalaunicum* (de LOR.) constituent l'essentiel de la faune. Deux horizons, définis par l'abondance relative de ces deux dernières espèces, se distinguent dans la sous-zone sommitale du Kimméridgien.

- **Horizon à Irius** d'ORBIGNY, 1852 (emend. HANTZPERGUE, 1987)

Espèce-indice : *Gravesia irius* (d'ORB.).

Faune caractéristique : l'indice est associé occasionnellement à de grands *Aulacostephanus* gr. *autissiodorensis* (COTTEAU).

- **Horizon à Catalaunicum** HANTZPERGUE, 1987

Espèce-indice : *Aspidoceras catalaunicum* (de LOR.).

Faune caractéristique : un niveau dominé par *A. catalaunicum* (de LOR.) précède l'apparition des *Gravesia* du groupe *gigas-gravesiana* (Tithonien basal).

10.2. CORRÉLATIONS ENTRE LES ZONATIONS

■ Provinces méditerranéenne et subméditerranéenne

10.2.1. Kimméridgien inférieur

Dans la province méditerranéenne, la zone à *Platynota* est plus difficile à reconnaître car l'espèce-indice est généralement rare voire absente, ce qui a pu justifier l'individualisation d'une zone à *Desmoides* (SAPUNOV, 1977) ou d'une zone à *Silenum* (SARTI, 1993). La présence de rares *Ataxioceratinae*, associés à *Physodoceras circumspinum* (QUENST.) et aux premiers *Idoceras* (*Lessiniceras*) permet de caractériser cette zone.

La zone à *Strombecki* qui a été définie dans la province subméditerranéenne (Crussol) par KARVÉ-CORVINUS (1966) est l'équivalent de la zone à *Hypselocyclus* selon ATROPS (1982). Elle est comprise comme la zone d'extension de *Taramelliceras* (*Metahaploceras*) *strombecki* (OPP.). Les *Ataxioceras* s.l. sont absents mais les *Orthosphinctes* persistent. Deux sous-zones ont été distinguées. La sous-zone inférieure caractérisée par la présence de *Lessiniceras raschii* (SARTI, 1993) correspond à l'horizon à *Orthosphinctes* reconnu par PAVIA et al., (1987). La sous-zone (SARTI, 1993), ou l'horizon, à *Stenonis* (PAVIA et al., 1987) est marquée par l'apparition des premiers *Crussoliceras* et *Garnierisphinctes*, associés à *Pseudosimoceras stenonis* (GEMM.) et à *Taramelliceras* (*Metahaploceras*) *nodosiusculum* (FONT.). Les *Nebrodites* et les *Aspidoceras* s. l. sont abondants. Placée selon les auteurs au sommet de la zone à *Strombecki* (PAVIA et al., 1987) ou à la base de la zone à *Herbichi* (SARTI, 1993), cette unité correspond sans doute à la partie supérieure de la sous-zone subméditerranéenne à *Lothari* (horizons à *Semistriatum* et à *Perayensis*) où apparaissent également les premiers *Garnierisphinctes* et *Crussoliceras*. La zone à *Herbichi* (SARTI, 1993), exceptée sa sous-zone basale à *Stenonis*, correspond à la zone à *Divisum* de la province subméditerranéenne. Elle est marquée par l'apogée des *Crussoliceras*, *Garnierisphinctes*, *Taramelliceras trachinotum* (OPP.) et par le développement des *Progeronia*. Respectivement, les sous-zones à *Divisum* et à *Uhlandi* ont les mêmes acceptations qu'en province subméditerranéenne.

10.2.2. Kimméridgien supérieur

Les *Aulacostephanus* sont absents mais la composition des associations est assez voisine de celle du bassin dauphinois.

La zone à *Compsum* (OLORIZ, 1978) correspond à la zone à *Acanthicum*. Les *Nebrodites* sont très abondants et diversifiés. *T. compsum* est fréquent, de même que les *Aspidoceras* et les *Progeronia*. Les sous-zones à *Longispinum* et à *Heimi* définies respectivement par l'abondance d'*Apidoceras longispinum* (Sow.) et de *Nebrodites heimi* (FAVRE) sont séparées par l'horizon à *Loryi*, marqué par l'acmé de *Sowerbyceras loryi* (MUNIER-CHALMAS).

La zone à *Cavouri* (OLORIZ, 1978) est marquée, dès sa base, par un important renouvellement faunique. Les *Nebrodites* deviennent rares ; les *Ataxioceratidae* montrent un important renouvellement marqué par l'apparition de plusieurs genres : *Pachysphinctes* ?, *Biplisphinctes* et *Discos-*

phinctoides. Apparaissent également plusieurs espèces d'Aspidoceratidae (*A. hystricosum* (QUENST.), *Pseudowaagenis haynaldi* (HERBICH), *A. rafaeli* (OPP.) et *Orthaspidoceras gortanii* (VENZO) et de *Taramelliceras* (*T. compsum* (OPP.), *T. franciscanum* (FONT.) et *T. platyconcha* (GEMM.).

La zone à Beckeri (ou à Pressulum : SARTI, 1993) n'a, pour le moment, pas été subdivisée. Elle est marquée, comme en province subméditerranéenne, par l'apparition du genre *Hybonoticeras*. La faune, dans son ensemble, est plus riche et plus diversifiée : (*H. pressulum* (NEUM.), *H. verestoicum* (HERBICH), *H. beckeri* (NEUM.), *H. harphephorum* (NEUM.), *H. knopi* (NEUM.), *Aspidoceras rogoznicense* (ZEUSCHNER), *Pseudowaagenia acanthomphala* (ZITT), *Taramelliceras pugile pugile* (NEUM.).

■ Province subméditerranéenne et biome franco-germanique

10.2.3. Kimméridgien inférieur

En ce qui concerne le Kimméridgien inférieur, les corrélations sont très partielles entre le biome franco-germanique et la province subméditerranéenne. La présence de *P. rupellense* (d'ORB.) dans la zone à Platynota indique l'équivalence au moins partielle de la zone à Rupellense avec la zone à Platynota. Leurs limites inférieures surmontent les assises oxfordiennes datées par *S. galar* (OPP.). Ainsi, la limite conventionnelle entre l'Oxfordien et le Kimméridgien méditerranéens paraît très voisine de celle proposée pour le biome franco-germanique.

Dans la partie supérieure de la zone à Rupellense, l'espèce-indice d'horizon *A. virgatoides* (WEG.) est rapprochée par ATROPS (1982) d'*A. desmoides quenstedti* ATROPS, récoltée dans la partie supérieure de la zone à Platynota. Les zones à Rupellense et à Platynota correspondent sensiblement au même intervalle de temps.

Dans la zone à Cymodoce, la sous-zone à Chatelailloensis peut être mise en parallèle avec la zone à Divisum de la province subméditerranéenne. L'horizon à Aulnisa libre de rares *A. (Parataxioceras) lothari* (OPP.), espèce fréquente dans l'horizon à Semistriatum du S.E. de la France (ATROPS, 1982).

10.2.4. Kimméridgien supérieur

Les faunes à *Aulacostephanus* s.l., communes au biome franco-germanique et à la province subméditerranéenne, permettent une corrélation précise des zones du Kimméridgien supérieur entre ces deux domaines fauniques. Les successions décrites en Souabe (ROL., 1932), en Franconie (SCHNEID, 1914, BANTZ 1970) et dans le Würtemberg (ALDINGER, 1945) montrent des associations composées d'éléments strictement subméditerranéens (Oppelidae, Haploceratidae, Aspidoceratidae, Perisphinctidae) et de formes subboréales (Aulacostephanidae) ou endémiques (Aspidoceratidae).

La corrélation des sous-zones à *Mutabilis*, *Lallierianum*, *Orthocera*, *Caletanum* et *Contejeani*, avec les subdivisions du Malm delta 2 et delta 3 coïncide avec l'extension des *Aulacostephanoides* gr. *mutabilis* (Sow.) remplacés par les *Aulacostephanus* gr. *eudoxus* (d'ORB.). La limite delta 3-

delta 4, marquée dans la province subméditerranéenne par l'apparition de *S. eumela* (d'ORB.), correspond à la limite entre les sous-zones à *Orthocera* et à *Caletanum*.

Une révision récente des faunes de Souabe (SCIWEIGERT, 1993) met en évidence l'association d'ammonites subméditerranéennes avec certains indices de la zonation du biome franco-germanique [*A. contejeani* (THIJKLMANN), *G. lafauriana* HANTZPERGUE et *G. irius* (d'ORB.)] et avec des espèces propres à cette entité biogéographique (*Tolvicereras sevogodense* CONTINI & HANTZPERGUE, *T. murogense murogense* HANTZPERGUE; *T. murogense katroliforme* HANTZPERGUE, *G. irius transiens* HANTZPERGUE). Les corrélations entre le Kimméridgien terminal de la province subméditerranéenne et du biome franco-germanique se trouvent ainsi précisées : les sous-zones à *Pedinopleura* et à *Subeumela* correspondent à la sous-zone à *Contejeani* tandis que, la sous-zone à *Setatum* trouverait son équivalence dans la partie basale de la zone à *Autissiodorensis*.

La présence des *Gravesia* gr. *gigas-gravesiana*, dans le Malm dzéta 1-3 (ou dzéta 3 selon SCHWEIGERT, 1993), dès la zone à *Lithographicum*, permet enfin de supposer l'équivalence des limites supérieures des zones à Beckeri et à *Autissiodorensis* (HANTZPERGUE, 1983).

■ Biome franco-germanique et domaine boréal

Les successions fauniques boréales et subboréales ont été détaillées récemment au Groenland (BIRKELUND & CALLOMON, 1985), en Norvège (BIRKELUND *et al.*, 1978), dans le Sud de l'Angleterre (CALLOMON & COPE, 1971; BIRKELUND *et al.*, 1983) et en Normandie (HANTZPERGUE, 1987). La correspondance entre la zone à *Baylei* et celle à *Rupellense* ne peut pas être directement établie. Toutefois, la présence d'*Amoeboceras bayi* BIRKELUND & CALLOMON dans la zone à *Platynota* des séries subméditerranéennes permet d'établir une équivalence au moins partielle entre les zones à *Baylei*, à *Platynota* et à *Rupellense*.

La zone à *Cymodoce* est définie principalement par l'extension des faunes à *Rasenia* et à *Rasenioides*. La présence épisodique de ces éléments subboréaux dans les associations d'ammonites du biome franco-germanique permet une corrélation précise de la plupart des horizons dans ces deux aires biogéographiques (BIRKELUND *et al.*, 1983, HANTZPERGUE, 1987).

Au Kimméridgien supérieur, la zonation repose essentiellement sur le genre *Aulacostephanus* dont les espèces se répartissent épisodiquement de la province subboréale à la province subméditerranéenne. De même, des éléments propres au biome franco-germanique (*Tolvicereras*, *Orthaspidoceras* gr. *lallierianum* (d'ORB.), *Aspidoceras* gr. *caletanum* (OPP.), *Gravesia* gr. *irius* (d'ORB.) ou à la province subméditerranéenne (*Orthaspidoceras* gr. *ziegleri* CHECA, *Aspidoceras* gr. *longispinum* (Sow.), *Sutneria*) effectuent de fréquentes incursions sur la bordure méridionale du domaine boréal (BIRKELUND *et al.*, 1983; HANTZPERGUE, 1989; GEYSANT, 1994). Ce recouvrement faunique est favorable à l'établissement de corrélations relativement précises entre le domaine boréal et les entités biogéographiques de la marge nord-téthysienne.

11. — TITHONIEN

(Tab. XIII ; Pl. 25, 26, p. 152 à 155)

Jeannine GEYSSANT

En conformité avec les directives de l'I.C.S. (*International Commission on Stratigraphy*), les propositions suivantes ont été adoptées (septembre 1990) par un vote de l'*International Subcommission on Jurassic Stratigraphy*, sur proposition du *Working Group on the Kimmeridgian-Tithonian Boundary* :

« Le Tithonien doit être utilisé comme nom d'étage formel du dernier étage du Jurassique » ;

« Le Kimméridgien doit être utilisé dans son sens réduit (*sensu gallico*) » ;

« Le Volgien peut encore être utilisé dans les régions boréales et subboréales comme équivalent de l'étage Tithonien jusqu'à ce qu'une meilleure solution au problème de corrélation soit obtenue » ;

« Le Kimméridgien *sensu anglico* et le Portlandien ne devraient plus être utilisés » .

L'extension du Kimméridgien supérieur s.a. et celle du Portlandien s.a. ont cependant été indiquées sur le tableau en regard des zones de la province subboréale pour faciliter la lecture des divers travaux durant cette période de transition.

Divisions du Tithonien

Le Tithonien étant accepté comme nom d'étage, les termes de Danubien et Ardescien peuvent être retenus comme sous-étages correspondant au Tithonien inférieur et Tithonien supérieur. Le terme de Danubien proposé par ROLLIER (1909) et celui d'Ardescien proposé par A. TOUCAS (1890) ont été réintroduits et discutés dans la littérature récente depuis 1963 (ENAY, 1963, 1964; WIEDMANN, 1968; ZEISS, 1971...); l'Ardescien a été révisé récemment dans sa région stratotypique (CECCA et al., 1988, 1989). Le Tithonien peut aussi être subdivisé en trois parties au lieu de deux (ARKELL, 1956, puis différents auteurs cf. CECCA & ENAY, 1991) : le Tithonien supérieur a la même extension dans les deux modes de subdivision tandis que Tithonien inférieur et moyen correspondent alors à l'extension du Tithonien inférieur de la division binaire.

Difficultés des corrélations

Durant le Tithonien, la séparation des domaines biogéographiques téthysien et boréal qui s'était amorcée dès l'Oxfordien, puis accentuée durant le Kimméridgien, devient beaucoup plus nette. A la base du Tithonien, les faunes à *Gravesia* du biome franco-germanique permettent par leur présence sporadique dans les provinces subméditerranéenne et subboréale, d'établir une corrélation certaine entre les domaines téthysien et boréal. Après la disparition des *Gravesia*, c'est-à-dire après la première zone d'ammonites du Tithonien (zone à *Hybonotum/Lithographicum/Elegans*), les faunes boréales et téthysiennes sont différentes et les corrélations entre les zones des domaines téthysien et boréal deviennent très difficiles. Cette

séparation est matérialisée sur le Tab. XIII par une colonne blanche ; est seulement indiquée une correspondance possible (COPE, 1984) entre la base du Ryazanien (domaine boréal) et le Berriasiens (domaine téthysien).

Sommet du Tithonien

Dans le domaine téthysien, la limite entre le Tithonien et le Berriasiens est placée, en accord avec le large consensus qui s'est dégagé lors du Colloque sur la limite Jurassique/Crétacé de Lyon-Neuchâtel (1973), entre les zones à Durangites et à Euxinus qui coïncide avec la base de la zone B de calpionelles.

Les opinions divergent fortement pour les corrélations du sommet du Tithonien entre les domaines téthysien et boréal. Suivant COPE (1984) (proposition retenue dans le tableau) le sommet de la zone à *Lamplughi* correspond au sommet de la sous-zone à *Chaperi/Jacobi*. Suivant ZEISS (1983) le sommet de la zone à *Lamplughi* correspond au sommet de la zone à *Occitanica*, sous-zone à *Dalmasi* dans la partie moyenne du Berriasiens (hors tableau), la zone à *Primitivus* étant alors équivalente à la zone à *Euxinus* (sous-zones à *Jacobi/Chaperi* et *Grandis/Euxinus*).

En domaine boréal, les opinions divergent pour la position du sommet du Portlandien s.a. :

— il est placé au sommet de la zone à *Lamplughi* par WIMBLEDON (1980) et COPE (1984);

— BIRKELUND et al., (1984) le situent au sommet de la zone à *Oppressus*, laissant les trois zones supérieures à *Primitivus*, *Prelicomphalus* et *Lamplughi* sans indication d'appartenance mais placées en regard du Volgien supérieur sous le Ryazanien (R. sur le Tab. XIII, dans la dernière colonne);

— quant à la série-type du Portlandien qui correspond aux Portland Beds du Dorset, les séries marines à ammonites y sont remplacées vers le haut par les faciès laguno-lacustres des *Purbeck Beds*. Les séries marines s'y terminent dans la zone à *Oppressus* (figuré ondulé, Tab. XIII). La suite de la zonation a été établie dans le bassin boréal plus septentrional de l'Angleterre orientale qui ne communiquait plus avec le Dorset (WIMBLEDON & COPE, 1978) (cf. ci-après : 11.2.2.).

Durées des zones

En l'état actuel de nos connaissances, il est impossible d'évaluer la durée de chaque zone. La radiochronométrie propose des âges différents suivant les auteurs pour les seules limites de l'étage (Tab. XIII).

Les tailles des rectangles du Tableau III sont adaptées à leur contenu ; elles ne traduisent pas des durées plus ou moins longues.

11.1. ZONATION DANS LE DOMAINE TÉTHYSIEN (Tab. XIII)

■ Province méditerranéenne

Zone à **Hybonotum** BENECKE, 1866 / **Lithographicum** HAUG, 1890

Espèce-indice : *Hybonoticeras hybonotum* (OPP., 1863) / *Glochiceras lithographicum* (OPP., 1863).

Faune caractéristique : derniers *Hybonoticeras* [*hybonotum* – espèce-indice-, *knopi* (NEUM.), *mundulum* (OPP.)]; *G. lithographicum* (OPP.) – espèce-indice; apparition du g. *Haploceras* ZITT.; diverses espèces d'*Aspidoceras*, de *Taramelliceras*; parmi les Périsphinctidés, *Subplanitoides* et les macroconques *Lithacoceras*. A la partie supérieure, *Pseudolissoceras rasile* (OPP.), *Aulasimoceras auberti* (PERV.).

Zone à **Darwini** ENAY & GEYSSANT, 1975 / **Albertinum** OLORIZ, 1978

L'indice *Albertinum* déjà signalé par ENAY & GEYSSANT, 1975 comme caractéristique de cette zone a été préféré par OLORIZ, 1978.

Espèce-indice : *Semiformiceras darwini* (NEUM., 1873) / *Virgatosimoceras albertinum* (CATULLO, 1853).

Faune caractéristique : *S. darwini* – espèce-indice et diverses espèces de *Neochetoceras*; plusieurs espèces de *Virgatosimoceras* [*albertinum* – espèce-indice alternative –, *broili* (SCHN.)]; *Aulasimoceras auberti* (PERV.), *Haploceras staszycii* (ZEUSCH.) et déjà des formes primitives de *H. (Volanites) verruciferum* (ZITT.) [ENAY & CECCA 1986], plusieurs espèces d'*Aspidoceras*. Parmi les Périsphinctidés, nombreux genres décrits par DONZE & ENAY (1961) à Saint-Concors et par ZEISS (1968) en Franconie (*Torqualsiphinctes*, *Lithacoceras*, *Subplanitoides*, *Usseliceras*, *Franconites*, *Parakeratinites*..).

Zone à **Semiforme** NEUMAYR, 1871 emend. ENAY & GEYSANT, 1975 / **Verruciferum** OLORIZ, 1978

L'indice *Verruciferum* déjà signalé par ENAY & GEYSSANT, 1975 comme caractéristique de cette zone a été préféré par OLORIZ, 1978. Depuis 1975, il est apparu que *H. (V.) verruciferum* était déjà représenté dans la zone à *Darwini* par des formes primitives et encore présent quoique rare à la base de la zone à *Fallauxi* (ENAY & CECCA, 1986).

Il est possible de se situer au sein de la zone à *Semiforme* par l'observation des stades d'évolution dans les populations de l'espèce-type *semiforme* (ENAY, 1983).

Espèce-indice : *Semiformiceras semiforme* (OPP., 1865) / *Haploceras (Volanites) verruciferum* (ZITT., 1869).

Faune caractéristique : les éléments principaux sont : *S. semiforme* – espèce-indice-, diverses espèces de *Neochetoceras*, *Haploceras (Volanites) verruciferum* – espèce-indice alternative-, *H. carachtheis* (ZEUSCH.), *Volanoceras aesiinense* (MENECH.), *Lithacoceras*, *Subplanitoides*. Ils sont accompagnés plus irrégulièrement par des *Pseudolissoceras*, *Aspidoceras*, divers Périsphinctidés.

Zone à **Fallauxi** ENAY & GEYSSANT, 1975

Espèce-indice : *Semiformiceras fallauxi* (OPP., 1865).

Faune caractéristique : *S. fallauxi* – espèce-indice de la zone, *Neochetoceras*, *Haploceras*, *Aspidoceras*, *Virgatosimoceras*, *Protancyloceras*.

— Sous-zone à **Richteri** OLORIZ, 1978

Richteri a été proposé comme zone par OLORIZ, 1978 et considéré seulement comme sous-zone par ENAY & CEC CA, 1986.

Espèce-indice : *Richterella richteri* (OPP., 1865).

Faune caractéristique : *R. richteri* - espèce-indice de la sous-zone, Périsphinctidés (*Subplanitoides*, *Lithacoceras*). En général la faune est pauvre en espèces et en individus.

— Sous-zone à **Admirandum / Biruncinatum** OLORIZ, 1978

Admirandum / Biruncinatum a été proposé comme zone par OLORIZ, 1978 et considéré seulement comme sous-zone par ENAY & CECCA, 1986.

Espèce-indice : *Simoceras admirandum*, ZITT., 1869 / *Simoceras biruncinatum* (QUENST., 1845).

Faune caractéristique : *S. admirandum*, *biruncinatum* – espèces-indices de la sous-zone; *Lytogyroceras*; Périsphinctidés (premières *Lemencia*, bien diversifiées).

Zone à **Ponti** ENAY & GEYSSANT 1975 / **Burckhardticeras**, OLORIZ, 1978 / **Volanense** CECCA & SANTANTONIO, 1988

Espèce-indice : « *Micracanthoceras* » *ponti* (FALLOT & TERMIER, 1923) / genre *Burckhardticeras* OLORIZ, 1978 / *Volanoceras volanense* (OPP., 1863). L'absence de « *M.* » *ponti* et de *Burckhardticeras* dans les Apennins a conduit CECCA & SANTANTONIO (1988) à proposer l'indice *Volanense* pour cette zone.

Faune caractéristique : apparition des premiers Himalayitinés dont « *M.* » *ponti* – espèce-indice, divers *Aulacosiphinctes* et des Himalayitinés primitifs dont le genre *Burckhardticeras* – indice alternatif. Nombreux représentants de *Lemencia*, *Haploceras*. Parmi les Simoceratidés, *Lytogyroceras*, *Volanoceras volanense* – autre indice alternatif.

Zone à **Microcanthum** ENAY, 1971 emend. ENAY & GEYSANT, 1975

Espèce-indice : *Micracanthoceras microcanthum* (OPP., 1865).

Faune caractéristique : disparition presque totale des Périsphinctidés réduits au groupe de *Paraulacosiphinctes senex* (OPP.) et formes affines décrites par TAVERA (1985). Abondance et variété des Himalayitinés [*Durangites*, *Djurjuriceras*, *Corongoceras*, *Aulacosiphinctes*, *Micracanthoceras* dont *microcanthum* – espèce-indice]. Développement d'un nouveau genre de Simoceratidés *Baeticoceras* (principale GEYSS., *busnardoii* GEYSS., *baeticum* GEYSS., *enayi* GEYSS., *pusillum* GEYSS.). Apparition des premiers Olcostéphanidés (*Proniceras*) et des premières vraies Berriaselles.

— Sous-zone à **Simplisiphinctes** OLORIZ & TAVERA, 1979

Espèce-indice : genre *Simplisiphinctes*, TAVERA, 1985.

Faune caractéristique : *Simplisiphinctes* – genre-indice, dont *S. abnormis* (ROM.), *Baeticoceras*, *Djurjuriceras*... (cf. les formes décrites par TAVERA en 1985).

— **Sous-zone à Transitorius** NEUMAYR, 1871 emend. OLO-RIZ & TAVERA, 1979

Espèce-indice : *Paraulacosphinctes transitorius* (OPP., 1865).

Faune caractéristique : diverses espèces de *Paraulacosphinctes* dont *transitorius* – espèce-indice, *Himalayites*... (cf. les formes décrites par TAVERA en 1985).

Zone à Durangites ENAY & GEYSSANT, 1975

Espèce-indice : genre *Durangites*, BURKHARDT, 1912.

Faune caractéristique : nouveaux Himalayitins [Durangites – genre-indice, les genres des niveaux précédents (*Corongoceras*, *Micracanthoceras*) régressent fortement]. Disparition des Simocératidés. Présence d'*Haploceras*, *Aspidoceras*, *Proniceras*, «*B.*» *moravica* (OPP.).

■ Province subméditerranéenne

Zone à Hybonotum BENECKE 1866 / **Lithographicum** HAUG 1890

Espèce-indice : les mêmes que pour la province méditerranéenne.

Faune caractéristique : les éléments méditerranéens – dont *H. hybonotum* sont moins nombreux, au profit des formes subméditerranéennes d'Oppeliidés (*Glochiceras*, *Taramelliceras*, *Ochetoceras* et *Neochetoceras*) et de Périssphinctidés macroconques (*Lithacoceras* st.s., *Virgatolithacoceras*) et microconques (*Subplanitoides*), associés à *Gravesia* dans le Sud de l'Allemagne et en Provence.

ZEISS (1968) reconnaît 3 zones basées sur la succession des Périssphinctidés : *Lithacoceras riedense* (SCHNEID), *Subplanites rueppellianus* (QUENST.) et *Subplanites moernsheimensis* (SCHNEID). A ce jour, cette zonation n'a pas reçu d'application en dehors de la Bavière où elle a été établie.

La proposition par ROLI (1931) d'une sous-zone à *Siliceus* au sommet de la zone à *Beckeri* du Kimméridgien supérieur n'a pas reçu confirmation. Les travaux plus récents (BERCKHEMER & HÖLDER, 1959 ; ZEISS 1968 ; OHMERT & ZEISS, 1980) placent *Subplanitoides siliceus* (QUENST.) dans la zone à *Hybonotum*. Mais l'incertitude subsiste sur sa présence ou sur celle d'une forme plus ancienne dans la zone à *Beckeri*, et la sous-zone à *Siliceus* n'a jamais été réutilisée.

Zone à Mucronatum ENAY & GEYSSANT, 1975 ; ZEISS, 1975 / **Triplicatus** ZEISS, 1968 emend. ENAY, 1971

Triplicatus a été proposé comme zone par ZEISS en 1968. En 1971 ENAY a donné à cette zone une signification plus large. En 1975, ENAY & GEYSSANT ont proposé *N. mucronatum* comme indice alternatif. Simultanément en 1975, ZEISS proposait *Mucronatum* comme indice de superzone en lui donnant la même extension que la zone de ENAY & GEYSSANT, et conservait à la zone à *Triplicatus* son extension réduite de 1968.

Espèce-indice : *Neochetoceras mucronatum*, BERCKHEMER & HÖLDER 1959 / *Dorsoplanitoides triplicatus*, ZEISS 1968.

Faune caractéristique : *N. mucronatum*, *D. triplicatus* – espèces-indices et le g. *Usseliceras*.

Zone à Vimineus SCHNEID, 1915 emend. ZEISS, 1968

Espèce-indice : *Franconites vimineus* (SCHNEID, 1915).

Faune caractéristique : *F. vimineus* – espèce-indice, *tenuiplicatus* ZEISS, *robustus* ZEISS ; *Parakeratinites communis* ZEISS, *tenuicostatus* ZEISS, *rohrbachensis* ZEISS, *astrictus* ZEISS ; *Heterokeratinites procurvus* ZEISS ; *Paraberriasella densistriata* ZEISS ; *Dorsoplanitoides bavaricus* ZEISS ; *Ammerfeldia*.

Zone à Palatinus ZEISS, 1968

Espèce-indice : *Danubisiphinctes palatinus*, ZEISS, 1968.

Faune caractéristique : apparition du g. *Danubisiphinctes* dont l'espèce-indice ; apparition des g. et ss.-g. *Sublithacoceras*, *Lemencia*, *Ilowaiskyia*, *Tithonosiphinctes* ; quelques spécimens d'espèces de la zone sous-jacente sont également présents.

Zone à Penicillatum / Rothpletzi ENAY, 1971

Zone proposée par ENAY en 1971 d'après les données de BARTHEL (1962, 1964).

Espèce-indice : *Sublithacoceras penicillatum* (SCHNEID, 1915) / *Virgatosimoceras rothpletzi* (SCHNEID, 1915).

Faune caractéristique : nombreux *Sublithacoceras* [*penicillatum* – espèce-indice, *coesposum* (SCHN...) ; *V. rothpletzi* – espèce-indice-, *broili* (SCHN.) ; *Haploceras eliatum* (OPP.), *carachtheis* (ZEUSCHN.) ; *Protacyloceras gracile* (OPP.) ; *Sutneria asema* (OPP.)].

Zone à Ciliata SCHNEID, 1915 emend. ENAY, 1971

Espèce-indice : *Lemencia ciliata* (SCHNEID, 1915).

Faune caractéristique : nombreuses *Lemencia* [*ciliata* – espèce-indice, *adeps* (SCHN.), *patula* (SCHN.), *pergrata* (SCHN.)].

Zone à Palmatus SCHNEID, 1915 emend. ENAY, 1971

En Pologne centrale le sommet de la zone à *Palmatus* est individualisé en une zone à *Puschi* (ZEISS, 1977).

Espèce-indice : *Isterites palmatus* (SCHNEID, 1915).

Faune caractéristique : dominée par le g. *Isterites* [*palmatus* – espèce-indice, *subpalmatus* (SCHN.), *spurius* (SCHN.), *franconicus* (SCHN.)].

Zone à Scruposus DONZE & ENAY, 1961 emend. ZEISS, 1977

Espèce-indice : *Pseudovirgatites scruposus* (OPP., 1865).

Faune caractéristique : c'est la faune des couches de Klenntnise en Autriche et Moravie. Derniers *Pseudovirgatites* [*scruposus* – espèce-indice, *sorgenfrei* ZEISS, *seorsus* (OPP.)], *Isterites austriacus* KUTEK & ZEISS.

TABLEAU XIII
Zonation du Tithonien

J. GÉOSSANT

				DOMAINE TÉTHYSIEN						DOMAINE BORÉAL		
		ÉTAGES		Province méditerranéenne Espagne méridionale, Italie, Carpathes, Balkans		Province subméditerranéenne S.E. de la France, Allemagne du Sud		«Biome» franco- germanique (Aquitaine, Bassin de Paris)		Province subboréale (Grande Bretagne, Boulonnais, Groenland partiellement)		
ODIN & ODIN, 1990	HARLAND <i>et al.</i> , 1990	HAQ <i>et al.</i> , 1987	BERRIASIEN	Calpionella	B	EUXINUS	Grandis	EUXINUS	Euxinus	RUNCTONI	R.	
135	145.6	134	ARDESCIEN (Tithonien supérieur)		A3	DURANGITES		TRANSITORIUS/ MICROCANTHUM		LAMPLUGHIDIEN (s.angl.)	?	
			DANUBIEN (Tithonien inférieur)		A2	MICROCANTHUM		Transitorius	SCRUPOSUS		ALBANI	↑
			inferieur		Boneti	PONTI / BURCKHARDTICERAS		Simplisphinctes	PALMATUS		FITTONI	
			moyen		Dobeni	FALLAUXI		Admirandum/ Biruncinatum	CILIATA		ROTUNDA	
			inferieur		Chitinoidea	SEMIFORME / VERRUCIFERUM		Richteri	PENICILLATUM/ ROTHPLETZI		PALLASIOIDES	
					Practini	DARWINI / ALBERTINUM			PALATINUS		PECTINATUS	Paravirgatus
						HYBONOTUM / LITHOGRAPHICUM			VIMINEUS		Eastlecottensis	Encombensis
									MUCRONATUM / TRPLICATUS		Reisiformis	Wheatleyensis
									GIGAS		SCITULUS	Smedmorensis
141	152.1	140							Gravesiana		ELEGANS	
									Gigas			

KIMMÉRIDGIEN supérieur
(s.angl.)

Zone à *Transitorius* NEUMAYR, 1871 / *Microcanthum*, ENAY, 1971

Zone traditionnelle correspondant à une partie de la faune de Stramberg et encore utilisée en attente d'une révision.

Espèce-indice : *Paraulacosphinctes transitorius* (OPP., 1865) / *Micracanthoceras microcanthum* (OPP., 1865).

Faune caractéristique : *P. transitorius* – espèce-indice, *senex* (OPP.), *M. microcanthum* – espèce-indice, *fraudator* (ZITT.), *Aulacosphinctes eudichotomus* (ZITT.), *Himalayites kollikeri* (OPP.), « *Berriasella* » *moravica* (OPP.), *B. OPPELI* (KIL.), *Proniceras primum* (OPP.), *Pseudargentiniceras abscissum* (OPP.)...

■ Biome franco-germanique (Aquitaine-Bassin de Paris)

Le biome franco-germanique est limité aux seuls niveaux à ammonites avant généralisation des facies laguno-lacustres de la fin du Jurassique. Il représente le dernier élément de corrélation entre domaines boréal et téthysien par les *Gravesia* connues dans une partie de ces deux domaines.

Zone à *Gigas* de LORIOL & COTTEAU, 1868 (p. 637) emend. HANTZPERGUE, 1983

Espèce-indice : *Gravesia gigas* (ZIET., 1830).

— Sous-zone : *Gigas* de LORIOL & COTTEAU, 1868 (p. 637) emend. HANTZPERGUE, 1987

Espèce-indice : *Gravesia gigas* (ZIET., 1830).

Faune caractéristique : abondance relative de *G. gigas* – espèce-indice. *G. gigas intermedia* HANTZ. est caractéristique de la partie terminale de la sous-zone.

— Sous-zone *Gravesiana* SALFELD, 1913 emend. HANTZPERGUE, 1987

Espèce-indice : *Gravesia gravesiana* (d'ORB., 1847)

Faune caractéristique : *G. gravesiana* – espèce-indice.

11.2. ZONATION DANS LE DOMAINE BORÉAL (province subboréale)

■ Sud de l'Angleterre

Dans le Dorset, COPE (1967, 1974, 1978, 1980) a revu les successions de faunes du Kimméridgien supérieur s.a. et proposé une zonation (huit zones depuis *Elegans* jusqu'à *Fittoni* et six sous-zones) reposant sur une faune peu diversifiée de Périphinctidés (g. *Pectinatites* et *Pavlovia*) avec un nombre réduit d'espèces. Cette zonation se retrouve en partie au Groenland (BIRKELUND, CALLOMON et al., 1984) et dans le Boulonnais (GEYSSANT in PROUST et al., 1993; GEYSSANT in HERBIN et al., 1993).

Zone à *Elegans* COPE, 1967

Espèce-indice : *Pectinatites* (*Virgatosphinctoides*) *elegans* COPE, 1967.

Faune caractéristique : la zone débute après la disparition du g. *Aulacostephanus* et avec l'apparition du g. *Pectinatites* (*Arkellites*). Espèces caractéristiques : *P.(A.) primitivus* COPE, *P.(V.) elegans* – espèce-indice. *Gravesia gigas* est présente au milieu de la zone. *G. gravesiana* est connue du sommet de la zone à la base de la zone à *Scitulus*. Ces *Gravesia* bien que rares sont des éléments importants pour les corrélations entre domaines boréal et téthysien.

Zone à *Scitulus* COPE, 1967

Espèce-indice : *Pectinatites* (*Virgatosphinctoides*) *scitulus* COPE, 1967.

Faune caractéristique : *P.(V.) scitulus* – espèce-indice apparaît à sa base et se maintient jusqu'au milieu. *P.(A.) cuadriensis* COPE, *P.(A.) damoni* COPE, *P.(V.) major* COPE.

Zone à *Wheatleyensis* NEAVERSON, 1925

Espèce-indice : *Pectinatites* (*Virgatosphinctoides*) *wheatleyensis* (NEAV., 1925).

— Sous-zone à *Smedmorensis* COPE, 1974

Espèce-indice : *Pectinatites* (*Virgatosphinctoides*) *smedmorensis* COPE, 1967.

Faune caractéristique : la base de la sous-zone est marquée par l'apparition de *P.(V.) smedmorensis* – espèce-indice, *P.(V.) clavelli* COPE, *P.(V.) laticostatus* COPE.

— Sous-zone à *Wheatleyensis* NEAVERSON, 1925 emend. COPE, 1974

Espèce-indice : *Pectinatites* (*Virgatosphinctoides*) *wheatleyensis* (NEAV., 1925).

Faune caractéristique : *P.(V.) wheatleyensis* – espèce-indice, *P.(V.) grandis* (NEAV.), *P.(V.) woodwardi* (NEAV.), *P.(V.) pseudoscruposus* (SPATH).

Zone à *Hudlestoni* COPE, 1967

Espèce-indice : *Pectinatites* (*Arkellites*) *hudlestoni* COPE, 1967.

— Sous-zone à *Reisiformis* COPE, 1974

Espèce-indice : *Pectinatites* (*Virgatosphinctoides*) *reisiformis* COPE, 1967.

Faune caractéristique : la base de la sous-zone est marquée par l'apparition de *P.(V.) reisiformis* – espèce-indice de la sous-zone. Il est associé à *P.(V.) abbreviatus* COPE, *P.(V.) donovani* COPE et *P.(A.) hudlestoni* – espèce-indice de la zone.

— Sous-zone à *Encombensis* COPE, 1974

Espèce-indice : *Pectinatites* (*Virgatosphinctoides*) *encombensis* COPE, 1967.

Faune caractéristique : *P.(V.) encombensis* – espèce-indice de la sous-zone, *P.(V.) magnimasculus* COPE, *P.(A.) hudlestoni* – espèce-indice de la zone.

Zone à *Pectinatus* SALFELD, 1913

Espèce-indice : *Pectinatites* (*Pectinatites*) *pectinatus* (PHILLIPS, 1871).

— **Sous-zone à Eastlecottensis** SALFELD, 1913 emend. COPE, 1974

Espèce-indice: *Pectinatites (Pectinatites) eastlecottensis* (SALF., 1913).

Faune caractéristique: *P.(P.) eastlecottensis* – espèce-indice de la sous-zone, *P.(P.) cornutifer* (BUCK.), *P.(P.) pectinatus* – espèce-indice de la zone, *P.(P.) inconsuetus* COPE.

— **Sous-zone à Paravirgatus** COPE, 1974

Espèce-indice: *Pectinatites (Paravirgalites) paravirgatus* (BUCK., 1922).

Faune caractéristique: *P.(Par.) paravirgatus* – espèce-indice de la sous-zone, *P.(P.) dorsetensis* COPE, *P.(P.) naso* (BUCK.), *P.(P.) rarescens* (BUCK.), *P.(P.) strahani* COPE, *P.(P.) tricostulatus* (BUCK.).

Zone à Pallasioides NEAVERTON, 1924 emend. COPE, 1978

Espèce-indice: *Pavlovia pallasioides* (NEAV., 1924).

Faune caractéristique: *Pav. pallasioides* – espèce-indice, *Pav. composita* COPE, *Pav. superba* COPE, *P.(P.) circumligatus* COPE.

Zone à Rotunda NEAVERTON, 1925 emend. COPE, 1978

Espèce-indice: *Pavlovia rotunda* (Sow., 1821).

Faune caractéristique: *Pav. rotunda* – espèce-indice et abondantes *Pav. concinna* (NEAV.) apparaissant dès la base de la zone.

Zone à Fittoni COPE, 1978

Espèce-indice: *Virgatopavlovia fittoni* COPE, 1978.

Faune caractéristique: *V. fittoni* – espèce-indice, *V. hounstoutensis* COPE.

La zonation des Portland Beds (partie du Portlandien s.a.) (zones à Albani à Anguiformis) a été revue et redéfinie par WIMBLEDON & COPE (1978) et WIMBLEDON (1980) dans le Sud de l'Angleterre, essentiellement dans le Dorset.

Zone à Albani ARKELL, 1946

Espèce-indice: *Progalbanites albani* (ARK, 1935).

Faune caractéristique: *P. albani* – espèce-indice, *Epi-virgatites nikitini* (MICH.), *E. vulgaris* (SPATH).

Zone à Glaucolithus WIMBLEDON & COPE, 1978

Espèce-indice: *Glaucolithites glaucolithus* BUCK. 1923.

Faune caractéristique: *G. glaucolithus* – espèce-indice, *G. lapideus* (BUCK.), *G. lyditicus* (BUCK.), *G. aquator* (BUCK.), *G. polygyralis* (BUCK.), *G. caementarius* (BUCK.).

Zone à Okusensis ARKELL, 1946

Espèce-indice: *Galbanites okusensis* (SALFELD, 1913).

Faune caractéristique: *G. okusensis* – espèce-indice, *Titanites (Polymegalites) polypreon* (BUCK.), *Titanites transitorius* (SPATH), *Crendonites gorei* (SALF.), « *Vaumegalites vau* » BUCK.

Zone à Kerberus WIMBLEDON & COPE, 1978

Espèce-indice: *Galbanites (Kerberites) kerberus* (BUCK., 1924).

Faune caractéristique: nombreux *Galbanites* dont *G.(G.) galbanus* BUCK., *zeta* (BUCK.), *forticosta* (BUCK.), *G. (Kerberites) kerberus* – espèce-indice, *audax* (BUCK.). Nombreux *Titanites* dont *T. titan* BUCK., *pseudogigas* (BLAKE), *bononiensis* (de LOR), *polymeles* (BUCK.), *giganteus* (Sow.), *Crendonites leptolobatus* BUCK., *mikrolobus* (BUCK.).

Zone à Anguiformis WIMBLEDON & COPE, 1978

Espèce-indice: *Titanites anguiformis* WIMBLEDON, 1978.

Faune caractéristique: *T. anguiformis* – espèce-indice et d'autres nouvelles espèces de *Titanites* plus densément costées que les espèces de la zone à Kerberus (WIMBLEDON, 1978).

■ **Angleterre orientale (Norfolk, Lincolnshire)**

Les quatre dernières zones (Oppressus à Lamplughi) ont été proposées par CASEY (1973) pour les séries marines de l'Angleterre orientale (*Spilsby Sandstone* du Lincolnshire et *Sandringham Sandstone* du Norfolk), partie du bassin boréal affectée plus tardivement par la régression de la fin du Jurassique. La correspondance avec les séries du Sud de l'Angleterre est délicate : elle est basée sur la présence du type de *P. oppressus* CAS. dans le Dorset (*Shrimp Bed*) mais l'identité des espèces des Sandringham Sandstone – où a été établie la zone à Oppressus avec l'holotype, n'est pas fermement établie (WIMBLEDON & COPE, 1978).

Le trait ondulé dans la colonne de droite du tableau, à la base de la zone à Oppressus, indique la fin des séries marines et des zones à ammonites établies dans les Portland Beds du Dorset auxquelles sont superposées celles définies dans le Lincolnshire et le Norfolk.

Zone à Oppressus CASEY, 1973

Espèce-indice: *Paracraspedites oppressus* CASEY, 1973.

Faune caractéristique: *P. oppressus* – espèce-indice, *stenomphaloïdes* SWINN., *bifurcatus* SWINN., *Gloptoptychinites? trifurcatus* (SWINN.).

Zone à Primitivus CASEY, 1973

Espèce-indice: *Subcraspedites (Swinnertonia) primitivus* SWINNERTON, 1935.

Faune caractéristique: *S. (S.) primitivus* – espèce-indice, *cristatus* SWINN., *precristatus* SWINN., *undulatus* SWINN., *parundulatus* SWINN., *subundulatus* SWINN.

Zone à Prelicomphalus CASEY, 1973

Espèce-indice: *Subcraspedites (Subcraspedites) prelicomphalus* SWINNERTON, 1935.

Faune caractéristique: *S. (S.) prelicomphalus* – espèce-indice, *sowerbyi* SPATH, cf. *claxbiensis* SPATH, *Craspedites plicomphalus* (Sow.), *thurrelli* CAS.

Zone à Lamplughi CASEY, 1973

Espèce-indice: *Subcraspedites (Volgidiscus) lamplughi* SPATH, 1936.

Faune caractéristique: *S. (V.) lamplughi* – espèce-indice.

AMMONITES

PLANCHES 1 à 26

PLANCHE 1

HETTANGIEN

- Fig. 1. — *Psiloceras psilonotum* (QUENST.). Zone à Planorbis, sous-zone à Planorbis, horizon à Psilonotum. Liernais (Côte-d'Or). tranchée TGV, niveau 1 (cf. MOUTERDE & CORNA, 1989).
2. — *Psiloceras plicatum* (QUENST.). Zone à Planorbis, sous-zone à Planorbis, horizon à Plicatulum. Ruisseau de la Conchy, Saint-Etienne-de-Boulogne (Ardèche), niveau 5. Ex. FCL72 (ELMI & MOUTERDE, 1965, p. 170, pl. 1, fig. 5).
3. — *Alsatites liasicus* (d'ORB.). Zone à Liasicus, sous-zone à Laqueus, horizon à Liasicus. Le Bosc, Ussel (Ardèche), niveau 9. Ex. FCL 31 (ELMI & MOUTERDE, 1965 p. 160, pl. 5, fig. 1); x 0,64.
4. — *Caloceras pirondi* (REYNES) — Zone à Planorbis, sous-zone à Johnstoni, horizon à Bechteri. Environs d'Aubenas (Ardèche).
- 5, 6. — *Alsatites laqueus* (QUENST.). Zone à Liasicus, sous-zone à Laqueus. Tranchée TGV, Liernais (Côte-d'Or), niveau 3 sup. (cf. MOUTERDE & CORNA, 1989).
- 7a-b. — *Paracaloceras aff. laqueoides* (HYATT). Zone à Angulata, sous-zone à Complanata. Chazey-Bons (Ain), niveau 46. Ex.CHB 4601 (COPNA, 1985 pl. 1, fig. 8ab).
- 8a-b. — *Sunrisites hadroptychus* (WAEHNER). Zone à Liasicus, sous-zone à Laqueus, horizon à Hadroptychus. Ravin du Chou, Flaviac (Ardèche), niveau 10a. Ex. FCL74 (ELMI & MOUTERDE, 1965, pl. 7, Fig. 5ab sous le nom de *Franziceras*).
- 9a-b. — *Waehneroceras gottingense* (LANGE). Zone à Liasicus, sous-zone à Portlocki. Le Bosc, Ussel (Ardèche), niveau 7b. Ex. FCL 62 (ELMI & MOUTERDE, 1965, p. 159, p. 7, fig. 3ab).
10. — *Schlotheimia aff. angulata densicosta* (LANGF.). Zone à Angulata, sous-zone à Complanata. Cleyzieu-Fay (Ain), niveau 9d (cf. CORNA 1985, p. 26).
11. — *Waehneroceras portlocki extracostatum* (LANGF.). Zone à Liasicus, sous-zone à Portlocki. Le Bosc, Ussel (Ardèche), niveau 7b. Ex. FCL61 (ELMI & MOUTERDE 1965, pl. 6, fig. 3).

Sauf indications contraires, les figures sont en grandeur naturelle.

Les échantillons sont conservés au Centre des Sciences de la Terre de l'Université de Bourgogne.

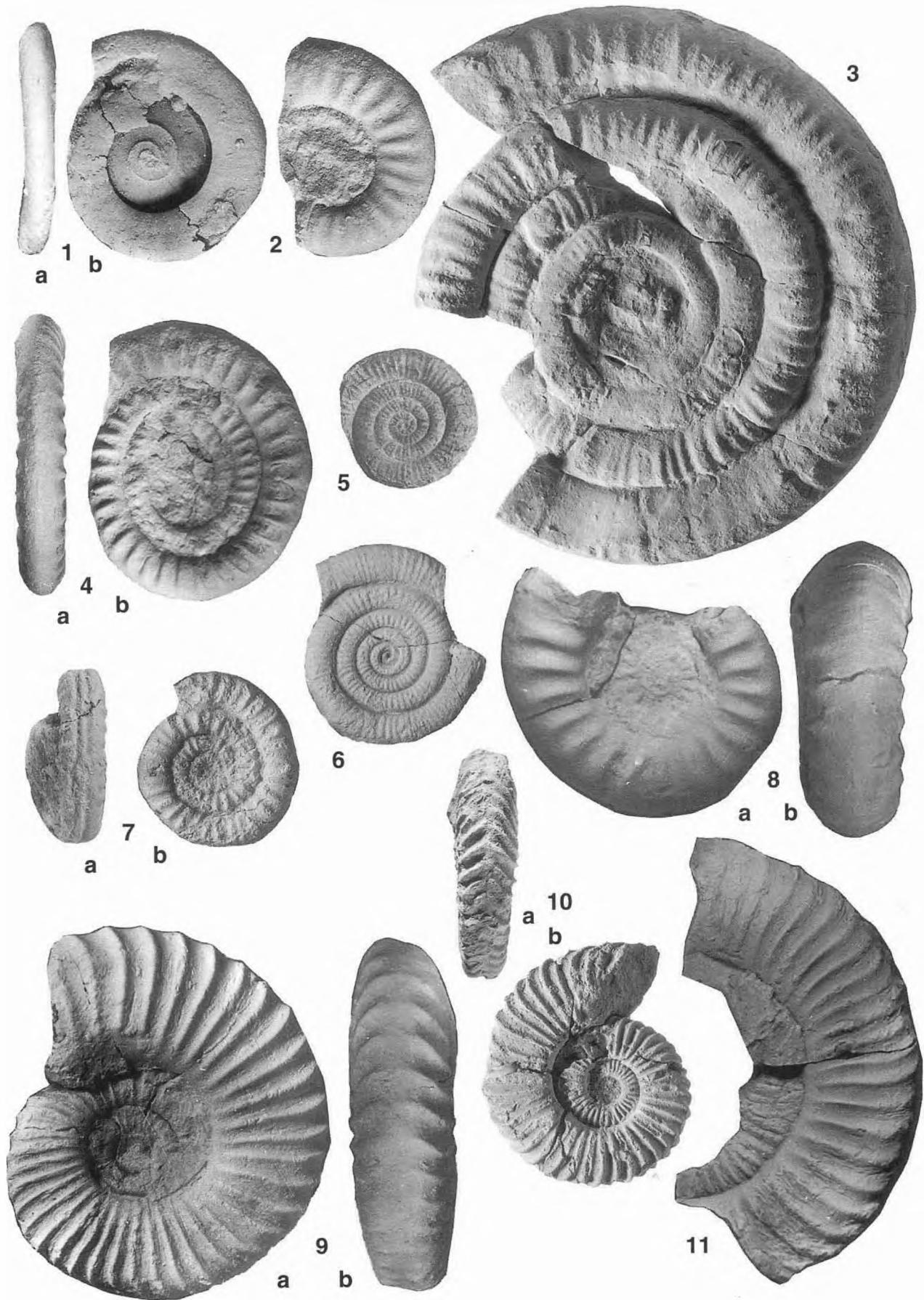


PLANCHE 2

SINÉMURIEN

- Fig. 1a-b. — *Vermiceras (Metophioceras) latisulcatum* (QUENST.). Zone à Bucklandi, sous-zone à Conybeari, horizon à Latisulcatum. Saint-Rambert-en-Bugey (Ain), niveau 31. Ex. SRB 3101 (COPNA, 1985, pl. 2, fig. 1ab).
- 2a-b. — *Coroniceras coronaries* (QUENST.). Zone à Bucklandi, sous-zone à Bucklandi, horizon à Coronaries. Saint-Rambert-en-Bugey (Ain), niveau 38. Ex. SRB 3801 (COPNA 1985, pl. 4, fig. 1ab).
- 3a-b. — *Coroniceras (Epammonites) isis* (REYNES). Zone à Bucklandi, sous-zone à Bucklandi, horizon à Isis. Saint-Rambert-en-Bugey (Ain), niveau 40. Ex. SRB 4004 (COPNA, 1985, pl. 6, fig. 2ab).
- 4a-b. — *Coroniceras (Paracoroniceras) charlesi* (DONOVAN). Zone à Semicostatum, sous-zone à Charlesi. Les Abéanches (Ain), niveau 52. Ex. ABE 5201 (COPNA, 1985, pl. 7, fig. 2).
- 5a-b. — *Coroniceras (Pararnioceras) gaudryi* (REYNES). Zone à Bucklandi, sous-zone à Bucklandi, horizon à Isis. Saint-Rambert-en-Bugey (Ain), niveau 40. Ex. SRB 4001 (COPNA, 1985, pl. 4, fig. 1).

Toutes les figures sont au grossissement $\times 0,66$.

Les échantillons sont conservés au Centre des Sciences de la Terre de l'Université de Bourgogne.

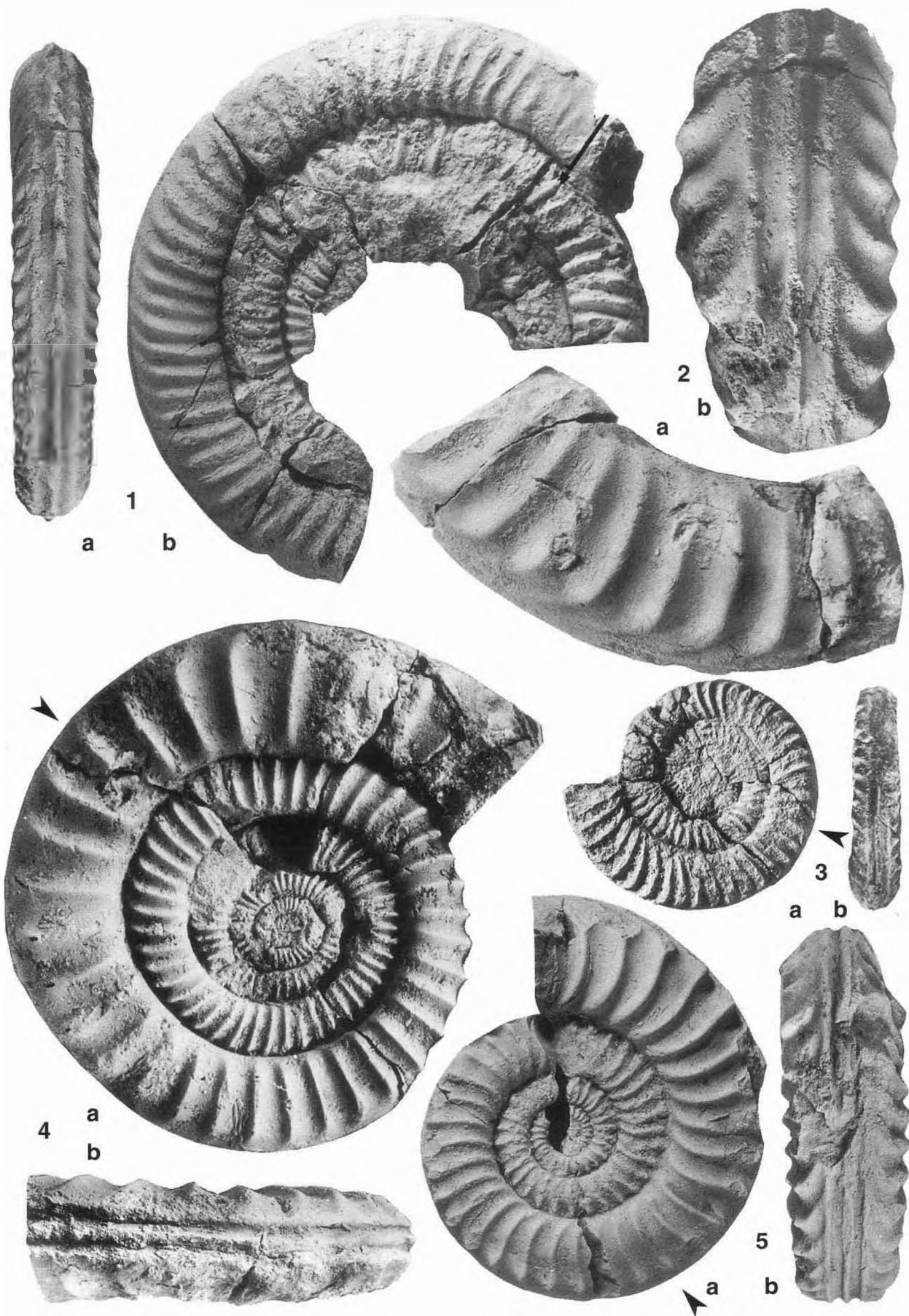


PLANCHE 3

SINÉMURIEN

- Fig. 1a-b. — *Vermiceras (Metophioceras) latisulcatum* (Quensel). Zone à Bucklandi, sous-zone à Conybeari, horizon à Latisulcatum. Clezyieu-Fay (Ain), niveau 14. Ex. CLZ 1401 (Cohna, 1985, pl. 3 fig. 2ab).
- 2a-b. — *Coroniceras schloenbachi* (Reynes). Zone à Bucklandi, sous-zone à Rotiforme. Saint-Rambert-en-Bugey (Ain), niveau 37. Ex. SRB 3702 (Cohna, 1985, pl. 4, fig. 2).
3. — *Arnioceras falcaries* (Quenst.). Zone à Bucklandi, sous-zone à Bucklandi, horizon à Isis. Boyeux-Saint-Jérôme (Ain), niveau 19. Ex. STJ 1904 (Cohna, 1985, pl. 4, fig. 4).
- 4a-b. — *Arnioceras miserabile* (Quenst.). Zone à Semicostatum, sous-zone à Charlesi. Corrombles (Côte-d'Or), niveau 24b. Ex. PP 11 (cf. Mouterde, 1953, p. 231).
- 5a-b. — *Arnioceras semicostatum* (Young & Bird). Zone à Semicostatum, sous-zone à Charlesi. Antigny-le-Château (Côte-d'Or), niveau 24. Ex. KM 3 (cf. Mouterde, 1953, p. 259).
- 6a-b. — *Eugassiceras sauzeanum* (d'Orb.). Zone à Semicostatum, sous-zone à Sauzeanum. Semur-en-Auxois (Côte-d'Or), niveau 23c. Ex. PO 27 (cf. Mouterde, 1953, p. 227).
- 7a-b. — *Sulciferites posttaurinum* (Wagner). Zone à Bucklandi, sous-zone à Conybeari, horizon à Latisulcatum. Clezyieu-Fay (Ain), niveau 14. Ex. CLZ 1408 (Cohna, 1985, pl. 2, fig. 2ab).
- 8a-b. — *Eoderoceras armatum* (Sow.). Zone à Raricostatum, sous-zone à Macdonnelli. Remilly-en-Montagne (Côte-d'Or), niveau 5 (cf. Dommergues, 1993) Collection Dommergues.
- 9a-b. — *Vermiceras scylla* (Reynes). Zone à Bucklandi, sous-zone à Bucklandi (base). La Clappe, ravin du Couinier (Alpes-de-Haute-Provence), niveau 99b (Cohna et al., 1990, pl. 1, fig. 6abc).

Les figures sont en grandeur naturelle.

Les échantillons sont conservés au Centre des Sciences de la Terre de l'Université de Bourgogne.

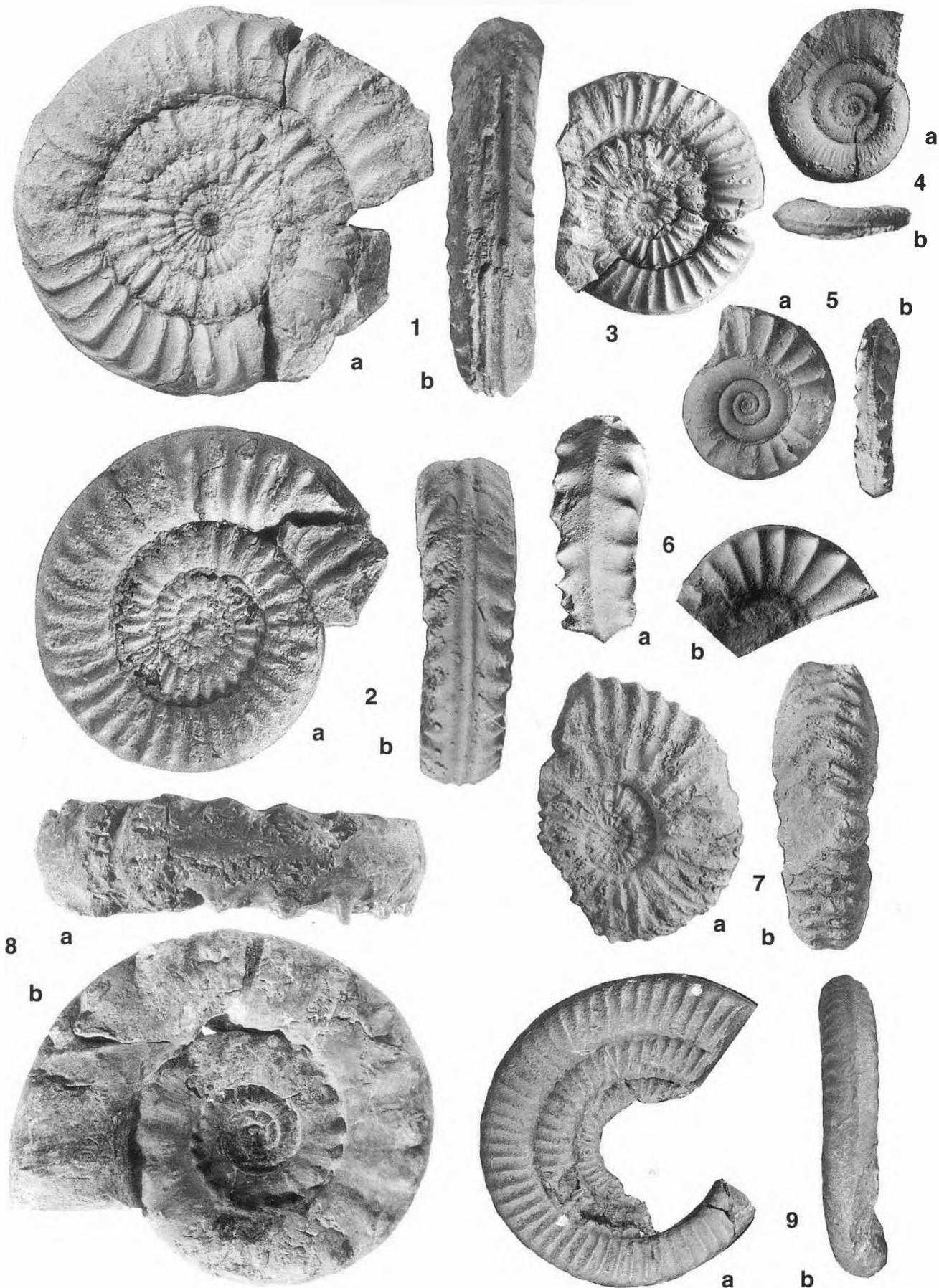


PLANCHE 4

SINÉMURIEN

- Fig. 1. — *Eparietites fowleri* (Buck.). Horizon à Fowleri. Arnay-sous-Vitteaux (Côte-d'Or), niv. 20.
2. — *Eparietites collenoti* (d'ORB.). Horizon à aff. Glaber. Arnay-sous-Vitteaux (Côte-d'Or), niv. 20.
3. — *Asteroceras aff. confusum* SPATH. Horizon à aff. Confusum. Mandelot (Côte-d'Or), niv. 98 sup.; x 0,75.
4. — *Bifericeras nudicosta* (QUENST.). Horizon à Oxynotum. Dezize-les Maranges (Saône-et-Loire), niv. 116A sup.
5. — *Aegasteroceras blakei* (SPATH). Horizon à Blakei. Creot (Côte-d'Or), niv. 112.
6. — *Angulaticeras (Angulaticeras) deletum* (CANAVARI). Horizon à Oxynotum. Mornay-sur-Allier (Cher), niv. 94.
7. — *Gagaticeras gagateum* (YOUNG & BIRD). Horizon à Gagateum. Arnay-sous-Vitteaux (Côte-d'Or), niv. 20.
8. — *Promicroceras* sp. Horizon à Fowleri. Arnay-sous-Vitteaux (Côte-d'Or), niv. 20.
9. — « *Asteroceras* » *meridionale* DOMMERGUES, MEISTER & METTRAUX. Horizon à Blakei? Jaun (Jansegg) (Préalpes médianes, Suisse), niv. 100. Ex. JAN 100-2.9 (DOMMERGUES *et al.*, 1990, pl. 2, Fig. 9).
10. — *Cheltonia accipitris* (Buck.). Horizon à Oxynotum. Antigny-le-Château (Côte-d'Or), niv. 100 inf.
11. — *Cheltonia accipitris* (Buck.). Horizon à Oxynotum. Clessy (Saône-et-Loire), niv. 98b.
12. — *Oxynoticeras simpsoni* (BEAN-SIMPSON). Horizon à Gagateum. Nolay ville (Côte-d'Or), niv. 100.

Sauf indications contraires, les figures sont en grandeur naturelle.

Les échantillons sont conservés au Centre des Sciences de la Terre de l'Université de Bourgogne.

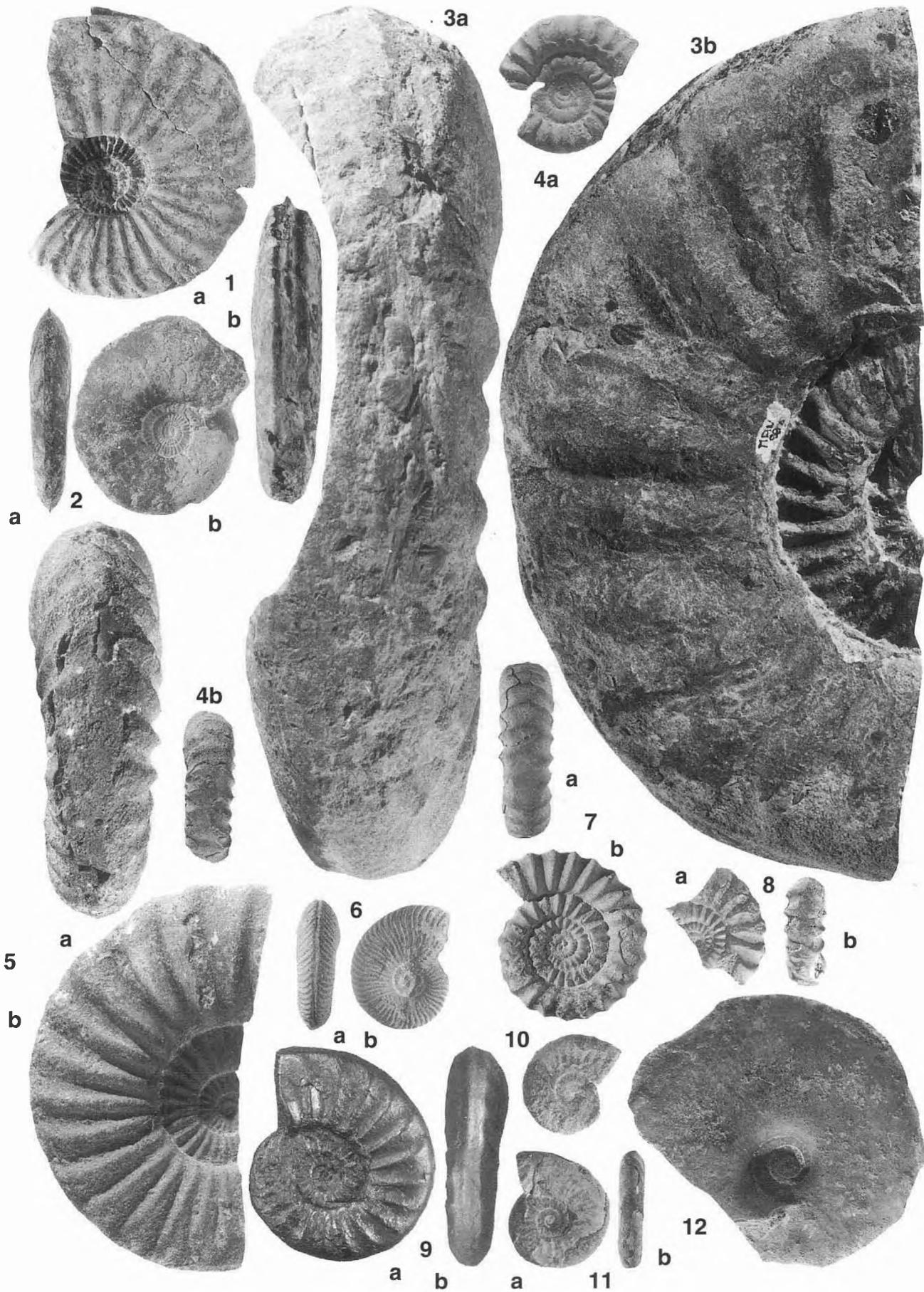


PLANCHE 5

SINÉMURIEN

- Fig. 1a-b. — *Epideroceras (Epideroceras) lorioli* (Hu.). Horizon à Meigeni. St-Jeoire (Le Môle) (Haute-Savoie), niv. 4. Ex. M4.4 (DOMMERGUES & MEISTER, 1989, pl. 4, fig. 4).
- 2a-b. — *Plesechioceras platypleura* DOMMERGUES. Horizon à Oxynotum ; (holotype). Dezize-les-Maranges (Saône-et-Loire), niv. 116A inf.
- 3a-b. — *Plesechioceras delicatum* (Buck.). Horizon à Delicatum. Crêt (Saône-et-Loire), niv. 117A.
- 4a-b. — « *Echioceras* » *viticola* (Dum.). Horizon Edmundi. Dezize-les-Maranges, Saône-et-Loire), niv. 116B inf.
- 5a-b. — *Echioceras crassicostatum* (TRUEMAN & WILLIAM). Horizon à Crassicostatum. Dezize-les-Maranges (Saône-et-Loire), niv. 117.
- 6a-b. — *Echioceras* (?) aff. *pauli* (Dum.). Horizon à Boehmi ou à Meigeni. Jalognay (Saône-et-Loire), niv. 114 moy.
- 7a-b. — *Echioceras* (?) sp. Horizon à Raricostatum ; microconque ? Nolay (Côte-d'Or), niv. 52.
- 8a-b. — *Leptechioceras (Neomicroceras) sparsicosta* DOMMERGUES & MEISTER. Horizon à Meigeni. St-Georges-de-Poisieux (Cher), niv. 151. Ex. EPN 59-22 (DOMMERGUES & MEISTER, 1992, pl. 1, fig. 22) ; x 2.
- 9a-b. — *Leptechioceras (Neomicroceras) aff. commune* (DONOVAN). Horizon à Meigeni. St-Georges-de-Poisieux (Cher), niv. 150. Ex. EPN150-15 (DOMMERGUES & MEISTER, 1992, pl. 1, Fig. 15) ; x 2.
- 10a-b. — *Paltechioceras boehmi* (Hug.). Horizon à Boehmi. Jalognay (Saône-et-Loire), niv. 14 inf.
- 11a-b. — *Leptechioceras (Leptechioceras) meigeni* (Hug.). Horizon à Meigeni. Drevin (Saône-et-Loire), niv. 104.
- 12a-b. — *Paltechioceras rectiradiatum* (TRUEMAN & WILLIAM). Horizon à Tardecrescens. Jalognay (Saône-et-Loire), niv. 14 sup.
- 13a-b. — *Bifericeras ziphoides* (SPATH.). Horizon à Delicatum. Nolay (Côte-d'Or), niv. 51.
- 14a-b. — « *Bifericeras* » (?) aff. *subplanicosta* (OPP.). Horizon à Edmundi ou à Rhodanicum. Champlecy, (Saône-et-Loire), niv. 98B sup.

Sauf indications contraires, les figures sont en grandeur naturelle.

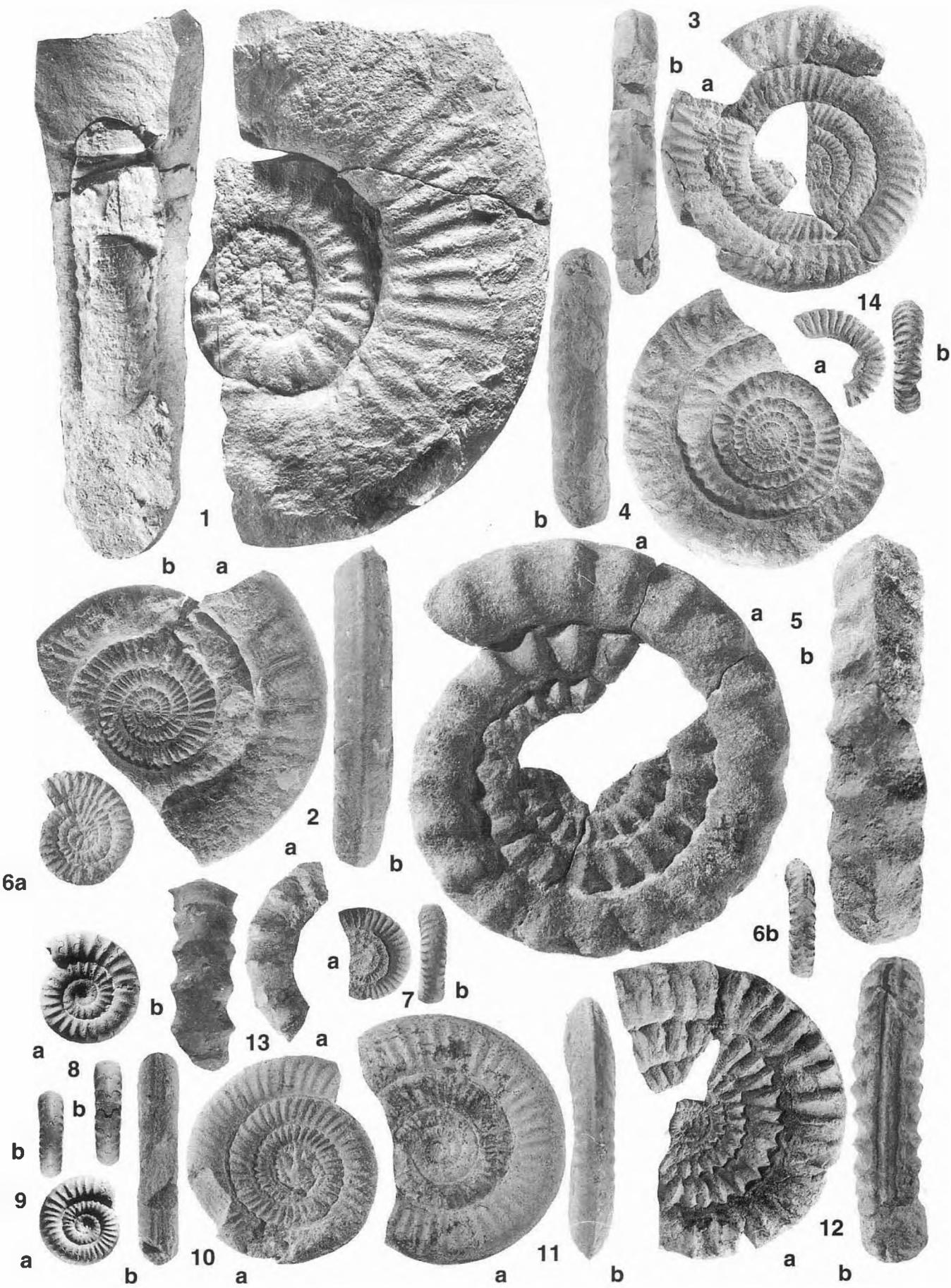


PLANCHE 6

PLIENSBACHIEN

- Fig. 1a-b. — *Phricodoceras taylori* (Sow.). Zone à Jamesoni, sous-zone à Taylori, horizon à Taylori. Sao Pedro de Muel (Portugal), couche 20. Ex. SPM.20a-HP (MOUTERDE, et al., 1983, pl. 1, fig. 7).
- 2a-b. — *Epideroceras (Coeloderoceras) biruga* (QUENST.). Zone à Jamesoni, sous-zone à Polymorphus ou à Brevispina. Môle (Haute Savoie), niveau 7 A-C. Ex. MOL 7 A-C EC 24 (DOMMERGUES, 1987, pl. 4, fig. 17-18).
3. — *Epideroceras (Coeloderoceras) biruga* (QUENST.). Zone à Jamesoni, sous-zone à Polymorphus, horizon à Biruga. Sao Pedro de Muel (Portugal), couche 21b. Ex. SPM 119 E1 (MOUTERDE et al., 1983, pl. 2, fig. 7).
- 4a-b. — *Platypleuroceras rotundum* (QUENST.). Zone à Jamesoni, sous-zone à Brevispina. Le Bourg (Aveyron), banc 36. Ex. 43083 (MEISTER, 1986, pl. III, fig. 6).
- 5a-b. — *Polymorphites polymorphus* (QUENST.). Zone à Jamesoni, sous-zone à Brevispina. Limagne (Aveyron), banc 4. Ex. 43336 (MEISTER, 1986, pl. II, fig. 6).
6. — *Metaderoceras venustum* (DUM.) — Zone à Jamesoni, sous-zone à Brevispina. Saint-Georges-de-Luzençon (Aveyron), banc 29. Ex. 43083 (MEISTER, 1986, pl. III, fig. 5).
- 7, 8. — *Uptonia bronni* (ROEMER). Zone à Jamesoni, sous-zone à Jamesoni :
- 7a-b : forme microconque. Saint-Etienne-du-Valdonnez (Lozère), banc 19. Ex. 43049b (MEISTER, 1986, pl. IV, fig. 5);
8a-b : jeune forme macroconque ; Vialaret (Aveyron), banc 18. Ex. 43109b (MEISTER, 1986, pl. IV, fig. 8).
- 9a-b. — *Pseudophricodoceras dayiforme* (MOUTERDE et al.). Zone à Jamesoni, sous-zone à Taylori. Sao Pedro de Muel (Portugal), couche 21b inf. Ex. SPM-116 E2 (MOUTERDE et al., 1983, pl. 1, fig. 2).
- 10, 11. — *Coeloceras pettos* (QUENST.). Zone à Jamesoni, sous-zone à Jamesoni. Les Cottards (Cher), niveau 19,5 :
10 : forme macroconque (MOUTERDE & DOMMERGUES 1978, pl. 1, fig. 4);
11 : forme microconque appelée antérieurement *Polymorphites evolutus* (DOMMERGUES & MOUTERDE in M. & D., 1978, pl. 1, fig. 2).
12. — *Tropidoceras masseanum* (d'ORB.) — Zone à Ibex, sous-zone à Masseanum. Limagne (Aveyron), banc 15. Ex. 43137 (MEISTER, 1986, pl. VII, fig. 1).
13. — *Uptonia jamesoni* (Sow.). Zone à Jamesoni, sous-zone à Jamesoni. Le Bourg (Aveyron), banc 45. Ex. 43108 (MEISTER, 1986, pl. VI, fig. 5).

Les figures sont en grandeur naturelle.

Les échantillons sont conservés au Centre des Sciences de la Terre de l'Université de Bourgogne.

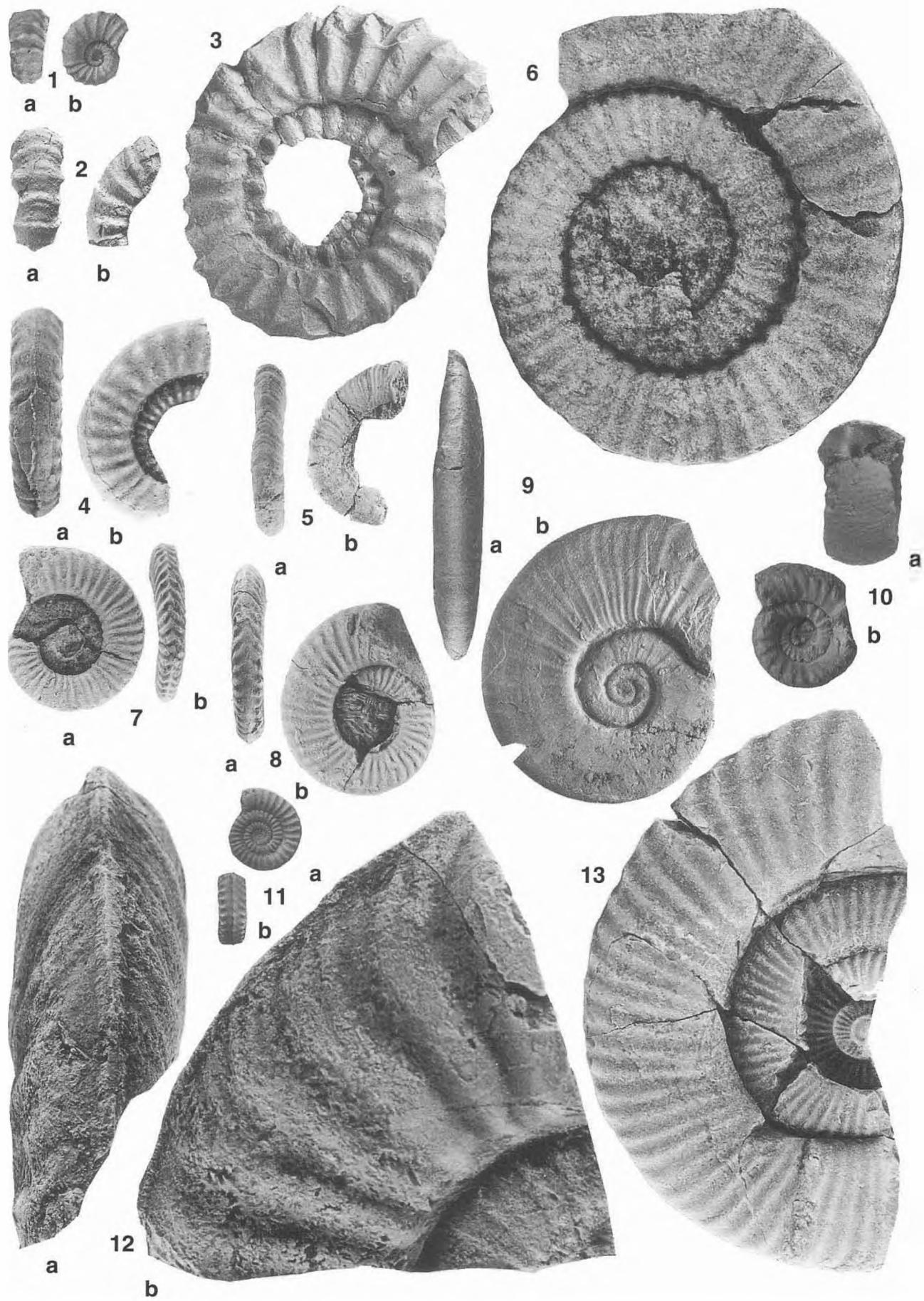


PLANCHE 7

PLIENSBACHIEN

- Fig. 1a-b. — *Acanthopleuroceras valdani* (d'ORB.). Zone à Ibex, sous-zone à Valdani, horizon à Valdani. Les Cottards (Cher), niveau 25,5-26 (DOMMERGUES & MOUTERDE, 1978, pl. 1, fig. 20).
- 2a-b. — *Acanthopleuroceras acteon* (d'ORB.). Zone à Ibex, sous-zone à Valdani, horizon à Acteon. Les Cottards (Cher), niveau 29,4 (DOMMERGUES & MOUTERDE, 1978, pl. 3, fig. 8).
- 3a-b. — *Tragophylloceras ibex* (QUENST.). Zone à Ibex, sous-zone à Valdani. Les Cottards (Cher), niveau 25 (DOMMERGUES & MOUTERDE, 1978, pl. 3, fig. 22).
- 4a-b-c. — *Beaniceras centaurus* (d'ORB.). Zone à Ibex, sous-zone à Valdani. Les Cottards (Cher), niveau 30,4 (DOMMERGUES & MOUTERDE, 1978, pl. 3, fig. 13). La figure 4c, x 2, montre l'ornementation liparocératoïde ancestrale.
- 5a-b. — *Acanthopleuroceras alisiense* (REYNES in HAUG). Zone à Ibex, sous-zone à Valdani, horizon à Alisiense. Peniche (Portugal), niveau 39s. Ex. PE 39s.2 [DOMMERGUES & MOUTERDE, 1981, pl. 1, fig. 19 sous le nom erroné de *A. lepidum* (TUTCH. & TRUEM.)].
- 6a-b. — *Metaderoceras venarensis* (OPP.). Zone à Ibex, sommet de la sous-zone à Valdani. Pouillenay-Venarey (Côte-d'Or). Ex. M.ISTD-2 (DOMMERGUES & MOUTERDE, 1982, pl. 1, fig. 12).
- 7a-b. — *Beaniceras crassum* (BUCK.). Zone à Ibex, sous-zone à Luridum, horizon à Crassum. Braux (Côte-d'Or), banc 10.
- 8a-b-c. — *Beaniceras rotundum* (BUCK.). Zone à Ibex, sous-zone à Luridum, horizon à Rotundum. Les Cottards (Cher). (DOMMERGUES & MOUTERDE, 1978, pl. 3, fig. 14) sous le nom de *B. cottardiense* D & M.). La figure 8c : x 2.
- 9a-b. — *Dayiceras renzi* (MEISTER). Zone à Ibex, sous-zone à Valdani, horizon à Renzi. Brenha (Portugal), couche 25b. Ex. BRE 153-1 (MOUTERDE et al., 1983, pl. 9, fig. 8).
- 10a-b. — *Dayiceras nanum* MOUTERDE. Zone à Ibex, sous-zone à Valdani, horizon à Amaltheiforme. Sao Pedro de Muel (Portugal), couche 25h. Ex. 196-29 (MOUTERDE et al., 1983, pl. 10, fig. 14).
- 11a-b. — *Aegoceras lataecosta* (Sow.). Zone à Davoei, sous-zone à Capricornus. Bondons (Lozère), banc 37. Ex. 43252a (MEISTER, 1986, pl. XVII, fig. 1).
- 12a-b. — *Protogrammoceras pseudodilectum* DOMMERGUES, MEISTER & FAURÉ, 1985. Zone à Davoei, sous-zone à Maculatum et à Capricornus. Vaux-en-Pré (Saône-et-Loire). (DOMMERGUES & MOUTERDE, 1980, pl. 1, fig. 1 sous le nom de *P. dilectum*).
- 13a-b. — *Oistoceras figulinum* (SIMPSON). Zone à Davoei, sous-zone à Figulinum. Bondons (Lozère), banc 37. Ex. 43355 (MEISTER, 1986, pl. XVII, fig. 7).
- 14, 15. — *Amaltheus stokesi* (Sow.). Zone à Margaritatus, sous-zone à Stokesi : 14 – La Grésigne (Bruniquel); 15 – Hamuaza (Montagne du Bakony, Hongrie) niveau 1 (DOMMERGUES et al., 1983, pl. 3, fig. 10).
- 16a-b. — *Amaltheus bifurcus* HOWARTH. Zone à Margaritatus, sous-zone à Stokesi. Rivièrel-sur-Tarn (Aveyron). Ex. 43292 (MEISTER, 1986, pl. XX, fig. 6).
- 17a-b. — *Prodactylioceras davoei* (Sow.). Zone à Davoei, sous-zone à Davoei. Bondons (Lozère), banc 37. Ex. 43284d (MEISTER, 1986, pl. XIX, fig. 3).

Sauf indications contraires, les figures sont en grandeur naturelle.

Les échantillons sont conservés au Centre des Sciences de la Terre de l'Université de Bourgogne.

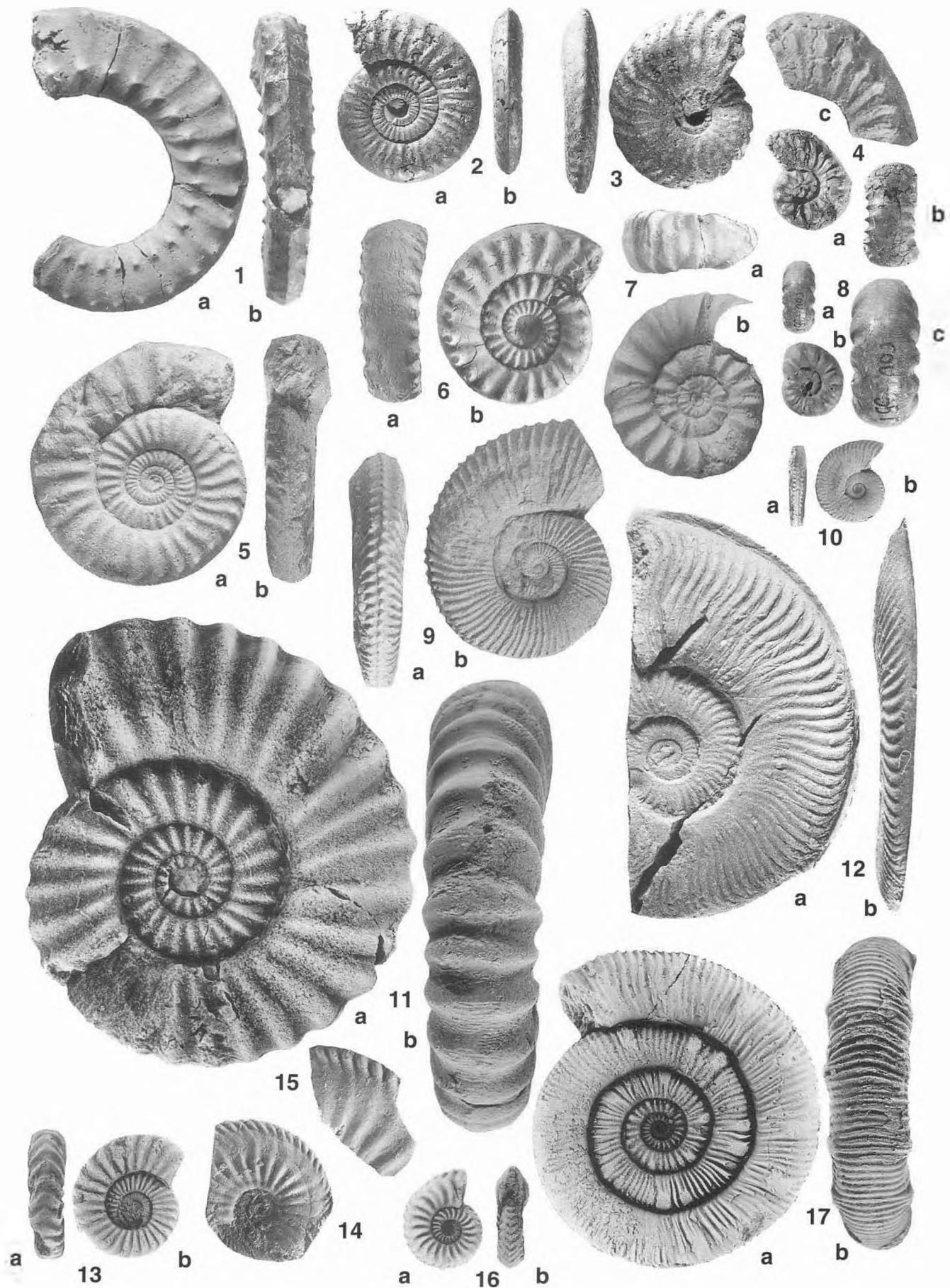


PLANCHE 8

PLIENSBACHIEN

- Fig. 1a-b, 2. — *Protogrammoceras occidentale* DOMMERGUES, CUBAYNES, FAURÉ & MOUTERDE 1982. Zone à Margaritatus, sous-zone à Stokesi, horizon de base à Occidentale. Sologny (Saône-et-Loire), niveau 32. Ex. SOL.32SX et 32S22 (DOMMERGUES & MOUTERDE, 1980, pl. 1, fig. 5 et 6 sous le nom de *P. isseli* cf. *cantaluppii*).
- 3a-b. — *Protogrammoceras celebratum* (FUCINI) — Zone à Margaritatus, sous-zone à Stokesi, horizon supérieur à Celebratum. Le Samonta (Aveyron), niveau 32. Ex. SAM 113-1 (DOMMERGUES & MOUTERDE, 1980, pl. 6, fig. 12).
4. — *Protogrammoceras normanianum* (d'ORB.). Zone à Margaritatus, sous-zone à Subnodosus. Beauce à Nohant (Indre). Ex. NOH.2 (DOMMERGUES & MOUTERDE 1980, pl. 6, fig. 2).
- 5a-b. — *Protogrammoceras (Matteiceras) nitescens* (Y.& B.) — Zone à Margaritatus, sous-zone à Stokesi, horizon à Nitescens. Saint-Germain-les-Arlay (Jura), niveau 21. Ex. SGA.21.32 (DOMMERGUES & MOUTERDE, 1980, pl. 5, fig. 1) exemplaire à côtes particulièrement fortes et rétroversées.
- 6a-b. — *Protogrammoceras (Paltarpites) kurrianus* (Opp.). Zone à Margaritatus, sous-zone à Gibbosus, horizon à Kurrianus. Saint-Paul-des-Fons (Aveyron), niveau 7 (MEISTER, 1989, pl. 8, fig. 2).
- 7a-b. — *Fuciniceras boscense* (REYNES) — Zone à Margaritatus, sous-zone à Subnodosus, horizon à Boscense. Rivièrel-sur-Tarn (Aveyron) niveau 126. Ex. RST.126-FB1 (DOMMERGUES & MEISTER, 1986, pl. 1, fig. 8).
- 8a-b. — *Reynsoceras acanthoides* (REYNES). Zone à Margaritatus, sous-zone à Gibbosus, horizon à Ragazzonii. Rivièrel-sur-Tarn (Aveyron) niveau 130 (MEISTER, 1989, pl. 5, fig. 4).
- 9a-b. — *Arieticeras disputabile* (FUCINI). Zone à Margaritatus, sous-zone à Gibbosus, horizon à Ragazzonii. Rivièrel-sur-Tarn (Aveyron) niveau 130 (MEISTER, 1989, pl. 6, fig. 6).
- 10a-b. — *Reynsoceras ragazzonii* (HAUER). Zone à Margaritatus, sous-zone à Gibbosus, horizon à Ragazzonii. Cornus à Antigues (Aveyron), niveau 31 (MEISTER 1989 pl. 5, fig. 7).
- 11a-b. — *Arieticeras macrum* (MONESTIER). Zone à Margaritatus, sous-zone à Gibbosus, horizon à Macrum. Cornus à Antigues (Aveyron), niveau 37 (MEISTER, 1989, pl. 6, fig. 13).
12. — *Pleuroceras hawskerense* (Y. & B.). Zone à Spinatum, sous-zone à Hawskerense. Hawsker (Grande Bretagne), niveau 37. Ex. H37-20 (MEISTER, 1988, pl. 10, fig. 5).
13. — *Arieticeras ruthenense* (REYNES). Zone à Margaritatus, sous-zone à Gibbosus. Rivièrel-sur-Tarn (Aveyron). (MEISTER, 1989, pl. 9, fig. 1).
14. — *Amaltheus margaritatus* (de MONTFORT). Zone à Margaritatus, sous-zone à Gibbosus. Saint-Paul-des-Fons (Aveyron), niveau 9. Ex. PDF9-2 (MEISTER, 1988, pl. 4, fig. 1).

Les figures sont en grandeur naturelle.

Les échantillons sont conservés au Centre des Sciences de la Terre de l'Université de Bourgogne.



PLANCHE 9

TOARCIEN

- Fig. 1, 2. — *Dactylioceras tenuicostatum* (YOUNG & BIRD). Whitby (Yorkshire); coll. École des Mines n° 557 (F.S. Lyon).
- 3, 4. — *Dactylioceras semicelatum* (SIMPSON). Zone à *Tenuicostatum*. Gissey (Côte-d'Or); coll. Mouterde (Fac. Cathol. Lyon).
5. — *Harpoceras serpentinum* (REIN.). Zone à *Serpentinum*. Whitby (Yorkshire); coll. Thiolière (Muséum de Lyon) n° 8124.
- 6, 7. — *Eleganticeras elegantulum* (YOUNG & BIRD). Zone à *Serpentinum*. Whitby (Yorkshire); coll. École des Mines n° 558 (F.S. Lyon).
8. — *Harpoceras pseudoserpentinum* GABILLY. Zone à *Serpentinum*. Belmont (Rhône); coll. Igolen, F.S. Lyon, n° 64397; $\times 0,3$.
- 9, 10. — *Harpoceras falciferum* (Sow.). Zone à *Serpentinum*. Ligron (Deux-Sèvres); coll. Rulleau, F.S. Lyon, n° 169354.
- 11, 12. — *Orthildaites douvillei* (HAUG). Zone à *Serpentinum*. Pont de Rosières (Ardèche); coll. Elmi, F.S. Lyon, n° 103137.
- 13, 14. — *Hildoceras sublevisorii* (FUCINI). Zone à *Bifrons*. Lectotype, figuré par Dumortier (1874; pl. 9, fig. 3-4). Le Luc (Var); moulage, F.S. Lyon, n° 63798.
15. — *Hildoceras tethysi* GECZY. Zone à *Bifrons*. St Rome de Cernon (Aveyron); coll. Rulleau, F.S. Lyon, n° 169355.

Les spécimens codés F.S. Lyon sont conservés dans les collections du Centre des Sciences de la Terre (Institut TOAEE – Université Claude-Bernard, Lyon I). Il en est de même pour le matériel des collections de l'Ecole des Mines de Paris. Sauf indication contraire, les figures sont à l'échelle $\times 0,6$.

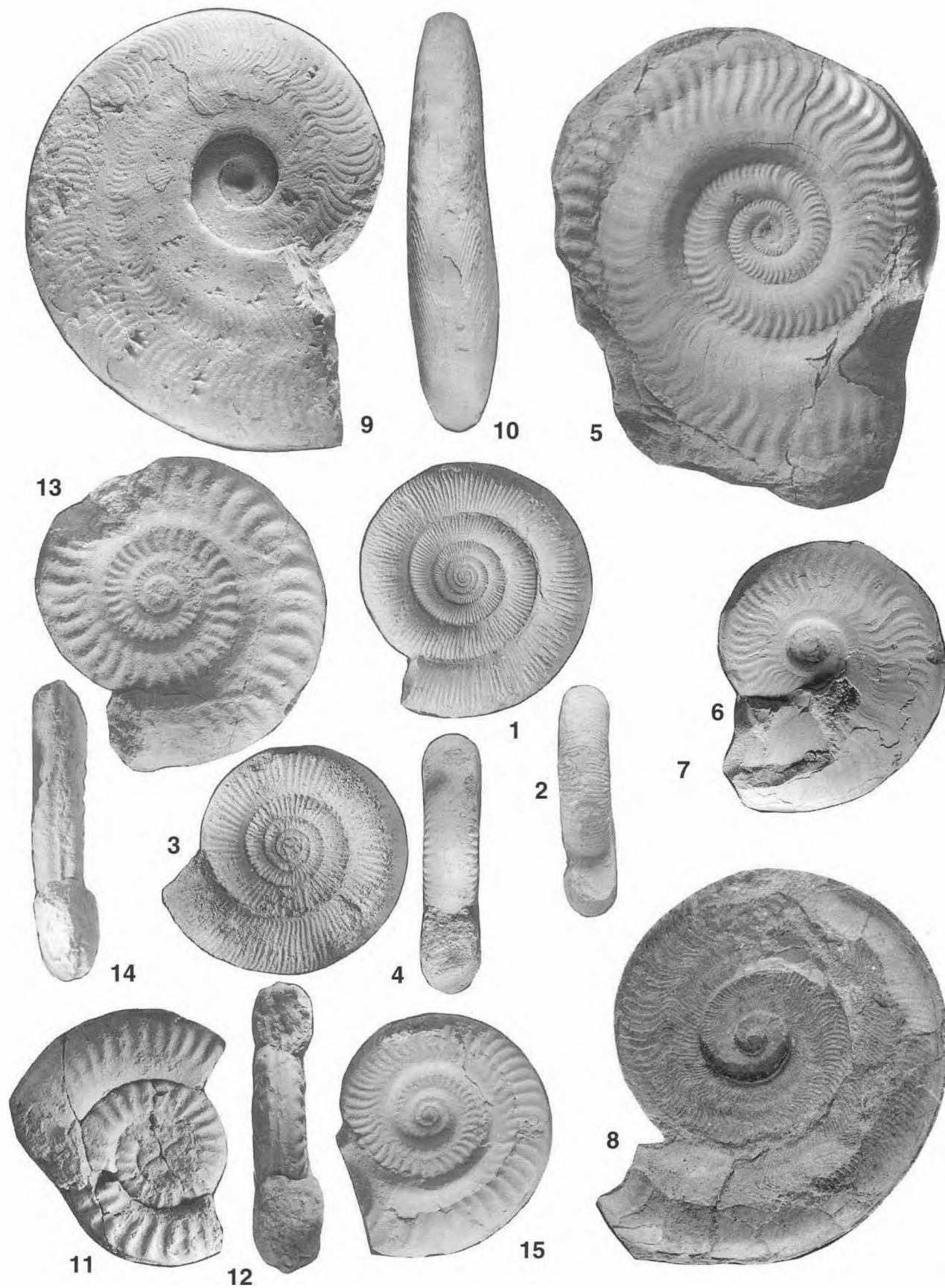


PLANCHE 10

TOARCIEN

- Fig. 1, 2. — *Hildoceras lusitanicum* MEISTER. Zone à Bifrons. La Verpillière (Isère); coll. Puzos (Ecole des Mines), F.S. Lyon, n° 559.
3. — *Hildoceras apertum* GABILLY. Zone à Bifrons. Ligron (Deux-Sèvres); coll. Rulleau, F.S. Lyon, n° 169356.
- 4, 5. — *Hildoceras bifrons* (BRUG.). Zone à Bifrons. Feuguerolles (Calvados); coll. Rulleau, F.S. Lyon, n° 169357.
- 6, 7. — *Hildoceras semipolitum* Buck. Exemplaire microconque, entièrement conservé. Zone à Bifrons. Belmont (Rhône); coll. Rulleau, F.S. Lyon, n° 169358.
- 8, 9. — *Haugia variabilis* (d'ORB.). Zone à Variabilis. Belmont (Rhône); coll. Gutty, F.S. Lyon, n° 169361.
- 10, 11. — *Haugia illustris* (DENCKM.). Zone à Variabilis. Corbeyssieu (Isère); coll. Ravat, F.S. Lyon, n° 169362, Corbeyssieu (Isère).
- 12, 13. — *Haugia (Haugiella) vitiosa* (Buck.). Zone à Variabilis. Thorigné (Deux-Sèvres); coll. Gabilly (moulage de l'exemplaire figuré en 1976, pl. 17, fig. 7-9), F.S. Lyon, n° 169359.
- 14, 15. — *Pseudogrammoceras bingmanni* (DENCKM.). Zone à Thouarsense. Belmont (Rhône); coll. Rulleau, F.S. Lyon, n° 169158, Belmont (Rhône).
- 16, 17. — *Grammoceras thouarsense* (d'ORB.). Zone à Thouarsense. St Didier au Mont d'Or (Rhône); coll. Rulleau, F.S. Lyon, n° 169186.
- 18, 19. — *Esericeras fascigerum* Buck. Zone à Thouarsense. Belmont (Rhône); coll. Rulleau, F.S. Lyon, n° 169049.

Les spécimens codés F.S. Lyon sont conservés dans les collections du Centre des Sciences de la Terre (Institut TOAEE – Université Claude-Bernard, Lyon I). Il en est de même pour le matériel des collections de l'École des Mines de Paris. Toutes les figures sont à l'échelle $\times 0,6$.

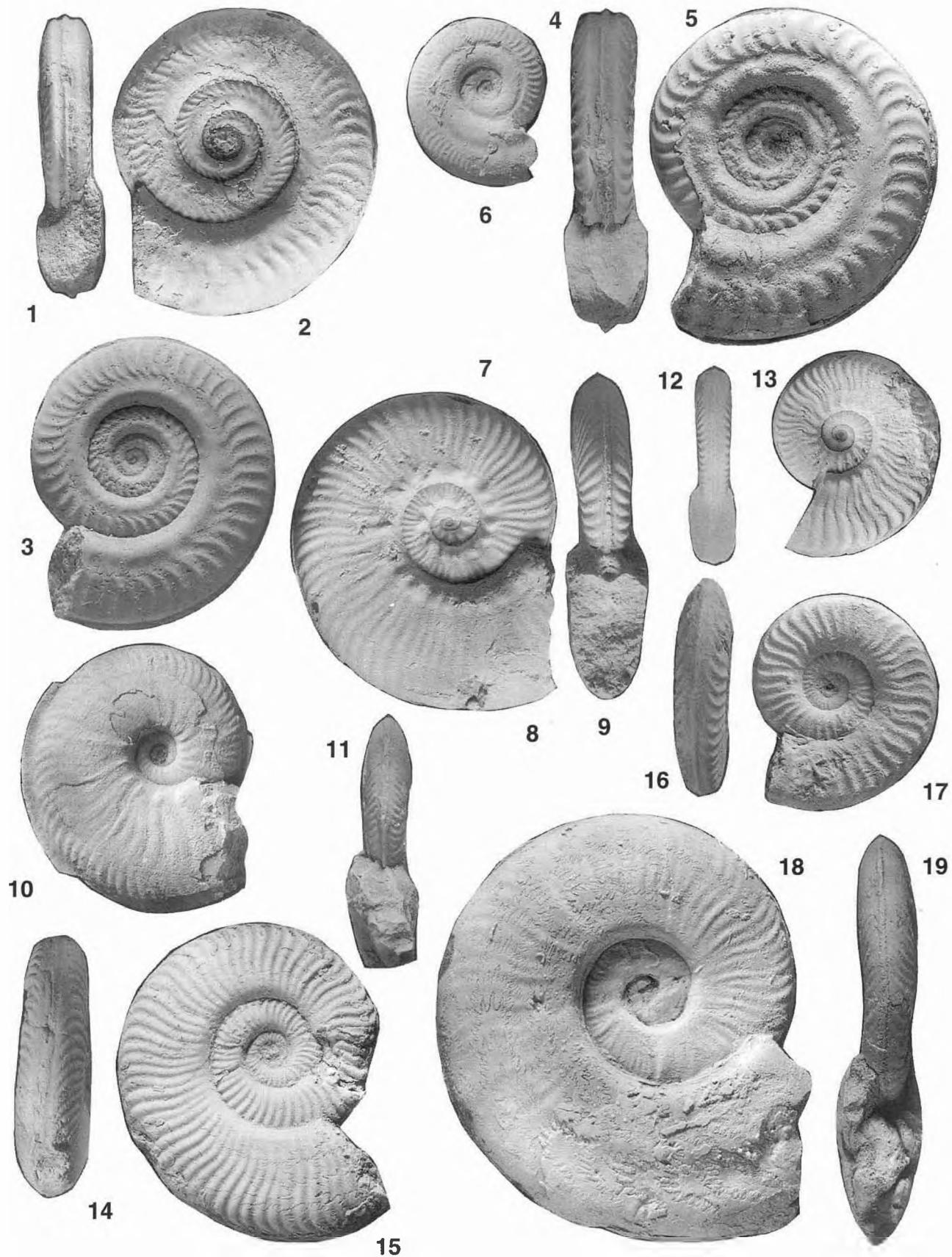


PLANCHE 11

TOARCIEN

- Fig. 1, 2. — *Pseudogrammoceras fallaciosum* (BAYLE). Zone à Thouarsense. St-Didier-au-Mont d'Or (Rhône); coll. Rulleau, F.S. Lyon, n° 169174; x 0,6.
- 3, 4. — *Hammatoceras insigne* (SCHÜBLER in ZIETEN). Zone à Dispansum. Belmont (Rhône); coll. Rulleau, F.S. Lyon, n° 169411; x 0,6.
- 5, 6. — *Phlyseogrammoceras dispansum* (LYCETT). Zone à Dispansum. Belmont (Rhône). coll. Igolen, F.S. Lyon, n° 169098; x 0,6.
- 7, 8. — *Gruneria gruneri* (DUM.). Zone à Dispansum. Holotype (DUMORTIER, 1874, pl. 31, fig. 1-3). St-Nizier-sous-Charlieu (Loire); Muséum de Lyon, n° 9040; x 0,6..
- 9, 10. — *Dumortieria levesquei* (d'ORB.). Zone à Pseudoradiosa. Moulage de l'holotype (d'ORB., 1852, pl. 60, fig. 1-2). Environs d'Autun (Saône-et-Loire); n° 1910-1 MNHN Paris n° 1910-1; x 0,6..
- 11, 12. — *Dumortieria pseudoradiosa* (BRANCO). Zone à Pseudoradiosa. Belmont (Rhône); coll. Gutty, F.S. Lyon, n° 169707; x 0,6.
- 13, 14. — *Catulloceras dumortieri* (THIOLIERE). Zone à Pseudoradiosa. Holotype (figuré in DUMORTIER, 1874, pl. 57, fig. 3-4). Minerai de fer de la Verpillière (Isère); coll. Dumortier; Muséum de Lyon, n° 9122; x 1.
- 15, 16. — *Pleydellia aalensis* (ZIET.). Zone à Aalensis. Moulage de l'holotype (ZIETEN, 1830, pl. 28, fig. 3); F.S. Lyon, n° 16134; x 1.
- 17, 18. — *Pleydellia subcompta* (BRANCO). Zone à Aalensis. Belmont (Rhône); coll. Rulleau, F.S. Lyon, n° 169706; x 1.
19. — *Pleydellia (Walkericeras) lugdunensis* nom. nov. Zone à Aalensis. Exemplaire figuré par DUMORTIER (1874, pl. 50, fig. 3). La Verpillière (Isère); Muséum de Lyon, n° 9103; x 1.
- 20, 21. — *Pleydellia (Walkericeras) fluitans* (DUM.). Zone à Aalensis. Holotype (DUMORTIER 1874, pl. 51, fig. 7-8). La Verpillière (Isère); Muséum de Lyon, n° 9109; x 1.

Les spécimens codés F.S. Lyon sont conservés dans les collections du Centre des Sciences de la Terre (Institut TOAEE – Université Claude-Bernard, Lyon I). Il en est de même pour le matériel des collections de l'Ecole des Mines de Paris.

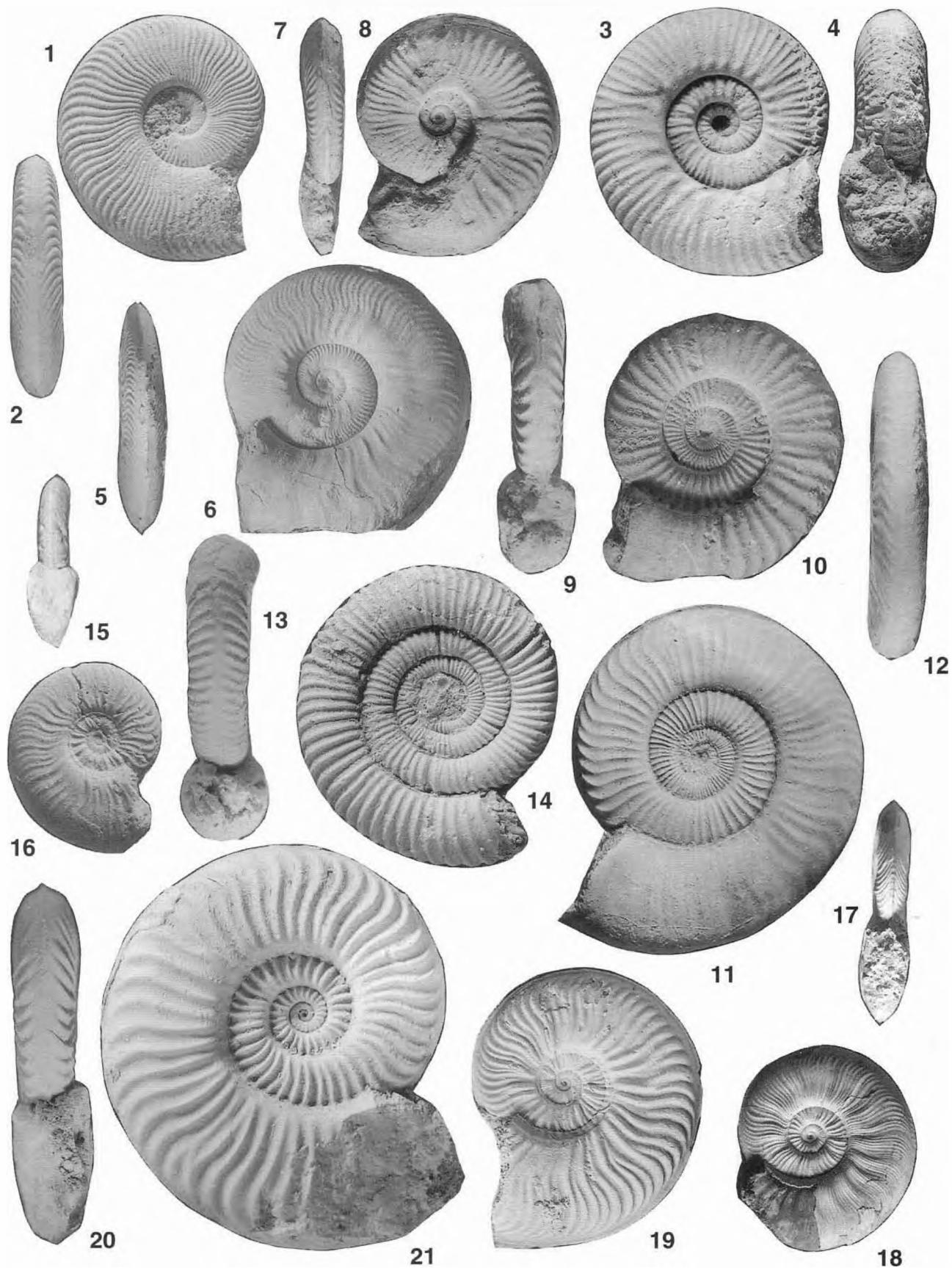


PLANCHE 12

AALÉNIEN

- Fig. 1. — *Leioceras opalinum* (REIN.). Horizon à Subglabrum ; forme microconque. Reugney (Doubs), calcaires sableux d'Aresches.
2. — *Leioceras lineatum* Buck. Horizon à Lineatum ; forme microconque. Les Amaurandes-du-Bas (Jura), oolithé ferrugineuse de Blois.
3. — *Leioceras bifidatum* (Buck.). Horizon à Bifidatum ; forme macroconque évolute. Les Amaurandes du Bas (Jura).
4. — *Leioceras comptum* (REIN.). Sous-zone à Bifidatum ; forme macroconque évolute. Reugney (Doubs).
5. — *Leioceras crassicostatum* REIBER. Horizon à Crassicostatum ; forme macroconque. Reugney (Doubs).
6. — *Staufenia sinon* (BAYLE). Sous-zone à Haugi ; forme macroconque. Mouthier-Haute-Pierre (Doubs).
7. — *Staufenia sehndensis* (HOFFMANN). Horizon à Obtusiformis ; forme macroconque. Les Amaurandes-du-Bas (Jura), oolithé ferrugineuse de Blois.

Tous les échantillons issus de la Collection Contini sont conservés à l'Institut des Sciences Naturelles, Université de Besançon.
Ils sont représentés en grandeur naturelle.

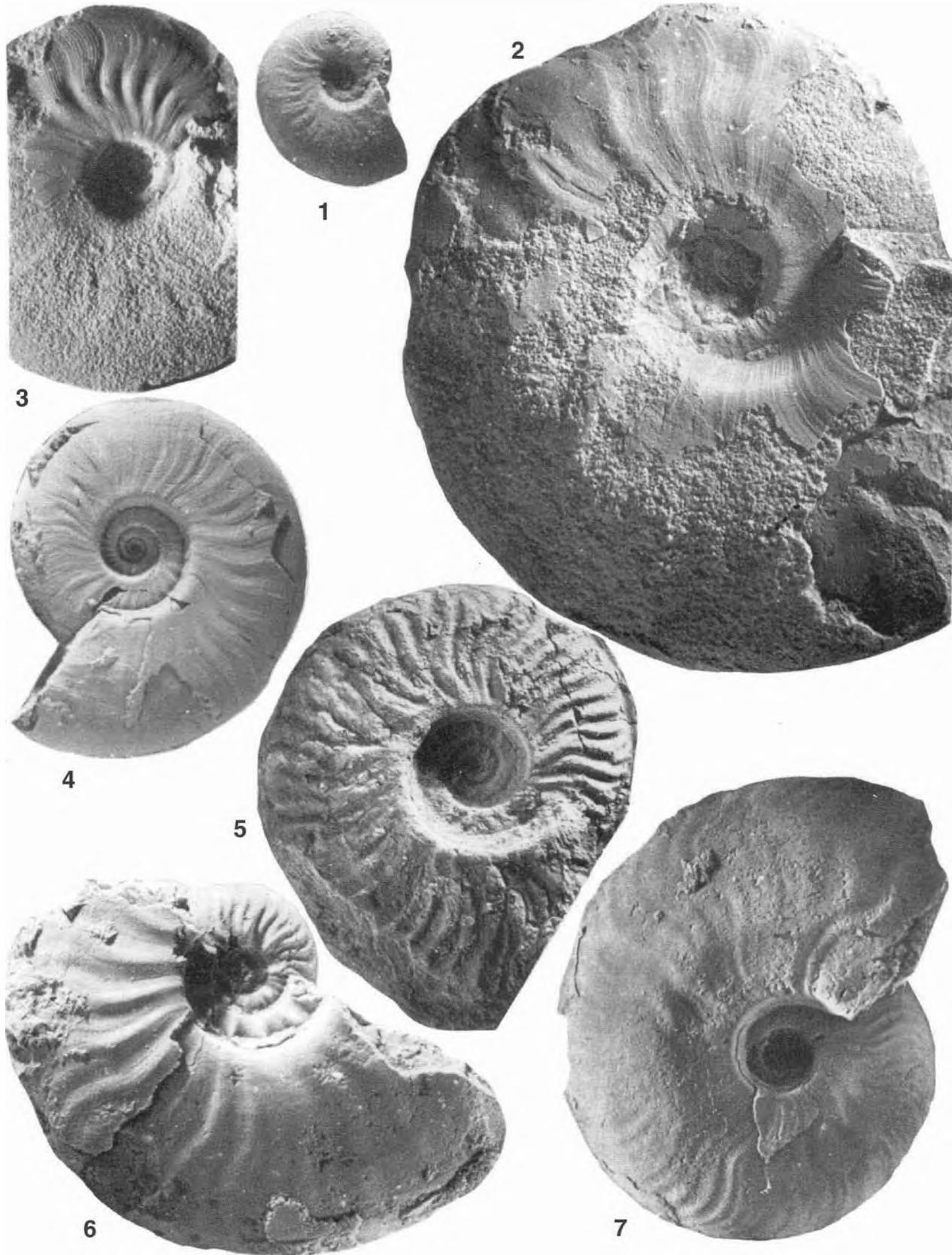


PLANCHE 13

AALÉNIEN

- Fig. 1. — *Ludwigia haugi* Douv. Sous-zone à Haugi ; forme macroconque. Les Amaurandes-du-Bas (Jura), oolithe ferrugineuse de Blois.
2. — *Ludwigia murchisonae* (Sow.). Sous-zone à Murchisonae ; forme macroconque. St Laurent-la-Roche (Jura), oolithe ferrugineuse de Blois.
3. — *Brasilia bradfordensis* (Buck.). Sous-zone à Bradfordensis ; forme macroconque. Rotalier (Jura), oolithe ferrugineuse de Blois.
4. — *Brasilia gigantea* (Buck.). Sous-zone à Gigantea ; forme macroconque. La Roche-Pourrie à Salins (Jura).
5. — *Graphoceras concavum* (Sow.). Sous-zone à Concavum ; forme macroconque. Reugney (Doubs).
6. — *Graphoceras formosum* (Buck.). Sous-zone à Formosum ; forme macroconque. St-Hippolyte (Doubs).

Tous les échantillons, issus de la Collection Contini, sont conservés à l'Institut des Sciences Naturelles, Université de Besançon.
Ils sont représentés en grandeur naturelle.

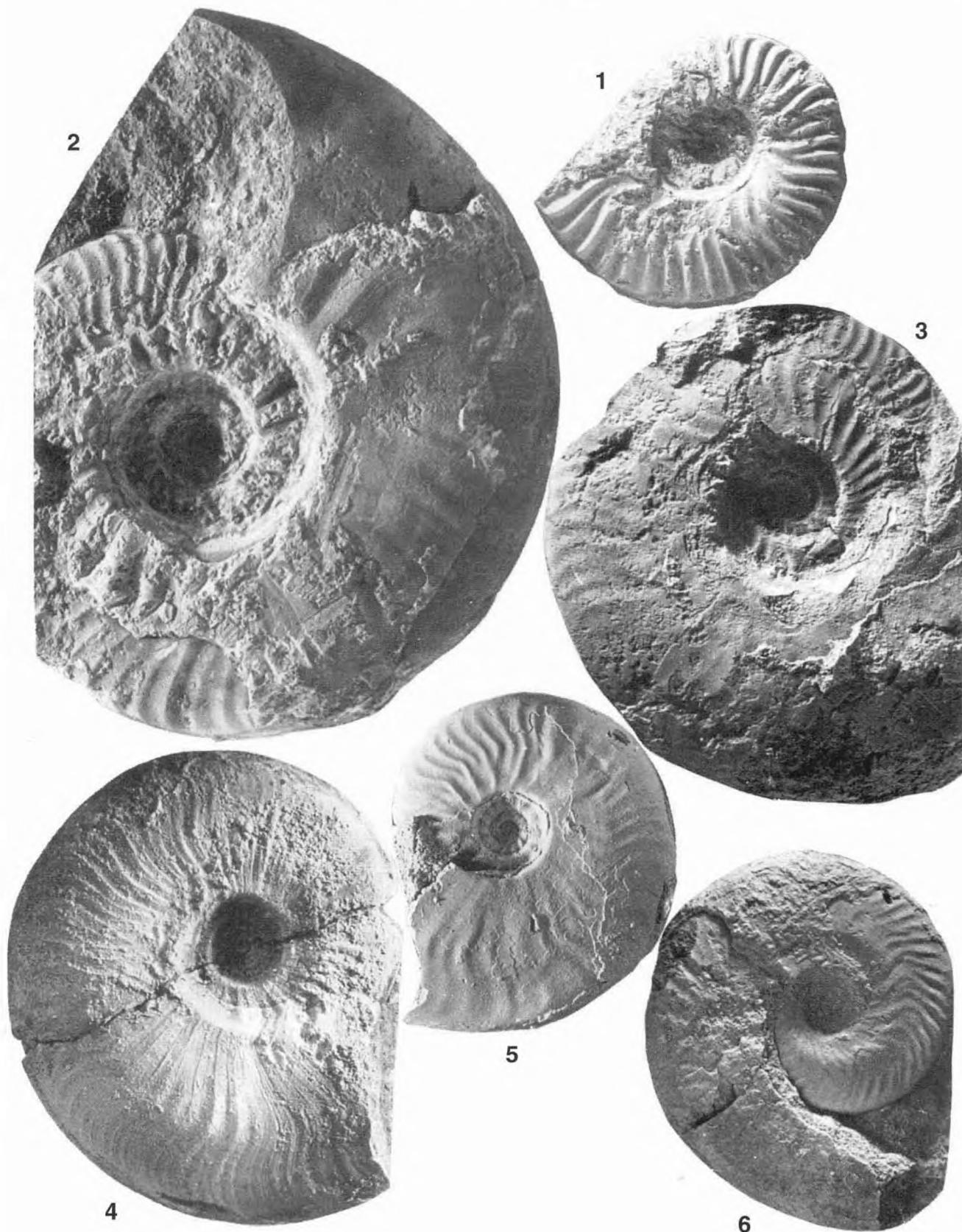


PLANCHE **14**

BAJOCIEN INFÉRIEUR

- Fig. 1. — *Hyperlioceras deflexum* Buck. Zone à Discites, sous-zone à Subsectum. Adulte avec test. May-sur-Orne, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 90). Diamètre 185 mm.
2. — *Euhoploceras crassispinatum* (Buck.). Zone à Discites, sous-zone à Walkeri. Phragmocône. Gavrus, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 91). Diamètre 90 mm.
- 3a-b. — *Sonninia patella* (WAAG.). Zone à Propinquans, sous-zone à Patella. Phragmocône. Sainte-Honorine-des-Pertes, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 92). Diamètre 160 mm.
4. — *Sonninia propinquans* BAYLE. Zone à Propinquans, sous-zone à Patella. Adulte incomplet. Sainte-Honorine-des-Pertes, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 93). Diamètre 65 mm; x 1.
5. — *Emileia (Emileia) polyschides* (WAAG.). Zone à Propinquans, limite sous-zones à Patella/Hebridica. Adulte complet. Sully, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 94). Diamètre 150 mm.
6. — *Dorsetenia edouardiana* (d'ORB.). Zone à Humphriesianum, sous-zone à Romani. Incomplet. Carcagny, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 51). Diamètre 65 mm.
- 7a-b. — *Poecilomorphus (Poecilomorphus) cycloides* (d'ORB.). Zone à Humphriesianum, sous-zone à Romani. Adulte. Carcagny, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 95). Diamètre 40 mm.
8. — *Teloceras blagdeni* (Sow.). Zone à Humphriesianum, sous-zone à Blagdeni. Adulte incomplet. Saint-Martin-de-Fontenay, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 96). Diamètre 100 mm.

Toutes les figures sont à l'échelle 0,5, sauf indication contraire.

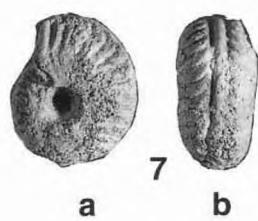
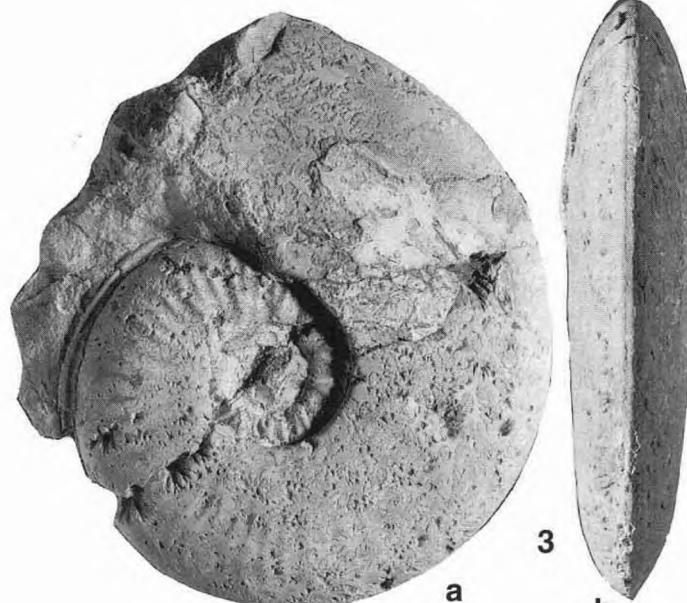
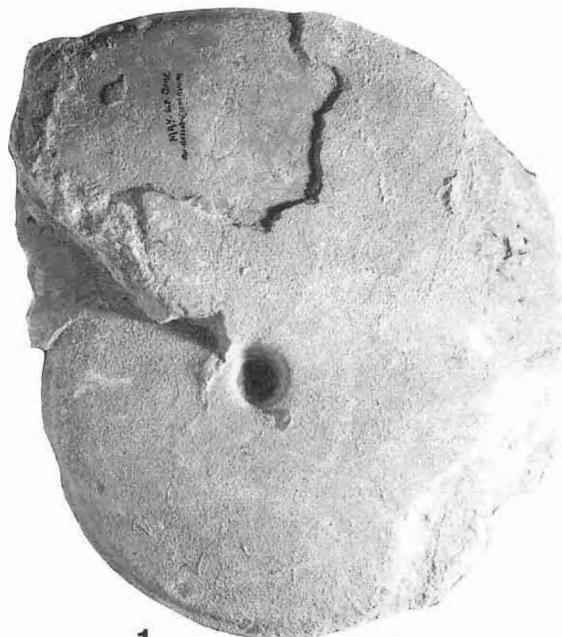


PLANCHE 15

BAJOCIEN SUPÉRIEUR

- Fig. 1. — *Strenoceras bajocense* (DEFR.). Zone à Niortense, sous-zones à Polygyralis/Baculata. Adulte incomplet avec test. Sainte-Honorine-des-Pertes, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 97). Diamètre 33 mm; x 1.
2. — *Orthogarantiana densicostata* (QUENST.) *normandica* nov. sub. sp. Zone à Niortense, sous-zone à Baculata. Adulte complet. Saint-Martin-de-Fontenay, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 98). Diamètre 104 mm; x 0,5.
3. — *Garantiana (Pseudogarantiana) dichotoma* (BENTZ). Zone à Garantiana, sous-zone à Dichotoma. Adulte presque complet. Sully, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 99). Diamètre 33 mm; x 1.
4. — *Garantiana (Garantiana) garantiana* (d'ORB.). Zone à Garantiana, sous-zone à Subgaranti. Adulte incomplet. Sully, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 100). Diamètre 70 mm; x 0,5.
5. — *Garantiana (Hlawiceras) alticosta* WETZEL. Zone à Parkinsoni, sous-zone à Acris. Adulte incomplet. Sully, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 101). Diamètre 89 mm; x 0,5.
6. — *Parkinsonia (Parkinsonia) rarecostata* Buck.. Zone à Parkinsoni, sous-zone à Acris. Adulte incomplet. Saint-Martin-de-Fontenay, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 102). Diamètre 102 mm; x 0,5.
7. — *Strigoceras truellei* (d'ORB.). Zone à Parkinsoni, sous-zone à Densicosta. Adulte incomplet. Sully, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 103). Diamètre 116 mm; x 0,4.
8. — *Parkinsonia (Parkinsonia) parkinsonii* (Sow.). Zone à Parkinsoni, sous-zone à Densicosta. Adulte complet. Fontenay-le-Resnel, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 104). Diamètre 150 mm; x 0,3.
9. — *Parkinsonia (Durotrigensis) dorsetensis* (WRIGHT). Zone à Parkinsoni, sous-zone à Densicosta. Adulte incomplet. Sainte-Honorine-des-Pertes, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 105). Diamètre 255 mm; x 0,4.
10. — *Parkinsonia (Parkinsonia) schloenbachi* (SCHLIPPE). Zone à Parkinsoni, sous-zone à Bomfordi. Phragmocône. Sainte-Honorine-des-Pertes, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 106). Diamètre 57 mm; x 1.
11. — *Planisphinctes tenuissimus* (SIEMIRADZKI). Zone à Parkinsoni, sous-zone à Bomfordi. Adulte complet. Port-en-Bessin, Calvados. Univ. Caen (coll. Rioult, n° 107). Diamètre 63 mm; x 1.

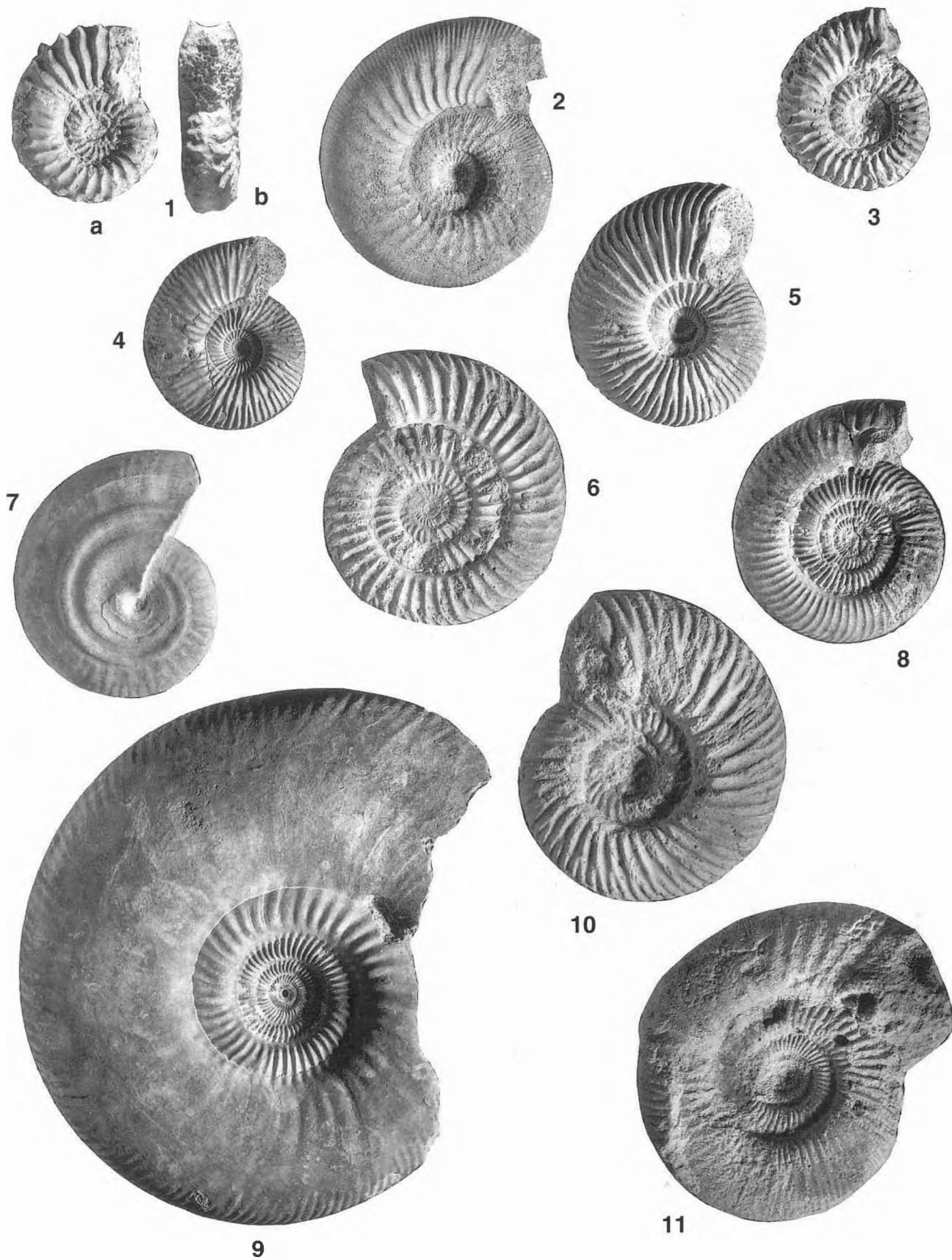


PLANCHE 16

BATHONIEN

- Fig. 1. — *Cadomites (Cadomites) bremeri* TSER. Bathonien moyen condensé. Couche ocreuse, Ravin d'enfer, Montagne de Crus-sol, Guilherand (Ardèche). F.S. Lyon, n° 14439 (= *C. orbignyi* GROSS, RICHE & ROMAN, 1921, p. 153).
2. — *Bullatimorphites (Bullatimorphites) ymir* (OPP.). Zone à Progracilis, horizon E à Orbignyi (GABILLY, 1974), Bathonien moyen. Calcaires blancs. Jard (Vendée). J.G. 9. coll. Gabilly; x 0,5.
3. 4. — *Cadomites (Cadomites) orbignyi* (GROSS.). Bathonien moyen, zone à Progracilis, horizon à Orbignyi; topotypes. Calcaires de Luçon, Luçon (Vendée).
- 5-8. — *Procerites (Siemiradzkia) aurigerus* (OPP.). Bathonien inférieur, zone à Aurigerus. Oolithe ferrugineuse, Saint-Bénin-d'Azy (Nièvre), coll. Enay.
6. — *Morphoceras (Morphoceras) macrescens macrescens* Buck. Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Macrescens. Oolithe ferrugineuse, carrière Mousseau, Vandenesse (Nièvre). F.S. Lyon, n° 63771, coll. Torrens, (MANGOLD, 1970, pl. 6, fig. 5).
7. — *Asphinctites (Asphinctites) tenuiplicatus* (BRAUNS). Bathonien inférieur, zone à Aurigerus, sous-zone à Tenuiplicatus. Calcaires à taches, C.D. 34, Oncieu (Ain). F.S. Lyon, n° 80802, coll. C. Mangold (MANGOLD, 1971, p. 118).
9. — *Asphinctites (Asphinctites) recinctus* Buck. Bathonien inférieur condensé. L'Oulliès, Saint-Etienne-de-Fontbellon (Ardèche). coll. Elmi (ELMI, 1968 = *A. transylvanicus* SIM., p. 175).
10. — *Morphoceras (Morphoceras) parvum* WETZ. Bathonien inférieur condensé. Calcaires à taches, Prémeyzel (Ain). F.S. Lyon, n° 18492, coll. Mangold (MANGOLD, 1970, pl. 3, figs. 3, 4).
11. — *Zigzagiceras (Zigzagiceras) zigzag* (d'ORB.). Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Macrescens. Salles (Deux-Sèvres). F.S. Lyon, n° 18028, nucleus.
12. — *Zigzagiceras (Zigzagiceras) zigzag* (ORB.). Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Macrescens. Calcaires à taches, Aranc (Ain). F.S. Lyon, n° 80726, coll. Mangold.

Photographies Noël PODEVIGNE.

Sauf indication contraire, les figures sont en grandeur naturelle.

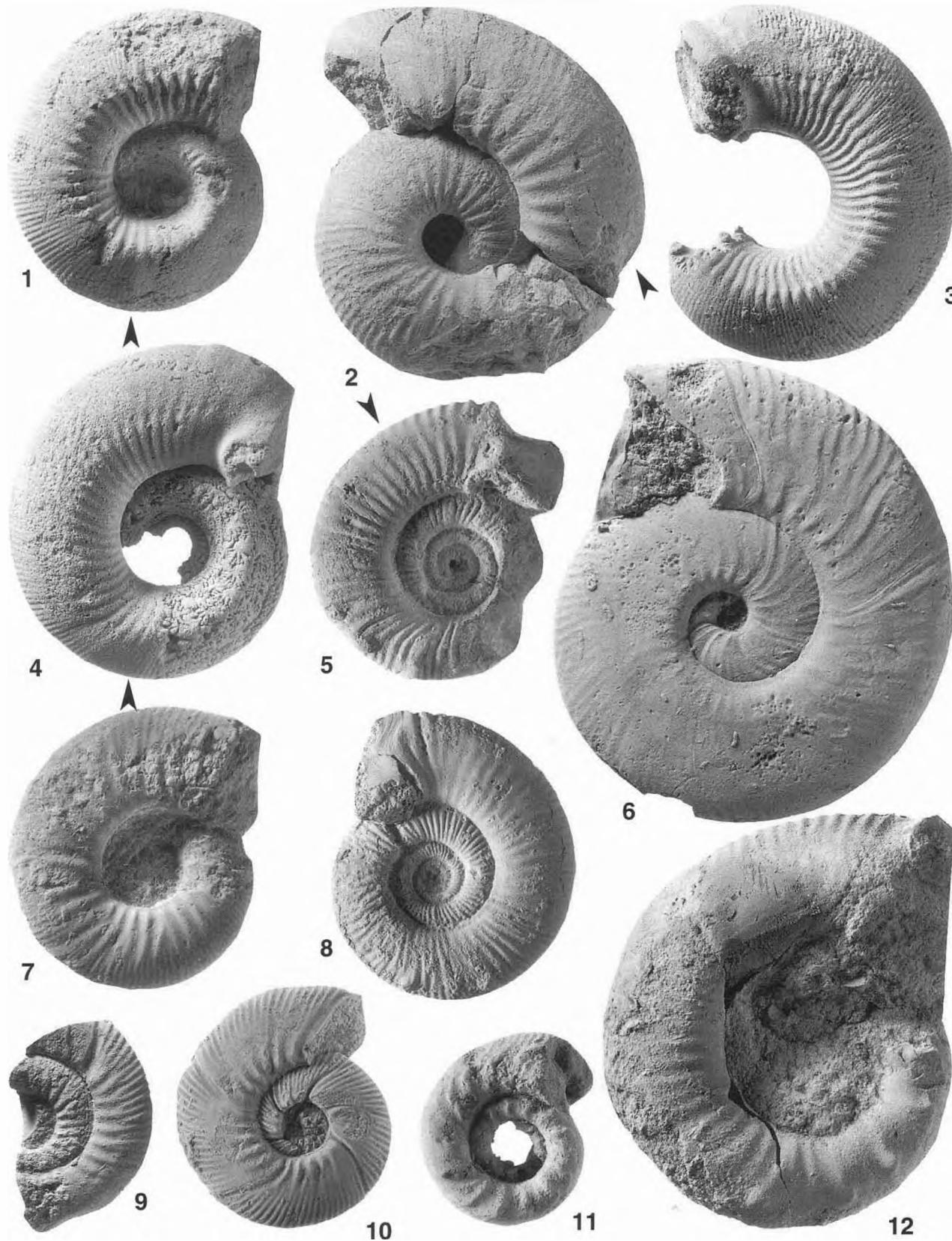


PLANCHE 17

BATHONIEN

- Fig. 1. — *Procerites (Procerites) quercinus* (TERQ & JOUR). Bathonien supérieur, zone à *Retrocostatum*, sous-zone à *Blanazense*, horizon à *Quercinus*. Calcaires à silex, chemin du chalet au ruisseau d'Arvière, Lochieu (Ain). F.S. Lyon, n° 80327, coll. Mangold, (MANGOLD, 1971, fasc. 2, p. 28, fig. 9); x 0,5.
2. — *Wagnericeras (Wagnericeras) fortectostatum* (GROSS). Bathonien moyen, zone à *Bremeri*, sous-zone à *Fortectostatum*; topotype. Calcaires marneux, R.N7, sud de Pougues-les-Eaux (Nièvre). F.S. Lyon, n° 80464, coll. R. Enay; x 0,66.
3. — *Morrisiceras (Morrisiceras) morrisi* (OPP.). Bathonien moyen, zone à *Morrisi*. Calcaires gris-jaunâtres, versant E de la Roche de Vergisson, Prissé (Saône-et-Loire); x 0,66.
4. — *Tulites (Tulites) cadus* Buck. Bathonien moyen condensé, zone à *Subcontractus*. Varians-Schichten, Steinbruch Chalch, Holderbank (Argovie, Suisse). J. 31355, coll. R. & S. Gygi (M.H.N. Bâle); x 0,66.
5. — *Bullatimorphites (Bullatimorphites) bullatimorphus* Buck. Bathonien moyen, zone à *Bremeri*, sous-zone à *Bullatimorphus*, horizon G. à *Bullatimorphus* (GABILLY, 1974). Calcaires blancs, Bois Vinet, Morepoigne (Vendée). J.G. 23 bis, coll. Gabilly; x 0,5.

Photographies Noël PODEVIGNE.



1



2



3



4



5

PLANCHE 18

BATHONIEN

- Fig. 1. — *Epistrenoceras histicoides* ROLL. Bathonien supérieur, zone à Retrocostatum, sous-zone à Histicoides, horizon J. à Aspidoides (GABILLY, 1974). Jard (Vendée). coll. Rulleau.
2. — *Clydoniceras (Clydoniceras) hollandi* Buck. Bathonien supérieur, zone à Discus, sous-zone à Hollandi. Sommet des Marnes des Monts d'Ain, C.D. 34, Oncieu (Ain). F.S. Lyon, n° 80721, coll. Mangold.
 3. — *Clydoniceras (Clydoniceras) discus* (Sow.). Bathonien supérieur, zone à Discus. Marno-calcaires à Pholadomyidés. Fuissé (Saône-et-Loire). F.S. Lyon, n° 11378, coll. Lissajous (LISSAJOUS, 1923, pl. 24, fig. 2).
 4. 5. — *Hecticoceras (Prohecticoceras) retrocostatum* (GROSS.). Bathonien supérieur, zone à Retrocostatum. Niveau fossilière supérieur au Choin, Blanaz, Saint-Rambert-en-Bugey (Ain). M.H.N.L. 11556, coll. Dumortier, (ELMI, 1968, pl. 5, fig. 7).
 6. — *Bullatimorphites (Kheraiceras) hannoveranus* (ROEM.). Bathonien supérieur, zone à Retrocostatum, sous-zone à Histicoides, horizon J. à Aspidoides (GABILLY, 1974). Jard (Vendée). J.G. 28, coll. Gabilly; x 0,5.
 - 7, 8. — *Oxycerites (Oxycerites) oppeli* ELMI. Bathonien supérieur, zone à Retrocostatum. Niveau fossilière supérieur au Choin, Blanaz, Saint-Rambert-en-Bugey (Ain). M.H.N.L. 11537, coll. Dumortier, pl. 5, fig. 4); x 0,75.
 9. — *Hemigarantia julii* (d'ORB.). Bathonien supérieur, zone à Retrocostatum, sous-zone à Julii, horizon J à Aspidoides (GABILLY, 1974). Jard (Vendée). coll. Rulleau.
 10. — *Hecticoceras (Prohecticoceras) ochraceum blanazense* ELMI. Holotype (ELMI, 1967, p. 5 fig. 4). Bathonien supérieur, zone à Retrocostatum, sous-zone à Blanazense. Niveau fossilière supérieur au Choin, Blanaz, Saint-Rambert-en Bugey (Ain). M.H.N.L. 11548, coll. Dumortier.

Photographies Noël PODEVIGNE.

Sauf indication contraire, les figures sont en grandeur naturelle.

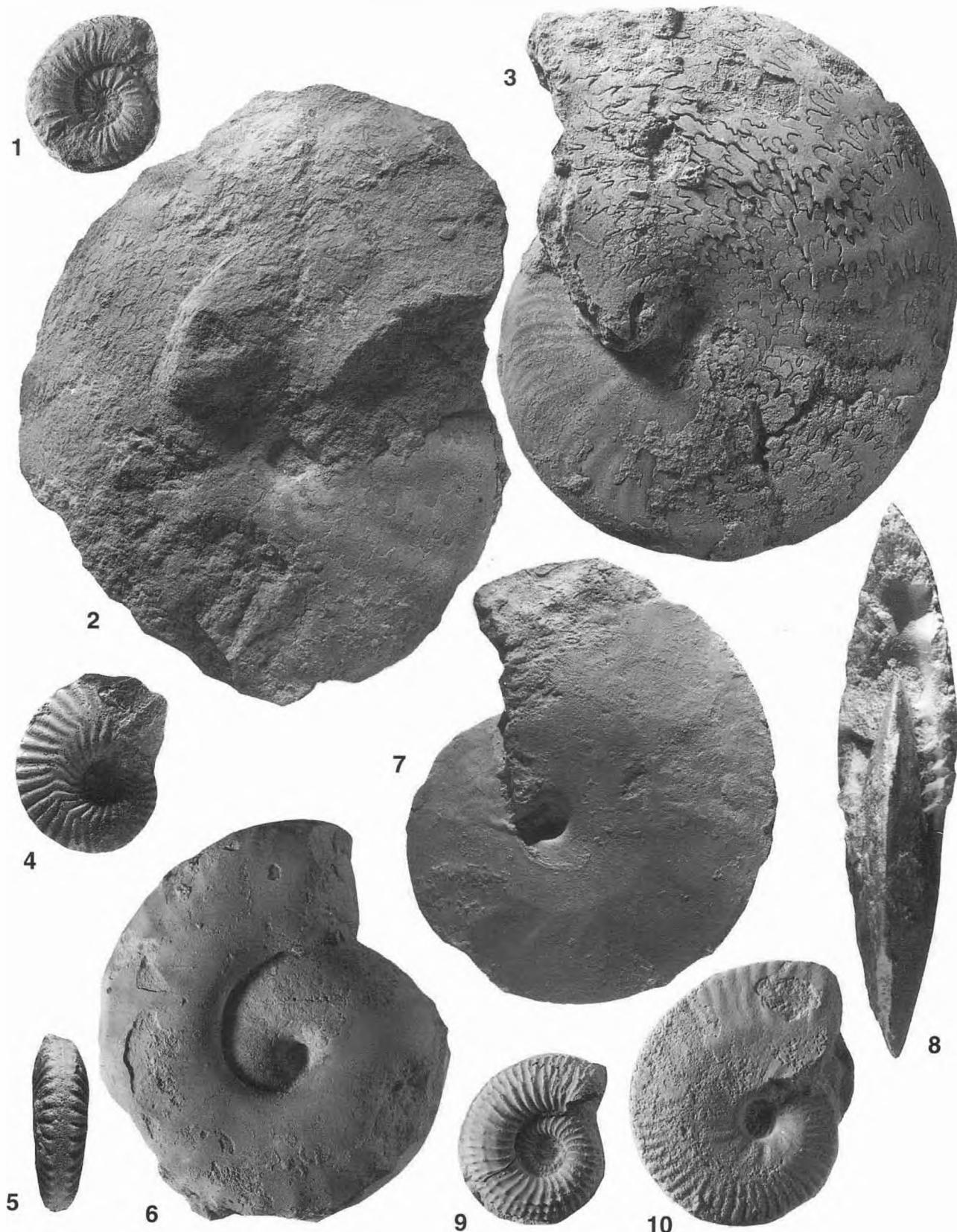


PLANCHE 19

CALLOVIEN

- Fig. 1a-b. — *Bullatimorphites (Kheraiceras) bullatus* (d'ORB.), macroconque. Holotype. Niort (Deux-Sèvres); coll. d'Orbigny, M.N.H.N. Paris, n°2596 B-1 (R 2272); x 1.
- 2a-b. — *Bullatimorphites (Kheraiceras) bullatus* (d'ORB.), microconque; (= *Ammonites microstoma* d'ORB.). Lectotype. Fontenay-le-Comte (Vendée); coll. d'Orbigny, MNHN Paris, n°2597 (R 2281); x 1.
- 3a-b. — *Bomburites prahecquense* (PETICLERC), macroconque. Saint-Vincent-sur-Jard (Vendée); coll. Rousseau, F.S.Poitiers; x 1.
4. — *Hecticoceras (Chanasia) bannense* ELMY, macroconque. Pamproux (Deux-Sèvres), banc 18; coll. Cariou, F.S.Poitiers, n° Pam 2218; x 0,5.
- 5a-b. — *Choffatia waageni* (TEISSEYRE), macroconque. Montreuil-Bellay (Maine-et-Loire), banc 2; coll. Cariou, F.S.Poitiers, n° MBe 8325; x 0,5.
- 6a-b. — *Macrocephalites gracilis* (SPATH), microconque. Pamproux (Deux-Sèvres), carrière du Moulin à Vent; coll. Cariou, F.S.Poitiers; x 0,57.
- 7a-b. — *Macrocephalites gracilis* (SPATH), macroconque. Saint-Vincent-sur-Jard (Vendée); coll. Cariou F.S.Poitiers; x 0,5.

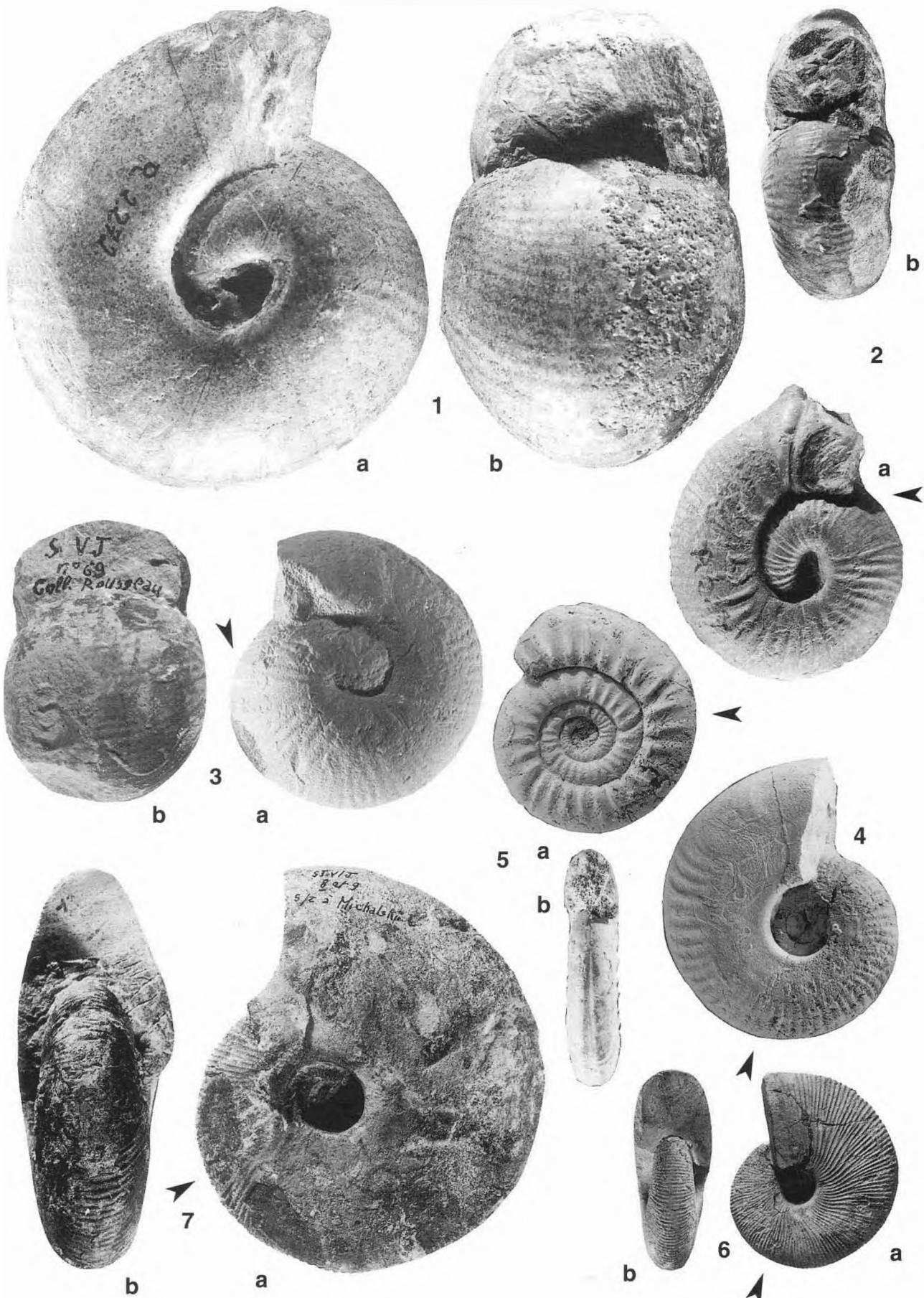
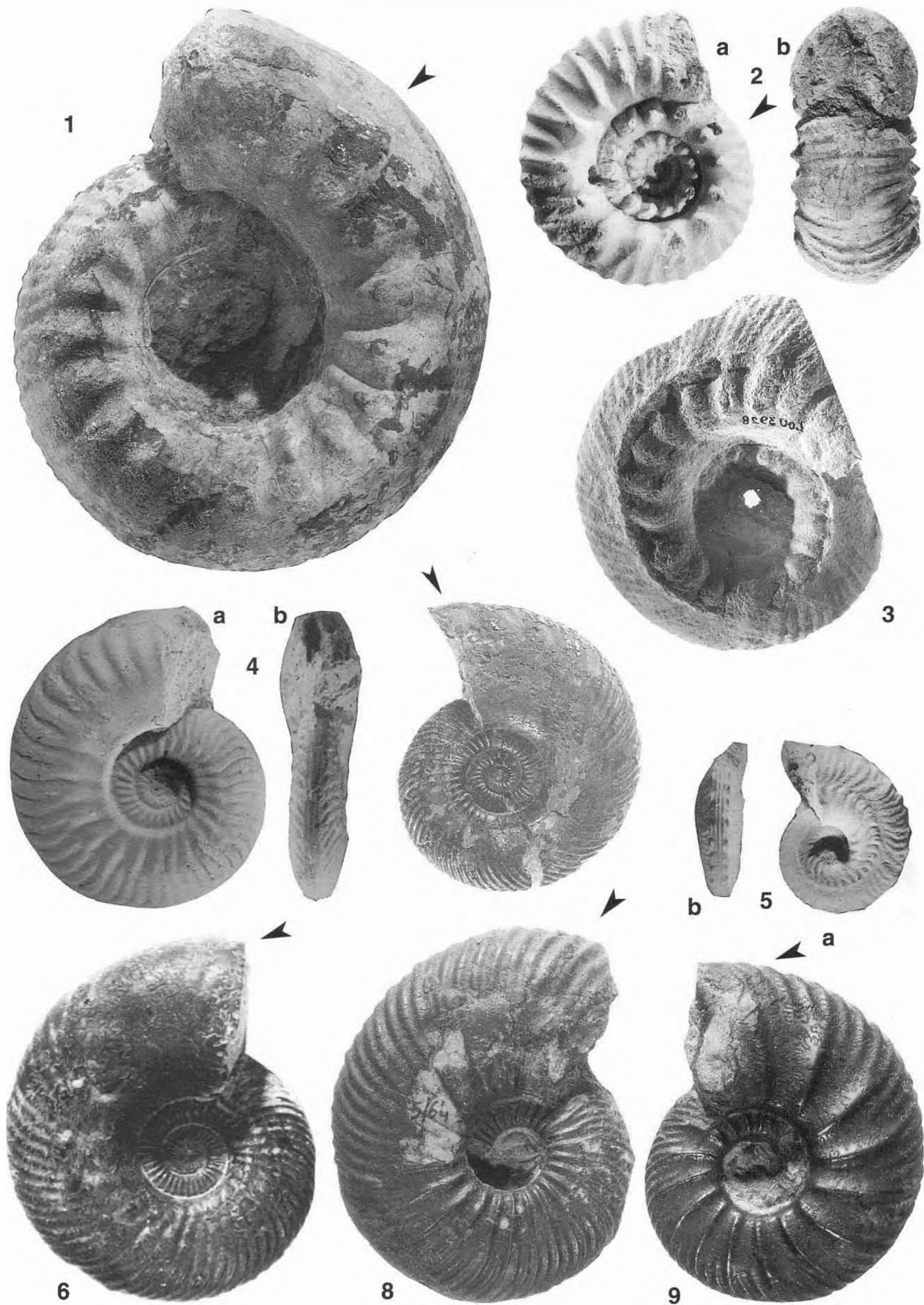


PLANCHE 20

CALLOVIEN

- Fig. 1. — *Erymnoceras coronatum* (BRUG.-d'ORB.), macroconque. Néotype. Pizieux (Sarthe); coll. d'Orbigny, M.N.H.N. Paris, n° 3185 A-2; x 0,5.
- 2a-b. — *Erymnoceras baylei* (JEANNET), microconque. Holotype, figuré par Bayle (1878, pl. 54, fig. 1). Mamers (Sarthe); coll. Puzos, F.S. Lyon, (anciennement à l'École des Mines), n° M. 223; x 0,5.
3. — *Erymnoceras (Erymnocerites) leuthardti* (JEANNET), macroconque. Les Lourdines (Vienne), banc 9; coll. Radureau, F.S. Poitiers, n° Lou 3928; x 0,33.
- 4a-b. — *Hecticoceras (Orbignyiceras) trezeense* GERARD & CONTAUT, macroconque. Pas-de-Jeu (Deux-Sèvres), banc 5; coll. Cariou, F.S. Poitiers, n° PDJ 7763; x 0,5.
- 5a-b. — *Distichoceras nodulosum* (QUENST.), macroconque. Pointe du Grouin du Cou (Vendée), banc 53; coll. Cariou, F.S. Poitiers, n° GdC 10604; x 1.
6. — *Quenstedtoceras messiaeni* MARCHAND & RAYNAUD. Villers-sur-Mer (Calvados); coll. Marchand, Cent. Sci. Terre Dijon; x 1.
7. — *Quenstedtoceras (Eboraciceras) henrici* Douv. Villers-sur-Mer (Calvados); coll. Marchand, Cent. Sci. Terre Dijon; x 1.
8. — *Quenstedtoceras praelamberti* Douv.; (= *Quenstedtoceras henrici* Douv., var. *praelamberti* Douv.). Villers-sur-Mer (Calvados); coll. Marchand, Cent. Sci. Terre Dijon; x 1.
9. — *Quenstedtoceras (Lamberticeras) lamberti* (Sow.). Villers-sur-Mer (Calvados); coll. Marchand, Cent. Sci. Terre Dijon; x 1.



21

PLANCHE

OXFORDIEN

- Fig. 1. — *Peltoceratooides elisabethae* JEANNET. Zone à Mariae, sous-zone à Scarburgense, horizon à Elisabethae ; phragmocône. Buis-les-Baronnies, coll. D. Fortwengler, n° 2343.
2. — *Hecticoceras aff. svevum* (*in de LOR.*). Zone à Mariae, sous-zone à Scarburgense, horizon à Elisabethae ; phragmocône. Thuoux, coll. Fortwengler, n° 1028.
3. — *Cardioceras (Scarburgiceras) aff. scarburgense* (YOUNG & BIRD). Zone à Mariae, sous-zone à Scarburgense, horizon à Elisabethae, partie supérieure ; phragmocône. Thuoux, coll. Fortwengler, n° 13 284.
4. — *Cardioceras (Scarburgiceras) cf. scarburgense* (YOUNG & BIRD). Zone à Mariae, sous-zone à Scarburgense, horizon à Scarburgense, partie supérieure ; phragmocône. Uzelot, coll. Cent. Sci. Terre Univ. Dijon.
5. — *Cardioceras (Scarburgiceras) cf. scarburgense* (YOUNG & BIRD), même origine et même niveau stratigraphique ; phragmocône. Coll. Cent. Sci. Terre Univ. Dijon.
6. — *Cardioceras (Protocardioceras) aff. praemartini* SPATH. Zone à Mariae, sous-zone à Scarburgense, horizon à Woodhamense, partie supérieure. Uzelot, coll. Cent. Sci. Terre Univ. Dijon.
7. — *Cardioceras (Scarburgiceras) woodhamense* ARKELL. Zone à Mariae, sous-zone à Scarburgense, horizon à Woodhamense ; phragmocône. Uzelot, coll. Cent. Sci. Terre Univ. Dijon.
8. — *Cardioceras (Protocardioceras) praemartini* SPATH. Zone à Mariae, sous-zone à Praecordatum, horizon à Praemartini, partie inférieure ; phragmocône. Uzelot, coll. Cent. Sci. Terre Univ. Dijon.
9. — *Cardioceras (Scarburgiceras) woodhamense* ARKELL. Variant *normandiana*, zone à Mariae, sous-zone à Scarburgense, horizon à Woodhamense, partie supérieure. Uzelot, coll. Cent. Sci. Terre Univ. Dijon.
10. — *Cardioceras (Scarburgiceras) woodhamense* ARKELL. Zone à Mariae, sous-zone à Scarburgense, base de l'horizon à Woodhamense ; phragmocône. Uzelot, coll. Cent. Sci. Terre Univ. Dijon.
11. — *Perisphinctes (Otosphinctes) nectobrigensis* MELENDEZ. Zone à Transversarium, sous-zone à Luciaformis, horizon à Nectobrigensis ; holotype avec loge d'habitation presque complète. Ricla (province de Saragosse, Espagne), col. Départ. Paléontol. Univ. Saragosse, n° WRI/28/1.
12. — *Perisphinctes (Otosphinctes) luciaeformis* ENAY, zone à Transversarium, sous-zone et horizon à Luciaformis ; paratype Andelot-en-Montagne (Jura), Couches à spongiaires, coll. Rollet, F.S. Besançon.
13. — *Larcheria schilli* (OPP.), zone à Transversarium, sous-zone et horizon à Schilli ; phragmocône. Vallon de Cherves (Deux-Sèvres), coll. Cariou, F.S. Poitiers ; x 0,62.

Toutes les figures sont en grandeur naturelle sauf la figure 13 (X 0,62).

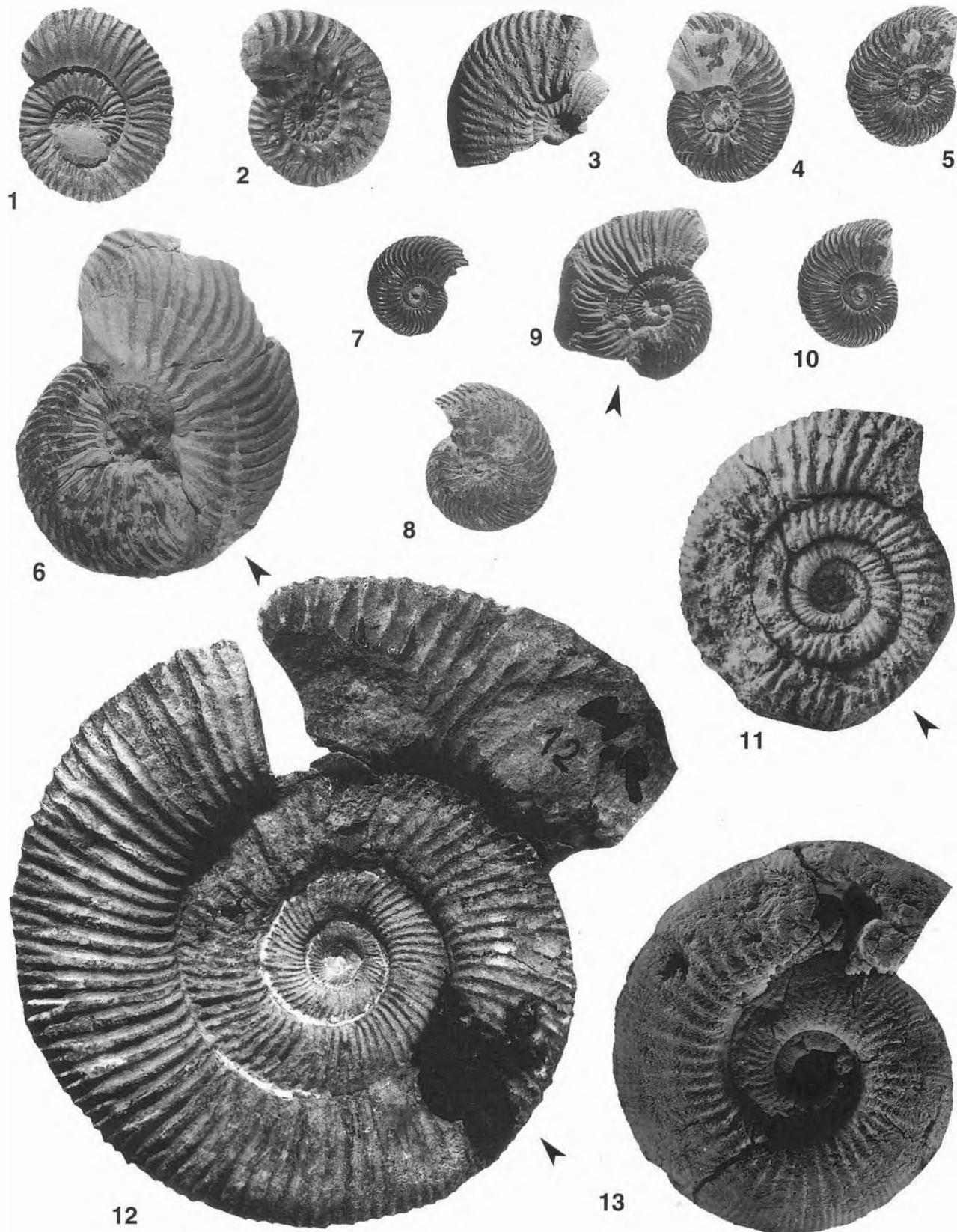


PLANCHE 22

OXFORDIEN

- Fig. 1. — *Perisphinctes (Dichotomosphinctes) rotoides* RONCHADZE. Zone à *Transversarium*, sous-zone à *Rotoides*; microconque. La Palette (Deux-Sèvres), Marnes à spongiaires, coll. Branger, Univ. Poitiers.
2. — *Subnebroidites minutum* (DIETERICH). Zone et sous-zone à *Planula*; phragmocône. Bou Rheddou, Tiaret (Algérie), sommet des argiles rouges de Kheneg (niv. 2), coll. Atrops, n° 585020, F.S. Lyon.
 3. — *Subnebroidites minutum* (DIETERICH). Zone et sous-zone à *Planula*, horizon à *Minutum*. La Olmeda, province de Cuenca (Espagne), coll. Atrops & Melendez, n° 585021, F.S. Lyon.
 4. — *Subnebroidites planula* (QUENST.). Zone et sous-zone à *Planula*. Crussol (Ardèche), coll. Atrops, n° 585022, F.S. Lyon.
 5. — *Epipeltoceras semimammatum* (QUENST.). Zone à *Bimammatum*, sous-zone à *Semimammatum*, adulte avec la base de l'oreillette. Indrieu (Ain), Calcaires lités (banc à pyrite à spongiaires), coll. Enay, n° 75.817, F.S. Lyon.
 6. — *Epipeltoceras berrense* (FAVRE). Zone à *Bimammatum*, sous-zone à *Berrense*. Aintré (Deux-Sèvres), sommet des Marnes à spongiaires, coll. Cariou, F.S. Poitiers.
 7. — *Perisphinctes (Subdiscosphinctes) grandiplex* (QUENST.). Zone à *Planula*, sous-zone et horizon à *Grandiplex*; macrocoque. Esnandes (Charente-Maritime), coll. Cariou, F.S. Poitiers; x 0,27.
 8. — *Perisphinctes (Lithacosphinctes) gigantoplex* (QUENST.). Zone à *Planula*, sous-zone à *Grandiplex*, horizon à *Gigantoplex*; macrocoque. «Le Bouquet», Mansle (Charente), coll. F.S. Poitiers, n° 325 FSP; x 0,2.
 9. — *Sutneria praecursor* DIETERICH. Zone à *Planula*, sous-zone à *Planula*; moulage de l'holotype. Nusplingen (Württemberg), coll. Dieterich, Musée de Tübingen.
 10. — *Sutneria praecursor* DIETERICH. Zone à *Planula*, sous-zone à *Planula*, horizon à *Praecursor*. Navacelles, Blandas (Hérault), coll. Atrops, n° 585023, F.S. Lyon.
 11. — *Sutneria galar* (OPP.). Zone à *Planula*, sous-zone à *Galar*. Veynes (Hautes-Alpes), coll. Atrops, n° 188861, F.S. Lyon.

Sauf indication contraire, toutes les figures sont en grandeur naturelle.

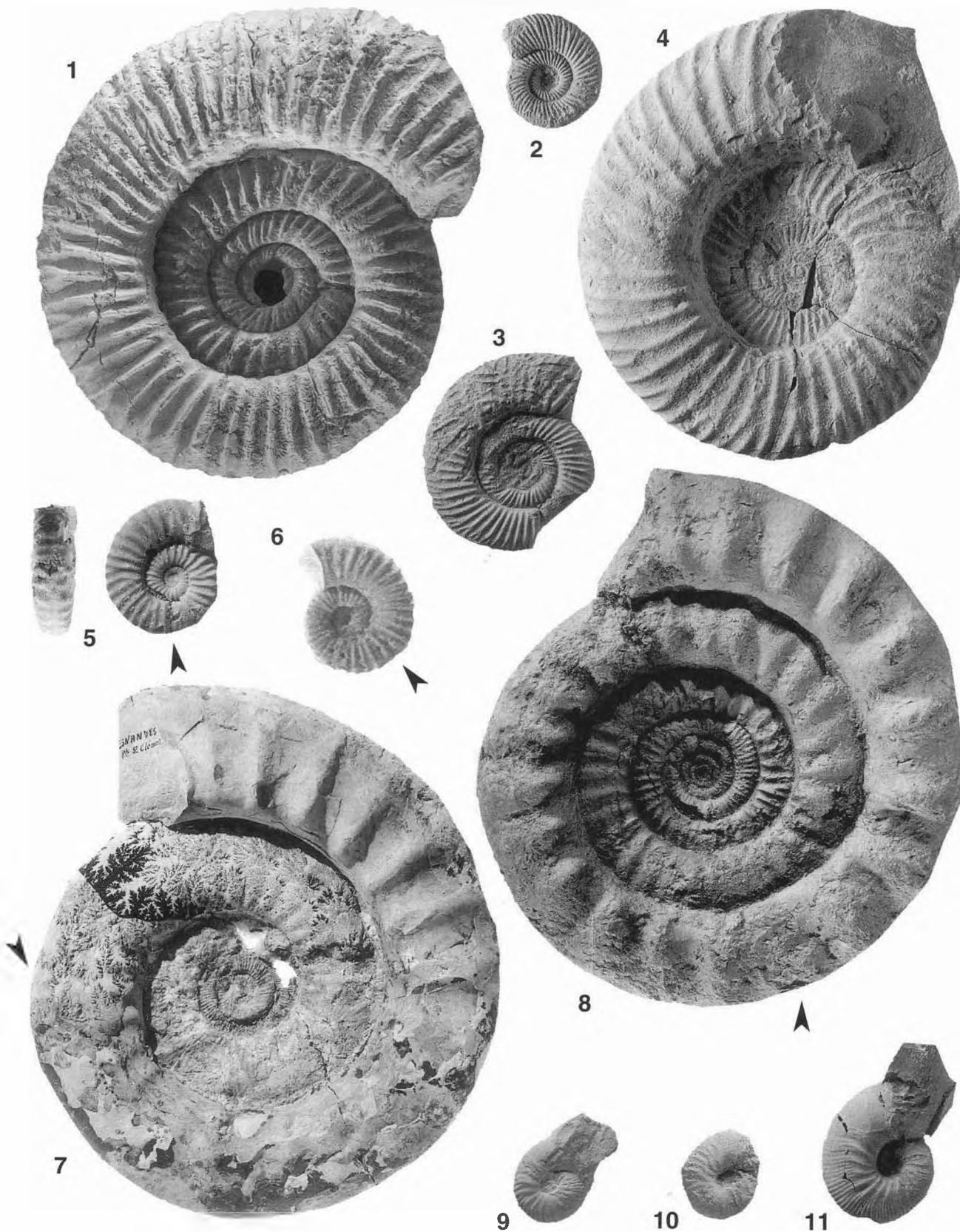


PLANCHE 23

KIMMÉRIDGIEN

- Fig. 1. — *Paraspidoceras rupellense* (d'ORB.). Zone à Rupellense; phragmocône. Marsilly (Charente-Maritime); « premier banc à Thalassinoides » M.N.H.N. Paris (coll. d'Orbigny) n° 3985; diamètre 270 mm; x 0,27.
2. — *Rasenia cymodoce* (d'ORB.). Zone à Cymodoce; phragmocône. Dompierre-sur-Mer (Charente-Maritime); « Calcaires à Nérinées et à Montlivaltia ». Coll. M.H.N. La Rochelle n° 1967; diamètre 192 mm; x 0,23.
3. — *Lithacosphinctes achilles* (d'ORB.). Zone à Cymodoce. Dompierre-sur-Mer (Charente-Maritime); « Calcaires à Nérinées et à Montlivaltia »; avec loge d'habitation. Coll. MHN La Rochelle n° 841; diamètre 394 mm; x 0,17.
4. — *Rasenioides chatelaillonensis* HANTZPERGUE. Zone à Cymodoce; phragmocône. Angoute, Châtelailon (Charente-Maritime); « Marnes de Châtelailon ». F.S. Poitiers (coll. Hantzpergue) n° 40129; diamètre 114 mm; x 0,30.
5. — *Aulacostephanoides mutabilis* (Sow.). Zone à Mutabilis. Colombey (Haute-Marne); « Marnes à *N. virgula* ». Coll. École des Mines F.S.L. n° M 344; diamètre 55 mm; x 0,78.
6. — *Orthaspidoceras lallierianum* (d'ORB.). Zone à Mutabilis. Rocher d'Yves (Charente-Maritime); « Marnes à *N. virgula* »; avec loge d'habitation. F.S. Poitiers (coll. Hantzpergue) n° 40 026; diamètre 240 mm; x 0,26.
7. — *Orthaspidoceras orthocera* (d'ORB.). Zone à Eudoxus. Tonnerre (Yonne); « Marnes à *N. virgula* »; avec loge d'habitation incomplète. F.S. Poitiers (coll. Hantzpergue) n° 40 248; diamètre 172 mm; x 0,31.
8. — *Aspidoceras caletanum* (OPP.). Zone à Eudoxus; avec loge d'habitation. Angoulême (Charente); « Marnes à *N. virgula* ». F.S. Poitiers (coll. Hantzpergue) n° 40 293; diamètre 212 mm; x 0,26.
9. — *Aulacostephanus contejeani* (THURMANN). Zone à Eudoxus. Saint-Jean-d'Angély (Charente-Maritime); « Marnes à *N. virgula* »; avec loge d'habitation. F.S. Poitiers (coll. Hantzpergue) n° 40 430; diamètre 148 mm; x 0,33.
10. — *Aulacostephanus autissiodorensis* (COTT.). Zone à Autissiodorensis; phragmocône. Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais); « Argiles de Châtillon ». F.S. Poitiers (coll. Vadet) n° M 468; diamètre 142 mm; x 0,28.
11. — *Gravesia irius* (d'ORB.). Zone à Autissiodorensis. Saint-Chamarand (Lot); « Banc à *G. irius* »; avec loge d'habitation. F.S. Poitiers (coll. Lafaurie) n° M 447; diamètre 235 mm; x 0,22.

Clichés A. Martin – F.S. Poitiers.

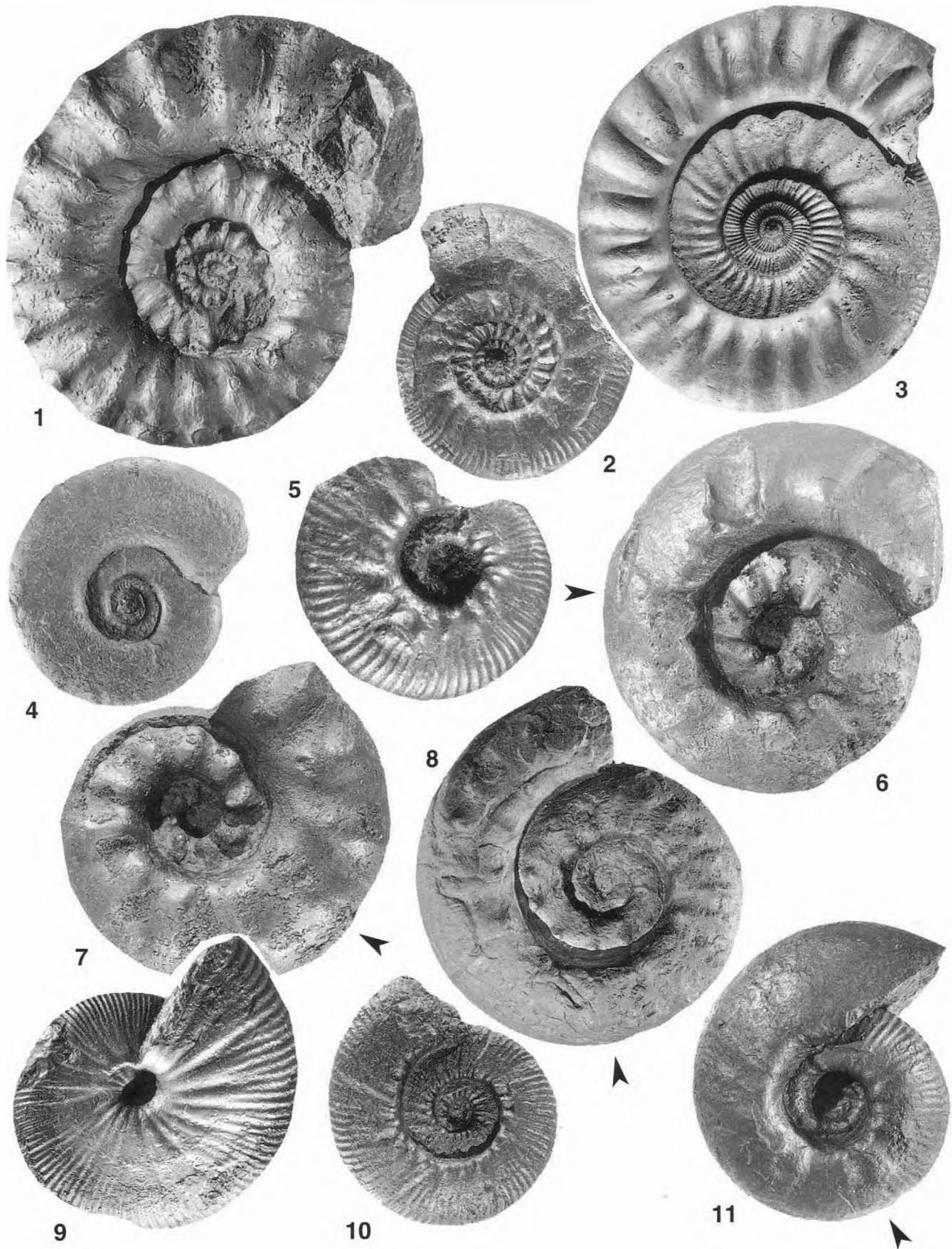
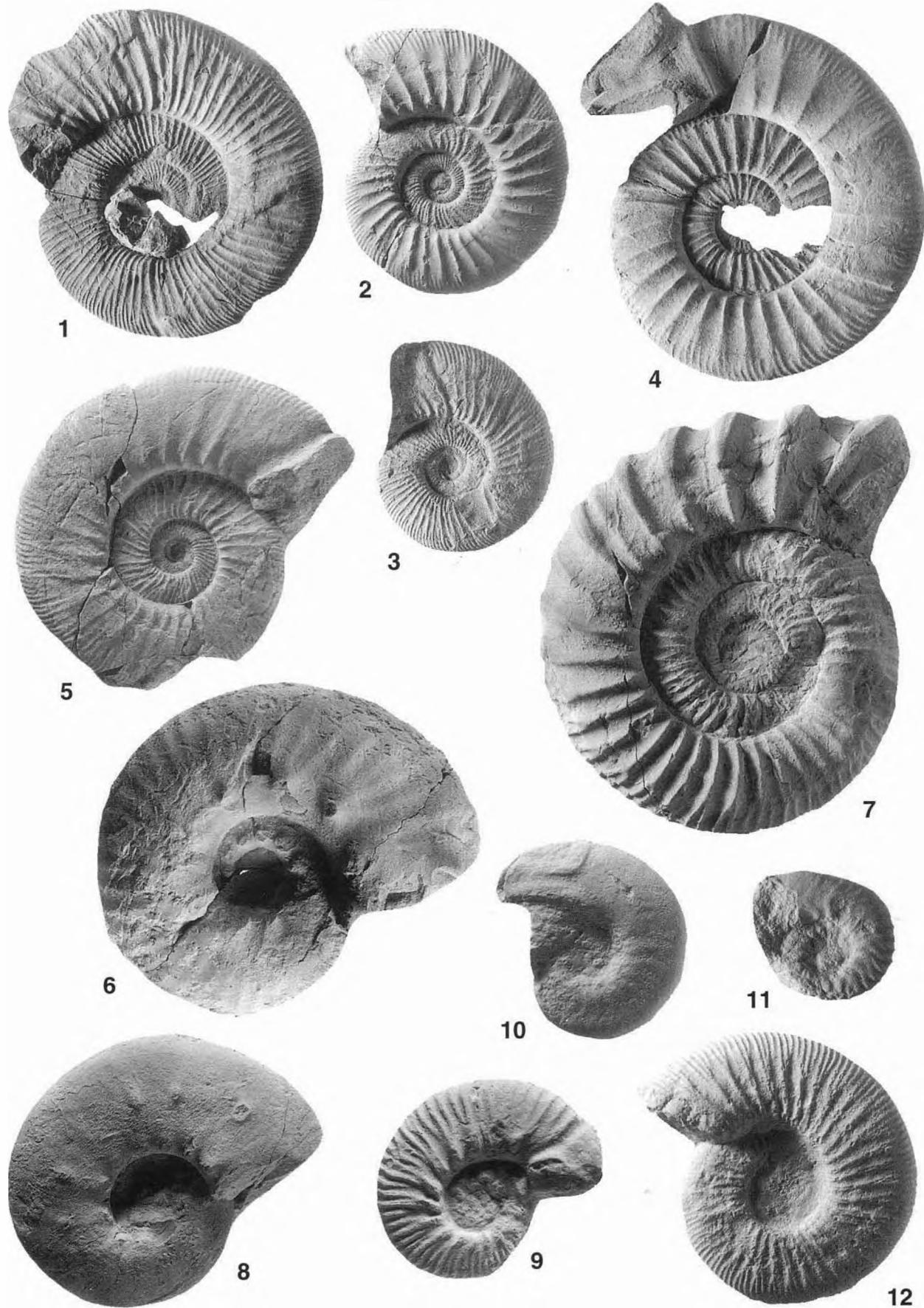


PLANCHE 24

KIMMÉRIDGIEN

- Fig. 1. — *Orthosphinctes (Orthosphinctes) polygyratus* (REIN.). Zone à Platynota. La Roche-sur-le-Buis (Drôme). F.S. Lyon, (coll. Atrops) n° 228 455; diamètre 126 mm; x 0,50.
2. — *Orthosphinctes (Ardescia) desmoides desmoides* (WEGELE). Zone à Platynota. Crussol, Guilherand (Ardèche). F.S. Lyon, (coll. Atrops) n° 188 161; diamètre 77 mm; x 0,66.
3. — *Ataxioceras (Schneidia) guilherandense* ATROPS. Zone à Platynota; holotype. Crussol, Saint-Péray (Ardèche). F.S. Lyon, (coll. Atrops) n° 225 912; diamètre 58 mm; x 0,66.
4. — *Ataxioceras (Parataxioceras) hippolytense* ATROPS. Zone à Hypselocyclum; holotype. Monoblet (Gard). F.S. Lyon, (coll. Atrops) n° 226 377; diamètre 103 mm; x 0,66.
5. — *Ataxioceras (Parataxioceras) lothari lothari* (OPP.). Zone à Hypselocyclum. Monoblet (Gard). F.S. Lyon, (coll. Atrops) n° 226 300; diamètre 95 mm; x 0,66.
6. — *Orthaspidoceras uhlandi* (OPP.). Zone à Divisum. Saint-André Val de Fier (Haute-Savoie). F.S. Lyon, (coll. Enay) n° 100 536; diamètre 143 mm; x 0,50.
7. — *Crussoliceras tenuicostatum* GEYER. Zone à Divisum. Lussas (Ardèche). F.S. Lyon, (coll. Atrops) n° 585 024; diamètre 133 mm; x 0,66.
8. — *Aspidoceras acanthicum* (OPP.). Zone à Acanthicum. Thoiry, Mont Reculet (Ain). F.S. Lyon, (coll. Enay) n° 100 911; diamètre 120 mm; x 0,50.
9. — *Aulacostephanus (Aulacostephanoceras) eudoxus* (d'ORB.). Zone à Eudoxus; holotype (moulage). Saint-Jean-d'Angély (Charente-Maritime). M.N.H.N. Paris (coll. A. d'Orbigny) n° 4 605; diamètre 63 mm; x 0,66.
10. — *Sutneria pedinopleura* SEEGER. Zone à Beckeri; holotype (moulage). Tuttlingen (Wurttemberg). Geol. Paläont. Institut Univ. Tübingen n° Ce 1164; diamètre 36 mm; x 1.
11. — *Sutneria subeumela* SCHNEID. Zone à Beckeri; holotype (moulage). Wellheim (Bavière). Musée de Munich n° 1913 IX 183; diamètre 28 mm; x 1.
12. — *Virgataxioceras setatum* (SCHNEID.). Zone à Beckeri; moulage. Tuttlingen (Wurttemberg). Musée de Stuttgart (coll. Bracher) n° 19 456; diamètre 55 mm; x 1.



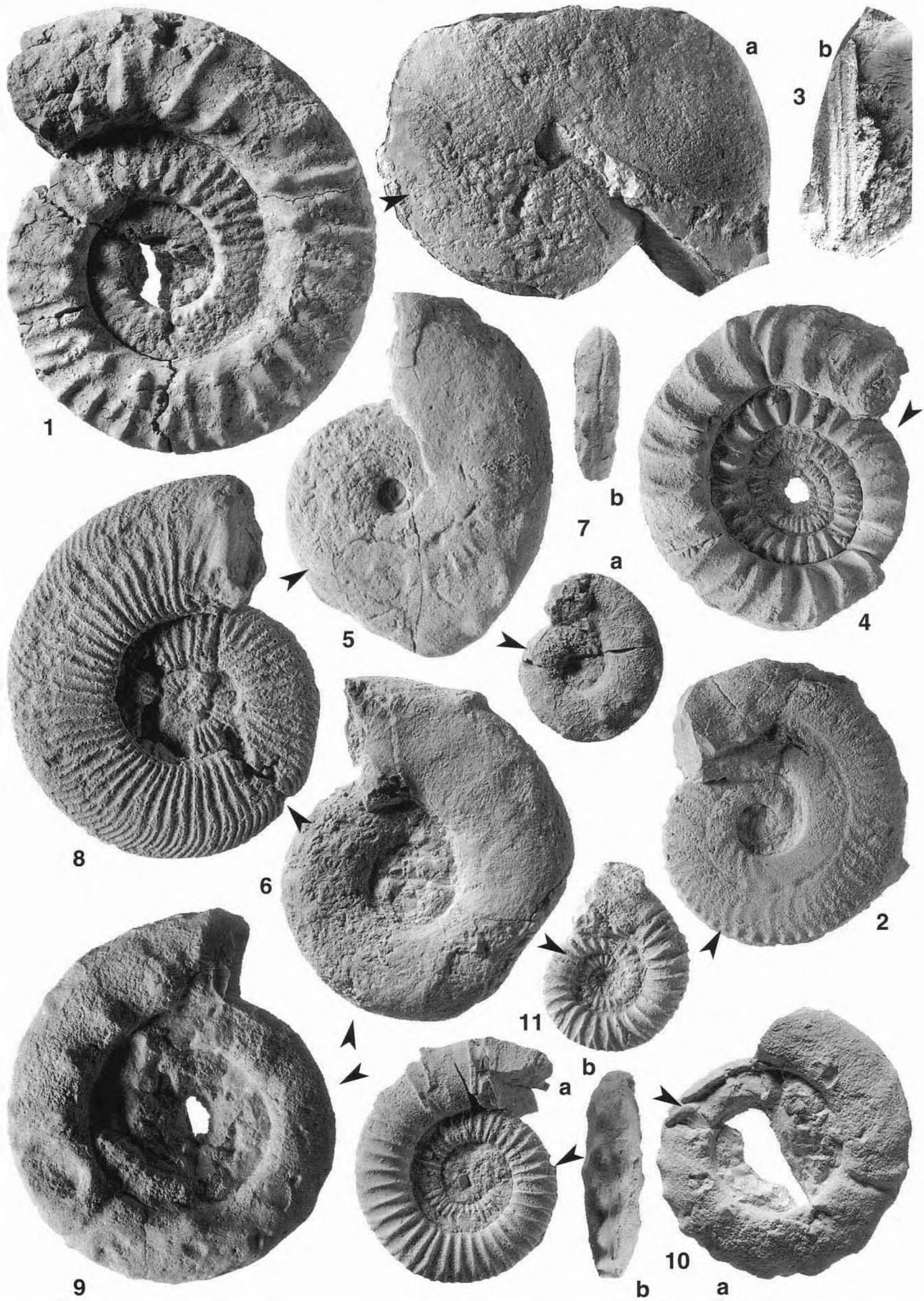
25

PLANCHE

Tithonien

- Fig. 1. — *Hybonoticeras hybonotum* (Opp.). Zone à Hybonotum / Lithographicum ; nucléus totalement cloisonné. Cabra, Camino viejo de la Santa de la Sierra, prov. Cordoba (Espagne). Univ.Lyon (coll. Enay) n° 69 38.3; diamètre 180 mm ; x 0,5. Détermination R. Enay.
2. — *Glochiceras (Paralingulaticeras) lithographicum* (Opp.). Zone à Hybonotum / Lithographicum ; adulte complet sans son péristome. Saint-Laurent-sous-Coiron, Ardèche (France). F.S. Lyon, (coll. Enay & Cecca) n° 162 302; diamètre 52 mm ; x 1. Détermination R. Enay.
3. — *Semiformiceras darwini* (Neum.). Zone à Darwini / Albertinum.
 3a : Adulte complet avec le bord du péristome. Cabra, Camino viejo de la Santa de la Sierra, prov. Cordoba (Espagne). F.S. Lyon, (coll. Enay) n° 71 38.4b3; diamètre 73 mm ; x 1. Détermination R. Enay.
 3b : Région ventrale au début de la loge d'habitation. Cabra, Cortijo del Aguila, prov. Cordoba (Espagne). F.S. Lyon, (coll. Enay) n° 71 49.2c ; x 1. Détermination R. Enay.
4. — *Virgatosimoceras albertinum* (Cat.). Zone à Darwini / Albertinum ; adulte complet avec le péristome partiellement conservé. Cabra, Cortijo del Aguila, prov. Cordoba (Espagne). Univ. P.-et-M.-Curie, Paris (coll. Geyssant) n° 70.50.22.1; diamètre 93 mm ; x 0,66.
5. — *Semiformiceras semiforme* (Opp.). Zone à Semiforme / Verruciferum ; adulte complet. Cabra, carrière à l'Est du Cortijo de Frailes, prov. Cordoba (Espagne). F.S. Lyon, (coll. Enay) n° 71 42.2a; diamètre 68 mm ; x 1. Détermination R. Enay.
6. — *Haploceras (Volanites) verruciferum* (Zitt.) Zone à Semiforme / Verruciferum ; adulte complet. Cabra, carrière à l'Est du Cortijo de Frailes, prov. Cordoba (Espagne). F.S. Lyon, (coll. Enay) n° 69 42.2b; diamètre 68 mm ; x 1. Détermination R. Enay.
7. — *Semiformiceras fallauxi* (Opp.). Zone à Fallauxi, sous-zone à Richteri ; adulte complet, vue latérale (7a) et vue ventrale (7b). Cabra, Cortijo del Aguila, prov. Cordoba (Espagne). F.S. Lyon, (coll. Enay) n° 70 49b.10; diamètre 31 mm ; x 1. Détermination R. Enay.
8. — *Richterella richteri* (Opp.). Zone à Fallauxi, sous-zone à Richteri ; adulte complet. Couches de Stramberg, Willamowitz (Répub. tchèque). F.S. Lyon, — Moulage du lectotype (Univ. Munich, Allemagne) figuré in ZITTEL (1868, pl. 20, Fig. 9) et MAZENOT (1939, pl. 21, Fig. 4) n° 13 091; diamètre 72 mm ; x 1.
9. — *Simoceras admirandum* Zitt. Sous-zone à Admirandum / Biruncinatum ; individu complet avec le bord du péristome. Brenzone (M. Baldo, Italie). Univ. P.-et-M.-Curie, Paris (coll. Geyssant) n° JG. Bol. 1 — Moulage d'un exemplaire du Musée Capellini, Bologne (Italie) ; diamètre 106 mm ; x 0,66.
10. — *Simoceras biruncinatum* (Quenst.). Sous-zone à Admirandum / Biruncinatum ; adulte presque complet, vue latérale (10a) et vue ventrale (10b). Rovereto (Italie). Univ. P.-et-M.-Curie, Paris (coll. Geyssant) n° JG. Ce 3/19/14 — Moulage de l'holotype (Musée de l'Université de Tübingen, Allemagne) figuré in QUENSTEDT (1849, pl. 19, Fig. 14a,b); diamètre 77 mm ; x 0,66.
11. — « *Djurjuriceras* » *ponti* (Fall. & Term.). Zone à Ponti / Burckardticas. Castril, cortijo Cayetana, prov. Murcia (Espagne). F.S. Lyon, (coll. Enay) 11a. 68.CAY.5 — Forme macroconque, adulte presque complet ; diamètre 46 mm ; x 1. 11b. 68 CAY.B4 — Forme microconque adulte avec son péristome ; diamètre 31 mm ; x 1. Détermination R. Enay.

La flèche indique le début de la loge d'habitation. Planches composées par R. Enay. Photographies par N. Podevigne, Centre des Sciences de la Terre, Université Lyon I.



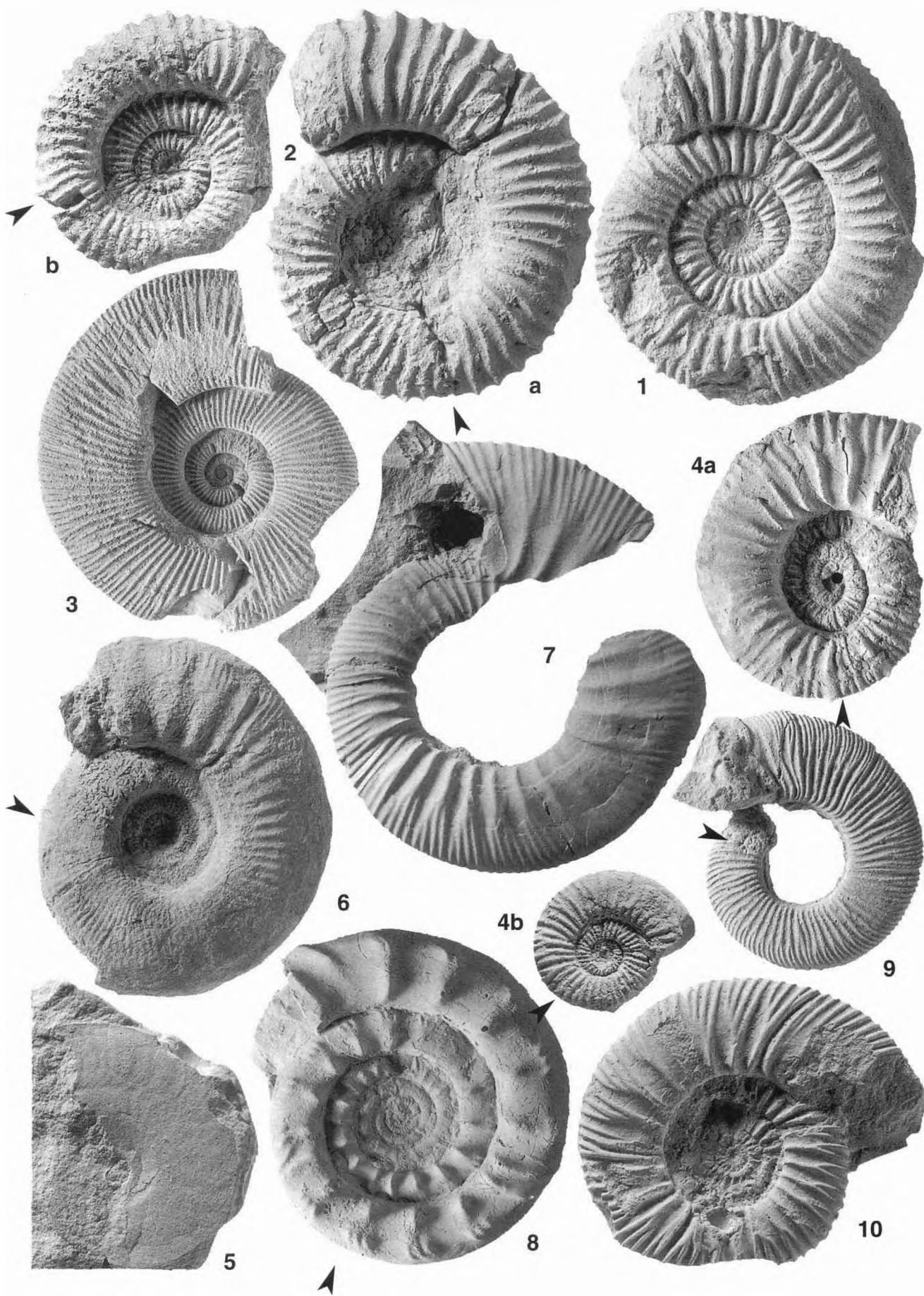
26

PLANCHE

TITHONIEN

- Fig. 1. — *Micracanthoceras microcanthum* (Opp.). Zone à Microcanthum. Couches de Stramberg, Stramberg (Répub. Tchèque). Moulage (F.S. Lyon,) du lectotype (Univ. Munich, Allemagne) figuré in ZITTEL (1870, pl. 17, Fig. 3-5); diamètre 75 mm; x 1.
2. — *Simplisphinctes abnormis* (Rom.). Sous-zone à Simplisphinctes. Détermination R. Enay.
- 2a : Castillo de Locubin, La Coronilla, prov. Jaen (Espagne). Forme macroconque, adulte complet. F.S. Lyon, (coll. Enay) n° 69.40.7; diamètre 77 mm; x 1.
- 2b : Gaena, prov. Cordoba (Espagne). Forme microconque, adulte presque complet. F.S. Lyon, (coll. Busnardo) n° 63.3; diamètre 53 mm; x 1.
3. — *Paraulacosphinctes transitorius* (Opp.). Sous-zone à Transitorius. Adulte (?) presque complet. Couches de Stramberg, Stramberg (Répub. tchèque). F.S. Lyon, n° 15 368; diamètre 105 mm; x 0,66.
4. — *Durangites* sp. aff. *vulgaris* Burck. Zone à Durangites.
- 4a : Forme macroconque, (*D. apertus* Tav.), adulte presque complet. Cabra, Camino viejo de la Santa de la Sierra, prov. Cordoba (Espagne). F.S. Lyon, (coll. Enay) n° 70.38.19-4; diamètre 73 mm; x 1.
- 4b : Forme microconque, adulte presque complet. Castillo de Locubin, La Coronilla, prov. Jaen (Espagne). Univ. Lyon I (coll. Enay) n° 70.54.25; diamètre 30 mm; x 1.
5. — *Neochetoceras mucronatum* BERCK. & HÖLD. Zone à Mucronatum / Triplicatus. Tagmersheimer Bankkalke, Haguenau, Bavière (Allemagne). Moulage (Univ. Lyon I) de l'exemplaire Univ. Erlangen, Allemagne, S.728) figuré in ZEISS (1968, pl. 26, Fig. 3); diamètre 49 mm; x 1.
6. — *Franconites vimineus* (SCHN.). Zone à Vimineus; adulte presque complet. Cabra, cortijo del Aguila, prov. Cordoba (Espagne). F.S. Lyon, (coll. Enay) n° 70.50.22; diamètre 110 mm; x 0,50. Détermination R. Enay.
7. — *Danubisphinctes palatinus* ZEISS. Zone à Palatinus. Obere Rennersthoffener Schichten, Ellenbrunn, Bavière (Allemagne). Moulage (F.S. Lyon,) de l'holotype (Univ. Erlangen, Allemagne, S 250) figuré in ZEISS (1968, pl. 24, Fig. 3); diamètre 165 mm; x 0,50.
8. — *Virgatosimoceras rothpletzi* (SCHN.) *virgulifer* GEYSS. & ZEISS. Zone à Penicillatum / Rothpletzi; adulte presque complet. Couches de Unterhausen, banc 28 (12) de la coupe Barthel (1962, pl. 4), Unterhausen b. Neuburg an der Donau, Bavière (Allemagne). Univ. P.-et-M.-Curie, Paris n° JG ERL S 746 – Moulage de l'holotype Univ. Erlangen (Allemagne), S 746 figuré in GEYSSANT & ZEISS (1978, pl. 1, Fig. 1-2); diamètre 136,6 mm; x 0,50.
9. — *Lemencia ciliata* (SCHN.). Zone à Ciliata ; adulte complet. Neuburger Schichten, Unterhausen b. Neuburg an der Donau, Bavière (Allemagne). F.S. Lyon, n° 13 091 – Moulage du paratype (Univ. Munich, Allemagne) figuré in SCHNEID (1915, pl. 17, Fig. 6) et MAZENOT (1939, pl. 1, Fig. 3); diamètre 72 mm; x 0,66.
10. — *Isterites palmatus* (SCHN.). Zone à Palmatus. Neuburger Schichten, Unterhausen b. Neuburg an der Donau, Bavière (Allemagne). Moulage (F.S. Lyon,) de l'holotype (Univ. Munich, Allemagne) figuré in SCHNEID (1914-1916, pl. 8, Fig. 5); diamètre 100 mm; x 0,66.

La flèche indique le début de la loge d'habitation. Planche composée par R. Enay. Photographies par N. Podevigne, Centre des Sciences de la Terre, Université Lyon I.



BÉLEMNITES

(Tab. XVIIla-b, XIXa-b et XX)

Raymond COMBÉMOREL

TABLE DES MATIÈRES

1. — JURASSIQUE INFÉRIEUR	157
2. — JURASSIQUE MOYEN	159
3. — JURASSIQUE SUPÉRIEUR.....	160
3.1. Domaine téthysien	160
3.2. Domaine boréal	161
Illustrations : Planches 27 et 28.....	163

Une échelle biostratigraphique sur les successions de bélemnites est proposée. La rareté des documents concernant les bélemnites explique qu'il ne soit que rarement possible de distinguer les domaines nord téthysien et nord-ouest européen, fréquemment identifiables pour les faunes d'ammonites par exemple.

Pour la même raison, les connaissances sont très hétérogènes selon les régions et les périodes considérées, et il n'est que rarement possible de citer des travaux récents. Ainsi les références aux descriptions des espèces-indices sont souvent les descriptions originales ou tout au moins relativement anciennes.

Les zones proposées ici sont des zones d'extension et des zones d'extension concomitantes (*sensu* HEDBERG, 1976).

Dans la mesure du possible, j'ai figuré des exemplaires représentatifs de chaque espèce-indice (Pl. 27, 28).

1. — JURASSIQUE INFÉRIEUR (Tab. XIV)

Les premières bélemnites apparaissent à l'Hettangien et ne sont représentées que dans le S.W. de l'Allemagne par le seul genre *Schwegleria*, dont les 3 espèces sont cantonnées à la zone à *Planorbis* (RIEGRAD, 1980).

Au Sinémurien, les bélemnites se développent encore timidement en Europe occidentale, avec le genre *Nannobelus*.

Zone à *Schwegleria*

Genre-indice : *Schwegleria* RIEGRAD, 1980.

Age : Hettangien, zone à *Planorbis*.

Faune caractéristique : *Schwegleria feifeli* (SCHWEGLER, 1939), *S. praecox* (SCHWEGLER, 1939) et *S. psilonotii* (SCHWEGLER, 1939).

Zone d'intervalle

Age : Hettangien, supérieur et moyen, zone à *Liasicus* – zone à *Angulata*.

Zone à *Nannobelus acutus*

Espèce-indice : *Nannobelus acutus* (MILLER, 1826).

Age : Sinémurien, zone à *Bucklandi* – zone à *Raricostatum*.

Faune caractéristique : *Nannobelus acutus*.

— Sous-zone à *Nannobelus acutus*

Espèce-indice : *N. acutus*.

Age : Sinémurien inférieur, zone à *Bucklandi* – zone à *Turneri*.

Faune caractéristique : *N. acutus* seulement.

— Sous-zone à *Nannobelus oppeli*

Espèce-indice : *N. oppeli* (MAYER, 1863).

Age : Sinémurien supérieur, zone à *Obtusum* – zone à *Raricostatum*.

Faune caractéristique : *N. oppeli* et *N. alveolatus* (QUENST., 1885), cette dernière apparaissant seulement à partir de la zone à *Raricostatum*.

Zone à *Hastites clavatus*

Espèce-indice : *Hastites clavatus* (STAHL, 1824).

Age : Carixien, zone à *Jamesoni* – zone à *Davoei*.

Faune caractéristique : *Hastites clavatus*, *Nannobelus armatus* (DUM., 1869) et *Passaloteuthis elongatus* (MILLER, 1826).

— Sous-zone à *Coeloteuthis dens* et *Coeloteuthis excavatus*

Espèces-indice : *Coeloteuthis dens* (SIMPSON, 1855) et *C. excavatus* (PHILLIPS, 1866).

Age : Carixien inférieur, zone à *Jamesoni*.

Faune caractéristique : espèces de la zone à *Hastites*, ainsi que *C. dens* et *C. excavatus*.

— Sous-zone à *Passaloteuthis apicicurvatus*

Espèce-indice : *Passaloteuthis apicicurvatus* (BLAINVILLE, 1827).

Age : Carixien, zone à *Ibex* – zone à *Davoei*.

Faune caractéristique : espèces de la zone à *Hastites*, ainsi que *P. apicicurvatus* et *Hastites charmouthensis* (MAYER, 1866).

Nota : Cette sous-zone correspond à la partie supérieure de la zone à *Apicicurvata* STOYANOVA-VERGILIOVA,

TABLEAU XIV
Zonation du Jurassique inférieur en domaine nord-ouest européen

ÉTAGES		ZONES D'AMMONITES	BÉLEMNITES	
			Zones	Sous-zones
TOARCIEN	supérieur	PSEUDORADIOSA-AALENSIS	9 Brevibelus breviformis et Acrocoelites curtus	^a Acrocoelites bobeti
		THOUARSENSE-DISPANUM		
	moyen	VARIABILIS	8 Acrocoelites wrighti	
		BIFRONS		^b Acrocoelites striolatus
	inférieur	SERPENTINUS	7 Acrocoelites ilminstrensis	^a Acrocoelites trisulculosus
		TENUICOSTATUM		Passaloteuthis bisulcatus
PLIENSBACHIEN	Domérien	MARGARITATUS-SPINATUM	5 Passaloteuthis zieteni	
	Carixien	IBEX-DAVOEI	4 Hastites clavatus	^b Passaloteuthis apicicurvatus
		JAMESONI		^a Coeloteuthis dens et C. excavatus
SINÉMURIEN	supérieur	OBTUSUM-RARICOSTATUM	3 Nannobelus acutus	^b Nannobelus oppeli
	inférieur	BUCKLANDI-TURNERI		^a Nannobelus acutus
HETTANGIEN	supérieur et moyen	LIASICUS-ANGULATA	2 Zone d'intervalle	
	inférieur	PLANORBIS	1 Schwegleria	

1977 qui, en Bulgarie comprend également la zone à Jamesoni.

Zone à Passaloteuthis zieteni

Espèce-indice : *Passaloteuthis zieteni* (MAYER-ÉYMAR, 1884).

Age : Domérien, zone à Margaritatus – zone à Spinatum.

Faune caractéristique : *Passaloteuthis* (*Parapassaloteuthis*) *zieteni* et *Pseudohastites longiformis* (BLAKE, 1876).

Nota : cette zone correspond, en Bulgarie, à la zone à *Passaloteuthis bruguierianus* STOYANOVA – VERGIOVA, 1977, qui se rencontre plus tardivement en Europe de l'Ouest (zone à Spinatum – zone à Tenuicostatum).

Zone à Passaloteuthis bisulcatus DOYLE, 1990

Espèce-indice : *Passaloteuthis bisulcatus* (BLAINVILLE, 1827).

Age : Toarcien inférieur, zone à Tenuicostatum.

Faune caractéristique : *Passaloteuthis bisulcatus*, ainsi que *P. zieteni* qui se rencontre encore jusqu'au sommet de la zone. A noter que dans la région de Teteven, en Bulgarie, la zone à *Tenuicostatum* correspond, en ce qui concerne les bélémnites, à la zone à *Dactyloteuthis incurvatus* STOYANOVA-VERGIOVA, 1977. Cette dernière espèce est plus tardive en Europe de l'Ouest, où elle ne se rencontre que dans la zone à Bifrons.

Zone à Acrocoelites ilminstrensis

Espèce-indice : *Acrocoelites* (*Toarcibelus*) *ilminstrensis* (PHILLIPS, 1867).

Age : Toarcien, zone à Serpentinus/Levisoni – zone à Bifrons.

Faune caractéristique : *Acrocoelites ilminstrensis*, *A. strictus* LISSAJOUS 1927, *A. subtenus* (SIMPSON, 1855), *A. rauzi* (WERNER, 1912), *A. longiconus* (SCHWEGLER, 1969), *Passaloteuthis robusta* (SIMPSON, 1855) et *P. polita* (SIMPSON, 1866).

— Sous-zone à Acrocoelites trisulculosus

Espèce-indice : *Acrocoelites* (*Toarcibelus*) *trisulculosus* (SIMPSON, 1855).

Age : Toarcien inférieur, zone à Serpentinus.

Faune caractéristique : espèces de la zone à *Acrocoelites ilminstrensis*, ainsi que *A. trisulculosus*, *Youngibelus tubularis* (YOUNG & BIRD, 1822), *Y. simpsoni* (MAYER-ÉYMAR, 1883) et *Chondroteuthis wunnenbergi* BÖDE, 1933.

— Sous-zone à Acrocoelites striolatus

Espèce-indice : *Acrocoelites striolatus* (PHILLIPS, 1867).

Age : Toarcien moyen, zone à Bifrons.

Faune caractéristique : espèces de la zone à *Acrocoelites ilminstrensis*, ainsi que *A. striolatus* et *Dactyloteuthis incurvatus* (ZIETEN, 1831).

Zone à *Acrocoelites wrighti*

Espèce-indice : *Acrocoelites wrighti* (OPP., 1856).

Age : Toarcien moyen, zone à *Variabilis*.

Faune caractéristique : *Acrocoelites* (*Odontobelus*) *wrighti*, *Dactyloteuthis crossotela* (BLAKE, 1876), ainsi que les premiers représentants de *D. digitalis* (BLAINV., 1827) et le début de l'expansion du genre *Megateuthis*, avec *M. longisulcata* (VOLTZ, 1830), *M. rhenana* (OPP., 1856) et *M. glaber* (SIMPSON, 1855) tous trois apparus timidement dans la partie supérieure de la zone à *Bifrons*.

Zone à *Brevibelus breviformis* et *Acrocoelites curtus*

Espèces-indice : *Brevibelus breviformis* (VOLTZ, 1830) et *Acrocoelites curtus* (d'ORB., 1842).

Age : Toarcien supérieur, zone à *Thouarsense* – zone à *Aalensis*.

Faune caractéristique : *Brevibelus breviformis*, *B. subaduncatus* (VOLTZ, 1830) (qui apparaît seulement dans la zone à *Aalensis*), *Acrocoelites curtus*, *A. quenstedti* (OPP., 1856) et *Rhabdobelus exilis* (d'ORB., 1842), ces trois dernières espèces se poursuivant dans la zone à *Opalinum*.

Nota : cette zone correspond à la zone à *Brevibelus breviformis* DOYLE, 1990, et représente une zone d'apogée, cette espèce étant représentée jusqu'au Bajocien, zone à *Sauzei* incluse.

— Sous-zone à *Acrocoelites bobeti*

Espèce-indice : *Acrocoelites bobeti* LISSAJOUS, 1925.

Age : Zone à *Pseudoradiosa* – zone à *Aalensis*.

Faune caractéristique : espèces de la zone à *B. breviformis*, ainsi que *A. bobeti*, et au sommet (zone à *Aalensis*) trois espèces de *Pseudobelus* : *P. parvus* (QUENST., 1858), *P. serpulatus* (QUENST., 1858) et *P. subclavatus* (VOLTZ, 1830).

2. — JURASSIQUE MOYEN

Zone à *Brevibelus subaduncatus*

Espèce-indice : *Brevibelus subaduncatus* (VOLTZ, 1830).

Age : Aalénien inférieur, zone à *Opalinum*.

Faune caractéristique : *Brevibelus subaduncatus* et *Acrocoelites conoideus* (OPP., 1856).

Zone à *Homaloteuthis spinatus*

Espèce-indice : *Homaloteuthis spinatus* (QUENST., 1846-49).

Age : Aalénien, zone à *Murchisonae* – zone à *Concavum*.

Faune caractéristique : *Homaloteuthis spinatus*, avec *Megateuthis beneckeai* SCHWEGLER, 1939 dans la zone à *Murchisonae* seulement. Première apparition d'*Holobelus munieri* (DESLONGCHAMPS, 1878) au début de la zone à *Murchisonae*.

— Sous-zone à *Belemnopsis brevicanalis*

Espèce-indice : *Belemnopsis brevicanalis* (DESLONGCHAMPS, 1878).

Age : Aalénien moyen, zone à *Murchisonae*.

Faune caractéristique : *Belemnopsis brevicanalis* et *Megateuthis beneckeai*.

Zone à *Megateuthis elliptica*

Espèce-indice : *Megateuthis elliptica* (MILLER, 1826).

Age : Bajocien, zone à *Discites* – zone à *Parkinsoni*.

Faune caractéristique : *Megateuthis elliptica*, qui s'éteint au sein de la zone à *Parkinsoni*, *Brachybelus breviformis* (VOLTZ, 1830) et *Holobelus munieri* jusqu'à la zone à *Propinquans*.

— Sous-zone à *Eocylindroteuthis trautscholdi*

Espèce-indice : *Eocylindroteuthis trautscholdi* (OPP., 1862).

Age : Bajocien inférieur, zone à *Discites* – zone à *Laeviuscula*.

Faune caractéristique : espèces de la zone 3, ainsi que *E. trautscholdi*.

— Sous-zone à *Belemnopsis apiciconus*

Espèce-indice : *Belemnopsis apiciconus*.

Age : Bajocien, zone à *Humphriesianum* – zone à *Parkinsoni*.

Faune caractéristique : *Megateuthis aalensis* (VOLTZ, 1830) qui s'éteint, comme *M. elliptica*, au sein de la zone à *Parkinsoni*, *Rhabdobelus avena* (DUM. & FONT., 1875) et *Belemnopsis apiciconus* BLAINVILLE, 1827, ces deux dernières espèces seulement à partir de la zone à *Niortense*, *B. canaliculatus* (SCHLOT., 1820) et *Hibolites württembergicus* (OPP., 1856-58). A partir de la zone à *Parkinsoni*, *Belemnopsis beyrichi* (OPP., 1856), *B. fusiformis* (PARKINSON, 1811) et *B. verciacensis* LISSAJOUS, 1918, in de GROS-SOUVRE.

Zone à *Duvalia disputabilis*

Espèce-indice : *Duvalia disputabilis* (NEUM, 1871).

Age : Bathonien, zone à *Zigzag* – zone à *Discus*.

Faune caractéristique : *Duvalia disputabilis*, *Belemnopsis subhastatus* (ZIETEN, 1830).

— Sous-zone à *Duvalia disputabilis* et *Belemnopsis fusiformis*

Espèces-indice : *Duvalia disputabilis* et *Belemnopsis fusiformis* (PARKINSON, 1811).

Age : Bathonien, zone à *Zigzag* – zone à *Subcontractus*.

Faune caractéristique : *Duvalia disputabilis*, *Belemnopsis fusiformis*, *B. beyrichi*, *B. verciacensis* et *Hibolites württembergicus*, ces trois dernières espèces ne dépassant pas la zone à *Zigzag*.

Zone à *Rhopaloteuthis gillieroni*

Espèce-indice : *Rhopaloteuthis gillieroni* (MAYER, 1866).

Age : Callovien, zone à *Bullatus* – zone à *Lamberti*.

TABLEAU XV
Zonation du Jurassique moyen en domaine nord-ouest européen

ÉTAGES		ZONES D'AMMONITES	BÉLEMNITES	
			Zones	Sous-zones
CALLOVIEN	supérieur	ATHLETA-LAMBERTI	5 <i>Rhopaloteuthis gillieroni</i>	b Rhopaloteuthis gillieroni et <i>Hibolites semi hastatus</i>
	moyen	CORONATUM-ANCEPS		
	inférieur	BULLATUS (<i>Macrocephalus</i>)-GRACILIS		a <i>Dicoelites meyrati</i>
BATHONIEN	supérieur	MORRISI-DISCUS	4 <i>Duvalia disputabilis</i>	
	moyen	ZIGZAG		a <i>Duvalia disputabilis</i> et <i>Belemnopsis fusiformis</i>
	inférieur	SUBCONTRACTUS		
BAJOCIEN	supérieur	HUMPHRIESIANUM PARKINSONI	3 <i>Megateuthis elliptica</i>	b <i>Belemnopsis apiciconus</i>
	inférieur	PROPINQUANS		
		DISCITES-LAEVIUSCULA		a <i>Eocylindroteuthis trauscholdi</i>
AALÉNIEN	supérieur	BRADFORDENSIS CONCAVUM	2 <i>Homaloteuthis spinatus</i>	
	moyen	MURCHISONAE		a <i>Belemnopsis brevicanalis</i>
	inférieur	OPALINUM	1 <i>Brevibelus subaduncatus</i>	

Faune caractéristique : *Rhopaloteuthis gillieroni*, *R. sauvanausus* (d'ORB., 1842), *R. coquandus* (d'ORB., 1842), *Belemnopsis latessulcatus* (d'ORB., 1845), *Hibolites girardotii* (de LORIOL, 1902), *Aulacoteuthis granti* (d'ORB., 1845). Dans les zones à Athleta et Lamberti seulement : *Belemnopsis altdorfensis* (BLAINVILLE, 1827) et *Hibolites semi hastatus* (BLAINVILLE, 1827). Dans le domaine subboréal, *Cylindroteuthis puzosianus* (d'ORB., 1842) qui débute dans la zone à Athleta et *Aulacoteuthis absolutus* (FISCHER de WALDHEIM, 1837).

— Sous-zone à *Dicoelites meyrati*

Espèce-indice : *Dicoelites meyrati* (OOSTER, 1857).

Age : Callovien inférieur, zone à Bullatus – zone à Gracilis.

Faune caractéristique : espèces de la zone à *Rhopaloteuthis gillieroni*, ainsi que *D. meyrati*. Dans la zone à Bullatus seulement, se rencontrent les derniers représentants de *Belemnopsis subhastatus*.

— Sous-zone à *Rhopaloteuthis gillieroni* et *Hibolites semi hastatus*

Espèces-indice : *Rhopaloteuthis gillieroni* et *Hibolites semi hastatus* (BLAINVILLE, 1827).

Age : Callovien, zone à Athleta – zone à Lamberti.

Faune caractéristique : espèces de la zone, ainsi que *Belemnopsis altdorfensis* (BLAINVILLE, 1827) et *Hibolites se-*

mihastatus (BLAINVILLE, 1827). Dans le domaine subboréal, *Cylindroteuthis puzosianus* (d'ORB., 1842) dès le début de la sous-zone et *Aulacoteuthis absolutus* (FISCHER de WALDHEIM, 1837) seulement à partir de la zone à Lamberti.

3. — JURASSIQUE SUPÉRIEUR

3.1. DOMAINE TÉTHYSIEN (Tab. XVI)

Zone à *Duvalia didayanus* et *Duvalia duvalianus*

Espèces-indice : *Duvalia didayanus* (d'ORB., 1842) et *D. duvalianus* (d'ORB., 1842).

Age : tout l'Oxfordien, de la zone à Mariae à la zone à Planula.

Faune caractéristique : *Duvalia didayanus*, *D. duvalianus*, *Rhopaloteuthis coquandus* (d'ORB., 1842), *R. sauvanausus* (d'ORB., 1842), *R. aenigmaticus* (d'ORB., 1842), *Hibolites hastatus* (BLAINVILLE, 1827), *H. planohastatus* (REIMER, 1836).

— Sous-zone à *Rhopaloteuthis bzoviensis*

Espèce-indice : *Rhopaloteuthis bzoviensis* (ZEUSCHNER, 1869).

Age : Oxfordien inférieur, zone à Mariae – zone à Cordatum.

TABLEAU XVI
Zonation du Jurassique supérieur en domaine téthysien

ÉTAGES		ZONES D'AMMONITES	BÉLEMNITES	
			Zones	Sous-zones
BERRIASIEN	inférieur	EUXINUS	4 Début de la zone à <i>Duvalia lata</i>	
TITHONIEN		DURANGITES- HYBONOTUM/ LITHOGRAPHICUM	3 <i>Duvalia ensifer</i> et <i>Rhopaloteuthis strangulatus</i>	
KIMMÉRIDGIEN		PLATYNOTA-BECKERI	2 <i>Hibolites semisulcatus</i>	
OXFORDIEN	supérieur	BIMAMMATUM-PLANULA	1 <i>Duvalia didayanus</i> et <i>Duvalia duvalianus</i>	
	moyen	PLICATILIS-BIFURCATUS		b <i>Duvalia dumortieri</i> et <i>Rhopaloteuthis spissus</i>
	inférieur	MARIAE-CORDATUM		a <i>Rhopaloteuthis bzoviensis</i>

Faune caractéristique : espèces de la zone, ainsi que *Rhopaloteuthis bzoviensis*, *Hibolites semihastatus*, *H. girardoti* (de LORIOL, 1902-1904) et les premiers représentants de *Duvalia monsalvensis* (GILLIERON, 1873), au sommet de la sous-zone.

— Sous-zone à *Duvalia dumortieri* et *Rhopaloteuthis spissus*

Espèces-indice : *Duvalia dumortieri* (OPP., 1865) et *Rhopaloteuthis spissus* (GILLIERON, 1873).

Age : Oxfordien, zone à Plicatilis – zone à Bifurcatus.

Faune caractéristique : espèces de la zone, ainsi que *Duvalia dumortieri*, *D. monsalvensis* (cette dernière ne dépassant pas la zone à Transversarium), *Rhopaloteuthis spissus*, *R. argovianus* (MAYER, 1863), *R. mulleri* (GILLIERON, 1873) (cette dernière seulement dans la zone à Transversarium), ainsi que les derniers représentants d'*Hibolites semihastatus* et *H. girardoti*, ces deux espèces ne dépassant pas la zone à Plicatilis.

Zone à *Hibolites semisulcatus*

Espèce-indice : *Hibolites semisulcatus* (MUNSTER, 1830).

Age : tout le Kimméridgien, de la zone à Platinota à la zone à Beckeri.

Faune caractéristique : les bélemnites sont extrêmement rares durant le Kimméridgien et il n'y a pas d'autre espèce caractéristique en domaine téthysien hors l'espèce-indice, qui se subsiste d'ailleurs jusqu'au Tithonien supérieur. Ainsi la zone à *H. semisulcatus* ne correspond pas à une zone d'extension, mais à une zone d'abondance relative.

Zone à *Duvalia ensifer* et *Rhopaloteuthis strangulatus*

Espèces-indice : *Duvalia ensifer* (OPP., 1865) et *Rhopaloteuthis strangulatus* (OPP., 1865).

Age : Tithonien, zone à Hybonotum/Lithographicum – zone à Durangites.

Faune caractéristique : *Duvalia ensifer*, *D. conica* (BLAINVILLE, 1827) (espèce qui se rencontre jusqu'au Valanginien supérieur), *Duvalia tithonica* (à partir de la zone à Transitorius et jusqu'à la zone à Jacobi), *R. strangulatus* (OPP., 1865), *Rhopaloteuthis conophorus*, *Pseudobelus datensis* (FAVRE, 1880), *P. Zeuschneri* (OPP., 1865), *Hibolites semisulcatus* jusqu'à la zone à Transitorius seulement, et enfin *H. acicula* (MUNSTER, 1830) seulement dans la zone à Hybonotum/Lithographicum.

Zone à *Duvalia lata*, qui débute dans la zone à Euxinus et se poursuivra jusqu'à la zone à Campylotoxus incluse, à la fin du Valanginien inférieur.

3.2. — DOMAINE BORÉAL (Tab. XVII)

Zone à *Cylindroteuthis obeliscus*

Espèce-indice : *Cylindroteuthis obeliscus* (PHILLIPS, 1869).

Age : tout l'Oxfordien, de la zone à Mariae à la zone à Pseudocordata.

Faune caractéristique : *Cylindroteuthis obeliscus*, *C. puzosianus* (d'ORB., 1842) et *Pachyteuthis excentralis* (YOUNG & BIRD, 1822). Au début de la zone (zone à Mariae et zone à Cordatum) les derniers représentants d'*Aulacoteuthis absolutus* (FISCHER de WALDHEIM, 1837)

Zone à *Pachyteuthis explanatus*

Espèce-indice : *Pachyteuthis explanatus* (PHILLIPS, 1869).

Age : tout le Kimméridgien, de la zone à Baylei à la zone à Autissiodorensis.

TABLEAU XVII
Zonation du Jurassique supérieur en domaine boréal

ÉTAGES		ZONES D'AMMONITES	BÉLEMNITES	
			Zones	Sous-zones
RYAZANIEN	inférieur	RUNCTONI	4	Début de la zone à <i>Pachyteuthis explanatoides</i>
PORLANDIEN		LAMPLUGHI		
KIMMÉRIDGIEN	supérieur (s.angl.)	PREPLICOMPHALUS- PALLASIOIDES	3	^a <i>Pachyteuthis souichii</i>
	inférieur (s.angl.)	ELEGANS-PECTINATUS		
OXFORDIEN			2	<i>Pachyteuthis explanatus</i>
			1	<i>Cylindroteuthis obeliscus</i>

Faune caractéristique : *Pachyteuthis explanatus* et, jusqu'à la zone à *Cymodoce* incluse, *Cylindroteuthis puzosianus*.

Zone à *Pachyteuthis souichii*

Espèce-indice : *Pachyteuthis souichii* (d'ORB., 1842).

Age : Kimméridgien supérieur s.angl. – Portlandien s.a., de la zone à *Elegans* à la zone à *Prelicomphalus*.

Faune caractéristique : *Pachyteuthis souichii* et *Hibolites semisulcatus*.

— Sous-zone à *Pachyteuthis lateralis*

Espèce-indice : *Pachyteuthis lateralis* (PHILLIPS, 1875).

Age : Kimméridgien supérieur s.angl., zone à Pallasioïdes – Portlandien s.a., zone à *Prelicomphalus*.

Faune caractéristique : *Pachyteuthis souichii* et *P. lateralis*.

Zone à *Pachyteuthis explanatoides*, qui débute dans la zone à *Lamplughi* et se poursuivra jusqu'à la zone à *Stenomphalus*, dans le Ryazanien supérieur.

BÉLEMNITES

Planches 27 et 28

PLANCHE 27

JURASSIQUE INFÉRIEUR ET MOYEN

- Fig. 1. — *Schwegleria teifeli* (SCHWEGLER). In SCHWEGLER, 1962a, fig. 5, p. 7 (53). Schwarzer Jura Alpha 1 (Psilonotentone), Steinernenberg bei Nürtingen.
2. — *Nannobelus acutus* (MILLER). Sinémurien, Azy-le-Vif (Nièvre). F.S. Lyon, n° 70 247, coll. Combémorel. Vue latérale.
3. — *Nannobelus oppeli* (MAYER). Sinémurien supérieur, zone à Oxynotum, Berzé-la-Ville (Saône-et-Loire). F.S. Lyon, n° 70 248, coll. Combémorel. Vue latérale.
4. — *Hastites clavatus* (STAHL, 1824). Carixien, Belvezet (Lozère). F.S. Lyon, n° 70 249, coll. Combémorel. Vue latérale.
5. — *Coeloteuthis dens* (SIMPSON). Pliensbachien, zone à Oxynotum, Angleterre. F.S. Lyon, 27 481, coll. Lissajous. Vue latérale.
6. — *Coeloteuthis excavatus* (PHILLIPS). Pliensbachien, zone à Armatum, Sologny (Les Tourniers, Saône-et-Loire). F.S. Lyon, n° 27 564, coll. Lissajous. Vue latérale.
7. — *Passaloteuthis apicicurvatus* (BLAINVILLE). Domérien, Berzé-la-Ville (Saône-et-Loire). F.S. Lyon, n° 70 250. Vue dorsale.
8. — *Passaloteuthis zieleni* (MAYER-EYMAR). Carixien, zone à Davœi, Sologny (Les Tourniers, Saône-et-Loire). F.S. Lyon, n° 27 563, coll. Lissajous. Vue dorsale.
9. — *Passaloteuthis bisulcatus* (BLAINVILLE). Toarcien inférieur, zone à Tenuicostatum, Tramayes (Saône-et-Loire). F.S. Lyon, n° 70 251, coll. Lissajous. Vue ventrale.
10. — *Acrocoelites ilminstrensis* (PHILLIPS). In LISSAJOUS, 1906, pl. 5, fig. 3. Toarcien, zone à Bifrons, Sologny (Saône-et-Loire). vue ventrale.
11. — *Acrocoelites trisulculosus* (SIMPSON). Toarcien, Heiningen (Wurtemberg). F.S. Lyon, n° 70 252, coll. Lioure-Faucher. Vue ventrale.
12. — *Acrocoelites striolatus* (PHILLIPS). In PHILLIPS, 1867, pl. x, fig. 25 I. « Upper Lias », Whitby (Grande-Bretagne). Vue latérale.
13. — *Acrocoelites wrighti* (OPP.). In DOYLE, 1990, pl. 17, fig. 5a. Toarcien, Ravenscar (North Yorkshire). Vue ventrale.
14. — *Acrocoelites curtus* (d'ORB.). Toarcien supérieur, Collonges-au-Mont-d'Or (Rhône). F.S. Lyon, n° EM 75 017, coll. Fontaines. Vue latérale gauche.
15. — *Brevibelus breviformis* (VOLTZ). Toarcien supérieur, Ars-sur-Moselle (Moselle). F.S. Lyon, n° 70 253, coll. Deshayes. Vue dorsale.
16. — *Acrocoelites bobeti* LISSAJOUS. Holotype. Toarcien supérieur, Brenoux (Venède, Lozère). F.S. Lyon, n° 27 525a. Vue ventrale.
17. — *Brevibelus subaduncatus* (VOLTZ). Toarcien supérieur, Metzingen (Wurtemberg). F.S. Lyon, n° 70 254, coll. Lioure-Faucher. Vue ventrale.
18. — *Homaloteuthis spinatus* (QUENST.). Aalénien, Hidesheim (Hanovre). F.S. Lyon, n° 70 255, coll. Lissajous. Vue latérale.
19. — *Belemnopsis brevicanalis* (DESLONG.). In DESLONGCHAMPS, 1878, pl. VI, fig. 16a. Aalénien moyen, Moutiers-en-Cinglais (Calvados).
20. — *Megateuthis elliptica* (MILLER). In DESLONGCHAMPS, 1878, pl. III, fig. 1a. Aalénien moyen, Bayeux (Calvados); x 0,8.
21. — *Eocyliindroteuthis trautscholdi* (OPP.). Bajocien inférieur, Bleilfeld. F.S. Lyon, n° 70 256, coll. Lissajous. Vue ventrale.
22. — *Belemnopsis apiciconus* (BLAINVILLE). Bajocien supérieur, La-Roche-Vineuse (Saône-et-Loire). F.S. Lyon, n° 27 476, coll. Lissajous. Vue ventrale.

Toutes les figures sont en grandeur naturelle, sauf la figure 20 (x 0,8).

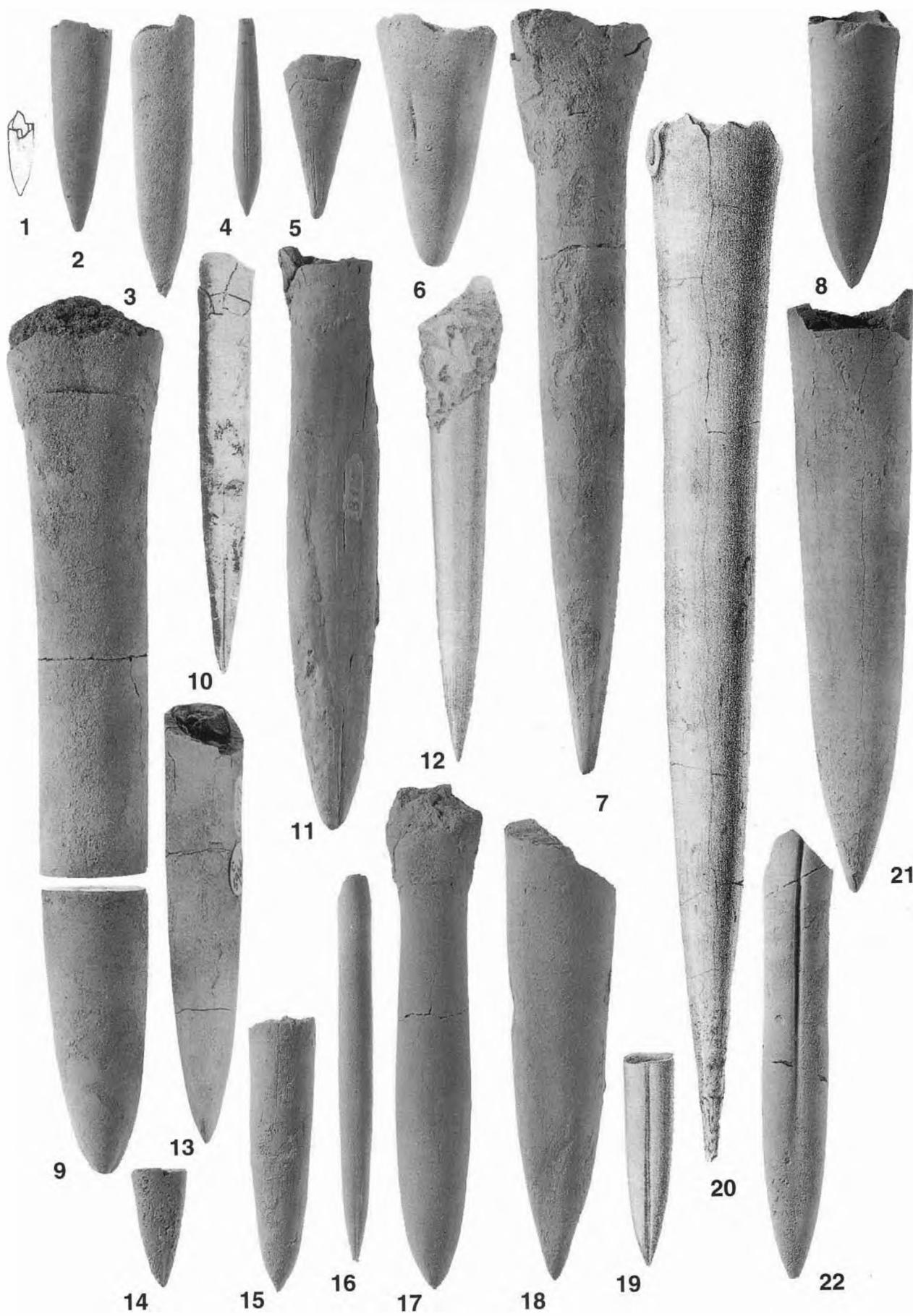
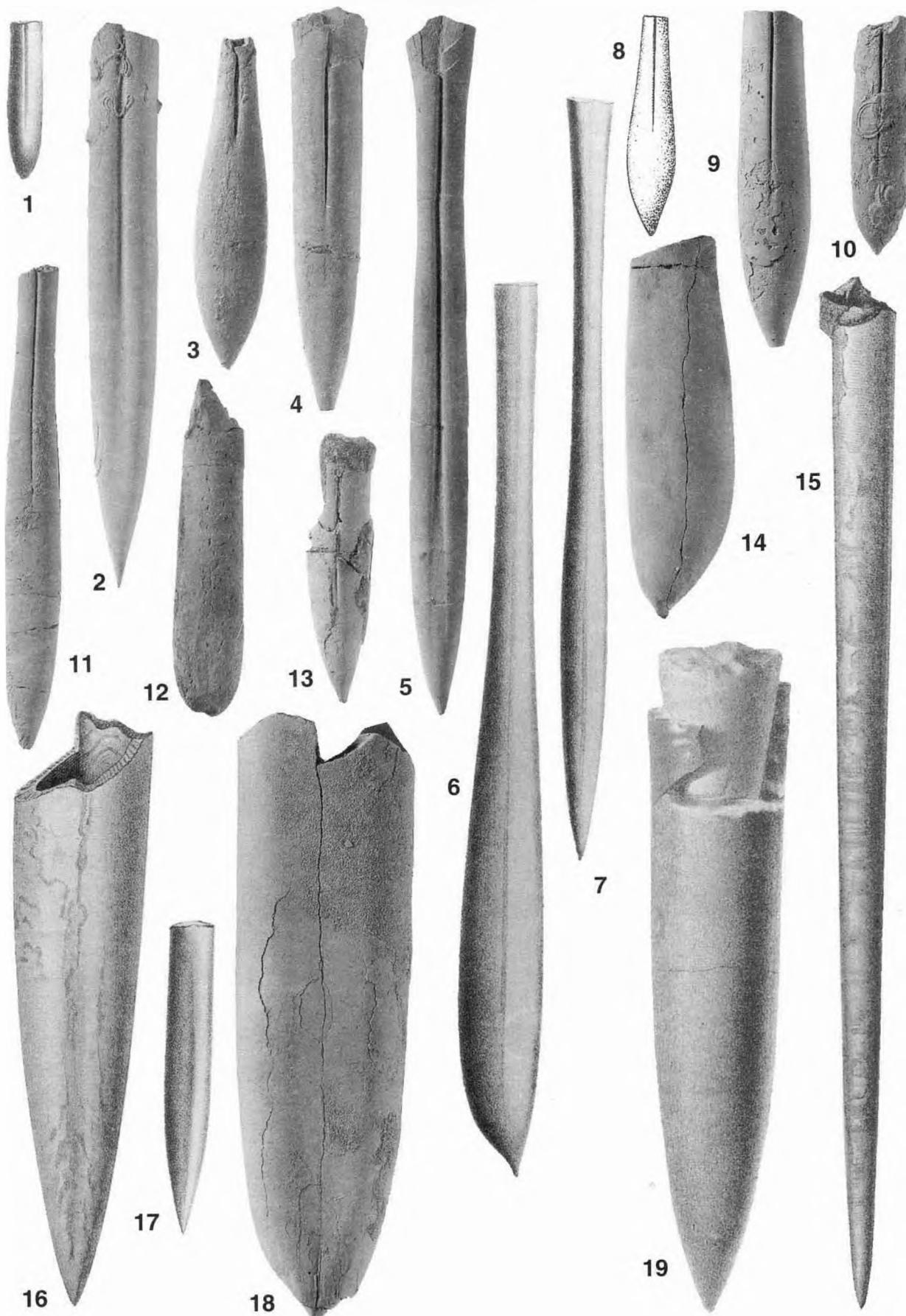


PLANCHE 28

JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR

- Fig. 1. — *Duvalia disputabilis* (NEUMAYR). In NEUMAYR, 1871, pl. IX, fig. 2. Bathonien, Balin (Pologne).
2. — *Belemnopsis fusiformis* (PARKINSON). Bathonien inférieur, Port-en-Bessin (Calvados) F.S. Lyon, n° 70 257, coll. Lissajous. Vue ventrale.
3. — *Rhopaloteuthis gillieroni* (MAYER). Callovien inférieur, Rompon (Ardèche). F.S. Lyon, n° 70 258, coll. Lissajous. Vue dorsale.
4. — *Dicoelites meyrati* (OOSTER). Callovien inférieur, Rompon (Ardèche). F.S. Lyon, n° 70 259, coll. Lissajous. Vue dorsale.
5. — *Hibolites semihastatus* (BLAINVILLE). Oxfordien inférieur. Cluny (Touzaine) Saône-et-Loire). FSL 70 260, coll. Lissajous. Vue ventrale.
6. — *Duvalia didayanus* (d'ORB.). In d'ORBIGNY, 1842, pl. 20, fig. 2. Vue latérale gauche.
7. — *Duvalia duvalianus* (d'ORB.). In d'ORBIGNY, 1842, pl. 20, fig. 6. Vue latérale.
8. — *Rhopaloteuthis bzoviensis* (ZEUSCHNER). In MALECKI, 1984, pl. I, fig. 3a. Vue dorsale.
9. — *Duvalia dumortieri* (OPP.). Oxfordien, Guilherand (Montagne de Crussol) (Ardèche). F.S. Lyon, n° EM 75 018, coll. Dumortier. Vue dorsale.
10. — *Rhopaloteuthis spissus* (GILLIERON). Oxfordien, Flacé-lès-Mâcon (Saône-et-Loire). F.S. Lyon, n° 27 477, coll. Lissajous. Vue dorsale.
11. — *Hibolites semisulcatus* (MUNSTER). Kimméridgien, Valfin-lès-Saint-Claude (Jura). F.S. Lyon, n° 70 261, coll. Combémorel. Vue ventrale.
12. — *Duvalia ensifer* (OPP.). Tithonien inférieur, Serra-San-Quirico (Province d'Ancône, Italie). NS 20 11, coll. Mariotti, Université de Rome. Vue latérale gauche.
13. — *Rhopaloteuthis strangulatus* (OPP.). Tithonien, Stramberg (Tchécoslovaquie). Moulage de l'holotype, F.S. Lyon, n° 230 436. Vue dorsale.
14. — *Duvalia lata* (BLAINVILLE). F.S. Lyon, n° 230 007. Valanginien inférieur. Chomérac (Ardèche). F.S. Lyon, n° 230 007, coll. Combémorel. Vue dorsale.
15. — *Cylindroteuthis obeliscus* (PHILLIPS). In PHILLIPS, 1869, pl. XXXIII, fig. 83. Oxfordien, Eathie ou Shandwick (Grande-Bretagne).
16. — *Pachyteuthis explanatus* (PHILLIPS). In PHILLIPS, 1869, pl. XXXVI, fig. 96. Kimméridgien, Waterstock (Grande-Bretagne).
17. — *Pachyteuthis souichii* (d'ORB.). In d'ORBIGNY, 1842, pl. 22, fig. 4. Portlandien, Wimille (Pas de Calais). Vue ventrale.
18. — *Pachyteuthis lateralis* (PHILLIPS). Portlandien, Petscherien (Russie). F.S. Lyon, n° 70 262, coll. Lissajous. Vue ventrale.
19. — *Pachyteuthis explanatoides* (PAVLOW). In PAVLOW, 1892, pl. 6, fig. 1. Portlandien supérieur, Speeton (Angleterre).

Toutes les figures sont en grandeur naturelle.



BRACHIOPODES

(Tab. XVIIIa-b, XIXa-b et XX)

Yves ALMÉRAS, Annick BOULLIER et Bernard LAURIN

TABLE DES MATIÈRES

1.- JURASSIQUE INFÉRIEUR	169
1.1. Domaine nord-ouest européen français	169
1.2. Domaine nord-téthysien français	170
1.2.1. Hettangien	170
1.2.2. Sinémurien	170
1.2.3. Pliensbachien	171
1.2.4. Toarcien.....	173
2.- JURASSIQUE MOYEN	176
2.1. Domaine nord-ouest européen français	176
2.1.1. Aalénien	176
2.1.2. Limite Aalénien-Bajocien	176
2.1.3. Bajocien	176
2.1.4. Limite Bajocien-Bathonien	177
2.1.5. Bathonien.....	177
2.1.6. Callovien	179
2.2. Domaine nord-téthysien français	181
2.2.1. Aalénien	181
2.2.2. Limite Aalénien-Bajocien	181
2.2.3. Bajocien	181
2.2.4. Limite Bajocien-Bathonien	182
2.2.5. Bathonien.....	182
2.2.6. Limite Bathonien-Callovien	183
2.2.7. Callovien	183
2.3. Corrélations entre les deux zonations du Jurassique moyen.....	184
3.- JURASSIQUE SUPÉRIEUR.....	184
3.1. Domaine nord-ouest européen français	184
3.1.1. Oxfordien	184
3.1.2. Kimméridgien.....	187
3.1.3. Tithonien	188
3.2. Domaine nord-téthysien français	189
3.2.1. Oxfordien	189
3.2.2. Kimméridgien.....	189
3.2.3. Tithonien	189
4.- CONCLUSIONS.....	189
Illustrations : Fig. 6, Planches 29, 30, 31	190

Les deux successions de zones de brachiopodes proposées, l'une pour le domaine nord-téthysien, l'autre pour le domaine situé au sein des plates-formes de l'Europe moyenne (= domaine nord-ouest européen) (Fig. 6) sont celles d'ALMÉRAS *et al.*, (1991), mais dont les extensions verticales ont été revues en fonction des nouvelles zonations d'ammonites présentées lors du 3^e Symposium international de Stratigraphie du Jurassique (Poitiers, sept.

1991). L'objet du présent travail est une présentation comparée des deux zonations de brachiopodes avec une discussion portant sur le calage avec les zones d'ammonites, ainsi que sur l'unicité de la zonation (à certaines périodes) ou bien sur les différences existant entre les deux domaines concernés en fonction des conditions environnementales, elles-mêmes déterminées par l'évolution paléogéographique. Les deux zonations de brachiopodes sont parallélisées avec la chronostratigraphie fondée sur les ammonites dans les provinces euro-boréale et méditerranéenne (Tab. XVIII, XIX, XX).

La compilation bibliographique est exclue de ce travail. Les répartitions stratigraphique et géographique résultent de la détermination par les auteurs de brachiopodes bien repérés sur les nombreuses coupes levées par eux-mêmes et leurs nombreux collaborateurs dans les diverses régions de France.

Les principaux problèmes méthodologiques rencontrés lors de l'établissement de ces zonations sont résumés *in ALMÉRAS et al.* (1991, p. 4-6). Ils ont fait l'objet d'une présentation au 3^e Symposium International de Stratigraphie du Jurassique de Poitiers, ALMÉRAS *et al.*, 1994).

Les principales espèces-indices sont figurées Pl. 29, 30, 31. Compte tenu du nombre réduit de planches mises à notre disposition, il n'a pas été possible de figurer toutes les espèces-indice. On trouvera les références des espèces non figurées dans l'ouvrage cité (ALMÉRAS *et al.*, 1991).

1. — JURASSIQUE INFÉRIEUR (Y. ALMÉRAS)

1.1. DOMAINE NORD-OUEST EUROPÉEN FRANÇAIS (Tab. XVIII)

Le Lias nord-ouest européen français n'a pas fait l'objet d'études aussi détaillées que le Lias nord téthysien français, les Spiriferinidés, les Rhynchonellidés et les Térébratulidés restant à réviser. La succession des Zeilleriidés est décrite dans la thèse de DELANCE (1974).

L'Hettangien correspond à la zone à *Zeilleria (Zeilleria) perforata*, plus fréquemment représentée que dans le domaine nord-téthysien. L'espèce-indice se rencontre dans les faciès calcaires de faibles épaisseurs depuis le bloc bourguignon jusqu'en Lorraine et plus à l'est, jusqu'au Jura. Elle s'y poursuit même dans le Sinémurien inférieur, peut-être en raison de la continuité du régime marin. Le début du Sinémurien (zone à *Bucklandi*) est marqué par l'apparition de *Zeilleria (Zeilleria) vicinalis* (SCHL.) et de *Spiriferina walcotti* (Sow.); ces deux espèces-indice sont associées à *Calcirhynchia calcaria* BUCK. (DELANCE, 1979;

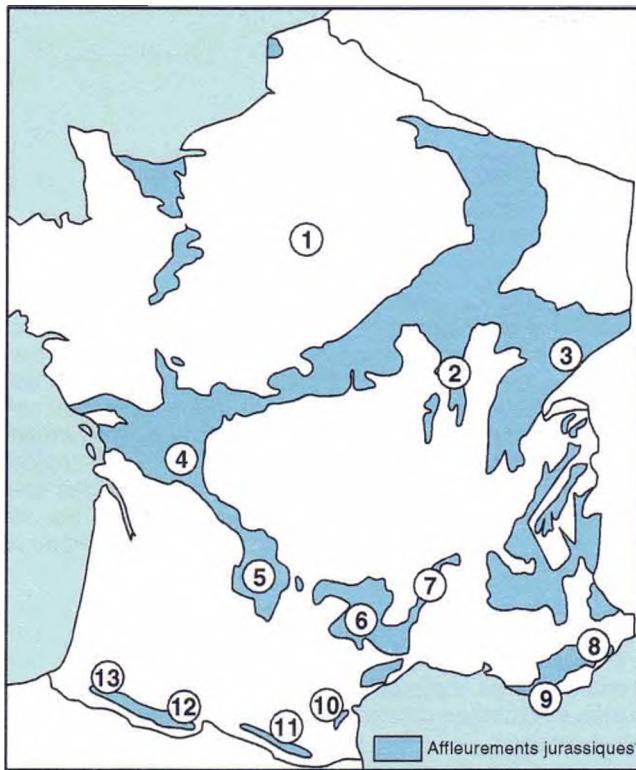


FIGURE 6

Les grandes subdivisions régionales du Jurassique français
Domaine nord-ouest européen (ou domaine des plates-formes de l'Europe moyenne) : auréole du Bassin parisien (1) et ses extensions orientales (Bourgogne (2). Jura (3) et occidentale (plate-forme nord-aquitaine (4)).

Domaine nord-téthysien : Quercy (5), Causses (6), Bordure vivaro-cévenole (7), Alpes-maritimes (8), Provence méridionale (9), Corbières (10), Ariège (11), Comminges (12) et Pays basque (13).

ALMÉRAS *et al.*, 1984), qui disparaît en Lorraine dès le sommet de la zone à *Semicostatum* (sous-zone à *Sauzeanum*) (ALMÉRAS & HANZO, 1991). L'évolution des *Zeilleriidés* se poursuit ensuite en liaison avec l'extension de la transgression liasique sur la bordure occidentale du Bassin parisien. Dans les faciès argileux subsidents, le sous-genre *Cincta* Buck. fournit les espèces-indice du Lotharingien – *Z. (C.) cor* (LAMK.) – et du Carixien – *Z. (C.) numismalis* (LAMK.). Le Lotharingien se caractérise en outre par l'apparition de *Lobothyris sinemuriensis* (OPP.) ainsi que des Rhynchonellidés rapportés aux genres *Furcirhynchia*, *Cuneirhynchia*, *Cirpa* et *Piarorhynchia*. *Piarorhynchia juvenis* (QUENST.), autre espèce-indice associée à *Z. (C.) cor*, existe déjà (quelques exemplaires) dans la zone à *Semicostatum* (sous-zone à *Scipionianum*) de Lorraine. En Lorraine, les Marnes à *Z. (C.) numismalis* sont parallélisées avec les zones à *Jamesoni* et à *Ibex* (ALLOUC in MÉGNIEN, 1980).

La zonation des brachiopodes domériens et toarciens sera traitée par comparaison avec celle du Lias nord-téthysien.

1.2. DOMAINE NORD-TÉTHYSIEN FRANÇAIS (Tab. XVIIIa-b)

1.2.1. Hettangien (Tab. XVIIIa)

Zone à *Zeilleria (Zeilleria) perforata*

Espèce-indice : *Zeilleria (Zeilleria) perforata* (PIETTE).

Age : Hettangien.

Faune caractéristique : *Calcirhynchia calcaria* BUCK., *Lobothyris ovatissimaformis* (BOECKH.), *Z. (Z.) perforata* (PIETTE).

Commentaire : la zone n'a été mise en évidence que sur la bordure vivaro-cévenole : Hettangien de la moyenne vallée de la Céze, région de Saint-Ambroix (de BRUN & VEDEL, 1919-1926) et Hettangien, zone à *Planorbis* du sous-bassin d'Aubenas (ALMÉRAS & ELMI, 1987). Les brachiopodes sont absents en Provence, dans la région pyrénéo-languedocienne et sur la bordure orientale de l'Aquitaine (milieux défavorables de plate-forme interne).

1.2.2. Sinémurien (Tab. XVIIIa)

— Sinémurien inférieur

Zone à *Cuneirhynchia oxynoti* et *Zeilleria (Zeilleria) vicinalis*

Espèces-indice : *Cuneirhynchia oxynoti* (QUENST.), *Zeilleria (Zeilleria) vicinalis* (SCHL.).

Age : Sinémurien inférieur.

Faune caractéristique : *C. oxynoti* (QUENST.), *Calcirhynchia calcaria* BUCK., *Z. (Z.) vicinalis* (SCHL.), *Z. (Z.) cf. rehmanni* (de BUCH in ROEMER).

Commentaire : le régime de plate-forme interne se poursuivant, la zonation du Sinémurien est plus délicate à établir que dans le domaine nord-ouest européen. Toutefois, la tendance transgressive précoce dans les Corbières a permis l'installation des brachiopodes dès le Sinémurien inférieur – *Z. (Z.) vicinalis* à la base des Calcaires oolithiques à *Dasycladacées*; FAURÉ 1981 – tandis que sur la bordure ardéchoise, dans le sous-bassin de Privas, *C. oxynoti*, *C. calcaria* et *Z. (Z.) cf. rehmanni*, collectés au sommet des Calcaires à silex inférieurs, caractérisent la zone à *Semicostatum* (ALMÉRAS & ELMI, 1987).

— Lotharingien

Zone à *Spiriferina betacalcis*, *Piarorhynchia juvenis* et *Zeilleria (Cincta) cor*

Espèces-indice : *Spiriferina betacalcis* (QUENST.), *Piarorhynchia juvenis* (QUENST.), *Zeilleria (Cincta) cor* (LAMK.).

Age : Sinémurien supérieur (Lotharingien).

Faune caractéristique : *S. betacalcis* (QUENST.), *Liospiriferina obtusa* (OPP.), *P. juvenis* (QUENST.), *P. albertii* (OPP.), *Prionorhynchia (?) polyptycha* (OPP.), *Furcirhynchia furcillata* (THEOD.), *Calcirhynchia plicatissima* (QUENST.), *Lobothyris sinemuriensis* (OPP.), *Cuersithyris gijonensis* (DUBAR), *Z. (C.) cor* (LAMK.), *Z. (Z.) quiaosensis* (CHOFF.).

Commentaire : le milieu marin s'affirme à partir du Lotharingien dans les Causses, en Provence – *Z. (C.) cor* et *C. gijonensis*; ALMÉRAS & MOULAN, 1982 –, dans les Cor-

bières - *Sc. betacalcis* abondants et *Z. (Z.) quiaosensis* au Lotharingien inférieur et moyen; *L. gr. sinemuriensis* et *Tetrahyynchia dunrobinensis* (ROLL.) au Lotharingien supérieur; DELANCE et al., 1982 - ainsi que sur la bordure ardéchoise (autres espèces de la faune caractéristique; ALMÉRAS & ELMÉ, 1987). Par rapport au Lias moyen-supérieur et au Dogger, la résolution de l'échelle est moins fine pour le Lias inférieur, car la différenciation de biotopes favorables aux brachiopodes est plus ou moins précoce suivant l'âge de la transgression liasique. L'installation et la différenciation des brachiopodes au cours du Lias inférieur dépendent donc des conditions environnementales liées à la physiographie des bassins et à l'évolution paléogéographique. Les brachiopodes utilisent les moindres périodes d'approfondissement des biotopes ou d'abaissement des obstacles pour tenter de coloniser les plates-formes. Il s'agit là d'un phénomène assez général à l'échelle téthysienne (ALMÉRAS & FAURÉ, 1990).

1.2.3. Pliensbachien

— Carixien (Tab. XVIIIa)

Zone à *Gibbirhynchia curviceps*

Espèce-indice : *Gibbirhynchia curviceps* (QUENST.).

Age : Carixien, zone à Jamesoni - zone à Davoei, sous-zone à Capricornus.

— Sous-zone à *Cuersithyris davidsoni* et *C. radstockiensis*

Espèces-indice : *Cuersithyris davidsoni* (HAIME), *C. radstockiensis* (DAV.).

Age : Zone à Jamesoni - zone à Ibex, sous-zone à Valdani.

Faune caractéristique : *Callospiriferina tumida* (v. BUCH), *C. verrucosa* (v. BUCH), *Liospiriferina rostrata* (SCHL.), *G. curviceps* (QUENST.), *Piarorhynchia rostellata* (QUENST.), *Rimirhynchia rimosa* (v. BUCH) rare (sous-zones à Jamesoni et à Valdani des Corbières et du Pays basque), *C. davidsoni* (HAIME), *C. radstockiensis* (DAV.), *C. cuersensis* ALMÉRAS & MOULAN, *Lobothyris punctata* (Sow.), *L. subpunctata* (DAV.), *Zeilleria (Cincta) numismalis* (LAMK.), *Z. (Z.) roemerii* (SCHLOENB.), *Z. (Z.) kerastis* DELANCE, *Z. (Z.) darwini* (DESL.), *Z. (Z.) waterhousii* (DAV.).

Commentaire : le milieu marin (faciès calcaires et marne-calcaires) se généralise dès le Carixien basal avec le développement des Spiriferines, des Lobothyrids, de *G. curviceps* ainsi qu'avec l'apogée des *Cuersithyris*, élément faunique typiquement nord-téthysien (= « faune de faciès espagnol » de Dubar), dont les représentants sont localisés à la zone à Jamesoni (surtout dans la sous-zone à *Brevispina*). Ils ne montent dans la zone à Ibex (sous-zone à Valdani) que dans les Pyrénées (Ariège et Pays basque). C'est aussi dans les faciès bioclastiques et oolithiques de la zone à Ibex que *L. subpunctata* est très abondante en Ariège et dans les Hautes-Corbières (= « faune à *Terebratula subpunctata* » de DUBAR, 1925). *Plesiothyris verneuilli* (DESL.) est signalé et figuré par DUBAR (1925, pl. 4, fig. 20-25) dans ces mêmes niveaux du Pech Saint-Sauveur (Foix).

— Sous-zone à *Gibbirhynchia curviceps*

Espèce-indice : *Gibbirhynchia curviceps* (QUENST.).

Age : Zone à Ibex, sous-zone à *Luridum* - zone à Davoei, sous-zone à *Capricornus*.

Faune caractéristique : *Callospiriferina tumida* (v. BUCH) rare (sous-zone à *Luridum* des Corbières et du domaine pyrénéen), *Liospiriferina alpina* (OPP.) rare et limité à la base de la sous-zone à *Luridum* dans les Corbières, *Spiriferina munsteri* (DAV.) rare (sous-zone à *Luridum* du Pays basque), *G. curviceps* (QUENST.), *Lobothyris punctata* (Sow.) et *L. subpunctata* (DAV.) beaucoup moins abondantes que dans la sous-zone précédente; *Zeilleria (Cincta) numismalis* (LAMK.), *Zeilleria (Zeilleria) roemerii* (SCHLOENB.).

Commentaire : après l'extinction des *Cuersithyris*, la faune de brachiopodes (en particulier les *Lobothyrids*) se raréfie. On observe un déclin sauf dans la sous-zone à *Luridum* des Pyrénées. Toutefois, *G. curviceps* persiste dans la zone à Davoei (sous-zone à *Capricornus*) dans le Comminges, en Ariège, dans le Pays basque, le Quercy et le Gard. *Z. (C.) numismalis*, espèce-indice du Carixien dans le domaine nord-ouest européen français, n'est connue que dans le Gard, le Quercy (zones à Jamesoni et à Davoei) ainsi qu'à divers niveaux de la zone à Jamesoni des Corbières.

— Domérien (Tab. XVIIIb)

Au Domérien, dès la sous-zone à *Stokesi*, les Marnes à *Amalthea* traduisent dans les deux domaines l'accentuation du caractère transgressif et l'approfondissement maximal des bassins (exemples de la région pyrénéo-languedocienne et de la Provence). La zone centrale du Bassin parisien ainsi que le bloc bourguignon connaissent une période de subsidence notable avec le dépôt d'une série argileuse très uniforme. Dans la zone à *Margaritatus*, ces conditions homogènes de faciès permettent de reconnaître les deux zones suivantes valables pour l'ensemble de la France :

Zone à *Rudirhynchia rudis*

Espèce-indice : *Rudirhynchia rudis* Buck.

Age : Carixien sommital, zone à Davoei, sous-zone à *Figulinum* - Domérien, zone à *Margaritatus*, sous-zone à *Subnodosus pars*.

Faune caractéristique : l'absence ou l'extrême rareté des *Lobothyrids* et l'existence d'une faune diversifiée de Rhynchonellidés peu abondants (*Rimirhynchia*, *Rudirhynchia*, *Scalpellirhynchia*, *Furciryhynchia*) caractérisent cette zone.

Zone à *Gibbirhynchia amaltei* et *Zeilleria (Zeilleria) sarthacensis*

Espèces-indice : *Gibbirhynchia amaltei* (QUENST.), *Zeilleria (Zeilleria) sarthacensis* (DESL.).

Age : Zone à *Margaritatus*, sous-zone à *Subnodosus pars* supérieure et sous-zone à *Gibbosus*.

Faune caractéristique : *G. amaltei* (QUENST.), *G. thorncombiensis* Buck., *Lobothyris punctata* (Sow.) et *L. subpunctata* (DAV.) ubiquistes et abondants, *Z. (Z.) sarthacensis* (DESL.), *Z. (Z.) indentata* (Sow.). Ces deux der-

TABLEAU XVIIIa
Zonations de l'Hettangien, du Sinémurien et du Pliensbachien (Carixien)

HETTANGIEN	SINÉMURIEN inf.	Lotharingien	AMMONITES		BRACHIOPODES					
			Domaine euro-boréal		Domaine méditerranéen		Domaine nord-téthysien français			
			ZONES	Sous-zones	ZONES	ZONES	Sous-zones	Zones		
PILENSBACHIEN	Carixien	IBEX	DAVOEI	Figulinum	DILECTUM	Rudirhynchia rудis	Gibbirhynchia curviceps	Rudirhynchia rудis		
				Capricornus						
				Maculatum						
			JAMESONI	Luridum						
				Valdani						
		OXYNOTUM	RARICOSTATUM	Masseanum	DEMONENSE			Zeilleria (Cincta) numismalis		
				Jamesoni						
				Brevispina						
				Polymorphus	AENIGMATICUM					
				Taylori						
SINÉMURIEN	Sinémurien inf.	OBTUSUM	TURNERI	Aplanatum		Spiriferina betacalcis	Piarorhynchia juvenis et Zeilleria (Cincta) cor	Piarorhynchia juvenis et Zeilleria (Cincta) cor		
				Macdonelli						
				Raricostatum						
				Densinodulum						
			SEMICOSTATUM	Oxynotum		Piarorhynchia juvenis et Zeilleria (Cincta) cor				
				Simpsoni						
		BUCKLANDI	ANGULATA	Denotatus		Cuneirhynchia oxynoti et Zeilleria (Z.) vicinalis	Zeilleria (Z.) vicinalis et Spiriferina walcotti	Calcirhynchia calcaria		
				Stellare						
				Obtusum						
		LIASICUS		Turneri						
		EXTRANODOSA	Sauzeanum							
			Scipionianum							
		PLANORBIS	Charlesi							
			Bucklandi							
			Rotiforme							
			Conybeari							

nières espèces et les *Lobothyris* sont particulièrement représentés en Provence méridionale où ils sont associés à des *Tetrahynchia* et à *Aulacothyris resupinata* (Sow.).

Zone à Quadratirhynchia quadrata et Zeilleria (Zeilleria) quadrifida

Espèces-indice : *Quadratirhynchia quadrata* BUCK., *Zeilleria (Zeilleria) quadrifida* (LAMK.).

Age : zone à Spinatum.

Faune caractéristique : outre des Spiriférines variées, cette zone est définie par l'association de *Q. quadrata* BUCK., *Prionorhynchia quinqueplicata* (ZIET.), *Homoeorhynchia acuta* (Sow.), *Tetrahynchia tetrahedra* (Sow.), *Gibbirhynchia amaltei liasina* (REYNES) (Causses et Pays basque), de *Quadratirhynchia attenuata* (DUBAR), *Cirpa boscensis* (REYNES), de *Lobothyris punctata* (Sow.) et *L. subpunctata* (DAV.) ubiquistes et abondants. *Z. (Z.) quadrifida quadrifida* (LAMK.) est ubiquiste et abondante à certains niveaux (sous-zone à Apyreneum en Pays basque et sous-zone à Hawskerense des Corbières). Parmi les Zeilleriidés, il faut ajouter *Z. (Z.) quadrifida cornuta* (Sow.), *Z. (Z.) subnumismalis* (DAV.), *Z. (Z.) mariae meridiana* DELANCE, *Aulacothyris resupinata* (Sow.) et (dans les Corbières seulement) de rares *Plesiothyris verneuilli* (DESL.). Sur la bordure vivaro-cévenole, *Q. quadrata*, *P. quinqueplicata* et *Z. (Z.) subnumismalis* constituent des peuplements importants dans la sous-zone à Apyreneum où ils sont associés à diverses Spiriférines, à *Cirpa briseis* (GEMM.), *Gibbirhynchia northamptonensis* (WALKER-DAV.) et à de très rares *Cuneirhynchia dalmani* (DUM.) (région-type) (ALMÉRAS & ELMÉ 1987).

Commentaire : comme la zone à Margaritatus, la zone à Spinatum montre des conditions environnementales et paléogéographiques relativement homogènes, avec le développement de faciès bioclastiques révélateurs d'une tendance régressive (Calcaires bioclastiques et gréseux de Normandie, Calcaires à Gryphées géantes du bloc bourguignon, Calcaires bioclastiques roux à Pectinidés du secteur pyrénéo-languedocien et de la bordure orientale de l'Aquitaine). Les modifications bathymétriques importantes à la limite des zones à Margaritatus et à Spinatum ont induit un changement important dans la composition faunique (*Lobothyris* exceptés).

1.2.4. Toarcien (Tab. XVIIlb)

Zone à Liospiriferina falloti et Aulacothyris iberica

Espèces-indice : *Liospiriferina falloti* (CORROY), *Aulacothyris iberica* DUBAR.

Age : Toarcien, zone à Tenuicostatum.

Faune caractéristique : *L. falloti* (CORROY), *L. nicklesi* (CORROY), *Quadratirhynchia attenuata* (DUBAR), *Gibbirhynchia* sp., *A. iberica*. Apparition de *Lobothyris arcta* (DUBAR), de *Telothyris jauberti* (DESL.) et de *Tel. pyrenaica* (DUBAR). Présence de *Gibbirhynchia tiltonensis* AGER en Pays basque.

Commentaire : un autre changement faunique survient au début du Toarcien. A sa base, cet étage est fréquemment séparé du Domérien plus ou moins érodé par une lacune plus ou moins développée, ce qui se traduit par une distribution très irrégulière des sédiments de la zone

à Tenuicostatum. Une telle lacune peut être observée dans la région pyrénéo-languedocienne, sauf dans les Corbières (col de Boussac et Fontjoncouse) où P. Fauré a récemment découvert la faune du Toarcien basal (sous-zone à *Paltus*) avec *L. falloti*, témoin partiel de la faune caractéristique ibéro-pyrénéenne. *A. iberica* existe aussi dans la zone à Tenuicostatum de Provence.

Subdivision : localement, la partie supérieure de la zone à *L. falloti* et *A. iberica* peut comporter une **sous-zone à *Nannirhynchia pygmoea* et *Koninckella bouchardi***, parallélisée avec la sous-zone à Semicelatum. Sa faune caractéristique comprend les espèces-indice *Nannirhynchia pygmoea* (DAV.), *Koninckella bouchardi* (DAV.) ainsi que *K. liasina* (BOUCHARD), *Pseudokingena deslongchampsii* (DAV.) et *Orthotoma globulina* (DAV.). Cette sous-zone n'est individualisée qu'en Normandie (c'est l'ancienne « faune à *Leptaena* » de DESLONGCHAMPS ; voir RIOLU in MEGNIEN 1980, p. 106) et dans les faciès plus ou moins confinés précédant l'installation des schistes-cartons (Pic Saint-Loup). La faune associée caractérise aussi les ombilics subsidents des marges nord et sud-téthysiennes : zone à Semicelatum de Peniche au Portugal, zone à *Polymorphum* du Maroc nord-oriental (Beni Snassen) et de l'Algérie occidentale (Nador de Tiaret) (ALMÉRAS et al., 1989).

Zone à Homoeorhynchia meridionalis et Telothyris jauberti

Espèces-indice : *Homoeorhynchia meridionalis* (DESL.), *Telothyris jauberti* (DESL.).

Age : Toarcien inférieur, zone à Serpentinus – Toarcien moyen, zone à Bifrons, sous-zone à Sublevisoni.

Faune caractéristique : *H. meridionalis* (DESL.), *H. batheri* (DUBAR), *H. tiffritensis* (FLAMAND), *Quadratirhynchia attenuata* (DUBAR), *Tetrahynchia subconcinna* (DAV.), *Pseudogibbirhynchia moorei* (DAV.), « *Rhynchonella* » sp. in DUBAR, 1931, pl. 1, fig. 6-8 ; *Tel. jauberti* (DESL.), *Tel. pyrenaica* (DUBAR), *Tel. arnaudi* ALMÉRAS & MOULAN, *Lobothyris hispanica* (DUBAR) et en Provence seulement (nappe du bord de mer de la région toulonnaise) : *Cuersithyris provincialis* (DESL.). L'absence de Zeilleriidés est à signaler.

La zone comprend deux sous-zones :

— Sous-zone à Stolmorhynchia bouchardi

Age : zone à Serpentinus.

Faune caractéristique : espèces de la zone auxquelles il faut ajouter : *Stolmorhynchia bouchardi* (DAV.), *Quadratirhynchia vasconcellosi* (CHOFF.), *Lobothyris arcta* (DUBAR), *Sphaeroidothrysis dubari* DELANCE ainsi que (en Provence seulement) *Liospiriferina falloti* (CORROY).

— Sous-zone à Homoeorhynchia meridionalis et Telothyris jauberti

Age : zone à Bifrons, sous-zone à Sublevisoni.

Faune caractéristique : espèces de la zone ainsi que *Pseudogibbirhynchia jurensis* (QUENST.) et *Telothyris monleui* ALMÉRAS & MOULAN. *Stolmorhynchia bouchardi* disparaît au sommet de la zone à Serpentinus.

Commentaire : la zone à Serpentinus voit la généralisation du faciès schistes-cartons où les conditions euxiniques régnant sur les fonds sont léthales pour les organismes benthiques sédentaires et sessiles. Font ex-

TABLEAU XVIIIb
Zonations du Pliensbachien (Domérien) et du Toarcien

ÉTAGES	AMMONITES				BRACHIOPODES							
	Domaine euro-boréal		Domaine méditerranéen		Domaine nord-téthysien français		Domaine NW européen français					
	ZONES	Sous-zones	Sous-zones	ZONES	Zones	Sous-zones	Zones	Sous-zones				
TOARCien	AALENSIS	Fluitans	Fluitans	AALENSIS	Stroudithyris infraoolithica et Stroudithyris stephanoides	Homoeorhynchia cynocephala et Zeilleria (Z.) lycetti	Stroudithyris infraoolithica et Zeilleria (Z.) lycetti	Homoeorhynchia cynocephala				
		Mactra	Mactra									
	PSEUDORADIOSA	Pseudoradiosa	- - - - -	MENEGHINII								
		Levesquei	- - - - -									
	DISPANSUM	Gruneri	Rcynesi	SPECIOSUM								
		Insigne	Speciosum									
	THOUARSENSE	Fallaciosum	Fallaciosum	BONARELLII								
		Fascigerum	- ? -									
		Thouarsense	Mediterraneum									
		Bingmanni	- - - - -									
PLIENSBACHien	VARIABILIS	Vitiosa	Alticarinatus	GRADATA	Zone d'intervalle	Sphaeroidothyris vari et S. decipiens	Zone d'intervalle	Pseudogibbirh. jurensis				
		Illustris	- - - ? -									
		Variabilis	Gemma									
	BIFRONS	Bifrons	Bifrons	BIFRONS								
		Sublevisoni	Sublevisoni									
	SERPENTINUS	Falciferum	Falciferum ?	LEVISIONI	Homoeorhynchia meridionalis et Telothyris jauberti	H. meridionalis et Tel. jauberti	Telothyris jauberti et Tel. pyrenaica	Stol. bouchardi				
		Elegantulum	Levisoni									
	TENUICOSTATUM	Semicelatum	Semicelatum	POLYMORPHUM	Liospiriferina falloti et Aulaco. iberica	N. pygmaea et K. bouchardi	Koninckella bouchardi	Quadratirhynchia quadrata et Zeilleria (Z.) quadrifida				
		Paltus	Mirabile									
Domérien	SPINATUM	Hauskerense	Elisa	EMACIATUM	Quadratirhynchia quadrata et Zeilleria (Z.) quadrifida		Zeilleria (Z.) sarthicensis					
		Apyreneum	Laevidorsatum									
		Meneghinii	-									
	MARGARITATUS	Gibbosus	Acuratum	ALGOVIANUM	Gibbirhynchia amaltei et Zeilleria (Z.) sarthicensis		Rudirhynchia rudis	Rudirh. rudis et Scalpellirhynchia scalpellum				
		Bertrandi	-									
		Subnodosus	Cornacaldense	LAVINIANUM								
		Celebratum	Brevispiratum									
		Stokesi	Portisi									

ception à cet environnement le Poitou (faciès à oolithes ferrugineuses), la région pyrénéo-languedocienne (calcaires marneux à brachiopodes) et la Provence méridionale (banc calcaire intercalé dans une passée terrigène). Un (Provence) à plusieurs niveaux (Pyrénées) ont livré d'abondants *S. bouchardi*, ce qui permet de définir une sous-zone à *S. bouchardi*, corrélée avec la zone à *Serpentinus*, mais qui dans le Poitou est limitée à la sous-zone à *Strangewaysi*.

Dans la zone à *H. meridionalis* et *Tel. jauberti*, *H. meridionalis* et *H. batalleri* sont uniquement présentes dans le domaine nord-téthysien français, alors que *T. jauberti* et *T. pyrenaica* sont connues depuis Deslongchamps en provenance de la Sarthe et de l'Orne (où elles paraissent toutefois peu abondantes), ce qui nous permet de conserver une zone à *T. jauberti* pour le domaine N.W. européen français et d'avoir ainsi un repère important pour les corrélations.

Zone à *Sphaeroidothyris vari* et *Sphaeroidothyris decipiens*

Espèces-indice : *Sphaeroidothyris vari* (ROLL.), *S. decipiens* (DESL.).

Age : zone à Bifrons, sous-zone à Bifrons – zone à Variabilis, sous-zone à Illustris pars.

Faune caractéristique : *Tetrahynchia subconcinna* (DAV.), *S. vari* (ROLL.), *S. decipiens* (DESL.), *Lobothyris hispanica* (DUBAR) et en Provence seulement : « *Rhynchonella* » sp. A. ALMERAS & MOULAN, *Lobothyris haresfieldensis* (DAV.) et « *Terebratula* » *valcrosensis* ALMERAS & MOULAN.

La zone comprend deux sous-zones :

— Sous-zone à *Sphaeroidothyris perfida*

Age : zone à Bifrons, sous-zone à Bifrons.

Faune caractéristique : espèces de la zone auxquelles il faut ajouter : *Pseudogibbirhynchia jurensis* (QUENST.), *P. moorei* (DAV.), « *Rhynchonella* » sp. in DUBAR, 1931, pl. 1, fig. 6-8, *S. perfida* (CHOFF.) et *Telothyris monteau* ALMERAS & MOULAN.

— Sous-zone à *Sphaeroidothyris vari* et *S. decipiens*

Age : zone à Variabilis, sous-zones à Variabilis et à Illustris pars.

Faune caractéristique : espèces de la zone, absence de *S. perfida*.

Commentaire : les différences entre domaines nord-téthysien et nord-ouest européen s'accentuent dans la zone à Bifrons, au passage sous-zone à Sublevisoni/sous-zone à Bifrons, avec la disparition des *Telothyris* et l'apparition d'espèces téthysiennes du genre *Sphaeroidothyris* Buck. (*vari*, *decipiens*, *perfida*). Dans le domaine nord-téthysien français, la zone à *S. vari* renferme quelques rares *Pseudogibbirhynchia jurensis*, espèce également présente (à l'exclusion de tout autre brachiopode) dans le domaine N.W. européen. Cette présence nous permet de définir pour ce dernier domaine une zone à *P. jurensis* débutant vers la moitié supérieure de la zone à Bifrons.

Zone d'intervalle

Age : zone à Variabilis, moitié supérieure – zone à Thouarsense pars.

Commentaire : les brachiopodes subissent une crise sévère au cours des zones à *Variabilis* (= *Gradata*) et à *Thouarsense* (= *Bonarelli*) sans que les conditions environnementales ne puissent être le plus souvent mises en cause. Au contraire, dans la région pyrénéo-languedocienne et sur la bordure orientale de l'Aquitaine, les Marnes noires à *Pseudogrammoceras* et à *Dumortierinés* traduisent l'existence d'une vasière circalittorale avec des fonds réducteurs défavorables à la vie benthique.

Zone à *Stroudithyris infraoolithica* et *Stroudithyris stephanoides*

Espèces-indice : *Stroudithyris infraoolithica* (DESL.), *S. stephanoides* ALMERAS & MOULAN.

Age : Toarcien supérieur, zone à Thouarsense pars supérieure – zone à Aalensis.

— Sous-zone à *S. infraoolithica* et *S. stephanoides*

Age : zone à Thouarsense, pars supérieure – zone à Pseudoradiosa, sous-zone à Levesquei.

Faune caractéristique : *S. infraoolithica*, *S. stephanoides* et *Monsardithyris catzigrasae* ALMERAS & MOULAN de petite taille moyenne, *Ferrythyris millenaria* (DUM.) et pour la seule Provence : « *Rhynchonella* » sp. C. ALMERAS & MOULAN, « *Terebratula* » *valcrosensis* ALMERAS & MOULAN.

— Sous-zone à *Homoeorhynchia cynocephala* et *Zeilleria (Zeilleria) lycetti*

Age : zone à Pseudoradiosa, sous-zone à Pseudoradiosa – zone à Aalensis.

Faune caractéristique : *Homoeorhynchia cynocephala* (RICHARD), *Rhynchonelloidea ruthenensis* (REYNES) et *R. goyi* GARCIA-JORAL (Corbières), *S. infraoolithica*, *S. stephanoides*, *Monsardithyris catzigrasae* ALMERAS & MOULAN de grande taille moyenne, *Lobothyris haresfieldensis* (DAV.), *Zeilleria (Zeilleria) lycetti* (DAV.).

Commentaire : après la crise de la zone à *Variabilis*, le Toarcien supérieur voit un renouvellement complet de la faune de brachiopodes avec l'apparition des *Stroudithyris*, de *Monsardithyris catzigrasae* chez les Térébratulidés ainsi que de nouvelles espèces d'*Homoeorhynchia* et de *Rhynchonelloidea* chez les Rhynchonellidés. En Provence méridionale, ce renouvellement faunique se situe au sommet de la zone à Thouarsense où les premiers Térébratulidés sont représentés par des coquilles miniatures (ALMERAS & MOULAN, 1982). La taille des espèces augmente ensuite jusqu'au sommet de la zone à Aalensis tandis qu'*Homoeorhynchia cynocephala* et *Zeilleria (Zeilleria) lycetti* apparaissent au cours de la zone à Pseudoradiosa. Nous avons conservé la zone à *Stroudithyris infraoolithica* pour le Toarcien supérieur du domaine nord-ouest européen français où ce sous-étage montre en de nombreux points une tendance régressive très marquée, avec de nombreuses lacunes débutant plus ou moins tôt et où il n'est alors représenté que par des lambeaux. En effet, *Stroudithyris infraoolithica* est connue (bien que rare) en Normandie depuis DESLONGCHAMPS. Dans ce domaine nord-ouest européen, l'apparition d'*H. cynocephala* et surtout de *Z. (Z.) lycetti* semble plus précoce que dans le domaine nord-téthysien français.

2. — JURASSIQUE MOYEN (Y. ALMÉRAS)

2.1. DOMAINE NORD-OUEST EUROPÉEN FRANÇAIS (Tab. XIXa-b)

La zonation du Dogger en domaine nord-ouest européen français résulte de données observées sur une plus grande étendue que dans le domaine nord-téthysien (auréole jurassique du Bassin parisien, marge nord-aquitaine, Bourgogne, Mâconnais, Jura; ALMÉRAS, 1971; BOULLIER, 1976; LAURIN, 1984). Dans ces régions, le Dogger est matérialisé par des sédiments de plates-formes carbonatées aux faciès très diversifiés. Dans de nombreux cas, en particulier au Bathonien et au Callovien inférieur, ces sédiments ne représentent qu'un enregistrement très partiel du temps. De nombreuses discontinuités interrompent les séquences sédimentaires et les peuplements de brachiopodes semblent réagir différemment aux variations de faciès qui ont accompagné les fluctuations du niveau marin relatif. Outre des espèces présentes sur l'ensemble du domaine considéré et ayant une répartition verticale assez bien définie (*Burmirhynchia proteiformis*, *Rhynchonelloidea spathica* par exemple), il existe de nombreuses espèces, plus localisées dans l'espace et dans le temps, qui permettent de définir des horizons-repère souvent dépourvus de céphalopodes. C'est le cas des niveaux à *Kallirhynchia concinna*, à *Burmirhynchia turgida*, à *Burmirhynchia decorata* dans la zone à *Kallirhynchia concinna* ou encore du niveau à *Cererithyris nutiensis* au sommet de la zone à Herveyi. Dix-huit zones sont mises en évidence.

2.1.1. Aalénien (Tab. XIXa)

Zone à *Conarothyris conglobata*

Espèce-indice : *Conarothyris conglobata* (DESL.).

Age : Aalénien, zone à Opalinum, sous-zone à Opalinum.

Faune caractéristique : *Conarothyris conglobata* (DESL.). Début de *Capillirhynchia wrightii* (DAV.).

Zone d'intervalle

Age : zone à Opalinum, sous-zone à Bifidatum.

Remarque : c'est toutefois dans la sous-zone à Bifidatum (= sous-zone à Comptum) du Beaujolais que se situe la première apparition de *Ferrythyris elianae* ALMÉRAS & MOULAN.

Zone à *Pseudoglossothyris brebissoni*

Espèce-indice : *Pseudoglossothyris brebissoni* (DESL.).

Age : Zones à Murchisonae et à Bradfordensis.

Faune caractéristique : *Capillirhynchia wrightii* (DAV.), *Pseudoglossothyris brebissoni* (DESL.), *Stroudithyris frederic-romani* (ROCHE), *Conarothyris roustellae* ALMÉRAS & MOULAN, *C. notgroviensis* (Buck.).

Remarques : contrairement au domaine nord-téthysien français, *Monsardithyris trilineata* (YOUNG & BIRD) et *Stroudithyris pisolithica* (Buck.) n'ont pas été observés.

La zone comprend à sa base (sous-zone à Haugi) la sous-zone à *Ferrythyris elianae* (comme dans le domaine nord-téthysien français).

2.1.2. Limite Aalénien-Bajocien

Zone à *Conarothyris opima*

Espèce-indice : *Conarothyris opima* COOPER.

Age : Aalénien supérieur, zone à Concavum – Bajocien inférieur, zone à Discites.

— Sous-zone à *Conarothyris opima* et *Rhynchonelloidea subangulata*

Age : zone à Concavum.

Faune caractéristique : *Rhynchonelloidea subangulata* (DAV.), *Loboidothyris ingens* (ROLL.), *L. latovalvis* BUCK., *Conarothyris opima* COOPER.

— Sous-zone à *Loboidothyris perovalis*

Age : zone à Discites.

Faune caractéristique : *Rhynchonelloidea subangulata* (DAV.), *Loboidothyris perovalis* (SOW.), *L. ampla* (BUCK.).

2.1.3. Bajocien (Tab. XIXa)

Zone à *Monsardithyris cortonensis*

Espèce-indice : *Monsardithyris cortonensis* (BUCK.).

Age : Bajocien inférieur, zones à Laeviuscula et à Propinquans.

— Sous-zone à *Monsardithyris cortonensis*

Age : zone à Laeviuscula.

Faune caractéristique : *M. cortonensis* (BUCK.); *Cymatorhynchia gingensis* (WAAG.) n'a pas été observé.

— Sous-zone à *Cymatorhynchia pallas*

Age : zone à Propinquans (= zone à Sauzei).

Faune caractéristique : *C. pallas* (CHAP. & DEW.) remplace (Ille Crémieu) *Morrisithyris phillipsiana* (MORRIS) du domaine nord-téthysien français.

Zone à *Parvirhynchia parvula*

Espèce-indice : *Parvirhynchia parvula* (DESL.).

Age : zone à Humphriesianum, sous-zones à Romani et à Humphriesianum.

Faune caractéristique : apogée de *P. parvula* (DESL.) dont quelques représentants montent dans la sous-zone à Blagdeni de la Nièvre. *Acanthothiris subglobosa* SEIFERT, *Lacunaerhynchia vergissonensis* ALMÉRAS, « *Rhynchonella* » *palmaeformis* ARCELIN & ROCHE, *Monsardithyris ronzavauxi* ALMÉRAS, *Morrisithyris uniformis* SEIFERT, *Stroudithyris rolletae* ALMÉRAS. En outre, apparition de *Cymatorhynchia quadruplicata* (ZIET.), d'*Acanthothiris spinosa* (SCHL.) et de *Monsardithyris ventricosa* (HARTMANN in ZIET.).

Zone à *Lissajousithyris matisconensis*

Espèce-indice : *Lissajousithyris matisconensis* (ARCELIN & ROCHE).

Age : zone à *Humphriesianum*, sous-zone à *Blagdeni* – zone à *Niortense*.

Faune caractéristique : « *Rhynchonella* » *palmaeformis* ARCELIN & ROCHE, *L. matisconensis*, *Arcelinithyris arcelini* (ARCELIN & ROCHE). Première apparition de *Morrisithyris phillipsi* (MORRIS), de *Rugitela waltoni* (DAV.) et de *R. subbucculenta* (CHAP. & DEW.) à la base de la sous-zone à *Blagdeni*. Dans la zone à *Niortense*, début de *Sphenorhynchia plicatella* (Sow.), *Rhynchonelloidella praecursor* ROCHE, *R. proxima* ROCHE et de *Sphaeroidothyris sphaeroidalis* (Sow.). *Sphenorhynchia matisconensis* (ARCELIN & ROCHE) caractérise la zone à *Niortense* du Mâconnais.

Remarque : par rapport au domaine nord-téthysien français, la limite inférieure de la zone à *Lissajousithyris matisconensis* est hétérochrone : base de la sous-zone à *Blagdeni* au lieu de base de la zone à *Niortense*. Les *Goniothyris* – *G. craneae* (DAV.), *G. paleymensis* ALMÉRAS – apparaissent plus tôt au nord, dans le domaine nord-ouest européen français, où l'on peut distinguer une sous-zone à *Goniothyris craneae* essentiellement reconnue sur l'éperon lyonnais (Mont d'Or et Bas-Beaujolais) et corrélable avec la sous-zone à *Blagdeni*.

Zone à *Ferrythyris ferryi* et *Aulacothyris carinata*

Espèce-indice : *Ferrythyris ferryi* (DESL.), *Aulacothyris carinata* (LAMK.).

Age : zone à *Garantiana* – zone à *Parkinsoni*, à l'exclusion de la sous-zone à *Bomfordi*.

Faune caractéristique : *Formosarhynchia pugnacea* (QUENST.), *Rhactorhynchia tumefacta* BUCK., *R. turgidula* BUCK., *F. ferryi* (DESL.), *Cheniothyris morieri* (DESL. in DAV.), *Millythyris millyensis* ALMÉRAS, *M. praeglobata* (ROCHE), *Rochethyris clerci* ALMÉRAS, *Stiphothyris cheltensis* (BUCK.), *A. carinata* (LAMK.), *Eudesia jurana* ROCHE, *E. infrabathonica* FISCHER. Fin d'*Acanthothiris spinosa* (SCHL.), *Cymothyridia quadruplicata* (ZIET.), *Rhynchonelloidella praecursor* ROCHE, *R. proxima* ROCHE, *Sphenorhynchia plicatella* (Sow.), *Monsardithyris ventricosa* (HARTMANN), *Morrisithyris phillipsi* (MORRIS), *Sphaeroidothyris sphaeroidalis* (Sow.), *Rugitela waltoni* (DAV.) et de *R. subbucculenta* (CHAP. & DEW.). L'espèce *Flabellothyris bessina* (DESL.) est limitée à la zone à *Parkinsoni* de Normandie et de la Sarthe.

2.1.4. Limite Bajocien-Bathonien (Tab. XIXb)

Zone à « *Terebratula* » *movelierensis*

Espèce-indice : « *Terebratula* » *movelierensis* ROLL.

Age : zone à *Parkinsoni*, sous-zone à *Bomfordi* – zone à *Zigzag*, sous-zone à *Convergens*.

Faune caractéristique : *Flabellothyridia* (?) *lotharingica* (HAAS & PETRI), « *T.* » *movelierensis* ROLL., *Arceythyris vizzani* CONTINI & ROLLET, *Dictyothyridia hybrida* (DESL.), *Ferrythyridia vireti* (ROCHE), *Stiphothyridia birdlipensis* (WALK.-DAV.), *S. champfromierensis* ALMÉRAS, *S. cheltensis* (BUCK.), *S. fabiani-arcelini* (ROCHE), *Eudesia infrabathonica* FISCHER.

Subdivision : la zone admet à sa partie supérieure une sous-zone à *Millythyris arvierensis*, corrélable avec la sous-zone à *Convergens* de la zone à *Zigzag*. Elle est caractérisée par *M. arvierensis* ALMÉRAS et *Sphaeroidothyridia doultningensis* (RICH. & WALK.). La base de la sous-zone à *Convergens* voit l'apparition d'*Acanthothiris doultningensis*

RICH. & WALK., *A. powerstockensis* BUCK. & WALKER, *Lotharingella woevrica* LAURIN, *Sphenorhynchia bugeysiaca* (ROCHE), *Holcothyridia trigonalis* BUCK., *Sphaeroidothyridia len-thayensis* (RICH. & WALK.) et de *Rugitela emarginata* (Sow.).

2.1.5. Bathonien (Tab. XIXb)

Zone à *Rugitela cadomensis*

Espèce-indice : *Rugitela cadomensis* (DESL.).

Age : zone à *Zigzag*, sous-zones à *Macrescens* et à *Yeovilensis*.

Faune caractéristique : *Acanthothiris doultningensis* RICH. & WALK., *A. powerstockensis* BUCK. & WALK., *Lotharingella woevrica* LAURIN, *Rhynchonelloidella smithi* (WALK.-DAV.), *R. thurmanelloidea* LAURIN, *Sphenorhynchia bugeysiaca* (RICHE), *Holcothyridia angulata* BUCK. et espèces voisines (ALMÉRAS, 1971), *Rocheithyridia curvata* ALMÉRAS, *Sphaeroidothyridia len-thayensis* (RICH. & WALK.), *Stiphothyridia dominjoni* ALMÉRAS, *S. premeyzelensis* ALMÉRAS, *Rugitela cadomensis* (DESL.), *R. bullata* (Sow.), *R. emarginata* (Sow.).

Zone d'intervalle

Age : zone à *Zigzag*, sous-zone à *Tenuiplicatus* – zone à *Progracilis*.

Zone à *Kallirhynchia concinna*

Espèce-indice : *Kallirhynchia concinna* (Sow.).

Age : zone à *Subcontractus* – zone à *Hodsoni*.

Faune caractéristique : *K. concinna* (Sow.), *Burmirkhynchia decorata* (SCHL.), *B. hopkinsi* (MC'OY-DAV.), *B. quadricristata* (ROLL.), *B. turgida* BUCK., *Lotharingella woevrica* LAURIN (fin de distribution), *Rhynchonelloidella globosa* MUIR-WOOD, *Arceythyridia pseudoglobata* MUIR-WOOD, *Dictyothyridia michaelensis* (DESL.), *D. subreticulata* (DOU.), *Sphaeroidothyridia pentagonalis* MUIR-WOOD, *Tubithyridia whatleyensis* (WALKER), *Ornitella (Digonella) digonoides* BUCK. A la base de la zone apparaissent *Burmirkhynchia icaunensis* LAURIN, *B. semiglobosa* (SANDBERGER), *Kutchirhynchia obsoleta* (Sow.), *Rhynchonelloidella alemanica* (ROLL.), *Dictyothyridia coarctata* (PARK.) et *Eudesia cardium* (LAMK.). Dans le Jura méridional tabulaire (Ille Crémieu), les premiers *Wattonithyridia* apparaissent dans la zone à *Morrisi*.

Remarques :

-- *Tubithyridia whatleyensis* (WALKER), présent dès la zone à *Zigzag* dans le domaine nord-téthysien, n'apparaît ici (Jura méridional) que dans la zone à *Morrisi* ;

— l'existence de *Tubithyridia globata* (Sow.) reste encore à prouver ;

— la zone montre trois horizons-repères (à *Kallirhynchia concinna*, à *Burmirkhynchia turgida*, à *B. decorata*) auxquels il n'est pas possible de donner un âge précis. Les deux horizons supérieurs se situent à la limite Bathonien moyen – Bathonien supérieur.

Zone à *Wattonithyridia circumdata*

Espèce-indice : *Wattonithyridia circumdata* (DESL.).

Age : zone à *Orbis*.

TABLEAU XIXa
Zonations à l'Aalénien et du Bajocien

		AMMONITES		BRACHIOPODES	
ÉTAGES		Domaine euro-boréal		Domaine nord-téthysien français	
ZONES		Sous-zones		Zones	
BAJOCIEN	supérieur	Bomfordi		F. dumortieri	G. voulensis
		PARKINSONI	Densicostata	Zone d'intervalle	
			Acris	Lissajousithyris matisconensis	
		GARANTIANA	Tetragona	Zone d'intervalle	
			Subgaranti	Lissajousithyris matisconensis	
	inférieur	Dichotoma	Dichotoma	Morrisithyris phillipsiana	
		NIORTENSE	Schroederi	Zone d'intervalle	
			Baculata	Monsardithyris cortonensis	
			Polygyralis	M. cortonensis et Cymatorhynchia gingensis	
			Banksi	Conarothyris opima	
AALÉNIEN	supérieur	Blagdeni	Humphriesianum	Lobothyris perovalis	
		HUMPHRIESIANUM	Romani	C. opima et Rhynchonelloidea subangulata	
		PROPINQUANS	Hebridica	Stroudithyris pisolithica	
			Patella	Pseudoglossothyris brebissoni et Monsardithyris trilineata	
		LAEVIUSCULA	Laeviuscula	Ferrythyris elianae	
	inférieur		Ovalis	Conarothyris opima	
		DISCITES	Discites	Pseudoglossothyris brebissoni	
			Mundum	Conarothyris conglobata	
		CONCAVUM	Formosum	Ferrythyris elianae	
			Concavum	Goniothyris cranaeae	
MURCHISONAE	supérieur	BRADFORDENSIS	Gigantea	Parvirhynchia parvula	
			Bradfordensis	Cymatorhynchia pallas	
	inférieur	Murchisonae	Murchisonae	Monsardithyris cortonensis	
			Haugi	Monsardithyris cortonensis	
		OPALINUM	Bifidatum	Lobidothyris perovalis	
			Opalinum	C. opima et Rhynchonelloidea subangulata	

Faune caractéristique : *Acanthothiris spinosa* (SCHL.), *Burmirhynchia elliptica* LAURIN, *Goniorhynchia boueti goniae* BUCK., *G. (?) moutieri* (GUILLAUME), *Kutchirhynchia obsoleta* (Sow.), *Rhynchonelloidella nivernensis* LAURIN, *Wattonithyris circumdata* (DESL.) et morpho-espèces voisines (ALMÉRAS, 1971), *Arceythyris lissajousi* ALMERAS, *A. pseudoglobata* MUIR-WOOD, *Cererithyris arkelli* ALMÉRAS, *C. dorsetensis* DOUGLAS et ARK., *C. fleischeri* (OPP.), *Epithyris oxonica* ARK., *Wattonithyris roettingensis* (ROLL.), *Rugitela ranvilliana* (DESL.). On note aussi la première apparition de « *Rhynchonella* » *phaseolina* DESL., d'*Arceythyris diptycha* (OPP.), *A. uriniacensis* ALMÉRAS, *Flabellothyris flabellum* (DEFR.) et d'*Ornithella (Digonella) digona* (Sow.). *Rhynchonelloidella curvivarians* (BUCK.) se situe à la limite des zones à *Orbis* et à *Discus*.

Zone à *Burmirhynchia elegantula*

Espèce-indice : *Burmirhynchia elegantula* (BOUCHARD).

Age : zone à *Discus*.

Faune caractéristique : *B. elegantula*, *Goniorhynchia arcelini* (Liss.), *G. maxima* LAURIN, *Kallirhynchia indentata* BUCK., *K. yaxleyensis* (DAV.), *Kutchirhynchia morieri* (DAV.), *K. obsoleta divisionensis* LAURIN, « *Rhynchonella* » *bradfordensis* BUCK., *Cererithyris intermedia* (Sow.), *Epithyris maxillata* (Sow.), *Eudesia multicostata* TINTANT, *Digonella sowerbyi* (ROLL.), *Ornithella (Obovothyris) obovata* (Sow.), *Ornithella (Ornithella) ornithocephala* (Sow.). En outre, extinction de *Burmirhynchia icaunensis* LAURIN, *B. semiglobosa* (SANDBERGER), *Rhynchonelloidella alemanica* (ROLL.), « *Rhynchonella* » *phaseolina* (DESL.), *Arceythyris diptycha* (OPP.), *A. uriniacensis* ALMÉRAS, *Dictyothyris coarctata* (PARK) et d'*Eudesia cardium* (LAMK.).

Subdivision : la zone comprend :

— une sous-zone à *Goniorhynchia boueti*, parallélisée avec la sous-zone à *Hollandi* de la zone à *Discus* et caractérisée par *G. boueti* (DAV.), *Burmirhynchia thierarchensis* LAURIN, *Avonothyris langtonensis* (WALKER-DAV.), *Flabellothyris flabellum* (DEFR.) (fin de la répartition), *Ornithella (Digonella) digona* (Sow.) (fin), *Disculina hemisphaerica* (Sow.), *Rioulina triangularis* (d'ORB.).

— un horizon-repère à *Burmirhynchia proteiformis*, situé dans la sous-zone à *Discus* et caractérisé par *B. proteiformis* LAURIN et *Kallirhynchia multicostata* DOUGLAS & ARK.

2.1.6. Callovien (Tab. XIXb)

Zone d'intervalle

Age : zone à *Herveyi*, sous-zones à *Keppleri* et à *Terebratus*.

Zone à *Rhynchonelloidella spathica*

Espèce-indice : *Rhynchonelloidella spathica* (LAMK.).

Age : zone à *Herveyi*, sous-zone à *Kamptus*; zones à *Koenigi* et à *Calloviense*.

Faune caractéristique : *R. spathica* (LAMK.), *Burmirhynchia latiscensis* LAURIN, *Septaliphoria mourdoni* LAURIN, *Sphenorhynchia ferryi* (DESL.), *Torquirhynchia torquata* LAURIN, *Dictyothyris smithi* (OPP.), *Aulacothyris pala* (v. BUCH.).

Ornithella (Ornithella) lagenalis (SCHL.), *Rugitela subrugata* (DESL.), « *Zeilleria* » *biappendiculata* DESL.

Subdivision : la zone comprend :

— à sa base, un **horizon-repère à *Cererithyris nutiensis***, situé dans la sous-zone à *Kamptus* de la zone à *Herveyi*, caractérisé par *C. nutiensis* BAGUE, *Ornithella (Digonella) divisionensis* (DESL.) ainsi que par l'apparition de *Dorsoplicathyris dorsoplicata* (DESL.), de *D. mangoldi* ALMÉRAS, des *Lotharingella (gremifera* BUCK., *leedsi* BUCK.) et de *Capillirhynchia triplicosa* (QUENST.);

— au-dessus, une **sous-zone à *Aromasithyris almerasi* et *Septaliphoria mourdoni***, parallélisée avec les zones à *Koenigi* et à *Calloviense* et contenant *S. mourdoni* LAURIN, *Goniorhynchia (?) buteo* (SUÈSS), « *Rhynchonella* » (*Ivanoviella*?) *funiculata* (DESL.), *A. almerasi* BOULLIER et *Ornithella (Ornithella) siddingtonensis* (WALKER-DAV.). En outre, *Caryona surensis* BOULLIER et al., *Morrisithyris vercræ* ALMÉRAS et *Digonella marcoui* (ROLL.) ont une répartition verticale limitée à la seule zone à *Koenigi*. *Caryona versiplicata* BOULLIER et al., apparaît au sommet de la zone à *Calloviense*, dans la sous-zone à *Enodatum*.

Zone à *Septaliphoria orbignyana* et *Dorsoplicathyris dorsoplicata*

Espèces-indice : *Septaliphoria orbignyana* (OPP.), *Dorsoplicathyris dorsoplicata* (DESL.).

Age : Callovien moyen-supérieur, zones à *Jason* et à *Coronatum*, base de la zone à *Athleta* (sous-zones à *Phaienum* et à *Proniae*).

Faune caractéristique : *S. orbignyana* (OPP.), *Torquirhynchia royeriana* (d'ORB.); apogée du genre *Dorsoplicathyris* et de *D. dorsoplicata* (DESL.) (formes de grande taille moyenne et nombreux exemplaires), *Dictyothyris julii* (OPP.), *Ornithella (Ornithella) umbonella* (LAMK.).

Subdivision : la zone est subdivisée en deux sous-zones :

— **sous-zone à *Aromasithyris aromasiensis***, parallélisée avec la zone à *Jason* et comprenant *Sphenorhynchia dominula* (ROLL.), *A. aromasiensis* ALMÉRAS et *Aulacothyris pala* (v. BUCH.). L'espèce *Caryona saemanni* (OPP.) caractérise la sous-zone à *Medea* dans laquelle prennent fin les extensions de *Caryona versiplicata* BOULLIER et al., *Ornithella (Ornithella) siddingtonensis* (WALKER-DAV.);

— **sous-zone à *Septaliphoria orbignyana* et *Dorsoplicathyris dorsoplicata***, recouvrant la zone à *Coronatum* et la base de la zone à *Athleta* (sous-zones à *Phaienum* et à *Proniae*) et caractérisée par *Ivanoviella oxoniensis* (ROLL.), « *Rhynchonella* » *oppeli* (DESL.), *Dictyothyris trigeri* (DESL.), *Aulacothyris hypocrita* (DESL.) ainsi que par l'extinction de *Torquirhynchia royeriana* (d'ORB.).

Zone à *Aromasithyris dreyfussi*

Espèce-indice : *Aromasithyris dreyfussi* BOULLIER.

Age : zone à *Athleta* pars supérieure – zone à *Lamberti*.

Faune caractéristique : *Thurmannella obtrita* (DEFR.) *bizieta* AIT-OUMEZIANE, *A. dreyfussi* BOULLIER, *Dorsoplicathyris flexuosa* BOULLIER, *D. fusca* BOULLIER.

TABLEAU XIXb
Zonations du Bathonien et du Callovien

ÉTAGES	AMMONITES				BRACHIOPODES					
	Domaine euro-boréal		Domaine méditerranéen		Domaine nord-téthysien français		Domaine NW européen français			
	ZONES	Sous-zones	Sous-zones	ZONES	Zones	Sous-zones	Zones	Sous-zones -Horizons-		
CALLOVIEN	supérieur	LAMBERTI	Lamberti	LAMBERTI	Zone d'intervalle		Aromasithyris dreyfussi			
		Henrici	Poculum	ATHLETA			Septaliphoria orbignyanæ et Dorsoplicathyris dorsoplacata	Septaliphoria orbignyanæ et Dorsoplicathyris dorsoplacata		
		Spinosum	Collotiformis							
		Proniae	Trezeense							
	moyen	Phaïenum	Rota	CORONATUM	Dorsoplicathyris dorsoplacata		Aromasithyris aromasiensis	Aromasithyris aromasiensis		
		Grossouvrei	Leuthardti							
		Obductum	Baylei							
		Jason	Tyranniformis							
	intérieur	Medea	Stuebeli	ANCEPS	Robustirhynchia tenuiformis et Aromasithyris almerasi		Rhynchonelloidella spathica	Rhynchonelloidella spathica		
		Enodatum								
		Calloviense	Patina							
		Galilaei								
BATHONIEN	supérieur	CALLOVIENSE		GRACILIS			Aromasithyris almerasi et Septaliphoria mourdoni	Aromasithyris almerasi et Septaliphoria mourdoni		
		Curtiobus	Michalskii							
			Laugieri							
			Pictava							
	moyen		Rehmanni	BULLATUS	Zone d'intervalle		Cererithyris nutiensis	Cererithyris nutiensis		
			Prahequense							
		Kamptus								
		Terebratus	Bullatus							
	inférieur	Keppleri		DISCUS	Wattonithyris circumdata et Arceythyris diptycha		Burmirhynchia elegans	Burmirhynchia elegans		
		DISCUS	Discus							
		Hollandi	Hollandi							
		Hannoveranus		RETROCOSTATUM	Burmirhynchia turgida et Tubithyris globata		Goniorynchia boueti	Goniorynchia boueti		
	HODSONI	Blanazense								
		Fortecostatum								
		Bullatimorphus		BREMERI	Zone d'intervalle		Kallirhynchia concinna	Kallirhynchia concinna		
		MORRISI								
SUBCONTRACTUS	moyen	SUBCONTRACTUS		MORRISI	Antitychina bivallata		-Burmirhynchia decorata-B. turgida-Kallirhynchia concinna-	-Burmirhynchia decorata-B. turgida-Kallirhynchia concinna-		
		PROGRACILIS	Progracilis							
			Orbignyi							
		TENUPLICATUS	Tenuiplicatus							
	inferieur		Tenuiplicatus	AURIGERUS	Zone d'intervalle		Zone d'intervalle	Zone d'intervalle		
		ZIGZAG	Yeovilensis							
			Recinctus							
BAJOCIEN		Macrescens	Macrescens	ZIGZAG	Formosarhynchia dumortieri		Rugitela cadomensis	Rugitela cadomensis		
		Convergens	Parvum							
	PARKINSONI	Bomfordi					Gnathorhynchia voulensis	"Terebratula" mouvierensis		

2.2. DOMAINE NORD-TÉTHYSIEN FRANÇAIS (Tab. XIX)

La zonation intègre des successions de faunes un peu différentes suivant les situations paléogéographiques : plate-forme ouverte sur le bassin subalpin et la Téthys (Provence, Corbières), plate-forme peu profonde à sédimentation carbonatée communiquant difficilement avec le bassin subalpin (Causses, Quercy), étroite bordure occidentale du bassin subalpin (bordure vivaro-cévenole) constituée d'une mosaïque de blocs basculés s'enfonçant vers l'est à partir du Bajocien supérieur. En outre, les brachiopodes font défaut dans les faciès de bassin (exemple ce la Provence méridionale du Bajocien supérieur au Bathonien inférieur *pro parte*).

Dix-sept zones peuvent être reconnues.

2.2.1. Aalénien (Tab. XIXa)

Zone à *Rhynchonelloidea ruthenensis* et *Globirhynchia prava*

Espèces-indice : *Rhynchonelloidea ruthenensis* (REYNES), *Globirhynchia prava* (ROTHPL.).

Age : Aalénien, zone à Opalinum.

Faune caractéristique : *R. ruthenensis* (REYNES), *G. prava* (ROTHPL.), *G. mutans* (ROTHPL.). En Provence, les espèces-indice font défaut ; aucun brachiopode n'a été récolté dans la sous-zone à Opalinum tandis que *Stroudithyris arenaria* (BUCK.), *S. frederici-romani* (ROCHE), *Loboidothyris c. sociatis* ALMÉRAS & MOULAN, *Conarothyris continii* ALMÉRAS & MOULAN, « *Terebratula* » *valcrosensis* ALMÉRAS & MOULAN, ainsi que « *T.* » *tenniensis* ROLL. caractérisent la sous-zone à Bifidatum. La première apparition de *Ferrythyris elianae* ALMÉRAS & MOULAN se situe également dans cette sous-zone (ALMÉRAS & MOULAN, 1982).

Commentaire : au passage Toarcien-Aalénien, l'histoire sédimentaire varie suivant les secteurs concernés : pour une partie des mêmes types de dépôts (Calcaires à chailles de la Provence méridionale) ou bien reprise de la sédimentation sous différents faciès au-dessus du Toarcien plus ou moins lacunaire (Bassin parisien), ce qui entraîne la différenciation de biotopes plus ou moins favorables à la benthique. Ainsi, à l'Aalénien inférieur, les domaines nord-ouest européen et nord-téthysien montrent des successions de brachiopodes différentes, avec en outre une diversité faunique importante à l'intérieur même du domaine nord-téthysien. Dans le Bassin parisien, la zone à Opalinum, souvent incomplète, n'est connue que dans le nord de la Lorraine, dans le Poitou et en Normandie (THIERFELD & MEGNIEN, 1980) où une zone à *Conarothyris conglobata*, limitée à la sous-zone à Opalinum, peut être mise en évidence. Cette sous-zone n'a pas livré de brachiopodes en Provence. Les espèces-indice de la zone sont représentées sur la bordure ardéchoise (*G. prava*) et dans les Corbières, les Causses et la partie méridionale du Quercy (*R. ruthenensis*).

Zone à *Pseudoglossothyris brebissoni* et *Monsardithyris trilineata*

Espèces-indice : *Pseudoglossothyris brebissoni* (DESL.), *Monsardithyris trilineata* (YOUNG & BIRD).

Age : zones à Murchisonae et à Bradfordensis.

Faune caractéristique : *Rhaetorhynchia* (?) *paolii* (STE-FANINI), *Globirhynchia buckmani* (UPTON), *Gl. subobsoleta* (DAV.), *Cymatorhynchia humilis* BUCK., *Pseudoglossothyris brebissoni* (DESL.), *Monsardithyris trilineata* (YOUNG & BIRD), *Eidothyris extensa* BUCK., *Lophothyris lophus* BUCK., *L. withingtonensis* (BUCK.), *Sphaeriodothyris silicea* ALMÉRAS & MOULAN.

Subdivision : la zone comporte deux sous-zones :

— une **sous-zone à *Ferrythyris elianae***, parallélisée avec la zone à Murchisonae, sous-zone à Haugi, et comprenant la faune caractéristique de la zone à laquelle il faut ajouter *Ferrythyris elianae* ALMÉRAS & MOULAN (apogée de l'espèce, absente dans la sous-zone à Murchisonae et dans la zone à Bradfordensis) et *Stroudithyris arenaria* (BUCK.) (dernière apparition),

— une **sous-zone à *Stroudithyris pisolithica***, corrélée avec la sous-zone à Murchisonae et avec la zone à Bradfordensis, et caractérisée par les espèces de la zone ainsi que par *S. pisolithica* (BUCK.), *Conarothyris walteri* ALMÉRAS & MOULAN, *Zeilleria leckenbyi* (WALKER in DAV.). En Provence, il faut leur adjoindre *Conarothyris roussellae* ALMÉRAS & MOULAN (sous-zone à Murchisonae) et *Conarothyris walteri*, *C. notgroviensis* (BUCK.), « *Terebratula* » *parabolica* (ROTHPL.) (zone à Bradfordensis).

2.2.2. Limite Aalénien-Bajocien

Zone à *Conarothyris opima*

Faune caractéristique : *Rhynchonelloidea subangulata* (DAV.), *Cymatorhynchia humilis* BUCK., *C. opima* et (Provence seulement) *Ptyctothyris isabellae* ALMÉRAS & MOULAN.

Subdivision : deux sous-zones :

— **sous-zone à *Conarothyris opima* et *Rhynchonelloidea subangulata*** (zone à Concavum), comprenant la faune caractéristique de la zone ainsi que *Globirhynchia subobsoleta* (DAV.), *Sphenorhynchia rubrisaxensis* (ROTHPL.) et (en Provence) *Goniothyris zachariensis* ALMÉRAS & MOULAN, *Loboidothyris latovalvis* BUCK. ;

— **sous-zone à *Loboidothyris perovalis***, corrélée avec la zone à Discites et comprenant, outre la faune caractéristique de la zone, *L. perovalis* (SOW.) et *L. ampla* (BUCK.). La sous-zone voit l'apparition de *Cymatorhynchia gingensis* (WAAGEN), *Monsardithyris cortonensis* (BUCK.) et de *M. loubensis* ALMÉRAS & MOULAN.

Suessia oolithica (MOORE), *Acanthothiris* cf. *broughensis* MUIR-WOOD, *A. paucispina* BUCK. & WALK., *Nannirhynchia campestris* ALMÉRAS, *Parvirhynchia kirtonensis* MUIR-WOOD, *P. sumenensis* ALMÉRAS, *L. perovalis* (SOW.), *Moorellina granulosa* (MOORE) ont été collectés dans des niveaux équivalents des Causses et de la bordure cévenole (WALTER & ALMÉRAS, 1977, 1981).

2.2.3. Bajocien (Tab. XIXa)

Zone à *Monsardithyris cortonensis*

Faune caractéristique : *Cymatorhynchia gingensis* (WAAGEN), *M. cortonensis* (BUCK.). Ces deux espèces, apparuées dans la zone à Discites, subsistent ici à l'exclusion de tout *Conarothyris* et *Loboidothyris*. Fin de *Monsardithyris loubensis* ALMÉRAS & MOULAN.

Subdivision : deux sous-zones :

— **sous-zone à *Monsardithyris cortonensis* et *Cymatorhynchia gingensis*** (zone à *Laeviuscula*) ;

— **sous-zone à *Morrisithyris phillipsiana*** (zone à Propinquans), se différenciant de la sous-zone précédente par la présence d'*Acanthothyris tenuispina* (WAAGEN), de *Parvirhynchia parvula* (DESL.) peu fréquente, *M. phillipsiana* (MORRIS), *Millythyris brusquetensis* ALMÉRAS & MOULAN, *Zeilleria (Rugitela?) aff. hughesi* WALK.-DAV.

Zone d'intervalle

Age : zone à *Humphriesianum*.

Remarque : seules quelques coquilles de *Monsardithyris ventricosa* (HARTMANN in ZIET.) ont été collectées dans le Var.

Zone à *Lissajousithyris matisconensis*

Espèce-indice : *Lissajousithyris matisconensis* (ARCELIN & ROCHE).

Age : zone à *Niortense*.

Faune caractéristique (mise en évidence sur la bordure vivaro-cévenole, spécialement à Crussol ; ELMY, 1967) : *Acanthothyris sentosa* (QUENST.), *A. spinosa* (SCHL.), *Cymatorhynchia quadriplicata* (ZIET.), «*Rhynchonella*» *niobe* auctt. non CHAP. & DEW., *L. matisconensis*, *Arcelinithyris arcelini* (ARCELIN & ROCHE), *Goniothyris cranea* (DAV.), *G. poleymeniensis* ALMÉRAS, *Monsardithyris ventricosa* (ZIET.), *Rugitela waltoni* (DAV.), *R. subbucculenta* (CHAP. & DEW.).

Commentaire : de l'Aalénien supérieur (zone à *Murchisonae*) jusqu'à la base du Bajocien supérieur (zone à *Niortense*), la répartition des faunes de brachiopodes s'homogénéise malgré les variations de faciès et les nombreuses crises sédimentaires (CONTINI, 1990). Une zonation unique peut alors être retenue pour l'ensemble de la France (Tab. XIXa). Dans le détail, quelques différences doivent cependant être mentionnées. *A Pseudoglossothyris brebissoni*, espèce-indice peu fréquente dans les zones à *Murchisonae* et à *Bradfordensis* du domaine téthysien, est associée *Monsardithyris trilineata* qui, au contraire, y est très bien représentée : Causses, Quercy, Corbières, Provence (où elle n'est pas connue dans la zone à *Bradfordensis*). La sous-zone à *Stroudithyris pisolithica* (espèce présente en Angleterre) n'a pas été reconnue dans le domaine nord-ouest européen français. La zone à *Parvirhynchia parvula*, qui caractérise la partie inférieure de la zone à *Humphriesianum* en domaine N.W. européen, n'a pas été mise en évidence dans le domaine nord-téthysien français, et seuls quelques exemplaires de *P. parvula* ont été récoltés dans la zone à Propinquans de la Provence méridionale. Enfin, la limite inférieure de la zone à *Lissajousithyris matisconensis* est hétérochrone ; elle se situe plus tôt en domaine N.W. européen (à la base de la sous-zone à *Blagdeni*) tandis que les *Goniothyris* apparaissent plus tardivement sur la bordure ardéchoise (zone à *Niortense* de Crussol ; ELMY, 1967).

Zone d'intervalle

Age : zone à *Garantiana* – zone à *Parkinsoni* (sous-zones à *Acris* et à *Densicostata*).

2.2.4. Limite Bajocien-Bathonien (Tab. XIXa-b)

Zone à *Formosarhynchia dumortieri*

Espèce-indice : *Formosarhynchia dumortieri* (SZAJN.).

Age : zone à *Parkinsoni*, sous-zone à *Bomfordi* – zones à *Zigzag* et à *Aurigerus*.

Subdivision : deux sous-zones :

— une **sous-zone à *Gnathorhynchia voulensis*** (zone à *Parkinsoni*, sous-zone à *Bomfordi* – zone à *Zigzag*, sous-zone à *Convergens*), caractérisée par *G. voulensis* (OPP.), *G. pseudoneumayri* (de BRUN & MARCELLIN), *F. dumortieri* (SZAJN.), *F. asymmetrica* (ROLL.), *F. haugi* (ROLL.), *Millythyris arvierensis* ALMÉRAS. Quelques très rares *Antipytychina voulensis* ROLL. ont été observés ;

— une **sous-zone à *Rugitela cadomensis* et *Tubithyris whatleyensis*** (zone à *Zigzag*, sous-zone à *Macrescens* et zone à *Aurigerus*) caractérisée par *F. dumortieri* (SZAJN.), *F. asymmetrica* (ROLL.), *R. haugi* (ROLL.), *Kallirhynchia expansa* BUCK., *Parvirhynchia balinensis* (SUÈSS in SZAJN.), «*Rhynchonella*» (*Ivanoviella*) *ardescica* (ROLL.), «*Rhynchonella*» *corculum* DUM., «*R.*» *subacarus* ROL., *Sphenorhynchia bugeysiaca* (RICHE) rare ; premiers *Burmiphytina* en Provence et dans le Quercy (*B. termierae* ROUSSELLE, *B. moulani* ALMÉRAS); *Tubithyris whatleyensis* (WALKER) (première apparition dans la sous-zone à *Macrescens*), *Arceythrysis veziani* CONTINI & ROLLET, *Dictyoathyris* sp., *Heimia* (?), *pseudomayeri* de BRUN & MARCELLIN, *Lingithyris curviconcha* (OPP.), *Millythyris arvierensis* ALMÉRAS, *Millythyris* sp. aff. *M. rochei* ALMÉRAS, *Sphaeroiodothyris doulttingensis* (RICH. & WALK.), *S. lenthayensis* (RICH. & WALK.), *S. pentagonalis* MUIR-WOOD, «*Terebratula*» (*Cererithrysis?*) *pseudofulgia* (de BRUN & MARCELLIN), «*T.*» (*Morrisithyris*) *subeggensis* (de BRUN & MARCELLIN), *Wattonithyris parva* MUIR-WOOD, *Rugitela cadomensis* (DESL.), *R. bullata* (SOW.), *Aulacothyris cucullata* BUCK., «*Zeilleria*» *subranvilliana* de BRUN & MARCELLIN. En Provence : *Flabellothyris niedwiedzki* (SZAJN.) et apparition du genre *Eudesia* (avec *E. magharensis* FARAG).

2.2.5. Bathonien (Tab. XIXb)

Zone d'intervalle

Age : Bathonien moyen, zone à *Progracilis*.

Zone à *Antiptychина bivallata*

Espèce-indice : *Antiptychина bivallata* (DESL.).

Age : zone à *Subcontractus*.

Faune caractéristique : *Kallirhynchia concinna* (SOW.) (Quercy), *Cererithrysis oxonica* ARK. (Corbières), *Wattonithyris fullonica* MUIR-WOOD, *W. midfordensis* MUIR-WOOD, *Antiptychина bivallata* (DESL.), *Ornithella* (*Digonella*) *digonoides* BUCK. (bordure ardéchoise). Il y a raréfaction de la faune de brachiopodes à ce niveau. *Formosarhynchia dumortieri* (SZAJN) disparaît au sommet du Bathonien inférieur. L'association caractérise la Couche ocreuse de Crussol (ELMY, 1967).

Commentaire : à partir du Bajocien supérieur (zone à *Garantiana*), les différences dans l'évolution paléogéographique et environnementale induisent une grande diversité dans la répartition spatiale des brachiopodes. Ces derniers

font défaut dans les faciès de bassin de la Provence (Bajocien supérieur et Bathonien inférieur pro parte; ALMÉRAS & MOULAN, 1988). Dans les Corbières, il y a également absence d'enregistrement par les brachiopodes de l'intervalle Bajocien moyen – Bathonien moyen. La bordure orientale de l'Aquitaine, et en particulier le Quercy, voient le développement d'une plate-forme carbonatée proximale, communiquant difficilement avec le bassin subalpin et la Téthys, avec au cours du Bathonien inférieur et moyen des environnements très proximaux, confinés et sursalés (Formation de Cajarc), défavorables aux brachiopodes. Ceux-ci n'ont été observés qu'à deux niveaux dans cette formation :

1) dans les Calcaires et Marnes de la Bouye où *Burmirhynchia termiera*, *Arceythyris veziani*, *Tubithyris whatleyensis* et *Millythyris arvierensis* marquent le Bathonien inférieur;

2) dans une passée à oolithes ferrugineuses située à la base des Brèches et évaporites de Saint-Chels, où *Kallirhynchia concinna* se situe à la limite Bathonien moyen – Bathonien supérieur.

Au-dessus, un troisième niveau dans la Formation de Rocamadour a livré *Arceythyris diptycha*, *Burmirhynchia proteiformis* et *Ornithella (Digonella) digonoides* indiquant le Bathonien supérieur (sous-zone à Hannoveranus jusqu'à sous-zone à Discus) (voir CUBAYNES et al., 1987; déterminations d'Alméras). Dans ces conditions, la zonation proposée pour le domaine nord-téthysien français est obtenue à partir des données de la Provence méridionale (Bathonien supérieur) et de la bordure ardéchoise (Bathonien inférieur – moyen ainsi que Callovien). Pour le Bathonien inférieur et moyen les zones à *Formosarhynchia dumortieri* et à *Antiptychina bivallata* peuvent alors paraître liées à des conditions particulières de pentes situées à la partie supérieure du talus continental.

Zone d'intervalle

Age : zone à Morrisi.

Zone à *Burmirhynchia turgida* et *Tubithyris globata*

Espèces-indice : *Burmirhynchia turgida* Buck., *Tubithyris globata* (Sow.).

Age : zone à Bremeri et zone à Retrocostatum, sous-zone à Blanazense.

Faune caractéristique : *Burmirhynchia turgida* Buck., *B. decorata* (SCHL.) (Alpes maritimes; DARDEAU & LAURIN, 1982), *Kallirhynchia concinna* (Sow.) (Quercy), *Tubithyris globata* (Sow.). En Provence méridionale : *Daghanirhynchia daghaniensis* MUIR-WOOD, *Kallirhynchia communalis* BUCK., *K. pagana* BUCK., *Dictyothyris* sp., *Sphaeroidothyris elmii* ALMÉRAS & MOULAN, *Tubithyris globata* (Sow.), *Wattonithyris wattonensis* MUIR-WOOD, *W. nunneyensis* MUIR-WOOD; dernière apparition de *Tubithyris whatleyensis* (WALKER) et de *Rugitela cadomensis* (DESL.).

Commentaire : la zonation du Bathonien supérieur repose essentiellement sur des observations faites en Provence méridionale au sommet des Calcaires à oncolithes où se rencontrent deux niveaux superposés de brachiopodes :

1) un niveau inférieur avec *Sphaeroidothyris elmii* associé à des *Bullatimorphites* de la base de la zone à Bremeri;

2) un niveau supérieur avec *Tubithyris globata*, *Rugitela bullata* et des *Wattonithyris (wattonensis, nunneyensis)* associés à des Homoeoplanculitidés, en particulier *Homoeoplanculites gr. ybsensis*, indiquant la sous-zone à Blanazense (ALMÉRAS & MOULAN, 1988). La zone à *Tubithyris globata* (à laquelle est associé *Burmirhynchia turgida* présente dans des niveaux équivalents des Alpes maritimes, des Corbières et du Quercy) peut donc être corrélée avec la zone à Bremeri et avec la base de la zone à Retrocostatum (sous-zone à Blanazense). Cette extension est confortée par le fait qu'en Angleterre les *Wattonensis beds* et les *Rugitela beds* se situent dans la zone à Hodsoni (TÖREN, 1980) qui correspond sensiblement à la zone à Bremeri (il faut adjoindre à cette dernière la partie inférieure de la sous-zone à Blanazense).

Zone à *Wattonithyris circumdata* et *Arceythyris diptycha*

Espèces-indice : *Wattonithyris circumdata* (DESL.), *Arceythyris diptycha* (OPP.).

Age : zone à Retrocostatum, sous-zone à Hannoveranus.

Faune caractéristique : *A. diptycha* (OPP.), *W. circumdata* (DESL.), *Cererithyris intermedia* (Sow.). Dans le Bathonien supérieur du Quercy (Formation de Rocamadour) : *Burmirhynchia proteiformis* LAURIN, *A. diptycha* (OPP.), *Tubithyris globata* (Sow.), *Ornithella (Digonella) digonoides* Buck.

Commentaire : la zone à *Wattonithyris circumdata* et *Arceythyris diptycha*, limitée en Provence à la sous-zone à Hannoveranus (= sous-zone à Histrocoïdes) débute plus précocement en domaine N.W européen : sous-zone à Blanazense pro parte dans le Jura méridional et même sous-zone à Fortecostatum (zone à Bremeri) dans l'Ile Crémieu.

2.2.6. Limite Bathonien-Callovien

Zone d'intervalle

Age : Bathonien supérieur, zone à Discus – Callovien inférieur, zone à Bullatus.

Commentaire : on observe un renouvellement faunique complet au passage Bathonien – Callovien, avec l'extinction des *Burmirhynchia*, *Arceythyris*, *Tubithyris* et *Wattonithyris* ainsi qu'avec l'apparition des *Dorsoplicathyris*, *Aromasithyris* et des *Septaliphoria*. Ce renouvellement est d'autant plus marqué que les faunes de brachiopodes font défaut dans les zones à Bullatus et à Herveyi (sous-zone à Kamptus exceptée) et même dans la zone à Discus en ce qui concerne le domaine nord-téthysien français.

2.2.7. Callovien (Tab. XIXb)

Zone à *Robustirhynchia tenuiformis* et *Aromasithyris almerasi*

Espèces-indice : *Robustirhynchia tenuiformis* SEIFERT, *Aromasithyris almerasi* BOULLIER – = *Aromasithyris balinensis* (SZAJN) in ALMÉRAS 1971 –.

Age : Callovien inférieur, zone à Gracilis.

Faune caractéristique : *R. tenuiformis* SEIFERT, « *Rhynchonella* » (*Ivanoviella*?) *oppeli* (DESL.), *Septaliphoria mour-*

doni LAURIN, *A. almerasi* BOULLIER, *Dorsoplicathyris dorsoplicata* (DESL.), *D. mangoldi* ALMERAS (bordure ardéchoise).

Les remplissages de fente du karst du Haut-Var (zone à *Gracilis*) ont livré : *Gnathorhynchia trigona* (QUENST.), « *Rhynchonella* » *oppeli* (SZAJN., non DESL.), « *R.* » cf. *tremensis* GILLERON, *Sphenorhynchia ferryi* (DESL.), *A. almerasi* BOULLIER, *Dictyothyris smithi* (OPP.), *Linguithyrus bifrons* (OPP.), *L. vicaria* (SZAJN.), *Antitychina teisenbergensis* (WINKLER) et *Zittelina balinensis* (SZAJN.).

Zone à *Dorsoplicathyris dorsoplicata*

Espèce-indice : *Dorsoplicathyris dorsoplicata* (DESL.).

Age : Callovien moyen, zones à Anceps et à Coronatum.

Faune caractéristique : *D. dorsoplicata* est la seule espèce représentée par de rares exemplaires de petite taille. Quelques spécimens de grande taille ont été collectés dans la zone à Anceps de la bordure ardéchoise.

Zone d'intervalle

Age : Callovien supérieur, zones à Athleta et à Lamberti.

Commentaire : c'est sur la bordure ardéchoise, alors que l'enfoncement d'ensemble s'accentue au début du Callovien, que l'on a défini la zone à *Robustirhynchia tenuiformis* et *Aromasithyris almerasi* et la zone à *Dorsoplicathyris dorsoplicata*. La zone d'intervalle du Callovien supérieur est due à la généralisation d'un régime lacunaire sur la bordure vivaro-cévenole (ELMI 1967; ELMI et al. 1989).

2.3. CORRÉLATIONS ENTRE LES DEUX ZONATIONS DU JURASSIQUE MOYEN

L'existence de faunes caractéristiques communes ou partiellement communes aux deux domaines N.W. européen et nord-téthysien, ou bien la présence d'espèces-indice communes mais de répartition verticale légèrement différentes, permettent de corrélérer les deux zonations proposées. On peut citer l'exemple de *Rugitela cadomensis* dans le Bathonien inférieur. De même, *Burmirhynchia proteiformis*, définissant en domaine N.W. européen un horizon-repère de la zone à *Burmirhynchia elegantula*, se retrouve dans le Quercy (Formation de Rocamadour). *Septaliphoria mourdoni* (espèce-indice d'une sous-zone de la zone à *Rhynchonelloidella spathica* du Callovien inférieur) est représenté par quelques exemplaires dans la zone à *Gracilis* de la bordure ardéchoise. En outre, *Aromasithyris almerasi* (abondante dans le Jura méridional, mais rare sur la bordure ardéchoise) permet de corrélérer les zones à *Robustirhynchia tenuiformis* (domaine nord-téthysien) et à *Rhynchonelloidella spathica* (domaine N.W. européen). Enfin, *Dorsoplicathyris dorsoplicata* est l'espèce-indice d'une zone du Callovien moyen bien qu'elle soit peu représentée dans le domaine nord-téthysien où *Septaliphoria orbigniana* (espèce-indice associée et abondante en domaine nord-ouest européen) n'a pas été observée.

3. — JURASSIQUE SUPÉRIEUR (A. BOULLIER & B. LAURIN)

Au Jurassique supérieur, la succession des faunes de brachiopodes est très changeante ; le manque de données sur la répartition des espèces, l'insuffisance de la nomenclature conduisent à un tableau de zones de valeur inégale où les subdivisions plus fines sont peu nombreuses.

Le choix des espèces-indice s'est porté sur les éléments les mieux connus ou les plus aisément reconnaissables ; c'est ainsi que la zonation est essentiellement basée sur les Térébratulidés. Dans la moitié nord de la France, dix biozones ont pu être individualisées au sein des trois étages Oxfordien, Kimméridgien et Tithonien.

3.1. DOMAINE NORD-OUEST EUROPÉEN FRANÇAIS (Tab. XX)

3.1.1. Oxfordien

L'Oxfordien inférieur est une période souvent incomplètement enregistrée tant dans le domaine NW européen que dans le domaine nord-téthysien : les brachiopodes semblent absents (Nord-Téthys) ou peu représentés (Poitou, Berry, Bourgogne).

La sédimentation plus ou moins continue durant le Callovien supérieur – Oxfordien inférieur, en domaine de plate-forme distale, permet l'évolution sur place de certaines lignées de brachiopodes où l'apparition d'espèces nouvelles sert de guide chronologique.

Dans la chaîne jurassienne et ses bordures, compte tenu de la sédimentation uniforme (Marnes à Renggeri), une zonation fine n'est guère possible ; les zones standard d'ammonites sont difficiles à identifier et les brachiopodes sont rares.

A l'Oxfordien moyen, on observe un développement des sédiments biogénés (enrichis en madréporaires ou en spongiaires) et une grande diversité spatiale des faunes, d'où la difficulté de choix des espèces biostratigraphiques caractéristiques.

— Oxfordien inférieur et moyen

Zone à *Aulacothyris impressa*

Espèce-indice : *Aulacothyris impressa* (ZIET.).

Age : Oxfordien inférieur, zones à Mariae et à Cordatum pro parte.

Faune caractéristique : *Thurmannella obtita* (DEFR.), *Septaliphoria arduennensis* (OPP.), *Aromasithyris haasi* (ROLL.), *Caryona oxfordiana* BOUL., « *Terebratula* » *fileyensis* DAV., *Aulacothyris impressa* (ZIET.), *Aulacothyris* sp., *Digonella pseudoantiplecta* (CHOFF.).

Remarque : Les thurmannelles sont prédominantes dans l'ouest du Bassin parisien, au sein de formations sableuses rattachées dans leur majeure partie à la zone à *Cordatum p.p.* (Maine). *Ar. haasi*, associée à *Au. impressa*, est plus particulièrement connue dans le Jura et ses marges nord avec des thurmannelles de taille réduite. *D. pseu-*

TABLEAU XX
Zonation du Jurassique supérieur

ÉTAGES	AMMONITES				BRACHIOPODES	
	ZONES	Sous-zones	Sous-zones	ZONES	Zones	Sous-zones -Horizons-
KIMMÉRIDGIEN	TITHO-NIEN	Domaine euro-boréal, Biome franco-germanique		Domaine téthysien		Domaine NW européen français
		GIGAS	Gravesiana Gigas	HYBONOTUM		
	AUTISSIO-DORENSIS	Irius			"T. portlandica"	
		Autissiodorensis		BECKERI		
	EUDOXUS	Contejeani			Xestosina arguta	
		Caletanum		EUDOXUS	"T." gr. subselloides	
		Orthocera			"Terebratula" suprajurensis	
	MUTABILIS	Lallierianum Mutabilis		ACANTHICUM	"Terebratula" subsella	
	CYMODOCE	Chatelailonensis				
		Achilles Cymodoce				
	BAYLEI RUPELLENSE	Ruppelense		PLATYNOTA		"T." aff. lusitanica-
OXFORDIEN	PSEUDO-CORDATA			PLANULA		
		Hauffianum		BIMAMMATUM		Postepithyris cincta
		Bimammatum			Zillerina astartina	Dorsoplicathyris subinsignis
		Berrense				-M. engeli-
	CAUTISNIGRAE	Semimammatum		BIFURCATUS		-D. prolifera-
	PUMILUS			TRANSVER-SARIUM	Juralina bauhini	
		Nunningtonense	Rotoides		G. bourgueti	-D. ledonica-
			Schilli			Moeschia alata-
			Luciaeformis			
	PLICATILIS	Parandieri	Parandieri	PLICATILIS	G. bourgueti	
		Antecedens	Antecedens		Galliennithyris galliennei	
	CORDATUM	Vertebrata	Vertebrata	CORDATUM		
		Cordatum	Cordatum			
		Costicardia	Costicardia			
	MARIAE	Bukowski	Bukowski	MARIAE	Aulacothyris impressa	-C. oxfordiana-
		Praecordatum	Praecordatum			
		Scarburgense	Scarburgense			

doantiplecta, définie dans le Callovien supérieur, persiste dans la zone à *Mariae* (sous-zone à *Scarburgense*) ; elle est peu répandue (Maine).

• **Horizon à *Caryona oxfordiana*** (Pl. 31, fig. 2)

C. oxfordiana pourrait constituer un horizon-repère correspondant à la sous-zone à *Praecordatum*, zone à *Mariae*. Elle témoigne de la zone à *A. impressa* dans des régions où l'espèce-indice n'apparaît pas (Maine, Ardennes...).

Zone à *Galliennithyris galliennei*

Espèce-indice : *Galliennithyris galliennei* (d'ORB.).

Age : Oxfordien inférieur, zone à *Cordatum* (sommel) probable et Oxfordien moyen, zone à *Plicatilis*.

Faune caractéristique : *Thurmannella obtrita*, *Torquirhynchia* sp., *Galliennithyris galliennei* (d'ORB.), « *Terebratula* » *silicicola* Boul., *Pachythrysis arduennensis* (Douv.), *Dictyothyris dorsocurva* (Et.), « *Zeillerina* » *bucculenta* (Sow.), *Ornithella* gr. *zonata* (ROLL.).

L'espèce-indice est reconnue sur tout le pourtour du Bassin parisien ; en Ardennes, Lorraine, Jura nord et central, plateaux de Haute-Saône, Dijonnais... elle est associée à *T. obtrita*, bien représentée, « *Z.* » *bucculenta* (= « *Z.* » *parandieri* auct.), et *Dictyothyris dorsocurva* ; ailleurs les associations changent : en Normandie, les zeillérées sont fréquentes avec *G. galliennei* au sein de calcaires bioclastiques, mais les thurmannelles sont absentes ; dans le Maine, *G. galliennei* est accompagnée de zeillérées différentes : *O. gr. zonata*, les thurmannelles sont présentes ; ces rhynchonelles semblent familières des formations à dominante gréseuse (DUGUÉ, 1989).

Dans un secteur de la partie occidentale du Berry (Champagne berrichonne ouest, Brenne p.p.), cette zone n'est pas représentée ; dans l'autre secteur (Creuse), des calcaires gris ou grenus, riches en silex livrent *G. galliennei* avec des zeillérées et *D. dorsocurva* ; les thurmannelles sont absentes.

Dans le Centre-Ouest, *G. galliennei* est remplacée par *Pachythrysis arduennensis* qui caractérise la zone à *Plicatilis* dans les dépôts de plate-forme carbonatée (calcarénite à entroques) d'une région intermédiaire entre le domaine atlantique et le domaine pictave. Son âge, bien précisé par la présence d'ammonites, permettrait de lui accorder un rôle de repère ; cependant, cette espèce est répartie sur une aire géographique trop restreinte pour avoir une valeur zonale. Sa position est incertaine en Bourgogne où elle est issue de l'Oolite ferrugineuse oxfordienne avec des zeillérées de petite taille. Ce faciès est en effet daté de la zone à *Plicatilis*, mais il peut comprendre des niveaux remaniés d'âge plus récent.

Zone à *Galliennithyris bourgueti*

Espèce-indice : *Galliennithyris bourgueti* (Et.).

Age : Oxfordien moyen, zone à *Transversarium*, sous-zones à *Parandieri* et à *Luciaeformis* (= *Wartae*).

Faune caractéristique : *Torquirhynchia* sp., *Septaliphoria*, *Galliennithyris bourgueti*, *Juralina cotteaui* (Douv.), *Ornithella delmontana* (OPP.), *Ornithella censoriensis* (COTT.).

Remarque : les deux espèces de zeillérées semblent s'exclure : *O. delmontana*, associée à l'espèce-indice et à

une rhynchonelle existe dans l'est du Bassin parisien, tandis que *O. censoriensis* est présente sur la bordure sud, dans des niveaux plus silicifiés (calcaires à chailles noduleuses de Bourgogne ; calcaire avec silex en nappes du Berry occidental).

Zone à *Juralina bauhini*

Espèce-indice : *Juralina bauhini* (Et.).

Age : Oxfordien moyen, zone à *Transversarium*, sous-zone à *Schilli* et à *Rotoides*.

Faune caractéristique : *Galliennithyris* gr. *maltonensis* (OPP.), *Juralina bauhini* (Et.), « *Terebratula* » *rauraciensis* ROLL., *Dictyothyris kurri* (OPP.), *Zeillerina douvillei* (ROLL.).

Remarque : l'espèce-indice et *G. gr. maltonensis* sont les plus répandues, mais rarement directement associées. Les autres formes ne sont pas présentes dans tous les secteurs et elles restent rares.

Cette zone existe dans toute l'auréole d'affleurements du Bassin parisien. Dans le domaine occidental (Maine, Normandie), elle s'étoffe d'espèces propres comme « *Terebratula* » aff. *bullingdonensis* ROLL., *Disculina disculus* DESL. et *Hamptonina guillieri* (DESL.).

— **Oxfordien supérieur**

Zone à *Zeillerina astartina*

Espèce-indice : *Zeillerina astartina* (ROLL.).

Age : Oxfordien supérieur, de la zone à *Bifurcatus* à la zone à *Planula*.

Faune caractéristique : « *Rhynchonella* » *semiconstans* Et., « *Galliennithyris* » *modesta* BOULLIER, *Zeillerina astartina* (ROLL.).

La faune est souvent réduite à la seule espèce-indice, assez abondante ; la térébratule, toujours rare, paraît localisée à la base de la zone. Celle-ci est représentée dans la moitié nord du Jura et dans le Bassin parisien, mais elle ne semble pas individualisée en Poitou.

Il est possible de reconnaître des horizons-repère, variables selon les faciès, au sein des trois dernières zones :

1) dans les régions caractérisées par un enchaînement de faciès fins, vaseux :

• **Horizon-repère à *Dorsoplicathyris ledonica***

Espèce-indice : *Dorsoplicathyris ledonica* BOULLIER.

Age : Oxfordien moyen, zone à *Transversarium*.

Faune caractéristique : *Acanthorhynchia spinulosa* (OPP.), « *Rhynchonella* » *acarus* HAAS & PETRI ; *Dorsoplicathyris ledonica* BOULLIER, *Galliennithyris rivelensis* BOULLIER ; *Digonella* sp., *Ornithella* gr. *lampa* (QUENST.).

L'association complète ou partielle a été retrouvée tant à l'Ouest (Maine) qu'à l'est du domaine nord français (Haute-Marne, Jura...).

• **Horizon-repère à *Dorsoplicathyris prolifera***

Espèce-indice : *Dorsoplicathyris prolifera* BOULLIER.

Age : Oxfordien supérieur, zone à *Bifurcatus*.

Faune caractéristique : *Rhynchonella rivelensis* de LOR., *Echinirhynchia lorioli* (ROLL.), *Dorsoplicathyris prolifera* BOULLIER, *Gallienithyris elliptoides* (MOESCH.), *G. berlieri* ROLLET et *Digonella sorlinensis* (HAAS).

Il est d'extension locale : Jura méridional, Sud Bourgogne.

2) dans les faciès à spongaires, où l'on peut discerner :

- **Horizon-repère à Moeschia alata**

Espèce-indice : *Moeschia alata* (ROLLET).

Age : Oxfordien moyen, zone à *Transversarium*; possible dès le sommet de la zone à *Plicatilis*.

Faune caractéristique : *Lacunosella arolica* (OPP.), *Monticarella striocincta* (QUENST.), *Moeschia alata* (ROLLET), *Argovithyris birmensdorffensis* (MOESCH.), *Dictyothrypis kurri* (OPP.), *Zittelina billodensis* (ROLL.), *Trigonellina minima* (OPP.), *Dictyothryopsis runcinata* (OPP.), auxquelles s'ajoutent parfois *Placothyris rollieri* (HAAS), *Argovithyris baugieri* (d'ORB.) et *Nucleata douvillei* (de GROSS.).

A. baugieri existe seulement sur la bordure occidentale de la plate-forme nord aquitaine.

Cette faune très diversifiée se rencontre en Poitou, dans le Centre et dans le Jura méridional.

- **Horizon-repère à Moeschia engeli**

Espèce-indice : *Moeschia engeli* (ROLL.).

Age : base de la zone à *Bimammatum*.

Faune caractéristique : *Lacunosella aff. cracoviensis* (QUENST.), *Moeschia engeli* (ROLL.), *Argovithyris birmensdorffensis* (MOESCH.), *Placothyris rollieri*, *P. welschi* BOULLIER, *Digonella moeschi* (MAYER).

Le cortège d'espèces change selon les régions ; en Poitou, seule *P. welschi* est présente ; en Berry, l'espèce-indice est associée à *L. aff. cracoviensis* et dans le Jura méridional tabulaire (Ile Crémieu) l'association est complète (à l'exclusion de *P. welschi*).

Au-dessus de cet ensemble, essentiellement dans des faciès micritiques, la définition d'une sous-zone paraît justifiée :

— Sous-zone à *Dorsoplicathyris subinsignis*

Espèce-indice : *Dorsoplicathyris subinsignis* (ET.).

Age : zone à *Bimammatum*, sous-zones à *Berrense* et à *Bimammatum*.

Faune accompagnante : *Septaliphoria pinguis* (ROEM.), *Septaliphoria pectunculoides* (de LOR., non ET.), *Monticarella triloboides* (QUENST.), *Dorsoplicathyris subinsignis*, « *Moeschia* » *campanea* BOUL., « *Terebratula* » *gesneri* ET., *Zeillerina astartina*.

On remarque cette sous-zone en Poitou, Berry, Bourgogne et Jura. On relève des substitutions d'espèces liées à des variantes régionales de faciès.

Une autre association peut être mise en parallèle avec la sous-zone à *Hauffianum* comprenant *Aromasithyris semifarzinata* (ET.), *Somalirhynchia moeschi* (HAAS), *Digonella moeschi* (MAYER); son extension est limitée (Jura méridional, Mâconnais, Berry oriental) : elle pourrait correspondre

à un approfondissement croissant dans la paléogéographie locale.

Vers le sommet de la zone à *Zeillerina astartina*, une sous-zone peut être identifiée dans les faciès périréciaux :

— Sous-zone à *Postepithyris cincta*

Espèce-indice : *Postepithyris cincta* (COTT.).

Age : Oxfordien supérieur, zone à *Bimammatum*, sous-zone à *Hauffianum pro parte* et zone à *Planula p.p.*

Faune caractéristique : *Septaliphoria pinguis* (ROEM.), « *Rhynchonella* » *ordinaria* CHILDS, *Torquirhynchia* sp. : *Postepithyris cincta* (COTT.), « *Terebratula* » *grossouvrei* DOUV., *Juralina subformosa* (ROLL.), « *J.* » *eminula* BOULLIER, *Aromasithyris* aff. *riazi* BOULLIER; *Zeillerina egena* (BAYLE).

On note d'importantes variations de la composition faunique selon les secteurs : Boulonnais, Bourgogne, Berry, région de la Brenne. Cette sous-zone est inconnue dans l'est du Bassin parisien (Sud Ardennes, Lorraine, chaîne jurassienne).

A l'extrême sommet de la zone à *Zeillerina astartina*, les faunes sont dispersées et très changeantes selon les types de faciès ; il est prématué de fixer une subdivision et de choisir une espèce-indice.

3.1.2. Kimméridgien

A la base du Kimméridgien, les brachiopodes sont rares ou font défaut : soit la sédimentation est continue au passage Oxfordien-Kimméridgien, soit il existe des lacunes.

Au cours du Kimméridgien, les faciès sont homogènes sur de grandes aires géographiques, et livrent des faunes de brachiopodes assez uniformes. Un inventaire et une révision systématique restent encore à effectuer. La biozonation proposée s'appuie sur des espèces classiques bien identifiées ou sur des espèces encore à réviser.

Zone d'intervalle

Age : Kimméridgien inférieur, zone à *Baylei* – *Rupellense*.

Localement, les formations kimméridgiennes de la base de l'étage (zone à *Baylei*) renferment quelques espèces : *Torquirhynchia inconstans* (SOW.) et « *Zeilleria leymerii* » (COTT.), en Normandie. (Il s'agit bien d'une espèce différente de *Z. humeralis* (ROEM.); de rares zeillères en Champagne berrichonne ; de *Zeillerina humeralis* associé à des térébratules de petite taille (zone à *Platynota* de l'Ile Crémieu)... L'extension limitée de ces faunes et l'absence d'espèces significatives communes ne permettent pas de créer une zone.

En Charente, une espèce de Térébratulidés abondante au sein de marnes et calcaires argileux à lamellibranches, se rapprochant de *Terebratula lusitanica* SUÈSS (*in* CHOIFFAT, 1947) pourrait caractériser un horizon-repère. Elle est en cours de révision.

• Horizon-repère à *Terebratula nov. sp. A. aff. lusitanica* (*in* CHOIFFAT 1947).

Espèce-indice : *T. aff. lusitanica* SUÈSS.

Age : Kimméridgien inférieur, sommet zone à Rupellense, horizon à Virgatoides.

Faune caractéristique : *Rhynchonella* sp., *T. aff. lusitonica*, *Cruralina substriata* (SCHL.), *Zittelina* sp.

Zone à « *Terebratula* » *subsella*

Espèce-indice : « *Terebratula* » *subsella* LEYM.

Age : Kimméridgien inférieur, zone à Cymodoce (sous-zones à Cymodoce et à Achilles).

Faune caractéristique : « *Rhynchonella* » *matronensis* de LOR., *Postepithyris minor* (Douv.), « *Terebratula* » *subsella* LEYM., « *T.* » *equestris* d'ORB., *Zeillerina humeralis* (ROEM.), *Z. rupellensis* (d'ORB.).

Le couple « *T.* » *subsella* – *Z. humeralis* est caractéristique de cette zone ; il présente une large distribution horizontale (Jura, Bassin parisien, Bassin aquitain (marges nord et est). On distingue des associations d'espèces selon leur place dans la zone : ainsi « *R.* » *matronensis* et *P. minor* sont localisées à sa base dans l'Yonne et la Haute-Saône.

Zone à « *Terebratula* » *suprajurensis*

Espèce-indice : « *Terebratula* » *suprajurensis* ET.

Age : Kimméridgien inférieur, zone à Cymodoce (sous-zone à Chatelaillonensis) et base de la zone à *Mutabilis*.

Faune caractéristique : *Septaliphoria pullirostris* (ET.), « *T.* » *suprajurensis*, *T. thurmanni* ROLL., *Postepithyris dubisensis* BOUL., *Zeillerina humeralis* (ROEM.).

L'espèce-indice, typique dans la chaîne du Jura, existe à la base de la zone ; dans certaines localités *P. dubisensis* et quelques Zeilleridés l'accompagnent. Dans le Centre, une forme voisine de l'espèce-indice « *Terebratula* » *thurmanni* semble prédominer. La rhynchonelle *S. pullirostris* est repérée dans la partie supérieure de la zone de l'avant-pays jurassien associée à de petites térebratules « *T.* » gr. *subsella* *auct.*

L'indice de zone, très répandu dans le Jura, est présent en Lorraine, dans le Dijonnais et le Maconnais ainsi qu'en Charentes.

Zone à « *Terebratula* » gr. *subselloides*

Espèce-indice : « *Terebratula* » nov. sp. B gr. *subselloides* (WESTPHAL).

Age : Kimméridgien supérieur, zone à *Mutabilis* (sous-zone à *Mutabilis* p.p. et sous-zone à *Lallierianum*), zone à *Eudoxus*, sous-zone à *Orthocera*.

L'espèce-indice est le seul brachiopode observé dans cette zone, qui est reconnue en Lorraine, Jura nord et sud et ses abords, Charentes, Quercy.

Zone à *Xestosina arguta*

Espèce-indice : *Xestosina arguta* COOPER.

Age : Kimméridgien supérieur, zone à *Eudoxus* (sous-zones à *Caletanum* et à *Contejeani*) et zone à *Autissiodorensis* (base).

La faune est limitée à l'espèce-indice. Cette zone est représentée sur le pourtour du Bassin parisien : Normandie, Pays de Bray, Boulonnais, Lorraine, Jura, Bourgogne,

Berry, Quercy. Sa limite inférieure pourrait être hétérochronie.

Zone d'intervalle

Age : Kimméridgien supérieur, sommet de la zone à *Autissiodorensis*.

Dans la partie sud de la chaîne jurassienne, le Kimméridgien supérieur présente :

— soit des faciès périréciaux et des constructions récifales à madréporaires (zone à *Eudoxus* et zone à *Beckeri*) avec une faune de brachiopodes remarquable par sa diversité : *Septaliphoria* sp., *Monticarella apiculaevis* (ET.), *Juralina etalloni* (ROLL.), *J. valfinensis* (de LOR.), « *Terebratula* » *strictiva* QUENST., *Cruralina silicea* (QUENST.), « *Zeilleria* » *circumcisa* (ET.), *Ismenia pectunculoides* (SCHL.). Dans les faciès crayeux fins, latéraux aux formations construites (zone à *Eudoxus pro parte* et zone à *Beckeri*), les espèces rencontrées sont : *Aromasithyris* sp. et *Digonella moeschi* de LOR. (non MAYER) (de LORIOL 1878, Pl. 23) ; il n'existe pas de rhynchonelles.

— soit des faciès micritiques à spongaires (zone à *Acanthicum* et zone à *Eudoxus*) où la faune montre un cachet particulier : *Torquirhynchia astieriformis* (WISN.), de grandes térebratules habituellement désignées sous le nom de « *Terebratula* » *farcinata* *auct.*, *Moeschia* gr. *gigas* (QUENST.), *Dorsoplacothyris* sp. et *Ornithella pseudolagenalis* (MOESCH).

La longue extension verticale de *T. astieriformis* n'autorise pas à lui accorder valeur d'horizon-repère, mais sa persistance témoigne de cette période du Kimméridgien supérieur.

Ainsi, quelques régions mises à part (Jura), le Kimméridgien supérieur montre une grande constance et une homogénéité des formations constituées de marnes ou de calcaires argileux. Ces milieux confinés et peu profonds deviennent peu favorables aux brachiopodes ; les faunes sont monotones ; certaines espèces dominantes semblent évincer les autres ; souvent un taxon unique est représenté (Térebratulidés).

3.1.3. Tithonien

Sur la bordure orientale du Bassin parisien et ses confins (Bourgogne, Haute-Saône, Jura), la faune à *Gravesia* constitue la dernière faune d'ammonites et il n'existe qu'un assemblage de brachiopodes.

Un horizon à « *Terebratula* » *portlandica* ÉTALLON a été reconnu en Haute-Saône dans les couches à *Gravesia*. Sa position reste à préciser dans la zone à *Gigas*, ainsi que son extension géographique. Cette unité a été repérée localement (Jura, Haute-Saône), mais correspond très probablement à une zone dont l'extension reste à définir.

Zone à « *Terebratula* » *portlandica*

Espèce-indice : « *Terebratula* » *portlandica* ET.

Age : Tithonien inférieur, zone à *Gigas*.

Faune caractéristique : *Septaliphoria inconstans* (ET.) (non SOW.), « *Terebratula* » *portlandica* ET., « *Zeilleria* » *grayensis* (ET.).

3.2. DOMAINE NORD-TÉTHYSIEN FRANÇAIS

L'état de nos connaissances ne nous permet pas de dresser un tableau de zonation, mais seulement d'établir une succession de faunes. Le début du Jurassique supérieur comporte souvent des lacunes ; l'Oxfordien est incomplet à la base, et les brachiopodes semblent peu représentés. La partie moyenne de l'étage est certainement la période la plus riche en faunes.

3.2.1. Oxfordien

— Oxfordien moyen

Une association à *Septocrurella sanctaeclarae* (ROEM.), *Nucleata nucleata* (SCHL.), *N. douvillei* (de GROSS.), *Antitychina latelobata* (NEUM.) se trouve sur la bordure vivaro-cévenole et dans les chaînes provençales (LAURIN, 1979; DROMART, 1986) et peut être corrélée avec la zone à *Plicatilis*. Ces genres de brachiopodes montrent de telles convergences morphologiques caractérisent un domaine de pente ouvert sur le bassin subalpin et la Téthys.

Durant la zone à *Transversarium*, les conditions environnementales sont proches de certains secteurs du domaine nord et correspondent à une plate-forme distale en milieu ouvert où l'on rencontre *Lacunosella arolica*, *Argovithyris birmensdorfensis*, *Nucleata* sp. Il existe donc à cette époque une réelle similitude entre les deux domaines.

— Oxfordien supérieur

L'Oxfordien supérieur est beaucoup plus pauvre ; une seule espèce est bien repérée : *Lacunosella fastigata* (GILL.) dans la zone à *Bimammatum*.

Toutes ces faunes sont présentes au sein de niveaux grumeleux ou à spongiaires sur la bordure cévenole, en Provence et dans les Alpes maritimes. Par contre, en Languedoc dans les calcaires sublithographiques, les espèces de brachiopodes montrent une certaine affinité avec celles du domaine nord-ouest européen. Il s'agit de *Aromasithyris semifarcinata* (ET.), *Terebratulina (Cruralina) substrigata* (SCHL.), *Digonella* gr. *moeschi* (MAYER), qui dans cette région occupent l'Oxfordien terminal.

3.2.2. Kimméridgien

Les faciès montrent une tendance à l'homogénéisation avec toute une gamme de calcaires micritiques, sublithographiques ou dolomitiques ; les brachiopodes sont très rares. Il est possible de distinguer un niveau-repère à *Lacunosella trilobata* (ZIET.) au sein du Kimméridgien supérieur (sommet de la zone à *Eudoxus* et zone à *Beckeri*). Il peut être signalé dans le cadre périalpin (arc de Nice).

Une réelle différence existe entre les domaines nord et sud due à la pauvreté des faunes et à nos manques de connaissances.

3.2.3. Tithonien

Le Tithonien se présente sous deux faciès principaux : sédiments argileux ou sédiments bioclastiques et construits à madréporaires :

— le faciès argileux peut occuper tout l'étage. La faune qu'il renferme est caractérisée par *Pygope janitor* (PICTET) accompagnée de divers genres de Rhynchonellidés (*Monticarella*, *Lacunosella*), de Térébratulidés et de Pygopidés (*Nucleata*). Elle existe sur la bordure ardéchoise au Tithonien supérieur ;

— le faciès bioclastique et construit à madréporaires, parfois localisé dans la moitié supérieure de l'étage (calcaires à coraux, calcaires blancs...), renferme notamment les espèces suivantes : *Torquirhynchia astieriana* (d'ORB.), *T. guebhardi* (JACOB & FALLOT), *T. echaillonensis* (JACOB & FALLOT), *Weberithyris moravica* (GLOCKER) (= *T. repeliniana* d'ORB.), « *Terebratula* » gr. *insignis* (ZIET.), *Cruralina substrigata* (ROLL.), *Ismenia pectunculoides* (SCHL.) et divers Zeilleriidés. Il contient également des térébratules citées sous le nom de *T. formosa* auct. (non SUÈSS) qui méritent d'être révisées. Ces formes ont été reconnues en Languedoc, en Provence et dans les Chaînes subalpines.

Les faunes de brachiopodes citées requièrent un inventaire régional et une étude systématique approfondie avant que puissent être reconnus des éléments-marqueurs.

4. — CONCLUSIONS

Les espèces à faible longévité et douées d'une grande dispersion revêtent un rôle fondamental dans l'établissement d'une échelle biostratigraphique fondée sur les brachiopodes. Leur distribution sélective en fonction des conditions environnementales complique la fixation d'une zonation unique et nous a conduit à distinguer deux zonations distinctes, du moins au Lias et au Dogger. L'insuffisance dans la nomenclature des formes du Malm et la relative pauvreté en espèces aboutissent à un unique tableau de zones de valeurs inégales.

Les échelles proposées sont étroitement dépendantes des nouvelles zonations établies sur les ammonites et elles se confortent l'une l'autre. Elles peuvent constituer un outil au service de la stratigraphie et rendent compte des données existantes.

Pour le Malm, une analyse taxinomique affinée permettra d'introduire de nouvelles subdivisions dans cette biozonation afin qu'elle soit plus complètement satisfaisante et utile.

PLANCHE 29

JURASSIQUE INFÉRIEUR

- Fig. 1. — *Zeilleria (Zeilleria) perforata* (PIETTE). Hettangien inférieur, zone à *Planorbis*. Serre-des-Champs, à Vesseaux (Ardèche). Coll. Martin. F.S. Lyon, n° 305 811a.
2. — *Piarorhynchia juvenis* (QUENST.). Lotharingien. La Joubernie, à Coux (Ardèche). Coll. Gallien. F.S. Lyon, n° 305 820.
3. — *Zeilleria (Zeilleria) cor* (LAMK.). Lotharingien, zone à *Oxynotum*. Carrière de la Barolière, à Limonest (Rhône). F.S. Lyon, n° 307 313.
4. — *Gibbirhynchia curviceps* (QUENST.). Cargien inférieur. Zone à *Jamesoni* (base). Caguille, à Bizanet (Corbières). F.S. Lyon, n° 307 314.
5. — *Cuersithyris davidsoni* (HAIME). Cargien, zone à *Ibex*, sous-zone à *Valdani*. Pech Saint-Sauveur (Comminges). F.S. Lyon, n° 307 315.
6. — *Rudirhynchia rufis* Buck.. Domérien, zone à *Margaritatus*, sous-zone à *Stokesi*. Feuilla, point 187 (Corbières). F.S. Lyon, n° 307 316.
7. — *Zeilleria (Zeilleria) sarthacensis* (d'ORB.). Domérien, zone à *Margaritatus*. Mazaugues (Var). F.S. Lyon, n° 307 317.
8. — *Quadratirhynchia quadrata* Buck.. Domérien supérieur, zone à *Spinatum*. Saint-Etienne-de-Fontbellon (Ardèche). F.S. Lyon, n° 305 828.
9. — *Zeilleria (Zeilleria) quadrifida* (LAMK.). Domérien supérieur, zone à *Spinatum*. Fontjoncouse, N 146 S (Corbières). F.S. Lyon, n° 307 318.
10. — *Aulacothyris iberica* DUBAR. Toarcien inférieur. zone à *Tenuicostatum*. Hard ground sous la passée terrigène. Cuers (Var). F.S. Lyon, n° 307 319.
11. — *Stolmorrhynchia bouchardi* (DAVIDSON). Toarcien inférieur, zone à *Serpentinus*. Les Pelades, à Rocbaron (Var). F.S. Lyon, n° 307 320.
12. — *Telothyris jauberti* (DESL.). Toarcien inférieur, zone à *Serpentinus*. Cuers (Var). F.S. Lyon, n° 305 178.
13. — *Sphaeroidothrys vari* (ROLLIER). Toarcien moyen, zone à *Variabilis*. Le baou d'Astier, à Cuers (Var). Coll. Moulan. F.S. Lyon, n° 305 300.
14. — *Stroudithyris infraoolithica* (DESL.). Toarcien supérieur, zone à *Pseudoradiosa*. Le Ruisseau du Brusquet, à Cuers (Var). Coll. Moulan. F.S. Lyon, n° 305 236.

Sauf indication contraire, le matériel figuré appartient à la collection Y. Alméras. Il est conservé dans les collections du Centre des Sciences de la Terre de l'Université Claude Bernard, Lyon I. Photographies : N. Podevigne, Lyon. Toutes les figures sont en grandeur naturelle.

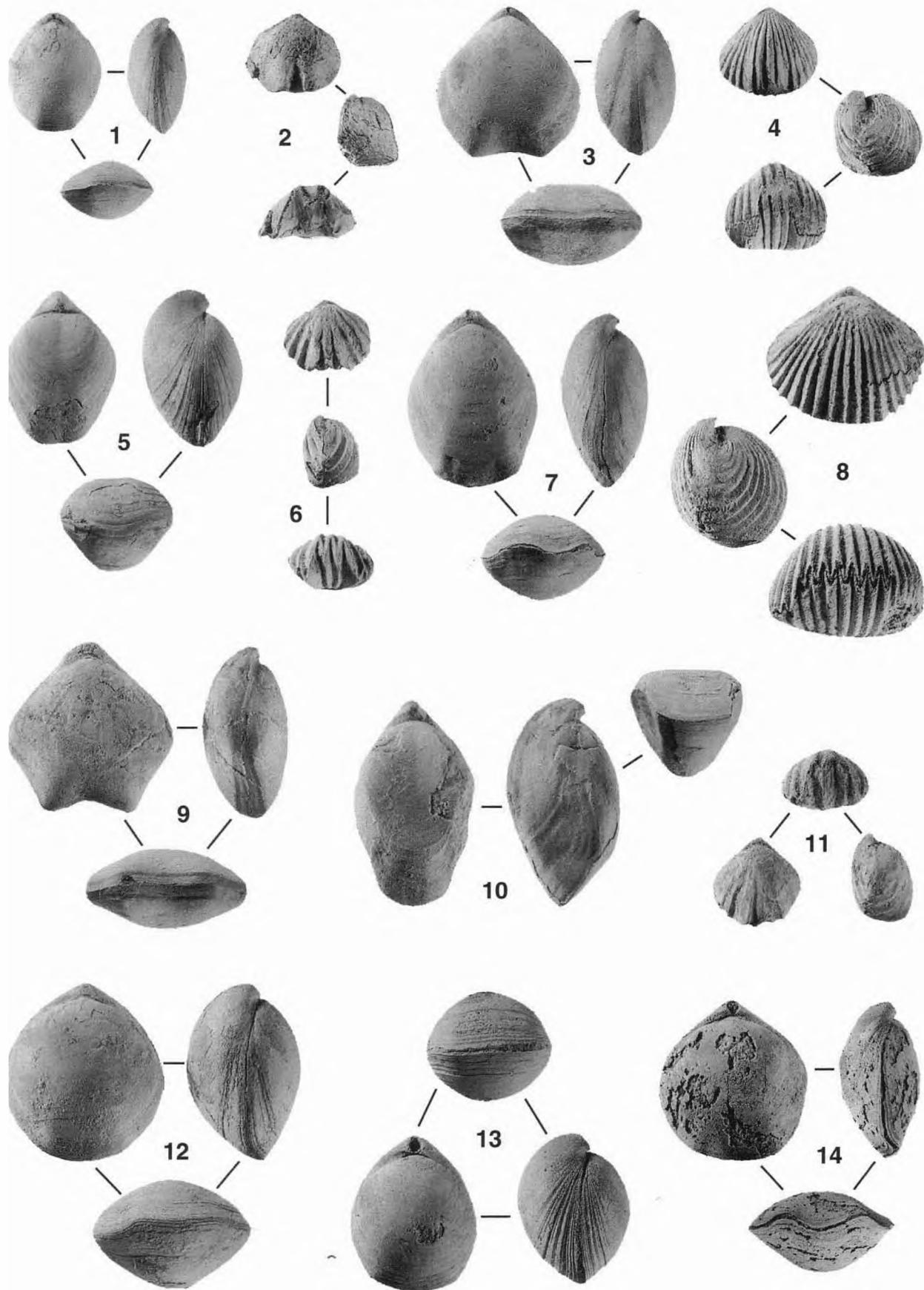
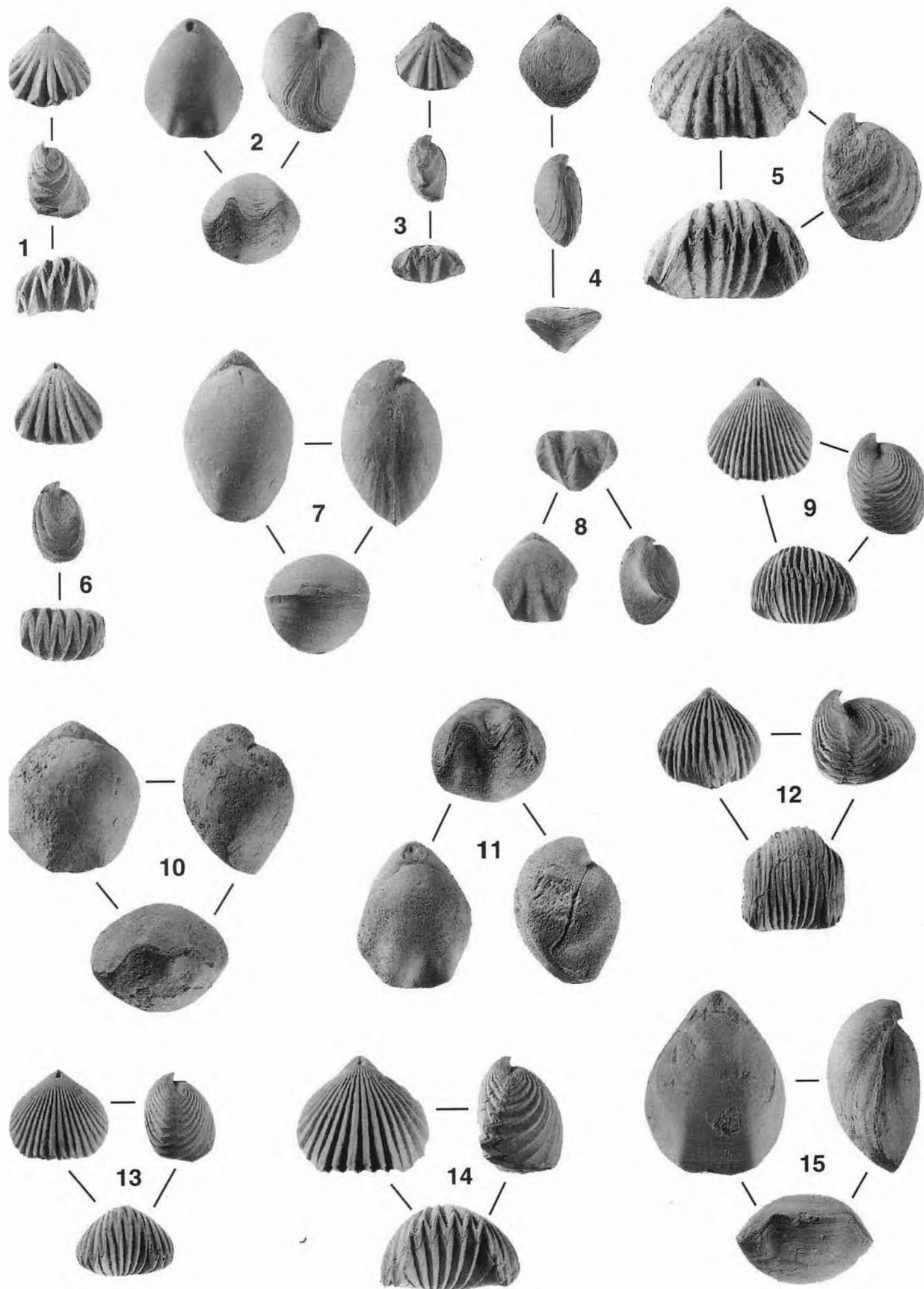


PLANCHE 30

JURASSIQUE MOYEN

- Fig. 1. — *Rhynchonelloidea ruthenensis* (REYRES). Aalénien inférieur, zone à Opalinum. Cazoules (Aude). F.S. Lyon, n° 307 321.
2. — *Conarothyris opima* COOPER. Aalénien supérieur, zone à Concavum. Fontaine – Etoupefour (Calvados). F.S. Lyon, n° 306 060.
3. — *Parvirhynchia parvula* (DESL.). Bajocien inférieur, zone à Humphriesianum. Carrière à l'est de Saint-Pancras, à Saint-Albin (Saône-et-Loire). Néotype, F.S. Lyon, n° 305 425.
4. — *Aulacothyris carinata* (LAMK.). Bajocien supérieur, zones à Garantiana et à Parkinsoni pars. Moulin Dernier, à Champsfromier (Ain). F.S. Lyon, n° 307 322.
5. — *Formosarhynchia dumortieri* (SZAJNOCHA). Bathonien inférieur, zone à Zigzag. La Voulte (Ardèche). F.S. Lyon, n° 307 323.
6. — *Gnathorhynchia voulensis* (OPP.). Bajocien supérieur, zone à Parkinsoni, sous-zone à Bomfordi. La Voulte (Ardèche). F.S. Lyon, n° 307 324.
7. — *Rugitela cadomensis* (DESL.). Bathonien inférieur, zone à Zigzag, sous-zone à Macrescens. Les Fontaines, à Forcalqueiret (Var). F.S. Lyon, n° 307 325.
8. — *Antiptychina bivallata* (DESL.). Couche ocreuse de Crussol (Ardèche). Bathonien moyen, zone à Subcontractus pars. F.S. Lyon, n° 307 326.
9. — *Kallirhynchia concinna* (Sow.). Bathonien moyen. Marquise (Pas-de-Calais). F.S. Lyon, n° 307 327.
10. — *Tubithyris globata* (Sow.). Bathonien supérieur, zone à Retrocostatum, sous-zone à Blanazense. Port d'Alon, à Saint-Cyr-sur-Mer (Var). F.S. Lyon, n° 306 276.
11. — *Wattonithyris circumdata* (DESL.). Bathonien supérieur, zone à Retrocostatum. Davayé (Saône-et-Loire). Néotype, F.S. Lyon, n° 47 784.
12. — *Burmirhynchia elegantula* (DESL.) *burgondiae* LAURIN. Bathonien supérieur, zone à Discus. Besançon (Doubs). F.S. Lyon, n° 307 328.
13. — *Rhynchonelloidella spathica* (LAMK.). Callovien inférieur, zone à Gracilis. Montbizot (Sarthe). F.S. Lyon, n° 307 329.
14. — *Septaliphoria orbignyanana* (OPP.). Callovien moyen, zone à Coronatum, sous-zone à Grossouvre. Nevers (Nièvre). F.S. Lyon, n° 307 330.
15. — *Dorsoplicathyris dorsoplicata* (DESL.). Callovien moyen, zone à Jason. Aromas (Jura). F.S. Lyon, n° 307 331.

Sauf indication contraire, le matériel figuré appartient à la collection Y. Alméras. Il est conservé dans les collections du Centre des Sciences de la Terre de l'Université Claude-Bernard, Lyon I. Toutes les coquilles sont représentées en grandeur naturelle. Photographies : N. Podevigne, Lyon.



31

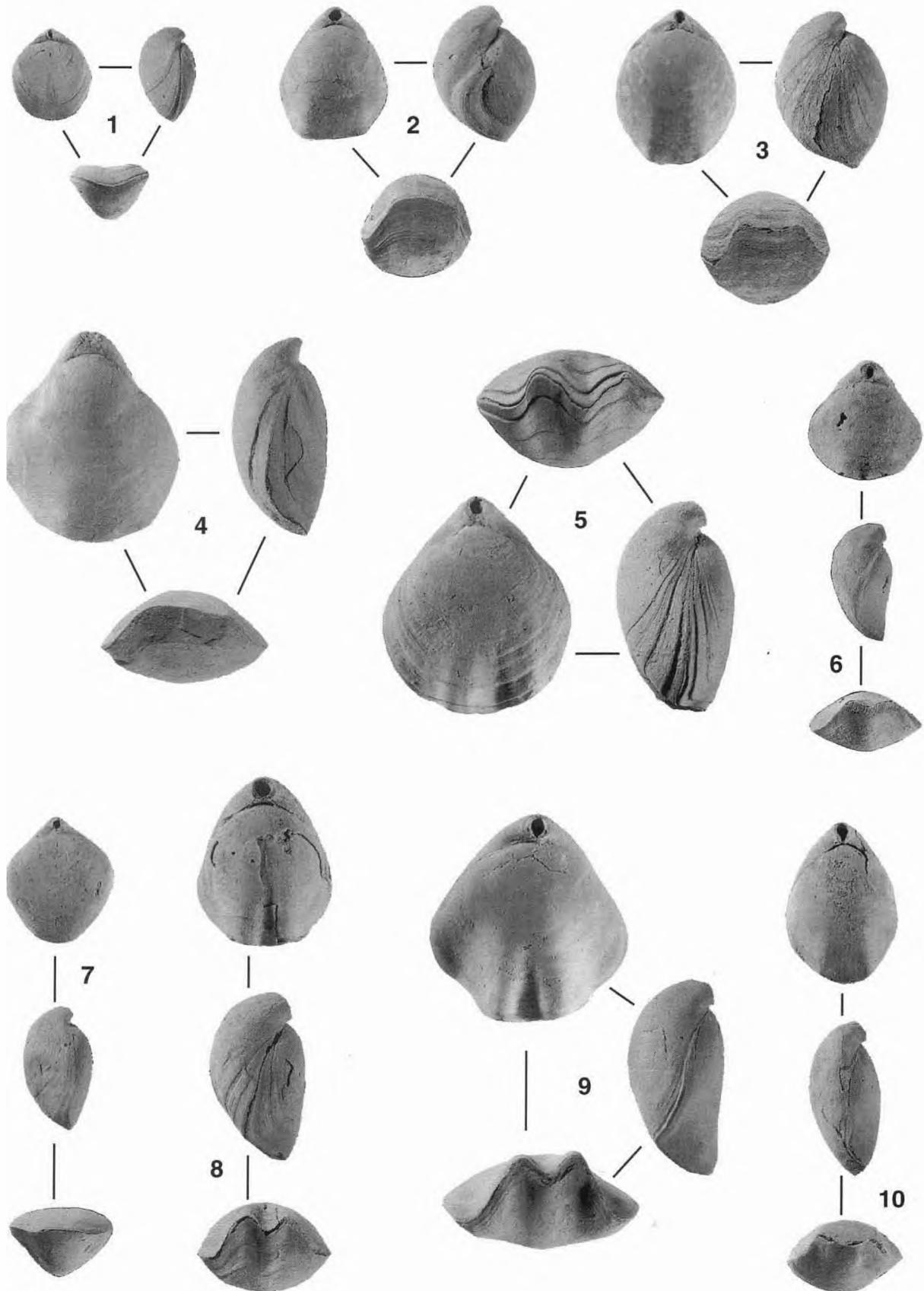
PLANCHE

JURASSIQUE SUPÉRIEUR

- Fig. 1. — *Aulacothyris impressa* (ZIET.). Oxfordien inférieur, Marnes à Renggeri. Besançon-Palente (Doubs). Coll. Poisot, F.S. Besançon.
2. — *Caryona oxfordiana* BOULLIER. Oxfordien inférieur, zone à Mariae, sous-zone à Praecordatum. Moncé-en-Saosnois (Sarthe). F.S. Besançon.
3. — *Galliennithyris galliennei* (d'ORB.). Oxfordien moyen, zone à Plicatilis. Besançon (Doubs). F.S. Besançon.
4. — *Juralina bauhini* (ETAL.). Oxfordien moyen, zone à Transversarium. Soysières (Jura bernois, Suisse). F.S. Besançon.
5. — *Postepithyris cincta* (COTT.). Oxfordien supérieur, zone à Bimammatum (sommet) – zone à Planula p.p. Bourges (Cher). F.S. Besançon.
6. — « *Terebratula* » *subsellata* LEYM. Kimméridgien inférieur, zone à Cymodoce. Buxeuil (Aube). F.S. Besançon.
7. — *Zeillerina humeralis* (ROEMER). Kimméridgien inférieur, zone à Cymodoce, sommet des Calcaires de Buzançais. Sud de St-Doulchard (Cher). F.S. Besançon.
8. — « *Terebratula* » *suprajurensis* (ETAL.). Kimméridgien inférieur, zone à Divisum. Mont-de-Miserez, près Charmoille (Territoire de Belfort). F.S. Besançon.
9. — *Xestosina arguta* COOPER. Kimméridgien supérieur, zone à Eudoxus, Calcaires et Marnes de Savoyeux. Savoyeux (Haute-Saône). F.S. Besançon.
10. — « *Terebratula* » *portlandica* ETAL. Tithonien inférieur, zone à Gigas. Mantoche (Haute-Saône). Coll. Poisot, F.S. Besançon.

Ces espèces sont conservées dans les collections des Laboratoires de Géologie de l'Université de Franche-Comté ; Besançon (F.S. Besançon). Clichés : N. Podevigne (Lyon).

Les figures sont représentées en grandeur naturelle.



OSTRACODES MARINS

LES OSTRACODES MARINS DU JURASSIQUE EUROPÉEN UTILISATION STRATIGRAPHIQUE

(Tab. XXI à XXX)

Anne-Marie BODERGAT

TABLE DES MATIÈRES

1. — JURASSIQUE INFÉRIEUR	197
1.1. Hettangien	197
1.2. Sinémurien	198
1.3. Pliensbachien	200
1.4. Toarcien	200
2. — JURASSIQUE MOYEN	202
2.1. Aalénien	202
2.2. Bajocien	204
2.3. Bathonien	205
2.4. Callovien	205
3. — JURASSIQUE SUPÉRIEUR	206
3.1. Oxfordien	206
3.2. Kimméridgien et Tithonien	208
4. — CONCLUSIONS	210
5. — ANNEXES	211

Depuis 1930, les travaux sur les ostracodes se sont largement développés, en particulier sous l'impulsion des compagnies pétrolières. La présence de ces crustacés dans tous les milieux aquatiques, même dans des environnements défavorables aux ammonites, a incité les chercheurs à leur assigner une signification stratigraphique. Dans l'avant-propos de l'Atlas des Ostracodes de France (1985), H.-J. OERTLI souligne bien l'utilité des ostracodes dans ce domaine. Dans certains bassins, la succession des faunes peut être utilisée car nous connaissons la systématique. Néanmoins en France, en particulier au Jurassique, certaines régions n'ont pas encore été prospectées. Organismes benthiques pour la plupart, les ostracodes sont très sensibles aux variations de leur environnement. Le provincialisme constaté s'avère souvent un obstacle à l'établissement d'une échelle biostratigraphique fiable à l'échelle européenne, voire de la France. L'exploitation des archives permet cependant de proposer une zonation en milieu marin, aussi objective que possible.

La présence d'ostracodes dans les sédiments a conduit les micropaléontologistes à étudier la succession des espèces, voire des populations, parallèlement à celle des ammonites lorsqu'ils leur sont associés. La grande aptitude des ostracodes à conquérir tous les milieux aquatiques leur a permis de coloniser les milieux littoraux, de salinités variées mais aussi les abysses océaniques. En conséquence ils se révèlent un outil de choix dans la datation

et l'interprétation écologique des différents faciès : faciès marins francs dans le Bassin d'Aquitaine au Lotharingien, laguno-lacustres de l'Oxfordien moyen du Jura franco-suisse, milieux récifaux de l'Oxfordien supérieur... Dans les différents secteurs étudiés, les ostracodologues ont été amenés à élaborer des zonations. Citons par exemple, celles de PLUMHOFF (1963), CHRISTENSEN & KILENYI (1970), MICHELSSEN (1975), BATE (1978), KILENYI (1978), SHEPPARD (1981), DEPÈCHE (1984), Cox *et al.* (1987), BOOMER (1991). Ces échelles ont souvent un caractère local. Afin de cerner l'extension des espèces connues d'ostracodes, nous donnons en annexe pour chaque étage du Jurassique, les zones d'ammonites dans lesquelles elles apparaissent puis disparaissent, soit leur plus grande longévité à l'échelle européenne.

1.— JURASSIQUE INFÉRIEUR

1.1. HETTANGIEN (Tab. XXI, annexe I)

Les niveaux marins ayant livré des ostracodes ont été inventoriés en France par DONZE (1966, 1967), APOSTOLESCU (1959), VIAUD (1963, thèse non publiée); une première synthèse a été effectuée par DONZE en 1985. Des données proviennent également du Danemark (MICHELSSEN, 1975), d'Angleterre (LORD, 1978), d'Allemagne (DREXLER, 1958, HERRIG, 1979), d'Irlande (AINSWORTH, 1989). Il est possible de dénombrer quinze espèces de Cytheracea, cinq espèces de Cypridacea, huit espèces de Bairdiacea, trois espèces de Myodocopida, six espèces de Metacopina, douze espèces de Platycopina.

Parmi les quinze espèces de Cytheracea connues en Europe, une seule serait apparue avant l'Hettangien et quatorze auraient une existence postérieure; trois sont citées en France (DONZE, 1985). Les cinq Cypridacea citées en Europe durent au-delà de l'Hettangien; aucune n'est signalée en France (DONZE, 1985). Aucune des huit Bairdiacea répertoriées dans les travaux européens ne seraient antérieures à l'Hettangien; deux ne se prolongeraient pas au-delà de la zone à *Angulata*; trois sont signalées en France. Les trois Myodocopida reconnues passent la limite Hettangien - Sinémurien et deux seulement figurent dans les travaux français.

A partir de la synthèse proposée par DONZE (1985), il serait possible de définir une zone et trois sous-zone (Tab. XXI).

TABLEAU XXI
Zonation de l'Hettangien en France

ÉTAGE	ZONES D'AMMONITES	TAXONS	OSTRACODES	
			Zone	Sous-zones
HETTANGIEN	ANGULATA	<i>Ogmococonchella ellipsoidea</i> <i>Cytherelloidea buisensis</i> <i>Bairdiacypris ? sartriensis</i> <i>Klinglerella translucens</i> <i>Ptychobairdia ? hettangica</i> <i>Klinglerella praeluxuriosa</i> <i>Ogmococoncha hagenowi</i>	Praeluxuriosa	
	LIASICA			Sartriensis/ Translucens/ Hettangica
	PLANORBIS			Buisensis

La Zone à **Ellipsoidea**, définie par MICHELSSEN (1975), couvre l'ensemble de l'Hettangien; *Ogmococonchella ellipsoidea* est connue en Europe et plus précisément en France depuis la zone à Planorbis jusqu'à la base du Sinémurien. Cette zone en ce qui concerne les données françaises, peut être divisée en trois sous-zones :

— la **sous-zone à Buisensis** correspondant à la zone à Planorbis; *C. buisensis* n'ayant été signalée que dans le sud-est de la France (DONZE, 1985), cette sous-zone n'aurait qu'une valeur locale;

— la **sous-zone à Sartriensis-Translucens-Hettangica**, homologue de la zone à Liasicus; *K. translucens* qui recouvre en France la totalité de l'Hettangien n'est signalée en Irlande que dans l'Hettangien supérieur (AINSWORTH, 1989); *P.? hettangica* est présente dès la zone à Planorbis et atteint le sommet de la zone à Angulata;

— la **sous-zone à Praeluxuriosa** limitée à la zone à Angulata (extension en France de *K. praeluxuriosa* selon DONZE, 1985).

1.2. SINÉMURIEN (Tab. XXII, annexe II)

Des associations d'ostracodes marins sont connues en France (APOSTOLESCU, 1959, DONZE, 1967, 1968, 1985, en Angleterre (FIELD, 1966; LORD, 1971, 1974, 1978), en Irlande (AINSWORTH, 1989), en Allemagne (DREXLER, 1958; KLINGER & NEUWEILLER, 1959; MALZ, 1971; HERRIG, 1979, 1980, 1981). Elles comprennent cinquante-trois espèces de Cytheracea, huit espèces de Cypridacea, dix-sept espèces de Bairdiacea, dix-neuf espèces de Metacopina, neuf espèces de Myodocopida, neuf espèces de Platycopina.

Parmi les cinquante-trois espèces de Cytheracea connues en Europe, quinze ont une existence antérieure au Sinémurien, cinq sont connues au-delà de la zone à Raricostatum, quatorze sont citées en France par DONZE (1985). Huit espèces de Cypridacea sont connues en Europe; sept apparaissent au Sinémurien. Aucune d'elles n'est mentionnée par DONZE (1985). Dix-sept espèces de Bairdiacea sont répertoriées en Europe; six seraient apparues avant le Sinémurien, toutes sont connues au-delà de la zone à Raricostatum, deux seulement figurent dans les travaux de DONZE (1985). Neuf espèces de Myodocopida sont mentionnées dans les divers travaux européens, quatre sont connues avant le Sinémurien et parmi elles, deux sont citées au-delà de la zone à Raricostatum, quatre apparaissent au sein du Sinémurien et deux sont connues dans le Pliensbachien. Dix-neuf espèces de Metacopina sont signalées en Europe; quatre seraient présentes dès la zone à Planorbis, l'une dès le sommet de la zone à Liasicus; onze sont trouvées dans le Pliensbachien; selon DONZE (1985), seules *Ogmococonchella ellipsoidea* (zone à Planorbis - base de la zone à Bucklandi), *Ogmococoncha hagenowi* (zone à Angulata - zone à Raricostatum), *Ogmococonchella sp. 1* DONZE (base de la zone à Turneri - zone à Raricostatum), *Ogmococoncha amalthei* (sommet de la zone à Raricostatum - zone à Spinatus) seraient reconnues en France. Parmi les neuf espèces de Platycopina, deux Cytherella et trois Cytherelloidea ont une existence antérieure au Sinémurien, trois Cytherelloidea apparaissent au sein du Sinémurien et sont connues au-delà; trois Platycopina sont signalées en France (DONZE, 1985).

Les données recueillies dans les publications concernant les travaux menés en France permettraient de proposer (Tab. XXII) :

— une **Zone à Hagenowi** couvrant quasiment l'ensemble du Sinémurien. En France, *Ogmococoncha hagenowi* est signalée dès la base de la zone à Angulata;

TABLEAU XXII
 Zonation du Sinémurien en France

SINÉMURIEN		PLIENSBACHIEN		ÉTAGES	
Sinémurien inférieur		Carixen		Sous-étages	
		JAMESONI		TAXONS	
BUCKLANDI		RARICOSTATUM		<i>Ogmoconchella ellipsoidea</i>	
		OXYNOTUM		<i>Ogmoconcha hagenowi</i>	
		ORTUSUM		<i>Bairdia carinata</i>	
SEMICOSTATUM		TURNERI		<i>Klinglerella luxuriosa</i>	
		HAGENOWI		<i>Lophodentina convergens</i>	
		LACUNOSA		<i>Lophodentina lacunosa</i>	
		PUMICOSA		<i>Lophodentina pumicosa</i>	
		FREQUENS		<i>Lyubimovella ? frequens</i>	
		UNDATA		<i>Lophocythere normaniae</i>	
		LOTHARINGIAE		<i>Klinglerella lotharingiae</i>	
		LANEUVEVILLAE		<i>Klinglerella laneuvevillae</i>	
		UNDETA		<i>Klinglerella ? undata</i>	
		PLICATA		<i>Pleurifera plicata</i>	
		JAMESONI		<i>Ogmoconcha gr. amalthei</i>	
		voir Tab. XXIII			
				OSTRACODES	
		Zones	Sous-zones	Horizons	

— une **sous-zone à Luxuriosa** correspond à la zone à Bucklandi. Elle peut être divisée en :

- un **horizon à Carinata** et
- un **horizon à Convergens**.

K. luxuriosa se prolonge dans la zone à Semicostatum et Turneri.

— une **sous-zone à Lacunosa**. En Irlande, *L. lacunosa* est signalée au sommet du Sinémurien inférieur et à la base du Sinémurien supérieur;

- l'**horizon à Pumicosa** inclut le sommet de la zone à Semicostatum et la zone à Turneri.

— la **sous-zone à Lotharingiae-Laneuvevillae-Undata** correspond à la totalité des zones à Obtusum et Oxyntum. *K. lotharingiae*, *K. laneuvevillae* et *K. undata* sont présentes dès le sommet de la zone à Turneri; *K. undata* apparaît en Irlande dès le Sinémurien supérieur;

- les horizons à Frequens et Normanae intéressent la seule zone à Obtusum.

— la **sous-zone à Plicata** correspond à la totalité de la zone à Raricostatum; *Pleurofera plicata* est aussi connue à la base de la zone à Jamesoni.

1.3. PLIENSBACHIEN (Tab. XXIII, annexe III)

Dès 1959, APOSTOLESCU signale des ostracodes d'âge pliensbachien dans le Bassin parisien. Ensuite, deux publications parues à l'occasion du Colloque sur le Lias français (BIZON, 1961; COUSIN, ESPITALIER, SIGAL & APOSTOLESCU, 1961) intéressent les associations d'ostracodes du Pliensbachien. En 1985, DONZE propose une répartition des espèces d'ostracodes d'âge pliensbachien en France. Récemment, COLIN fournit des indications sur l'ostracofaune d'âge pliensbachien du Lias quercynois (1991). En Allemagne, il faut signaler les travaux de DREXLER (1958), PLUMHOFF (1967), HERRIG (1969a, 1969b, 1979a, 1979b, 1980, 1981a, 1981b, 1981c), MALZ (1971, 1975), en Angleterre, ceux de LORD (1972, 1974, 1977, 1978), MALZ & LORD (1976), AINSWORTH (1987), au Portugal ceux de EXTON & GRADSTEIN (1984), au Danemark ceux de MICHELSSEN (1975) et en Espagne ceux de ARIAS (1991).

Sur les cinquante-deux espèces de Cytheracea répertoriées, dix apparaissent avant le Pliensbachien et cinq seulement subsistent au Toarcien. Huit sont citées en France par DONZE (1985). Il est possible de dénombrer trois espèces de Cypridacea; toutes sont apparues au Sinémurien; aucune ne serait connue au-delà de la zone à Spinatum. Vingt-neuf Bairdiacea sont citées dans la littérature; quinze apparaissent au sein du Pliensbachien; DONZE (1985) signale *Bairdia clio* et *B. rostrata* en France et COLIN (1991), *B. molesta* et *Bairdiacypris* sp. (zone à Stockesi). On note huit espèces de Myodocopida dont six sont héritées du Sinémurien. Sur les quarante-huit espèces de Metacopina, onze proviennent du Sinémurien; *Ogmoconcha rotunda* irait au-delà de la zone à Spinatus; selon ARIAS (1991), *Ogmoconchella* sp. A. serait présente dans la zone à Tenuicostatum. On remarque l'apparition de deux Platycopina; trois autres proviennent du Sinémurien.

Les travaux menés en France et concernant l'ostracofaune marine permettent de proposer pour le Pliensbachien une **Zone à Amalthei**, couvrant le Carixien et le Domérien; *Ogmoconcha amalthei* est déjà connue au sommet de la zone à Raricostatum. Cette zone peut être divisée en (Tab. XXIII) :

— une **sous-zone à Harpa** correspondant à la zone à Jamesoni et à la base de la zone à Ibex; lui sont associées *Pleurifera? vermiculata* et *Gammacythere ubiquita*. Selon LORD (1978), *Pleurifera harpa* apparaît dès le Sinémurien supérieur en Allemagne et est connue dans le Pliensbachien inférieur; en Ecosse, elle existe dans la zone à Davoei; sa répartition en France est donc plus restreinte;

— une **sous-zone à Vermiculata-Ubiquita-Horrida**, relayant la précédente et s'étendant jusqu'au sommet de la zone à Davoei. Pour DONZE (1985), *P? vermiculata* apparaît à la base de la zone à Jamesoni; APOSTOLESCU la cite dès la zone à Raricostatum. *G. ubiquita* apparaît en France dès la zone à Jamesoni; elle est connue dans la zone à Margaritatus; selon LORD (1978), en Allemagne, elle n'est connue que dans le Pliensbachien inférieur et en Angleterre seulement dans les zones à Ibex et Davoei. *Trachycythere horrida* en Allemagne et au Danemark ne serait connue que dans le Pliensbachien inférieur (MICHELSSEN, 1975);

— une **sous-zone à Anningi-Apostolescui** intéressant les zones à Margaritus et Spinatus. En Angleterre, *C. anningi* existe depuis le Sinémurien supérieur jusque dans la zone à Margaritatus (LORD, 1974); en Allemagne, elle est signalée dès la zone à Davoei. *Gramannella apostolescui*, selon MICHELSSEN (1975) serait présente dès le Pliensbachien inférieur. L'horizon à *Tubulosa* - *Seratina* correspond à la zone à Margaritatus. *Trachycythere tubulosa*, selon DONZE (1985), existe dans la zone à Davoei; selon HERRIG (1981), elle serait connue dès le Pliensbachien inférieur en Allemagne. *T. seratina*, citée en France dans la zone à Margaritatus, l'est dans la zone à Spinatus en Allemagne et au Danemark (MICHELSSEN, 1975).

1.4. TOARCIEN (Tab. XXIV, annexe IV)

En 1959, APOSTOLESCU signale la présence de quelques espèces d'ostracodes dans le Lias du Bassin de Paris. Ensuite, le Colloque sur le Lias français tenu à Chambéry en 1960 est l'occasion de nombreuses contributions à la connaissance de l'ostracofaune d'âge toarcien en France (COUSIN *et al.*, BIZON & OERTLI, RIOLU *et al.*, APOSTOLESCU *et al.*). En 1978, MAUPIN décrit deux nouvelles espèces d'ostracodes dans le Toarcien de Vendée. DEPÈCHE (1985) précise la position stratigraphique de quelques espèces. BODERGAT *et al.* (1985), puis BODERGAT *et al.* (1988) proposent une zonation du Toarcien du Bassin de Paris à partir des associations d'ostracodes. COLIN (1991) et BODERGAT *et al.* (1991) étudient le Toarcien du Bassin d'Aquitaine. En Angleterre, il faut citer les travaux de LORD (1974), de BOOMER (1991), en Allemagne ceux de DREXLER (1958), HOFFMANN & MARTIN (1960), KNITTER (1984), KNITTER & RIEGRAF (1984), RIEGRAF (1984 et 1985), RICHTER (1987), au Portugal, ceux de EXTON & GRADSTEIN (1984), en Espagne ceux de ARIAS (1991). A partir de ces différentes données, il est possible de présenter le recensement suivant.

Parmi les quatre-vingt-quinze espèces de Cytheracea, douze seraient apparues avant le Toarcien et quatorze lui

TABLEAU XXIII
Zonation du Pliensbachien en France

SINÉMURien	Lotharingien	PLIENSBACHien		ÉTAGES	Sous-étages	TAXONS	OSTRACODES		
		Cargien	Domérien				SPINATUM	MARGARITATUS	DAVOEI
						Ogmoconcha gr. amalthei			
						Pleurifera plicata			
						Pleurifera harpa			
						Pleurifera ? vermiculata			
						Gammacythere ubiquita			
						Trachycythere horrida			
						Trachycythere tubulosa			
						Trachycythere serratina			
						Cytherelloidea anningi			
						Gramanella apostolescui			
							Zones	Sous-zones	Horizons
								Anningi-	
								Apostolescui	Tubulosa-
									Seratina
								Vermiculata -	
								Ubiquita	
								Horrida	
								Harpa	
							voir Tab. XXII		

auraient une existence postérieure. Trente-cinq sont citées en France (BODERGAT et al., 1985; COLIN, 1991, BODERGAT et al., 1991). Il faut remarquer l'apparition de petites formes, sous forme de «blooms», à la limite Bifrons – Variabilis dans le Quercy, et la présence de courte durée de *Cytheropterina criba*, *Fuhrbergiella cf. malzi*, *Trachycythere* sp., *Pleurocythere cultrata* à la limite Thouarsense – Insigne dans le Bassin Parisien. Dix Cypridacea sont citées en Europe, deux existent avant le Toarcien; il semblerait qu'aucune n'existe au-delà; seulement deux espèces sont citées en France (BODERGAT et al., 1991). Vingt espèces de Bairdiacea sont décrites en Europe, six existent avant le Toarcien, une va au-delà. Aucune espèce du genre *Bairdia* n'est signalée dans les travaux français; ceux-ci ne mentionnent que deux Bairdiacea. Quatre Myodocopida sur les six dénombrées sont apparues avant le Toarcien;

une seule est encore présente au-delà. Sur les quinze espèces de Metacopina mentionnées, deux seulement apparaissent au Toarcien; aucune ne va au-delà de la zone à *Serpentinus*. Le fait majeur est la disparition des Ogmoconcha et Ogmoconchella à la base du Toarcien. Quatre espèces de Platycopina seraient connues à l'échelle européenne; une existerait dès le sommet du Pliensbachien; *Cytherella toarcensis* et *Cytherelloidea cadomensis* passent la zone à *Aalensis*; *Cytherella reticulornata*, décrite en Allemagne, n'est pas encore signalée en France.

A partir des publications de DEPÉCHE (1985), BODERGAT et al. (1985, 1991), BODERGAT & DONZE (1988), COLIN (1991), il serait possible de proposer (Tab. XXIV):

— une **Zone à Arcuatocostata – Tenuicostatii** intéressant la zone à *Tenuicostatum*,

TABLEAU XXIV
Zonation du Toarcien en France

ÉTAGES	ZONES D'AMMONITES	TAXONS	Zones d'Ostracodes	
			AALÉNIEN	TOARCien
	OPALINUM	<i>Ektypocythere cf. arcuatocostata</i> <i>Kinkelinella tenuicostata</i> <i>Ektypocythere bucki</i> <i>Ektypocythere rugosa</i> <i>Praeschuleridea bernierensis</i> <i>Aphelocythere undulata</i> <i>Praeschuleridea ventriosa</i> <i>Campiocystis praevox</i> <i>Aphelocythere kuhni</i>	Undulata	
	AALENSIS		Ventriosa	
	PSEUDORADIOSEA		Praecox	
	DISPANSUM		Kuhni	
	THOUARSENSE		Bernierensis	
	VARIABILIS			
	BIFRONS		Bucki-Rugosa	
	SERPENTINUS			
	TENUICOSTATUM			Arcuatocostata Tenuicostata

— une Zone à **Bucki - Rugosa** recouvrant les zones à Serpentinus - Bifrons - Variabilis,

— une Zone à **Bernierensis** depuis la base de la zone à Thouarsense jusqu'à la moitié de la zone à Pseudoradiosa,

— une Zone à **Undulata - Ventriosa - Praecox - Kuhni**, depuis le tiers supérieur de la zone à Pseudoradiosa jusqu'au sommet de la zone à Opalinum, donc dans l'Aalénien (Tab. XXV).

En Espagne, (ARIAS, 1991) et en Allemagne (RICHTER, 1985), *Kinkelinella tenuicostata* apparaîtrait dès le Pliensbachien supérieur; *E. bucki* existe déjà dans la zone à Tenuicostatum en Allemagne (RICHTER, 1985 et 1987); *E. rugosa* existerait, encore selon MAGNÉ et al. (1960), dans la zone à Aalensis.

2. — JURASSIQUE MOYEN

2.1. AALÉNIEN (Tab. XXV, annexe V)

A notre connaissance, peu de travaux concernent l'os-tracofaune marine de l'Aalénien. PLUMHOFF (1963) a consacré une importante monographie aux ostracodes de l'Aalénien supérieur et du Bajocien inférieur de l'Allemagne du Nord. MALZ (1966) signale quelques espèces en Allemagne, BATE (1978) en Angleterre et DEPÉCHE (1985) en France. Il est possible de signaler cinquante espèces de Cytheracea ; treize seraient apparues avant l'Aalénien ; dix-neuf passeraient la zone à *Concavum*. Seulement deux Myodocopida ont été repérées et une apparaît au sein de

Aalénien, une apparaît à l'Aalénien supérieur. Les travaux consultés ne nous ont pas permis de répertorier, ni Bairdiaea, ni Metacopina, ni Platycopina mais une seule Cypri-dacea. Une zonation de l'Aalénien supérieur en Allemagne a été donnée par PLUMHOFF (1963). A partir des données recueillies dans la bibliographie, il est possible de proposer pour l'ensemble de l'Aalénien (Tab. XXV) :

— une **Zone à Undulata – Ventriosa – Praecox – Kuhni** qui voit son origine dans le Toarcien, et s'étend depuis le tiers supérieur de la zone à Pseudoradiosa jusqu'au sommet de la zone à Opalinum. En France, ces espèces

sont connues depuis le Toarcien supérieur jusque dans la zone à Opalinum. MALZ (1966) cite *D. ventriosa* en Allemagne seulement dans la zone à Opalinum;

— une **Zone à Modesta** intéressant la partie inférieure de la zone à Murchisonae et correspondant à la sous-zone définie par PLUMHOFF (1963) – sous-zone à Sinon – en Allemagne dans l'Aalénien supérieur;

— une **Zone à Media** relayant la précédente et s'étendant jusqu'au sommet de la zone à Concavum. *C. media* TRIEBEL, 1950, selon PLUMHOFF (1963), serait très peu représentée dans la zone à Murchisonae. La zone à Media

TABLEAU XXV
Zonation de l'Aalénien en Europe, d'après PLUMHOFF (1963), modifié

TOARCIE	AALÉNIEN	AMMONITES		TAXONS	OSTRACODES	
		ZONES	Horizons		Zones	Sous-zones
BAJOCIEN	DISCITES	Subsectum Dominans Ruditiscites Acanthodes				
CONCAVUM	BRADFORDENSIS	Amplectens		<i>Aphelocythere undulata</i>		
		Formosum		<i>Praeschuleridea ventriosa</i>		
		Concavum		<i>Campcythere praecox</i>		
		Cavatum		<i>Aphelocythere kuhni</i>		
MURCHISONAE	MURCHISONAE	Gigantea		<i>Campcythere media</i>		
		Bradfordensis		<i>Campcythere obtusa</i>		
		Staufensis		<i>Cytheropterina pusilla</i>		
		Murchisonae		<i>Progomocythere reticulata</i>		
OPALINUM	OPALINUM	Sahndensis		<i>Ektypocythere triangula</i>		
		Obtusiformis		<i>Praeschuleridea decora</i>		
		Haugi/Sinon		<i>Pneumocystere carinata</i>		
		Crassicostatum				
AALENSIS	AALENSIS	Bifidatum				
		Lineatum				
		Opalinum				
		Subglabrum				
PSEUDORADIOSEA	PSEUDORADIOSEA	Buckmani				
		Salensis				
		Subcompta				
		Mactra				

inclut deux sous-zones : celle à *Obtusa* – sous-zone à *Staufensis*, *sensu* PLUMHOFF (1963) – à la base de la zone à *Bradfordensis* et une sous-zone à *Pusilla* – sous-zone à *Concava*, *sensu* PLUMHOFF (1963) – trouvant son origine dans le tiers supérieur de la zone à *Bradfordensis*.

2.2. BAJOCIEN (Tab. XXVI, annexe VI)

Les ostracodes marins d'âge bajocien ont surtout été étudiés par BATE en Angleterre (1963a, 1963b, 1964 et 1978). A l'occasion de travaux intéressant plus particulièrement l'Aalénien ou le Bathonien, des espèces sont signalées dans le Bajocien, en Pologne par BLASZYK (1967),

en Allemagne par PLUMHOFF (1963), BRAND & MALZ, (1962) en France et en Angleterre par SHEPPARD (1981) & DÉPÈCHE (1984, 1985). L'examen de ces travaux fait apparaître les faits saillants qui suivent.

L'ostracofaune du Bajocien est dominée par les Cytheracea (109 dénombrés) dont dix-neuf espèces seraient apparues avant la zone à *Discites*. Cinquante et une existent au-delà de la zone à *Parkinsoni*. Il faut souligner le grand nombre d'espèces (trente-neuf) apparaissant au sein de cette zone. Quatre Cypridacea sont connues et trois existent dans le Bathonien. Trois Bairdiacea sont signalées ; elles atteignent le Bathonien supérieur. Les deux espèces de Myodocopida décrites sont encore présentes dans le Callovien ; elles existent avant la zone à *Discites*. Sur les six espèces de Platycopina, seule *Cytherelloidea*

TABLEAU XXVI
Zonation du Bajocien en Europe, d'après BATE (1978), modifié

AALEN	BAJOCIEN	BATHONIEN	ÉTAGES	ZONES D'AMMONITES	TAXONS	OSTRACODES		
						Zones	Sous-zones	Horizons
			ZIGZAG		<i>Campiocysthere media</i> <i>Campiocysthere pusilla</i> <i>Cytheropterina comica</i> <i>Progonocythere reticulata</i> <i>Ethylocysthere triangula</i> <i>Præschuleridea decorata</i> <i>Pneumatoxythere carinata</i> <i>Fuhbergiella gigantea</i> <i>Glyptocythere polita</i> <i>Fuhbergiella horrida</i> <i>Glyptocythere scitula</i> <i>Pleurocythere regularis</i> <i>Pleurocythere richieri</i> <i>Naphocythere hessiensis</i>	voir Tab. XXVII		
			PARKINSONI			Regularis-		
			GARANTIANA			Richteri		
			NIORTENSE					
			HUMPHRIESIANUM			Gigantea	Horrida	Scitula
			PROPINQUANS					Polita
			LAEVIOUSCULA					
			DISCITES			Triangula-	Carinata	
			CONCAVUM				Comica-	Reticulata
						voir Tab. XXV		

eastfieldensis est restreinte au Bajocien. Dans la littérature, nous n'avons relevé mention d'aucune espèce de Metacopina.

Etant donné le peu de travaux réalisés en France concernant les ostracodes d'âge bajocien, il semble assez difficile d'élaborer une zonation. Néanmoins, la collation des différentes données émanant des études menées en Europe nous amène à proposer (Tab. XXVI) :

— une **Zone à Triangula-Decorata**, correspondant aux zones à Discites et Laeviscula et homologue de la zone à Triangula de BARE (1978); cette zone peut être divisée en une sous-zone à Comica-Reticulata équivalente à la partie inférieure de la zone à Discites et une sous-zone à Carinata, relayant la précédente ;

— une **Zone à Gigantea**, de grande extension, incluant les zones à Propinquans, Humphriesianum et Niortense, au sein de laquelle on distingue une sous-zone à Horrida depuis la moitié supérieure de la zone à Propinquans et jusqu'au sommet de la zone à Humphriesianum; la première partie de cette sous-zone correspond à l'extension de *Glyptocythere polita* tandis que *Glyptocythere scitula* est connue dans la zone à Humphriesianum. *Fuhrbergiella gigantea* est connue jusqu'au sommet de la zone à Parkinsoni ;

— une **Zone à Regularis-Richteri** depuis la base de la zone à Garantiana jusqu'aux 2/3 de la zone à Parkinsoni et relayée par la sous-zone à Bessinensis. *Pleurocythere regularis* et *P. richteri* atteignent le sommet de la zone à Parkinsoni.

2.3. BATHONIEN (Tab. XXVII, annexe VII)

Deux thèses, non publiées, ont apporté beaucoup à la connaissance de l'ostracofaune d'âge bathonien en France : « Middle Jurassic Ostracoda from Southern England and Northern France (SHEPPARD, 1981) et « Les ostracodes d'une plate-forme continentale au Jurassique : Recherches sur le Bathonien du Bassin Parisien » (DEPÈCHE, 1984). Pour l'ensemble de l'ostracofaune européenne d'âge bathonien, nous avons également consulté les travaux de DEPÈCHE (1969a, b, 1973, 1985), DEPÈCHE & OERTLI (1970), MALZ (1958a, b, 1959, 1975), TRIEBEL (1938, 1951, 1960), TRIEBEL & BARTENSTEIN (1938), LUTZE (1960), PLUMHOFF (1963), BLASZYK, 1967, WARE & WHATLEY (1980). A notre connaissance, les séries du sud-est de la France n'ont encore donné lieu à aucune étude.

Avant tout, il faut remarquer la grande abondance de Cytheracea (529 dénombrées). Si beaucoup apparaissent dès le Bajocien, dans la zone à Parkinsoni, 479 ne sont connues qu'après la zone à Zigzag ; 131 ne sont pas signalées avant le Bathonien supérieur (base de la zone à Hodsoni). Neuf Cypridacea seulement sont répertoriées et deux sont héritées du Bajocien. Nous avons relevé onze espèces de Bairdiacea ; deux sont héritées du Bajocien. Sur les trois espèces de Myodocopida rencontrées dans la littérature, une seule apparaît pendant le Bathonien. Une seule Metacopina est connue (DEPÈCHE, 1984). Enfin, les archives ont livré quatorze espèces de Platycopina dont cinq existent avant le Bathonien. A partir des travaux réalisés en France, nous pouvons envisager (Tab. XXVII) :

— une **Zone à Levis – Bathonica** depuis la base de la zone à Zigzag jusqu'à la zone à Morrisi. Ces deux espèces existent jusqu'au sommet de la zone à Hodsoni. Une **sous-zone à Bessinensis-Malzi-Bessinensis** couvre le Bathonien inférieur, *Nophrecythere bessinensis* étant présente dès le sommet de la zone à Parkinsoni ; *Kinkelina malzi* et *Pseudoprotocythere? bessinensis* intéressent les zones à Zigzag et Tenuiplicatus dans leur totalité ; cette **sous-zone** est relayée par celle à **Quasicitrella** correspondant aux zones à Tenuiplicatus, Progracilis, Subcontractus et Morrisi ;

— une **Zone à Trigonalis** correspondant au Bathonien supérieur (zone à Hodsoni, Orbis et Discus), la sous-zone à Blakeana – Falcata couvrant les zones à Orbis et Discus.

2.4. CALLOVIEN (Tab. XXVIII, annexe VIII)

Des renseignements concernant l'ostracofaune d'âge callovien en France sont accessibles dans les travaux de DEPÈCHE (1969, 1984, 1985), de BODERGAT in PIOTELAT (1984, thèse non publiée). En Allemagne, il faut citer TRIEBEL (1951), LUTZE (1960), WIENHOLZ (1967), MALZ (1970), en Suisse OERTLI (1959), en Angleterre WHATLEY (1970) & KILENYI (1978).

A partir de recherches bibliographiques et de travaux personnels, nous avons recensé quatre-vingt-deux espèces de Cytheracea au sein du Callovien ; dix-neuf sont apparues avant et parmi ces dernières, sept existent au-delà du Callovien ; au total trente-six sont connues après la zone à Lamberti. Trois espèces de Cypridacea, deux espèces de Bairdiacea, une espèce de Metacopina seulement ont été répertoriées. Sur les neuf espèces de Platycopina, une existe avant le Callovien et sept sont connues au-delà de la zone à Lamberti.

Peu de travaux ayant été réalisés sur le territoire français, il est délicat de proposer une zonation pour le Callovien. A partir des études publiées à l'échelle européenne, nous pouvons envisager (Tab. XXVIII) :

— une **Zone à Bicostata-Escovillensis**, équivalente de la zone à Macrocephalus. *Nodophthalmocythere bicostata* et *Micropneumatocythere escovillensis* sont citées en France par DEPÈCHE (1985) dans la zone à Macrocephalus.

— une **Zone à Crucifera-Franconica** recouvrant les zones à Koenigi et Calloviense, *Lophocythere crucifera franconica* étant encore connue à l'extrême base de la zone à Jason (LUTZE, 1960) ;

— une **Zone à Scrabra-Interrupta Interrupta** relayant la précédente dès la zone à Jason, intéressant le Callovien moyen et supérieur. La **sous-zone à Calloevica** marque le Callovien supérieur, à savoir les zones à Athleta et Lamberti. *Lophocythere scabra*, en Allemagne, est connue depuis la base de la zone à Jason jusque dans la zone à Lamberti (MALZ, 1975) ; en France, elle est signalée ponctuellement dans le Callovien supérieur (BODERGAT in PIOTELAT, 1984). *Lophocythere interrupta interrupta*, dans le Dorset, est connue à partir de la zone à Coronatum jusque dans la zone à Lamberti (WHATLEY, 1970). En Allemagne, LUTZE (1960) et WIENHOLZ (1967), la signalent dès la zone à Jason.

TABLEAU XXVII
Zonation du Bathonien en France, d'après DEPÈCHE (1985), modifié

ÉTAGES			TAXONS										OSTRACODES																
			ZONES D'AMMONITES																										
BAJOCIEN	BATHONIEN		DISCUS			ORBIS			HODSONI			MORRISI			SUBCONTRACTUS			PROGRACILIS			TENUPLICATUS			ZIGZAG			PARKINSONI		
	inférieur	moyen	supérieur			F. gigantea		Pleurocythere regularis	N. bessinensis		K. malzi	P. ? bessinensis		F. bathonica		M. quasicitrella		S. trigonalis		T. blakeana		M. falcata							
<i>voir Tab. XXVI</i>																													

3. — JURASSIQUE SUPÉRIEUR

3.1. OXFORDIEN (Tab. XXIX, annexe IX)

A notre connaissance, la première étude concernant l'ostracofaune d'âge oxfordien en France est celle de BIZON (1958). Ensuite, il faut signaler les travaux de OERTLI (1957), DONZE & ENAY (1962), DONZE & GAILLARD (1978), BODERGAT in PIOTELAT (1984), DEPÈCHE (1985). A l'échelle européenne, GLASHOFF (1964) et KILENYI (1978) ont proposé une syn-

thèse des données paléogéographiques et stratigraphiques. En Allemagne, des monographies sont dues à SCHMIDT (1955), LUTZE (1960), MALZ (1975), en Angleterre à KILENYI (1970) et WHATLEY (1970), en Suisse à OERTLI (1959). Pour l'Oxfordien européen, il est possible de dresser l'inventaire suivant.

Nous avons recensé 117 espèces de Cytheracea; trente-neuf sont apparues avant l'Oxfordien et parmi celles-ci, trois seulement sont encore connues dans le Kimériddien; au total, trente-sept Cytheracea ont une existence postérieure à l'Oxfordien. Sur les douze espèces de Cypridacea citées dans la littérature, trois sont anté-

TABLEAU XXVIII
Zonation du Callovien en Europe

ÉTAGES	ZONES D'AMMONITES				TAXONS	OSTRACODES	
	Province subboréale		Province subméditerranéenne			Zones	Sous-zones
CALLOVIEN	supérieur	LAMBERTI	LAMBERTI		<i>Nodophthalmocystere bicostata</i>		
		ATHLETA	ATHLETA		<i>Micropneumatoxythere escovillensis</i>		
	moyen	CORONATUM	CORONATUM		<i>Lophocythere cruciata franconica</i>		
		JASON	ANCEPS		<i>Lophocythere interrupta interrupta</i>		
	inférieur	CALLOVIENSE	GRACILIS		<i>Monoceratina calloevica</i>		
		KOENIGI	BULLATUS (MACROCEPHALUS)			Scabra-	Calloevica
		HERVEYI				Interrupta interrupta	
						Cruciata- Franconica	
						Bicostata- Escovillensis	

rieures à la zone à *Mariae*; deux existeraient dans le Kimméridgien. Parmi les quatre espèces de *Bairdiacea* signalées par les différents auteurs, une seulement est héritée du Bathonien : seule *Bairdia* sp. 1650 BUCK couvrirait l'ensemble du Malm. Nous avons recensé dix espèces de *Myodocopida* dont huit existent avant la zone à *Mariae*; deux sont citées dans le Kimméridgien. Deux *Metacopina* sont décrites dans l'Oxfordien; *K. ? argoviensis* existe dans le Kimméridgien inférieur. Quinze *Platycopina* seraient connues à ce jour au sein de l'Oxfordien; six proviennent du Dogger et six sont encore présentes dans le Kimméridgien.

Peu de travaux récents sont consacrés à l'ostracofaune d'âge oxfordien en France. Ils permettent néanmoins d'envisager (Tab. XXIX) :

— une **Zone à Oertlii** équivalente de la zone à *Mariae*; *Terquemula oertlii* est connue jusqu'au sommet de la zone à *Cordatum* (KILENYI, 1978); BIZON (1958) et GLASHOFF (1964) la citent comme étant d'âge Oxfordien;

— une **Zone à Multipunctata** relayant la précédente jusqu'au sommet de la zone à *Plicatilis*; *Progonocythere multipunctata* est citée par Whatley, en Angleterre, dans

les zones à *Cordatum* et *Plicatilis* et à la base de la zone à *Transversarium* par KILENYI (1978); en France, BODERGAT (1984) la signale dans la zone à *Cordatum*;

— une **Zone à Minuta** depuis le sommet de la zone à *Plicatilis* jusqu'au sommet de la zone à *Cautisnigrae*; dans l'île Crémieu, DONZE & ENAY (1962) citent *Schuleridea minuta* dans cet intervalle de temps;

— une **Zone à Pulchra Pulchra – Postrotunda**, depuis la base de la zone à *Bimammatum* jusque dans la zone à *Baylei*. DEPÈCHE (1985) mentionne *Macrodentina (P.) pulchra pulchra* et *Galliacytheridea postrotunda* dans cet intervalle; *G. postrotunda* serait plus précoce en Angleterre où elle serait connue dès le sommet de la zone à *Cordatum* (GLASHOFF, 1964, KILENYI, 1978); DONZE & GAILLARD (1978) la citent dans les zones à *Bimammatum* et à *Planula* dans le Jura. Selon GLASHOFF (1964), *M. pulchra pulchra* couvre l'ensemble de l'Oxfordien supérieur et du Kimméridgien inférieur. La sous-zone à *Tenuistriata – Sequana* intéresse les zones à *Bimammatum* et à *Planula*; selon GLASHOFF (1964), *M. (M.) tenuistriata* est connue en Europe occidentale dès la zone à *Plicatilis*; il en est de même de

TABLEAU XXIX
Zonation de l'Oxfordien en France, d'après DÉPÈCHE (1985), modifié

ÉTAGES		ZONES D'AMMONITES		TAXONS		OSTRACODES	
		Domaine téthysien	Domaine boréal			Zones	Sous-zones
KIMMÉ RIDGIEN	PLATYNOTA		BAYLEI	<i>Terebratula oerthii</i> <i>Proganocythere multipunctata</i> <i>Schlüteridea minuta</i> <i>Macrodenina (M.) tenuistriata</i> <i>Vernoniella sequana</i> <i>Macrodenina (P.) pulchra pulchra</i> <i>Gallia cytheridea possonnunda</i>			
OXFORDIEN	supérieur	PLANULA	PSEUDOCORDATA			voir Tab. XXX	
		BIMAMMATUM					
	moyen	BIFURCATUS	CAUTISNIGRAE				
		TRANSVERSARIUM	PUMILUS				
	inférieur	PLICATILIS					
		CORDATUM					
		MARIAE					

quana qui atteindrait le Kimméridgien inférieur et existerait en Angleterre dès le sommet de la zone à Cordatum.

3.2. KIMMÉRIDGIEN ET TITHONIEN (Tab. XXX, annexe X)

Dans sa synthèse du Lias supérieur, Dogger et Malm, DÉPÈCHE (1985) donne une répartition de l'ostracofaune du Kimméridgien en France; elle s'appuie sur les travaux de

GUYADER (non consultés par nous) (1966, 1968), DONZE (1960), MALZ (1958), OERTLI (1957). Auparavant, CHRISTENSEN & KILENYI (1970) puis KILENYI (1978) ont donné cette répartition pour l'ostracofaune de l'Angleterre; ils ont alors proposé une zonation du Kimméridgien fondée sur les ostracodes et l'ont discutée à la lumière des études de MALZ (1957), MARTIN & WEILER (1957), SCHMIDT (1954), STEGHaus (1951), KLINGLER (1955, a et b), NEALE & KILENYI (1961). Selon les auteurs britanniques, le Kimméridgien inclut la

zone à Albani tandis que les couches à *Gravesia*, sur le continent, appartiennent déjà au Tithonien. Prenant ceci en considération et en incluant les travaux de Cox *et al.* (1987), nous pouvons envisager, à l'échelle européenne, la répartition suivante.

Sur les quatre-vingt-dix-huit espèces de Cytheracea dénombrées pour l'ensemble Kimméridgien-Tithonien, quarante sont apparues avant la zone à Baylei, dix pendant celle-ci et cinq pendant la zone à Cymodoce donc cinquante-cinq avant la zone à Mutabilis. Ajoutons à cela que vingt-sept sont datées Kimméridgien par l'ensemble des

auteurs. Toutes celles citées dès la zone à Cymodoce atteignent le Kimméridgien supérieur. Cinq espèces de Cypridacea ont été répertoriées dans la littérature, quatre ne sont pas décrites avant le Kimméridgien. Quatre Bairdiacea sont inventoriées, couvrant l'ensemble du Malm. Les deux Myodocopida connues sont antérieures au Kimméridgien. La seule Metacopina citée est héritée de l'Oxfordien, et ne passe pas le Kimméridgien inférieur. Enfin sur les dix espèces de Platycopina recensées, six existent avant la zone à Baylei. De façon générale, les espèces de l'ensemble Kimméridgien-Tithonien ont, à l'échelle européenne, une longévité appréciable. Toutes les études les

TABLEAU XXX
Zonation du Kimméridgien et du Tithonien en France, d'après DEPÈCHE (1985), modifié

ÉTAGES	ZONES D'AMMONITES		TAXONS	OSTRACODES	
	Domaine téthysien	Domaine boréal		Zones	Sous-zones
TITHONIEN	DURANGITES	OKUSENSIS=GOREI	ANGUIFORMIS		
			KERBERUS=GIGANTEUS		
			GLAUCOLITHUS		
			ALBANI		
			FITTONI		
	MICROCANTHUM	PALLASIOIDES	ROTUNDA		
			BURCKHARDTICERAS	PECTINATUS	
			FALLAUXI	HUDLESTONI	
			VERRUCIFERUM	WHEATLEYENSIS	
			ALBERTINUM	SCITULUS	
KIMMÉRIDGien	LITHOGRAPHICUM	ELEGANS	LITHOGRAPHICUM	Gravesiana Gigas	
			BECKERI	Gigas	AUTISSIODORENSIS
			EUDOXUS		EUDOXUS
			ACANTHICUM		MUTABILIS
			DIVISUM		CYMODOCe
	HYPSELOCYCLUM	BAYLEI	HYPSELOCYCLUM		
			PLATYNOTA		

concernant ont été effectuées dans le domaine boréal; ceci, *a priori*, ne facilite guère l'établissement d'une zonation. Néanmoins à partir des travaux français, il est possible de proposer :

— une **Zone à Intercostulata-iuglandiformis** : dans la synthèse donnée par DEPÈCHE (1985), *Macrodentina intercostulata* et *Rectocythere iuglandiformis* existent dans la zone à *Baylei*; elles sont associées à *Galliacytheridea dissimilis* citée par CHRISTENSEN & KILENYI (1970) depuis la zone à *Pseudocordata* jusque dans la zone à *Mutabilis* et par KILENYI (1978) depuis la zone à *Cautisnigrae* jusque dans la zone à *Eudoxus*. La zone à *Dissimilis* de CHRISTENSEN & KILENYI (1970) couvre les zones à *Baylei*-*Cymodoce* et *Mutabilis*; elle n'est donc pas applicable à l'ostracofaune française du Kimméridgien. *Rectocythere iuglandiformis* est citée par KLINGLER dans le Kimméridgien moyen et signalée ponctuellement dans le Kimméridgien supérieur. *Rectocythere iuglandiformis* existe dans le Kimméridgien inférieur en Allemagne, Pologne et Suisse et dans le Kimméridgien supérieur et le Tithonien au Danemark;

— une **Zone à Undata – Semisulcata – Regularis** couvrant les zones à *Cymodoce* et *Mutabilis* et le 1/3 inférieur de la zone à *Eudoxus*. *Amphicythere semisulcata* couvrirait le Kimméridgien moyen en Allemagne (SCHMIDT, 1954). A ces espèces est associée en France, *Nophrecythere cruciata kimmeridgensis* (DEPÈCHE, 1985) mais qui selon DEPÈCHE (1985) serait caractéristique du Kimméridgien ;

— une **Zone à Prima – Annulata – Elegans** relayant la précédente. *Fabanella prima*, *Macrodentina annulata* et *Metacytheropteron elegans* atteignent, selon DEPÈCHE (1985), la zone à *Beckeri*. Ces trois espèces sont citées par CHRISTENSEN & KILENYI (1970) en Allemagne dans le Kimméridgien inférieur (selon les auteurs britanniques);

— une **Zone à Bireticulata** depuis la zone à *Gravesiana* jusque dans la zone à *Pallasioides* et une **sous-zone à Rugulata** depuis la zone à *Gravesiana* jusqu'à la base de la zone à *Pectinatus*. *Protocythere bireticulata*, selon CHRISTENSEN & KILENYI (1970), serait du Kimméridgien supérieur (au sens des auteurs britanniques).

Les relais observés traduisent vraisemblablement des événements géologiques.

4. — CONCLUSIONS

L'ostracofaune marine du Jurassique est largement dominée par les Cytheracea.

Cytherelloidea buisensis marquerait la base de l'Hettangien (Tab. XXI). Elle serait proche de *Cytherelloidea cf. pulchella Apostolescu*, signalée dans le Rhétien (ANDERSON, 1964). *Klinglerella praetexuriosa* permettrait de reconnaître la zone à *Angulata*. Les *Klinglerella* sont encore bien représentées au Sinémurien (Tab. XXII). Des espèces du genre *Lophodentina* marquent le Sinémurien inférieur et la base du Lotharingien. La zone à *Raricostatum* et le Carrixien seraient reconnaissables par les espèces de *Pleurifera*. Ensuite, viennent les *Trachycythere* toujours représentés par peu d'individus (Tab. XXIII). Au Toarcien,

dominent les *Ektyphocythere*: elles s'éteindraient au Bathonien supérieur. Ces relais observés au niveau générique chez les ostracodes pourraient traduire des changements survenant au sein de l'écosystème. Le changement le plus important se situe à la limite Pleinbachien-Toarcien; les populations de *Metacopina*, et plus précisément les *Ogmomonconcha* et *Ogmoconchella*, prospères pendant le Carrixien et le Domérien inférieur, régressent alors. Ensuite se développe le groupe des *Kinkelinella*; il est suivi par les *Praeschuleridea*. Les *Aphelocythere* apparaissent au sommet du Toarcien (Tab. XXIV). *Praeschuleridea* et *Aphelocythere* sont relayés au sein de l'Aalénien par les *Campocythere* (Tab. XXV). Il faut noter l'absence de travaux français publiés pour l'Aalénien.

Les *Praeschuleridea* apparaissent au Toarcien avec *Praeschuleridea pseudokinkelina* dans la zone à *Bifrons* en Grande-Bretagne et dans la zone à *Serpentinus* dans le Sud-Ouest de la France (BODERGAT *et al.*, 1991); cette espèce n'est pas encore signalée dans le Bassin Parisien (BODERGAT *et al.*, 1985, 1988). Des différences apparaissent dans l'évolution de l'ostracofaune entre le Bassin parisien et le Bassin aquitain.

Le genre *Schuleridea* se développe à la limite Bajocien-Bathonien. Pendant le Dogger, deux familles sont essentiellement représentées : les *Progonocytheridae* et les *Schulerideidae*. Peu de données concernent l'ostracofaune française du Bajocien. Néanmoins en les confrontant aux divers travaux réalisés en Europe, il a été possible de distinguer une zone à *Triangula-Decorata*, homologue de la zone à *Triangula* de BATE (1978) et une zone à *Gigantea* (Tab. XXVI) et une zone à *Regularis* – *Richteri*. Les espèces du genre *Glyptocythere* permettent l'établissement de zonations fines (Tab. VII, BRAND & MALZ, 1962). Le travail de DEPÈCHE (1984) fait apparaître le grand nombre d'espèces d'ostracodes au Bathonien; il n'est pas possible d'appliquer ni la zonation de BATE (1978) ni celle de SHEPPARD (1984) à l'ensemble de l'ostracofaune française. Deux zones sont proposées : une zone à *Levis-Bathonica* depuis la zone à *Zigzag* jusqu'à la zone à *Hodsoni* et une zone à *Blakeana-Falcata* couvrant les zones à *Orbis* et *Discus* (Tab. XXVII). Deux coupures s'observent au sein de l'ostracofaune : à la limite des zones *Tenuiplicatus-Progracilis* et des zones *Hodsoni-Orbis*.

Au Callovien inférieur, une transgression se traduit dans le Bassin parisien par un approfondissement des mers. Nos connaissances concernant l'ostracofaune du Callovien en France sont encore très ponctuelles. La zone à *Bicosstata-Escovillensis* serait applicable à l'ostracofaune française. La zone à *Cruciata-Franconica* devrait être vérifiée sur des échantillons français. La zone à *Scabra-Interrupta* *Interrupta* pourrait avoir une signification à l'échelle européenne (Tab. XXVIII). De façon générale, on note une augmentation de la diversité spécifique depuis le Callovien inférieur jusqu'au sommet de l'Oxfordien. Le groupe *Lophocythere/Nophrecythere* est bien représenté dans le Callovien et l'Oxfordien. A l'Oxfordien supérieur, un nouveau régime de sédimentation s'installe : les genres *Macrodentina*, *Vernoniella* et *Galliacytheridea* se développent. Pour l'Oxfordien, il est possible de proposer une zonation de l'Oxfordien en tenant compte des travaux réalisés en Europe; elle reste à tester sur l'ostracofaune française (Tab. XXIX). Une tendance à la diminution du niveau des mers s'amorce à l'Oxfordien supérieur et se poursuit au Kimméridgien. Les genres *Exophthalmocythere*, *Dicroryg-*

ma, *Mandelstamia* et *Damonella* se développent. Les espèces du genre *Macrodentina* peuvent donner des indications sur la salinité du milieu de vie. En général, la répartition stratigraphique des différentes espèces en Europe est difficilement comparable (CHRISTENSEN & KILENYI, 1970). La zonation proposée pour l'ostracofaune française fait apparaître deux coupures au sein du Kimméridgien (Tab. XXX). La zone à *Bireticulata* marquerait le Tithonien. Les successions écologiques dans le temps et l'espace refléteraient celles des environnements sédimentaires.

En Europe, l'apparition des espèces marines d'ostracodes n'est pas synchrone. Néanmoins il est possible, localement, de proposer une zonation fine. Beaucoup de travaux, tant en Europe qu'en France, concernent le Lias. L'événement majeur, dans le domaine marin, est l'extinction des *Metacopina* à la limite Pliénbachien-Toarcien, conséquence vraisemblable de la sensibilité des ostracodes au degré d'oxygénéation de leur milieu de vie (BODERGAT, 1983; BODERGAT & IKEYA, 1988). En milieu continental, *Lutkevichinella hortonae* est connue à la base de l'Hettangien : sa durée de vie, en France, pourrait être équivalente à la zone à *Buisensis*. L'association *Darwinula hettangiana*, *Darwinula rara*, *Lutkevichinella* aff. *hortonae* est trouvée dans le Sinémurien supérieur en France ; elle pourrait correspondre aux zones à *Lotharingiae-Laneuvevillae-Undata* et *Plicata* reconnues dans le Lotharingien.

D'importantes monographies ont été consacrées à l'ostracofaune du Jurassique moyen ; des lacunes persistent dans l'étude des faunes du Bajocien, du Callovien et de l'Oxfordien en France, du Bathonien dans le Sud-Est de

la France. Dans le Jurassique moyen, les populations d'ostracodes sont connues dans les environnements marins et continentaux. Au sommet du Bajocien, *Cypridea ? postelongata* est signalée dans le Bassin de Paris, donc dans des niveaux qui correspondent à la partie supérieure de la zone à *Gigantea*. Ce serait la première apparition des Cypridacea en milieu non marin. L'ensemble du Bathonien serait caractérisé par l'association d'ostracodes limniques *Theriosynoecum tenuimarginata*, *Kliena levis*, *Fabaniella bathonica*, *Timiriasevia mackerowi* et *Theriosynoecum ? pusilla*. Selon DEPÈCHE (1984), *F. batonica* et *K. levis* sont connues dans le domaine marin. Dans les faciès séquanisiens, d'âge Oxfordien moyen à supérieur, du Jura franco-suisse, l'association *Cypridea cf. postelongata*, *Timiriasevia cf. mackerowi* et *Cetacella striata*, témoigne d'environnements laguno-lacustres ; elle pourrait correspondre aux zones à *Minuta* et à *Postrotunda* définies en milieu marin.

L'ostracofaune du Jurassique supérieur appelle des remarques identiques à celles du Jurassique moyen. L'apparition de genres présentant une large valence écologique à l'égard du facteur salinité confère aux ostracodes une grande importance dans l'établissement de zonations biostratigraphiques.

L'aptitude des ostracodes à conquérir tous les milieux aquatiques en fait un outil incomparable dans l'étude des successions écologiques, de leurs relations tant dans l'espace que dans le temps. Là est l'originalité de ces crustacés bivalves.

5. — ANNEXES

ANNEXE I : Espèces d'ostracodes marins répertoriées dans l'Hettangien en Europe

Cytheracea :

- *Monoceratina ventralis* ROTH, 1928 (Dévonien – Récent).
- *Klinglerella translucens* (BLAKE, 1876), *Cristacythere* sp. 4081 MICHELSEN, 1970, *Nanacythere circumcostata* MICHELSEN, 1975, *Paradoxostoma ? pusillum* MICHELSEN, 1975 (base de la zone à *Planorbis* et au-delà de l'Hettangien),
- *Monoceratina frentzeni* TRIEBEL & BARTENSTEIN, 1938, *Ektypocythere moorei* (JONES, 1872) (sommet de la zone à *Planorbis* – zone à *Raricostatum*),
- *Lophocythere elegans* DREXLER, 1958, *Progonocythere stilla* SYLVESTER-BRADLEY, 1948 (milieu de la zone à *Liasicus* – au-delà de l'Hettangien),
- *Klinglerella praeluxuriosa* (DONZE, 1966), *Nanacythere* sp. 4061 MICHELSEN, 1970 (zone à *Angulata* – sommet de l'Hettangien).

- *Cristacythere costata* (MICHELSEN, 1975), *Nanacythere elegans* (DREXLER, 1958), *N. elongata* MICHELSEN, 1975, *Donzocythere convergens* (DONZE, 1968), « *Cythere* » *terquemia* JONES, 1872 (zone à *Angulata* – au-delà de l'Hettangien),

— *Nanacythere paracostata* (zone à *Angulata*, zone à *Raricostatum*).

Cypridacea :

- *Pseudomacrocyparis substriangularis* MICHELSEN, 1975 (zone à *Planorbis* – au-delà de la zone à *Angulata*),
- *Paracypris redcarenensis* (TATE & BLAKE, 1876), *P. semidisca* DREXLER, 1958 (zone à *Planorbis* – au-delà de l'Hettangien),
- *Pontocyprilla fabaeformis* HERRIG, 1979 (Hettangien – moitié de la zone à *Semicostatum*),
- *Paracypris* sp. 4091 MICHELSEN (Hettangien – au-delà du Sinémurien).

Bairdiacea :

- *Bairdia carinata* DREXLER, 1958, *Bairdiacypris sartensis* DONZE, 1966, *Bythocypris fabaeformis* DREXLER, 1958, *Isobithocypris elongata* (BLAKE, 1876), *I. cylindrica* (HERRIG, 1979), *Fabalicypris praelongata* DONZE, 1966 (zone à *Planorbis* – zone à *Angulata*),
- *Ptychobairdia ? hettangica* (DONZE, 1966), (moitié de la zone à *Planorbis* – zone à *Angulata*),
- *Bairdia molesta* APOSTOLESCU, 1959 (zone à *Angulata* au-delà de l'Hettangien).

Myodocopida:

— *Polycope cerasia* BLAKE, 1876, *P. minor* MICELSEN, 1975, *P. suborbicularis* TERQUEM, 1885 (zone à Planorbis – au-delà de l'Hettangien).

Metacopina:

— *Ogmoconchella ellipsoidea* (JONES, 1872) (antérieure à la zone à Planorbis – au-delà de l'Hettangien),

— *Cardobairdia liasica* (DREXLER, 1958) (Hettangien – Zone à Spinatus), *Ogmoconcha hagenowi* DREXLER, 1958,

— *Ogmoconchella michelseni* AINSWORTH, 1989 (base de la zone à Planorbis – au-delà de l'Hettangien),

— *Pseudoheldia nasuta* (DREXLER, 1958) (moitié de la zone à Liasicus – au-delà de l'Hettangien),

— *Cardobairdia* sp. B AINSWORTH, 1989 (Hettangien supérieur – Sinémurien supérieur).

Platycopina:

— *Cytherelloidea pulchella* APOSTOLESCU, 1959 (antérieure à la zone à Planorbis – au-delà de l'Hettangien), *C. circumscripata* (BLAKE, 1876) (zone à Planorbis – au-delà de l'Hettangien).

— *Cytherella definita* DONZE, 1964 (base de la zone à Planorbis – sommet de la zone à Liasicus),

— *C. buisensis* DONZE, 1966, *flacherensis* DONZE, 1964, *C. sp. A* AINSWORTH & HORTON, 1986, *Cytherelloidea* sp. DONZE, 1966, *C. juncta* DONZE, 1964 (zone à Planorbis).

— *Cytherella concentrica* FIELD, 1966 (base de la zone à Liasicus – au-delà de l'Hettangien),

— *C. drexlerae* FIELD, 1967 (Hettangien – sommet de la zone à Bucklandi), *C. inflata* DREXLER, 1958 (zone à Anulata – base de la zone à Bucklandi),

— *C. inaequata* DONZE, 1964 (2/3 de la zone à Angulata – au-delà de l'Hettangien).

ANNEXE II : Espèces d'ostacodes marins apparaissant au Sinémurien en Europe*Cytheracea*:

— *Klinglerella undata* (APOSTOLESCU, 1959), *K. exoreticulata* AINSWORTH, 1989, *Lophodentina pumicosa* APOSTOLESCU, 1959, *L. crepidula* (TATE & BLAKE, 1876), *Triassocythere multistriata* (MICELSEN, 1975) (Sinémurien inférieur – Pliensbachien inférieur).

— *Acrocythere gasumensis* MICELSEN, 1975, *Ektypocythere triebeli* (KLINGER & NEUWEILLER, 1959), *E. betzi* (KLINGER & NEUWEILLER, 1959), *Nanacythere paracostata* MICELSEN, 1975 (zone à Rotiforme – zone à Raricostatum).

— *Kinkelinella multicostata* (KLINGER & NEUWEILLER, 1959), *K. medioreticulata* (MICELSEN, 1970), *Monoceratina striata* (TRIEBEL & KLINGER, 1938) (zone à Rotiforme – zone à Turneri),

— *Klinglerella retia* AINSWORTH, 1989, *Monoceratina* sp. 4325 MICELSEN, 1975, *M. sp. 4176* MICELSEN, 1975, *Acrocythere* sp. A AINSWORTH, 1989, *Procytheridea?* *gibber* DONZE, 1968 (zone à Bucklandi).

— *Klinglerella sinemuriana* AINSWORTH, 1989, *K. lacunosa* AINSWORTH, 1989, *Lophodentina* sp. A AINSWORTH, 1989 (zone à Semicostatum – zone à Obtusum),

— *L. normanniae* DONZE, 1968 (zone à Turneri – zone à Raricostatum),

— *Nanacythere* sp. 4322 MICELSEN, 1975 (zone à Obtusum – au-delà du Sinémurien),

— *Kinkelinella glabellata* (KLINGER & NEUWEILLER, 1959), *Procytheridea osmanvillae* DONZE, 1968, *P. reticulata* (KLINGER & NEUWEILLER, 1959), *Ektypocythere vitiosa* (APOSTOLESCU, 1959), *Pleurifera perplexa* (KLINGER & NEUWEILLER, 1959), *Kinkelinella variabilis* (KLINGER & NEUWEILLER, 1959) (zone à Obtusum – zone à Raricostatum),

— *Klinglerella multiforata* (KLINGER & NEUWILLER, 1959), *K. lotharingiae* (DONZE, 1967), *K. laneuvillae* (DONZE, 1967) (zone à Obtusum),

— *Acrocythere rectangulata* MICELSEN, 1975, *Fabacypris symetrica*, *Gramannella tatei* (GRAMANN, 1962), *Kinkelinella* (*Klinglerella*) *foveolata* MICELSEN, 1975 (1/3 au-dessus de la base de la zone à Obtusum – au-delà du Sinémurien),

— *Acrocythere aerundensis* MICELSEN, 1975, *Cristacythere* sp. 4352 MICELSEN, 1975, *Gramannella* sp. 4253 MICELSEN, 1975, *G. sp. 4259* MICELSEN, 1975 (sommet de la zone à Obtusum – zone à Raricostatum),

— *Procytheridea vermiculata* APOSTOLESCU, 1959, « *Pleurifera* » *plicata* (APOSTOLESCU, 1959) (zone à Raricostatum).

Cypridacea:

— *Pontocyprilla cavata* DONZE, 1967 (Sinémurien supérieur – Pliensbachien inférieur).

Bairdiacea:

— *Bairdia rostrata* ISSLER, 1908, *Bairdiacypris triassica* KOZUR, 1971 (zone à Rotiforme – au-delà de la zone à Raricostatum), *Bairdia michelseni* HERRIG, 1979, *B. guttulae* HERRIG, 1979, *B. donzei* HERRIG, 1979, *B. sp. A* DONZE, 1967,

— *Isobythocypris* sp. 4329 MICELSEN, 1975, *I. sp. 4020* MICELSEN, 1975, *I. tatei* (CORYELL, 1963), *Bairdiacypris brevis* (1/3 supérieur de la zone à Obtusum – au-delà de la zone à Raricostatum), *Isobythocypris unispinata* APOSTOLESCU, 1959 (1/3 supérieur de la zone à Turneri – au-delà du Sinémurien),

— *Bairdiacypris anisica brevis* HERRIG, 1979 (Sinémurien supérieur).

Myodocopida:

— *Polycope* sp. 4044 MICELSEN, 1975 (Sinémurien inférieur),

— *Rutiderma antiqua* HERRIG, 1981 (Sinémurien – Zone à Ibex),

— *Polycope cincinnata* APOSTOLESCU, 1959 (Sinémurien – zone à Tenuicostatum), *P. pelta* FISCHER, 1962,

— *P. decorata* APOSTOLESCU, 1959 (Sinémurien supérieur – Aalénien).

Metacopina :

- *Ogmoconcha adenticulata* (PIETRZENUK, 1961), *O. celticensis* AINSWORTH, 1989 (zone à Rotiforme – au-delà de la zone à Raricostatum),
- *Ogmoconchella mouhersensis* (APOSTOLESCU, 1959), *O. transversa* (GRUNDEL, 1970) (zone à Bucklandi au-delà de la zone à Raricostatum),
- *O. sp. 1* DONZE (zone à Turneri – zone à Raricosstatum),
- *Pseudoheldia* aff. *pseudoheldia* GRUNDEL, 1964, *Ogmoconchella aequalis* (HERRIG, 1969), *O. danica* MICHELSSEN, 1975, *Ogmoconchella gruendeli* MALZ, 1971, *O. bispinosa* (GRUNDEL, 1964) (zone à Obtusum – zone à Raricosstatum),
- *Ogmoconcha rotunda amalthei* DREYER, 1965 (sommet de la zone à Oxynotum – au-delà de la zone à Raricosstatum),
- *O. amalthei* (QUENSDEDT, 1858) (zone à Raricosstatum et au-delà),
- *Liasina lanceolata* (APOSTOLESCU, 1959) (Sinémurien – zone à Serpentinus),
- *L. vestibulifera* GRAMANN, 1963, Ostracode 103 KLINGER (Sinémurien – zone à Tenuicostatum),
- *Ogmoconcha rotunda* DREYER, 1967 (Sinémurien supérieur – Toarcien inférieur).

Platycopina :

- *Cytherella drexlerae* FIELD, 1967, *Cytherelloidea lacertosa* APOTOLESCU, 1959 (zone à Obtusum – au-delà du Sinémurien),
- *C. anningi* LORD, 1974 (sommet de la zone à Obtusum – au-delà du Sinémurien),
- *C. modesta* APOTOLESCU, 1959 (zone à Raricosstatum – zone à Ibex).

ANNEXE III : Espèces d'ostracodes marins apparaissant au Pliensbachien en Europe*Cytheracea :*

- *Kinkelinella* sp. 4243 MICHELSSEN, 1975 (Pliensbachien inférieur et moyen),
- *K. vulgaris* (KLINGER & NEUWEILLER, 1959), *Acrocystere* sp. 4339 MICHELSSEN, 1975, *Gramanella* sp. 4259 MICHELSSEN, 1975, *Monoceratina* sp. 4135 MICHELSSEN, 1975, *Nanacythere ? bachi* (GRAMANN, 1962), *Cytherura* sp. 4340 MICHELSSEN, 1975, *Cytheropteron* sp. 4203 MICHELSSEN, 1975 (zone à Jamesoni – zone à Davoei),
- *Kinkelinella* sp. 4243 MICHELSSEN, 1975 (zone à Jamesoni – zone à Stockesi),
- *Gramannella tatei* (GRAMANN, 1962), *G. apostolescui* (GRAMANN, 1962) (Pliensbachien), *Cytheropteron alafastigatum* (Pliensbachien – Aalénien),
- *Kinkelinella (Klinglerella) elongata* MICHELSSEN, 1975, *Cuneoceratina amlingdatensis* (TRIEBEL & BARSTENSTEIN, 1938), *Cytheropteron ? foveolatum* MICHELSSEN, 1975, *Nanacythere firma* HERRIG, 1969, *N. simplex* HERRIG, 1969, *N. sp. 4069* MICHELSSEN, 1975, *N. sp. 4222* MICHELSSEN, 1975,

Paradoxostoma sp. 4092 MICHELSSEN, 1975 (zone à Jamesoni – zone à Spinatus),

— *Monoceratina seebergensis* TRIEBEL & BARTENSTEIN, 1938, *Trachycythere horrida* TRIEBEL & KLINGER, 1959 (zone à Ibex – zone à Davoei),

— *T. tubulosa tubulosa* TRIEBEL & KLINGER, 1959 (zone à Davoei – zone à Margaritatus),

— *Nanacythere fissicosta* HERRIG, 1969, *N. gretwellensis* (BATE, 1963), *Ektypocythere* sp. A LORD, 1974, *Lophodentina striata* BOOMER, 1991, *Kinkelinella* sp. 4346 MICHELSSEN, 1975, *Nanacythere* sp. 4177 MICHELSSEN, 1975, *Monoceratina* sp. 4317 MICHELSSEN, 1975, *Trachycythere angusta* HERRIG, 1969, *T. tubulosa seratina* TRIEBEL & KLINGER, 1959 (zone à Margaritatus – zone à Spinatus),

— *Ektypocythere vitiosa* (APOTOLESCU, 1959), *Lophodentina* sp. A ARIAS, 1991 (zone à Spinatus),

— *Nanacythere persicaeformis* RIEGRAF, 1984, *N. arcaeformis* (JONES, 1888), *Kinkelinella tenuicostata* (MARTIN, 1960), *Kinkelinella* sp. A ARIAS, 1991 (zone à Spinatus – zone à Tenuicostatum),

— *Trachycythere verrucosa* TRIEBEL & KLINGER, 1959 (zone à Spinatus – Toarcien supérieur),

— *Patellacythere unguilina* (TRIEBEL & BARSTENSTEIN, 1938) (zone à Spinatus – Dogger).

Cypridacea :

- *Cardobairdia exaequata* (DONZE, 1968) (zone à Jamesoni – zone à Spinatus),
- *C. posteroprolata* AINSWORTH, 1987, *C. sp. K* (APOTOLESCU, 1959) (zone à Margaritatus – zone à Spinatus),
- *C. sp. A* AINSWORTH, 1987 (Pliensbachien terminal).

Bairdiacea :

- *Isobrythocyparis* sp. 4070 MICHELSSEN, 1975, *Bairdia* sp. 4134 MICHELSSEN, 1975 (zone à Jamesoni – zone à Ibex),
- *Isobrythocyparis elongata* (TATE & BLAKE, 1876), *Bairdia clio* BIZON, 1960, *B. molesta* APOTOLESCU, 1959, *B. verrucosa* HERRIG, 1979, *B. sp. B* DONZE, 1967, *B. thuringica* HERRIG, 1979 (zone à Stockesi – zone à Spinatus),
- *Isobrythocyparis dorsoconvexa* AINSWORTH, 1987, *I. pliensbachensis* AINSWORTH, 1987, *I. tumida* AINSWORTH, 1987 (zone à Spinatus),
- *Bairdia parva* AINSWORTH, 1987, *B. sp. A* AINSWORTH, 1987 (Pliensbachien supérieur),
- *Bairdia hahni* LORD & MOORLEY, 1974 (zone à Spinatus – zone à Tenuicostatum),
- *Bairdia asefingensis* LORD & MOORLEY, 1974 (zone à Spinatus – Toarcien inférieur).

Myodocopida :

- *Polycopete pumicosa* APOTOLESCU, 1959 (Sinémurien – zone à Stockesi),
- *P. sp. 4181* MICHELSSEN, 1975 (zone à Jamesoni – zone à Spinatus),
- *P. sp. 4197* MICHELSSEN, 1975 (zone à Margaritatus – zone à Spinatus).

Metacopina :

- *Cardobairdia* sp. (APOSTOLESCU, 1959) (zone à Jamesoni – zone à Spinatus),
- *Ogmoconcha cincta* MALZ, 1975, *O. contractula* TRIEBEL, 1941, *Ogmoconchella pseudospina* (HERRIG, 1969), *O. aspinata* (DREXLER, 1958), *Ledahia conveniens* HERRIG, 1980, *L. septenaria* (GRUNDEL, 1964), *Pseudoheldia nasuta* (DREXLER, 1958) (zone à Jamesoni – Toarcien),
- *P. etauleensis* (APOSTOLESCU, 1959), *Ogmonconcha rounda* DREYER, 1965, *Ogmonconchella* n° 15 KLINGLER, *Pseudoheldia* sp. DONZE, 1967, *Ogmoconcha secunda* HERRIG, 1981, *Hermiella intercedens* (DREYER, 1965) (zone à Stockesi – zone à Spinatus),
- *Hermiella ambo* (LORD & MOORLEY, 1974), *Ogmoconchella* sp. RIEGRAF, 1985, *Ogmoconchella conversa* MALZ, 1975, (Pliensbachien supérieur – Toarcien inférieur),
- *O. propinqua* MALZ, 1971, *O. n° 2* (KLINGLER, 1962), *Pseudoheldia truncata* MALZ, 1971 (zone à Stockesi – zone à Spinatus),
- *Ogmonconcha convexa*, BOOMER, 1991 (Pliensbachien – zone à Serpentinus),
- *Hermiella circumvallata* (DREYER, 1965), *Ogmoconcha cista* MALZ, 1975, *Ogmoconchella* n° 15 KLINGLER, 1962,
- *Ogmoconchella* n° 4015 MICHELSSEN, 1975, *O. sp.* 4280 MICHELSSEN, 1975, *Cardobairdia posteroprolata* AINSWORTH, 1987 (zone à Margaritatus – zone à Spinatus),
- *Ogmoconcha comes* MALZ, 1975, *O. cincta* MALZ, 1975, *Ogmoconchella impressa* MALZ, 1975, *Pseudoheldia* sp. A ARIAS, 1991 (zone à Spinatus),
- *Cardobairdia* sp. A AINSWORTH, 1987 (Pliensbachien terminal), *Ogmoconchella* sp. A ARIAS, 1991 (zone à Spinatus – zone à Tenuicostatum).

Platycopina :

- *Cytherella lindseyensis* LORD, 1974 (zone à Margaritatus),
- *C. toarcensis* BIZON, 1960 (zone à Stockesi – zone à Concavum).

ANNEXE IV : Espèces d'ostracodes marins apparaissant au Toarcien en Europe*Cytheracea :*

- *Monoceratina michelseni* RIEGRAF, 1984 (base de la zone à Tenuicostatum), *Ektypocythere neumannae* (MAUPIN, 1978), *Kinkelinella champeaue* (BIZON, 1960), *K. (Ektypocythere) knitteri* RIEGRAF, 1984, *K. sp. A* ARIAS, 1991, *Cuneoceratina amlingstadtensis* TRIEBEL & BARTENSTEIN, 1938, *Monoceratina seebergensis* TRIEBEL & BARTENSTEIN, 1938, *Acrocythere troesteri* RIEGRAF, 1984, *Procytheridea jardensis* MAUPIN, 1978, *Praeschuleridea arcuatocostata* MARTIN, 1960 (zone à Tenuicostatum),
- *Ptychobairdia* sp. BATE & COLEMAN, 1975 (sommel de la zone à Tenuicostatum).
- *Trachycythere verrucosa* TRIEBEL & BARTENSTEIN, 1959, *Procytherura multicostata* AINSWORTH, 1986 (zone à Tenuicostatum – sous-zone à Serpentinus),

- *Ektypocythere anterocostata* BOOMER, 1988 (zone à Tenuicostatum – base de la zone à Bifrons),
- *Kinkelinella persica* BATE & COLEMAN, 1975 (zone à Tenuicostatum – zone à Bifrons),
- *Trachycythere tubulosa tubulosa* TRIEBEL & KLINGLER, 1959 (zone à Tenuicostatum – base de la zone à Serpentinus),
- *Eucytherura liassica* BATE & COLEMAN, 1975 (zone à Tenuicostatum – zone à Variabilis),
- *Kinkelinella (Ektypocythere) debilis* BATE & COLEMAN, 1975 (zone à Tenuicostatum – moitié inférieure de la zone à Thouarsense),
- *K. (Kinkelinella) fischeri* MALZ, 1966, *Trachycythere tubulosa seratina* TRIEBEL & KLINGLER, 1959 (zone à Tenuicostatum – zone à Thouarsense),
- *Monoceratina striata* TRIEBEL & BARTENSTEIN, 1938, *Patellacythere unguinea* TRIEBEL & BARTENSTEIN, 1938, *Monoceratina vulsa* (JONES & SHERBORN, 1888), *Otocythere callosa* TRIEBEL & BARTENSTEIN, 1938 (zone à Tenuicostatum – zone à Aalensis),
- *Kinkelinella sermoisensis* (APOSTOLESCU, 1959), *Ektypocythere bucki* (BIZON, 1960), *E. vitilis furcata* (STOERMER & WIENHOLZ, 1967) (zone à Tenuicostatum – zone à Aalensis),
- *Eucytherura* sp. BATE & COLEMAN, 1975, *Cytheropteron* sp. A RIEGRAF, 1985, *Kinkelinella* sp. B ARIAS, 1991, *Wellandia* sp. ARIAS, 1991 (sommel de la zone à Tenuicostatum),
- *Cytheropteron ? werner* RIEGRAF, 1984, *Procytherura* sp. BATE & COLEMAN, 1975, *Cytheropteron riegrai* RICHTER, 1987 (zone à Serpentinus),
- *Procytherura mediocostata* BATE & COLEMAN, 1975 (zone à Serpentinus – zone à Bifrons),
- *Cytheropteron nov. sp.* BODERGAT et al., 1991, *Procytherura hastata* BATE & COLEMAN, 1975 (zone à Serpentinus – zone à Variabilis),
- *Infracytheropteron gwashense* BATE & COLEMAN, 1975, *I. groissi* KNITTER, 1984 (zone à Serpentinus – zone à Thouarsense),
- *Cytheropteron (Infracytheropteron) pulchellum* BATE & COLEMAN, 1975, *Rutlandella transversiplicata* BATE & COLEMAN, 1975, *Cytheropteron* sp. 1 RICHTER, 1987, *Wellandia faveolata* BATE & COLEMAN, 1975 (sous-zone à Falciferum – zone à Bifrons),
- *Acrocythere mimica* (BATE & COLEMAN, 1975), *Ektypocythere intrepida* BATE & COLEMAN, 1975, *Kinkelinella costata* KNITTER, 1983 (sous-zone à Falciferum – zone à Variabilis),
- *K. sp. 1* EXTON & GRADSTEIN, 1984 (sous-zone à Falciferum – zone à Aalensis),
- *Cytheropteron* sp. BATE & COLEMAN, 1975 (sommel de la zone à Serpentinus),
- *Campocythere toarciana* (BATE & COLEMAN, 1975), *Aalenia reticulata* KNITTER, 1983, *Lophodentina tricostata* (MICHELSSEN, 1975) (zone à Bifrons – zone à Variabilis),
- *Praeschuleridea arguta* AINSWORTH, 1986 (zone à Bifrons – zone à Thouarsense),
- *Cytheropteron (Infracytheropteron) supraliassicum* HERRIG, 1981, *Monoceratina stimulea* (SCHWAGER, 1866),

Ektypocythere rugosa (BIZON, 1960) (zone à Bifrons – zone à Aalensis).

— *Hutsonia decorata* APOSTOLESCU, MAGNE & MALMOUSTIER, 1960 (zone à Bifrons – zone à Opalinum),

— *Monoceratina scrobiculata* TRIEBEL & BARTENSTEIN, 1938 (zone à Bifrons – Dogger),

— *Lophodentina tricostata* (MICHELSSEN, 1975), *Cytheropteron* sp. B RIEGRAF, 1985 (sommet de la zone à Bifrons),

— *Eucytherura* sp. A RIEGRAF (sommet de la zone à Bifrons – moitié inférieure de la zone à Variabilis),

— *Camptocythere praecox* TRIEBEL, 1950 (sommet de la zone à Bifrons – zone à Opalinum),

— *Aalenella compressa* PLUMHOFF, 1963 (sommet de la zone à Bifrons – Aalénien),

— *Supratoarciana supratoarcensis* KNITTER & RIEGRAF, 1984, *Praeschuleridea aspera* KNITTER, 1983, *Ektypocythere bizoni* AINSWORTH, 1986 (zone à Variabilis – base de la zone à Pseudoradiosa),

— *Aphelocythere undulata* TRIEBEL & KLINGLER, 1959 (zone à Variabilis – zone à Parkinsoni),

— *Supratoarciana tarda* KNITTER & RIEGRAF, 1984 (zone à Thouarsense – base de la zone à Levesquei),

— *Bythoceratina* sp. KNITTER & RIEGRAF, 1984, *Acrocyclone?* michelseni FINGER, 1983, *Cytheropterina cribra* (FISCHER, 1962) (zone à Thouarsense – zone à Aalensis),

— *Pleurocythere cultrata* APOSTOLESCU, MAGNE & MALMOUSTIER, 1961, *Fuhrbergiella malzi* WIENHOLZ, 1967, *Praeschuleridea magnycourtensis* (APOSTOLESCU, 1959) (zone à Thouarsense – zone à Opalinum),

— *Praeschuleridea* sp. 2 EXTON & GRADSTEIN, 1984 (zone à Thouarsense – zone à Concavum),

— *Trachocythere* sp. BODERGAT et al., 1985 (sommet de la zone à Thouarsense),

— *Cytheropterina cribra ziegleri* (WIENHOLZ, 1967) (sous-zone à Insigne – zone à Aalensis),

— *Ektypocythere vitilis* (MAGNE, SERONIE-VIVIEN & MALMOUSTIER, 1960) (sous-zone à Insigne – zone à Opalinum),

— *Praeschuleridea galleanica* MALZ, 1966 (base de la zone à Pseudoradiosa – base de la zone à Aalensis),

— *P. ventriosa* (PLUMHOFF, 1963), *P. punctalata* (PLUMHOFF, 1963),

— *P. tenera* KNITTER, 1983 (zone à Pseudoradiosa – zone à Aalensis),

— *Cytheropteron bispinosum cibrum* FISCHER, 1962 (zone à Aalensis),

— *Aphelocythere kuhni* TRIEBEL & KLINGLER, 1959 (zone à Aalensis – zone à Parkinsoni).

Cypridacea :

— *Paracypris* sp. B RIEGRAF, 1985 (Toarcien inférieur), *Paracypris* sp. A ARIAS, 1991 (zone à Tenuicostatum), *Paracypris* sp. 1 RICHTER, 1987 (zone à Tenuicostatum – sommet de la zone à Variabilis),

— *Pseudomancrocypris* sp. BODERGAT et al., 1991 (zone à Serpentinus – zone à Bifrons),

— *Paracypris* sp. 1 BODERGAT et al., 1991 (zone à Serpentinus – zone à Variabilis),

— *Paracypris* sp. 2 BODERGAT et al., 1991 (zone à Bifrons – zone à Variabilis), *Macrocypris liassica* BATE & COLEMAN, 1975,

— *Macrocypris* sp. BATE & COLEMAN, 1975 (zone à Falciferum – zone à Bifrons).

Bairdiacea :

— *Isobithocypris* sp. A ARIAS, 1991, *Ptychobairdia* sp. BATE & COLEMAN, 1975 (zone à Tenuicostatum),

— *Bairdiacypris rectangularis* AINSWORTH, B. sp. EXTON & GRADSTEIN, 1984 (zone à Tenuicostatum – zone à Variabilis),

— *Isobithocypris ovalis* BATE & COLEMAN, 1975 (sommet de la zone à Tenuicostatum – moitié inférieure de la zone à Falciferum),

— *Bairdiacypris dorisae* (KNITTER, 1984) (zone à Serpentinus – Aalénien),

— B. sp. BATE & COLEMAN, 1975, *Bairdia* sp. BATE & COLEMAN, 1975, *Isobithocypris* sp. BATE & COLEMAN, 1975 (zone à Falciferum),

— *Bairdia* sp. KNITTER, 1983, *B. inflata* KNITTER, 1983, *B. ohmerti* KNITTER, 1984 (zone à Bifrons – zone à Aalensis),

— *Bythocypris faba* KNITTER, 1983 (zone à Aalensis)

Myodocopida :

— *Polycopis* sp. BODERGAT et al., 1991 (zone à Serpentinus – zone à Variabilis),

— *Polycopis discus* FISCHER, 1961 (sommet de la zone à Bifrons – zone à Variabilis).

Metacopina :

— *Ogmoconcha* sp. BATE & COLEMAN, 1975, O. sp. BODERGAT et al., 1985 (zone à Tenuicostatum).

Platycopina :

— *Cytherella praecadomensis* KNITTER & RIEGRAF, 1984 (zone à Serpentinus – zone à Thouarsense),

— *Cytherelloidea cadomensis* BIZON, 1960 (zone à Bifrons – Jurassique moyen),

— *Cytherella reticulornata* KNITTER, 1983 (zone à Pseudoradiosa).

ANNEXE V : Espèces d'ostracodes marins apparaissant dans l'Aalénien

Cytheracea :

— *Acrocyclone pumila* PLUMHOFF, 1963, *Kinkelinella fischeri* MALZ, 1966 (zone à Opalinum), *Praeschuleridea ventriosa* (PLUMHOFF, 1963) (zone à Opalinum),

— *Aphelocythere? ljubimovae* PLUMHOFF, 1963 (zone à Opalinum – horizon à Sinon), *Aalenella* sp. 1 PLUMHOFF, 1963,

- *Aphelocythere? pygmaea* PLUMHOFF, 1963, *A. hamata* PLUMHOFF, 1963 (zone à Opalinum – horizon à Staufensis).
- *Monoceratina? aff. sundancensis* SWAIN & PETERSEN, 1951 (Aalénien).
- *Macrocypris (Macrocypris)? aequabilis* OERTLI, 1959 (Aalénien-Oxfordien).
- *Aphelocythere* sp. 1 PLUMHOFF, 1963 (moitié inférieure de l'horizon à Sinon).
- *Campocythere modesta* TRIEBEL, 1950 (horizon à Sinon), *C. foveolata prima* PLUMHOFF, 1963 (zone à Murchisonae).
- *Aphelocythere perforata* PLUMHOFF, 1963, *Campocythere foveolata brevis* PLUMHOFF, 1963, *C. foveolata foveolata* TRIEBEL, 1950, *Procytheridea pinguis* PLUMHOFF, 1968, *Monoceratina* sp. 1 PLUMHOFF, 1963, *P.? gibbosa* PLUMHOFF, 1963, *P.? inflata* PLUMHOFF, 1963, *Orthonotacythere nodosa* PLUMHOFF, 1963, *Mandelstamia brandi* PLUMHOFF, 1963, *Fuhrbergiella (Praefuhrbergiella)? favosa* PLUMHOFF, 1963, *Procytheridea oblonga* PLUMHOFF, 1963 (horizon à Sinon – horizon à Staufensis),
- *P. minima* PLUMHOFF, 1963 (horizon à Sinon – zone à Discites).
- *Merocythere? levigata* PLUMHOFF, 1963 (horizon à Obtusa – horizon à Staufensis),
- *Campocythere parvula* PLUMHOFF, 1963 (horizon à Obtusa – horizon à Concavum),
- *Fuhrbergiella (Praefuhrbergiella) sauzei* BRAND & MALZ, 1962, *Acrocythere aff. pumila* PLUMHOFF, 1963, *Cytheropteron (Cytheropteron) bispinosum cribrum* FISCHER, 1962 (horizon à Obtusa – zone à Discites).
- *Aalenella compressa* PLUMHOFF, 1963 (horizon à Obtusa – Bajocien inférieur)
- *Pneumatocythere bajociana* BATE, 1963a (zone à Murchisonae – zone à Laeviscula),
- *Aphelocythere index* PLUMHOFF, 1963, *Campocythere obtusa* TRIEBEL, 1950 (horizon à Staufensis),
- *Merocythere ovalis* PLUMHOFF, 1963, *Procytheridea? punctulata* PLUMHOFF, 1963 (horizon à Staufensis – zone à Discites),
- *Campocythere pusilla* TRIEBEL, 1950 (horizon à Concavum – zone à Discites),
- *Monoceratina obtusifrons* TRIEBEL & BARTENSTEIN, 1938 (Aalénien – Bajocien inférieur).

Myodocopida :

Polycope cf. maculata MULLER, 1894 (Aalénien supérieur Récent).

ANNEXE VI : Espèces d'ostracodes marins apparaissant dans le Bajocien en Europe

Cytheracea :

- *Cytheropterina comica* BATE, 1963, *Progonocythere reticulata* BATE, 1963 (base de la zone à Discites),
- *Campocythere lincolnensis* BATE, 1963, *Progonocythere cristata* BATE, 1963, *Platella jurassica* BATE, 1963, *Ho-*

mocytheridea cylindrica BATE, 1963, *Kinkelinella? bajociana* BATE, 1963, *Cytheropterina gravis* BATE, 1963, *Praeschuleridea ornata* BATE, 1963, *Praefuhrbergiella (Praefuhrbergiella) minima* BATE, 1964, *Asciocythere lacunosa* BATE, 1963, *Pleurocythere nodosa* BATE, 1963, *P. kirktonensis* BATE, 1963, *Micropneumatocythere globosa* BATE, 1964, *Dolocythere maculosa* BATE, 1963, *Asciocythere acuminata* BATE, 1964, *Southcavea reticulata* BATE, 1964, *S. grandis* BATE, 1964, *Tetracytheridea punctata* BATE, 1963, *Cytheromorpha (?) greetwellensis* BATE, 1963, *Pleurocythere* sp. BATE, 1963, *Praeschuleridea* sp. BATE, 1963 (Bajocien inférieur),

— *P. subtrigona magna* BATE, 1964, *Micropneumatocythere convexa* BATE, 1963, *Systenocythere* sp. BATE, 1964, *Ektypocythere triangula* (BRAND, 1961), *Kinkelinella reticulata* BATE, 1964, *Praeschuleridea decorata* BATE, 1968, *Kirktonella plicata* BATE, 1963, *Systenocythere exilofasciata* BATE, 1963, *Eocytheridea faveolata* BATE, 1964, *E. ? erugata* BATE, 1964, *E. carinata* BATE, 1964, *E. ? astricta* BATE, 1964, *E. acuta*, BATE, 1964, *E. lacunosa* BATE, 1963, *E. elongata* BATE, 1963, *E. reticulata* BATE, 1964, *Acantocythere (Protoacantocythere) faveolata* BATE, 1963 (zone à Discites – zone à Laeviscula),

— *Praeschuleridea subtrigona subtrigona* (JONES & SHERBORN, 1888) (zone à Discites – zone à Discus).

— *Pneumatocythere carinata* BATE, 1964 (sommets de la zone à Discites – zone à Laeviscula), *Glyptocythere* sp. BATE, 1978 (zone à Propinquans),

— *Fuhrbergiella gigantea* BRAND & MALZ, 1962 (sommets de la zone à Propinquans – zone à Humphriesianum).

— *Monoceratina vulsa* JONES & SHERBORN, 1888, (Bajocien moyen – Bathonien moyen),

— *Pleurocythere regularis* TRIEBEL, 1951, *P. richteri* TRIEBEL, 1951 (zone à Garantiana – zone à Parkinsoni),

— *P. impar* TRIEBEL, 1951 (zone à Garantiana – zone à Morrisi),

— *Glyptocythere tenuisulcata* BRAND & MALZ, 1962 (zone à Garantiana – zone à Discus),

— *Fuhrbergiella (Fuhrbergiella) gigantea* MALZ, 1962 (Bajocien supérieur – base de la zone à Zigzag),

— *Fissocythere bucki* MALZ, 1972 (Bajocien supérieur – zone à Zigzag),

— *Pleurocythere abjunctiona* SHEPPARD, 1981, *Mesocythereidea cf. howardianensis* BATE, 1965 (Bajocien supérieur – Bathonien inférieur),

— *Oligocythereis lotharingis* DEPÈCHE, 1984, *Lophocythere scabroides* MALZ, 1975, *Schuleridea ovoidea* DEPÈCHE, 1984, *Eocytheridea* sp. 1 DEPÈCHE, 1984, *E. sp. 2* DEPÈCHE 1984, *Schuleridea (Eoschuleridea) orientalis* DEPÈCHE, 1984 (zone à Parkinsoni – zone à Zigzag),

— *Procytheridea czechochoviensis* BLASZYK, 1967 (zone à Parkinsoni – zone à Tenuiplicatus),

— *Fuhrbergiella (Fuhrbergiella) gigantea quarta* BLASZYK, 1967, *F. (Praefuhrbergiella) lurida* BLASZYK, 1967, *Lophocythere verrucosa* BLASZYK, 1967, *Pleurocythere elliptica* BLASZYK, 1967, *Parariscus octoporalis* BLASZYK, 1967, *Pseudoprotocythere? bessinensis* DEPÈCHE & OERTLI, 1967, *Monoceratina amygdaliformis* BLASZYK, 1967, *Praeschuleridea lepida* BLASZYK, 1967, *Schuleridea triebeli polypora* BLASZYK, 1967, *Progonocythere? convexa* BLASZYK, 1967, *P. ? posteriohumilis* BLASZYK, 1967, *Cytheropteron (Cythe-*

ropteron) tenuis BLASZYK, 1967, *Nophtocythere bessinensis* (DEPÈCHE, 1973), *Glyptocythere tuberosa angularis* BLASZYK, 1967, *Praeschuleridea wartae* BLASZYK, 1967, *Eucytherura rectodorsalis* BLASZYK, 1967 (zone à Parkinsoni – zone à Hodsoni),

— *Nophtocythere rimosa* (DEPÈCHE, 1973) (zone à Parkinsoni – zone à Aspidoides).

— *Lophocythere cf. carinilia* SYLVESTER – BRADLEY, 1948, *Schuleridea (Eoschuleridea) orientalis* DEPÈCHE, 1984, *Strictocythere polonica* (BLASZYK, 1959) (zone à Parkinsoni – zone à Discus),

— *Acantocythere blainvillensis* DEPÈCHE, 1985, *Fissocythere bucki* MALZ, 1972, *Marslatourella globulosa* DEPÈCHE, 1973 (sommets de la zone à Parkinsoni – zone à Zigzag).

— *Pseudoprotocythere ? bessinensis* DEPÈCHE & OERTLI, 1971 (sommets de la zone à Parkinsoni – base de la zone à Progracilis).

— *Progonocythere ? convexa* BLASZYK, 1967 (sommets de la zone à Parkinsoni – zone à Hodsoni), *Oligocythereis capreolata* SHEPPARD, 1981, *Terquemula bradiana* (JONES, 1884), *Oligocythereis gr. fullonica* (JONES & SHERBORN, 1888) (sommets de la zone à Parkinsoni – zone à Discus),

— *Nophtocythere rimosa* (DEPÈCHE, 1973), *Micropneumatocthere quadrata* BATE, 1967, *Rectocythere sugillata* (JONES & SHERBORN, 1888), *Progonocythere praepolonica* DREYER, 1967 (Bajocien supérieur – Bathonien).

Cypridacea :

— *Paracypris* sp. D OERTLI, 1959 (Bajocien inférieur), *Paracypris bajociana* BATE, 1963 (Bajocien – Bathonien moyen), *Paracypris procerus* BLASZYK, 1967 (Bajocien supérieur – base du Bathonien supérieur).

Bairdiacea :

— *Bairdia fullonica* JONES & SHERBORN, 1888 (Bajocien supérieur – Bathonien supérieur).

— *Bythocypris ? jaworznikensis* BLASZYK, 1967 (zone à Parkinsoni – zone à Morrisi).

— *Bairdia pumicosa* SHEPPARD, 1981 (zone à Parkinsoni – Bathonien supérieur).

Platycopina :

— *Cytherelloidea eastfieldensis* BATE, 1963 (Bajocien inférieur).

— *C. catenulata* (JONES & SHERBORN, 1888) (Bajocien inférieur – zone à Discus),

— *Cytherella fullonica* JONES & SHERBORN, 1888 (Bajocien – Oxfordien),

— *C. perennis* BLASZYK, 1967, *C. limpida* BLASZYK, 1967 (zone à Parkinsoni – Callovien supérieur).

— *Cytherelloidea symmetrica* JONES, 1849 (Bajocien supérieur – Bathonien supérieur).

ANNEXE VII : Espèces d'ostracodes marins apparaissant dans le Bathonien en Europe

Cytheracea :

— *Mesocytheridea* sp., DEPÈCHE, 1984 (Jurassique moyen – Jurassique supérieur), *Glyptocythere tuberosa* BRAND & MALZ, 1962, *Micropneumatocythere* sp. 2 DEPÈCHE, 1984, *Eudechacythere batei* SHEPPARD, 1981, *Hemicytherura ? testudinata* SHEPPARD, 1981, *H. ? bessinensis* SHEPPARD, 1981, *Oligocythereis* sp. 24 DEPÈCHE, 1969, *O. quadricostata* DEPÈCHE, 1969, *Ljubimovella* sp. DEPÈCHE, 1984, *Bythoceratina* sp.? SHEPPARD, 1981, *Merocythere postangusta* SHEPPARD, 1978, *Fuhrbergiella transversiplicata* MALZ, 1962, *Kinkelinella malzi* (DEPÈCHE, 1973), *Strictocythere retia* SHEPPARD, 1981, *Pedicythere* sp. SHEPPARD, 1981, *Eucytherura* sp. 1 DEPÈCHE, 1984, *E. sp. 2* DEPÈCHE, 1984 (Bathonien inférieur),

— *Schuleridea* sp. A BATE, 1978 (zone à Zigzag – base de la zone à Progracilis),

Kliena levis OERTLI, 1957, *Theriosynoecum tenuimarginata* (OERTLI, 1956) (zone à Zigzag – zone à Subcontractus).

— *Eocytheridea* sp. C BATE, 1978 (zone à Zigzag – moitié inférieure de la zone à Hodsoni),

— *Procytherura trisulcata* SHEPPARD, 1981, *Thetysia irregularis* SHEPPARD, 1981, *Monoceratina tumida* SHEPPARD, 1981, *Malzia* sp. DEPÈCHE, 1984 (Bathonien inférieur – Bathonien moyen),

— *Fissocythere variabilis* MALZ, 1959, *Schuleridea (Eoschuleridea) bathonica* BATE, 1967, *Lophocythere ostreata* (JONES & SHERBORN, 1888), *Nephrocythere plena* (TRIEBEL, 1951), *Acantocythere (Blanoacantocythere) magna* SHEPPARD, 1981, *A. (Acantocythere) sphaerulata* (JONES & SHERBORN, 1888), *A. (Acantocythere) spinuscutulata* SYLVESTER-BRADLEY, 1956, *Fabanella bathonica* (OERTLI, 1956), *Ektyphocythere parva* (OERTLI, 1960), *Progonocythere stilla* SYLVESTER-BRADLEY, 1948, *Schuleridea (Eoschuleridea) batei* DEPÈCHE, 1973 (zone à Zigzag – zone à Discus),

— *Pseudoprotocythere ? bessinensis* DEPÈCHE & OERTLI, 1971, *Marslatourella exposita* MALZ, 1951 (zone à Zigzag – Bathonien supérieur), *Micropneumatocythere triangula* SHEPPARD, 1981, *Lophocythere carinata* BLASZYK, 1967, *Pleurocythere viriosa* SHEPPARD, 1981, *Tethysia bathonica* SHEPPARD, 1981, *Morkhovenicythereis quadricostata* (DEPÈCHE, 1969), *Oligocythereis fullonica* JONES & SHERBORN, 1888, *O. ranvillensis* SHEPPARD, 1981, *O. capreolata* SHEPPARD, 1981, *Hekistocythere anastomosis* SHEPPARD, 1981, *H. pustulosa* SHEPPARD, 1981, *Pichottia muris* OERTLI, 1959, *Trachycythere munita* SYLVESTER-BRADLEY, 1973, *Palaeocytheridea carinilia* (SYLVESTER-BRADLEY, 1948), *Rutlandella enigmatica* SHEPPARD, 1981, *Eucytherura ursula* SHEPPARD, 1981, *Paracytheridea ? elegans* SHEPPARD, 1981, *Metacytheropteron* sp. OERTLI, 1957 (Bathonien inférieur – Bathonien supérieur),

— *Oligocythereis gr. fullonica* (JONES & SHERBORN, 1888) (Bathonien – Zone à Macrocephalus),

— *Paralophocythere cf. chonvillensis* DEPÈCHE, 1969 (Bathonien – Callovien inférieur),

— *Pleurocythere connexa* TRIEBEL, 1951, *Lophocythere bradiana* (JONES, 1884), *Oligocythereis bouvadensis* DEPÈCHE, 1969 (Bathonien – Callovien),

- *Fuhrbergiella* (*Fuhrbergiella*) *concentrica* BLASZYK, 1967, (zone à *Tenuiplicatus*).
- *Ektypocythere nucleopersica* BLASZYK, 1967 (zone à *Tenuiplicatus* – zone à *Morrisi*).
- *Marslatourella bullata* BATE, 1967, *Pleurocythere favosa* TRIEBEL, 1951 (Bathonien inférieur – zone à *Discus*).
- *Ceritonidae terraefullonica* (JONES & SHERBORN, 1888) (Bathonien – Oxfordien supérieur).
- *Ektypocythere pteriformis* BLASZYK, 1967 (zone à *Tenuiplicatus* – zone à *Heterocostatus*).
- *E. renatae* BLASZYK, 1967, *Progonocythere laeviscula* LJUBIMOVA & MOHAN, 1960, *Acantocythere (Protoacantocythere) faveolata* BATE, 1963, *Paleocytheridea parabakivoro* MALZ, 1962, *Protocythere micropapillata* SHEPPARD, 1981, *Kovalevskilla* sp. 2 OERTLI, 1956 (Bathonien), *Monoceratina vulsa* (JONES & SHERBORN, 1888) (Bathonien inférieur – Oxfordien).
- *Schuleridea (Eoschuleridea) subbatei* DEPÈCHE, 1984, *Procytherura ovalis* DEPÈCHE, 1984, *Paranocythere prima* DEPÈCHE, 1984, *Eucytherura (Vesticytherura) acuta* DEPÈCHE, 1984 (zone à *Progracilis*).
- *Acantocythere* sp. DEPÈCHE, 1984 (sommet de la zone à *Progracilis*), *Nephrocythere fuhrbergensis* TRIEBEL, 1951, (zone à *Progracilis* – zone à *Discus*).
- *Eocytheridea tracensis* DEPÈCHE, 1984 (zone à *Subcontractus* – zone à *Discus*), *E. robusta* DEPÈCHE, 1984 (zone à *Subcontractus* – base de la zone à *Aspidoides*).
- *E. trapezoïdales* DEPÈCHE, 1984 (zone à *Morrisi* – zone à *Discus*).
- *Oligocythereis ? lacunosa* DEPÈCHE, 1969, *Trachocythere* sp. DEPÈCHE, 1984, *Micro pneumatocythere* sp. BATE, 1963, *M. quasicitrella* BATE & SHEPPARD, 1979, *Pleurocythere ? normannae* DEPÈCHE, 1984, *Procytherura* sp. 2 DEPÈCHE, 1984 (Bathonien moyen).
- *Oligocythereis gauthieri* DONZE, 1962, *Marslatourella bullata* BATE, 1967, *Mandocythere primaeva* SHEPPARD, 1981, *Nemoceratina (Paraceratina)* sp. DEPÈCHE, 1984 (Bathonien moyen – Bathonien supérieur).
- *Fuhrbergiella horrida* (*horrida*) BRAND & MALZ, 1962 (Bathonien moyen – Callovien inférieur).
- *Schuleridea (Eoschuleridea)* sp. BATE, 1978 (base de la zone à Hodsoni).
- *Cythereis cf. blanda* KAYE, 1963, *Cythere tenella* JONES, 1884, *C. corrosa* JONES & SHERBORN, 1888, « *Cythereidea aequabilis* » JONES & SHERBORN, 1888, *C. coarctata* JONES & SHERBORN, 1888, *C. eminula* JONES & SHERBORN, 1888, *C. punctiputeolata* JONES & SHERBORN, 1888, *Cythereidea retorrida* JONES & SHERBORN, 1888, *C. spinifatigata* JONES & SHERBORN, 1888, *C. spinigyrata* (JONES & SHERBORN, 1888), *Asciocythere obovata* (JONES & SHERBORN, 1888), *Kovalevskilla* sp. DEPÈCHE, 1985, *Paracytheridea ? blakei* BATE, 1969, *Hadrocyclidea dolabra* (JONES & SHERBORN, 1888), *Cytherura mediojurassica* BATE, 1969, *Hekistocythere venosa* BATE, 1969, *Platocythere* sp. BATE, 1969, *Micro pneumatocythere limaciformis* (JONES & SHERBORN, 1888), *Lophocythere* sp., BATE 1969, *L. septicostata* BATE, 1967, *Schuleridea jonesiana* BOSQUET, *Praeschuleridea* sp. BATE, 1969, *Orthonatocythere* sp. BATE, 1969, *Cytherura bathonica* BATE, 1969 (zone à *Retrocostatum* sensu TORRENS, 1967 soit zone à Hodsoni).
- *Praeschuleridea* sp. A BATE, 1978 (zone à Hodsoni – zone à *Aspidoides*).
- *Progonocythere triquetra* BATE, 1967 (moitié supérieure de la zone à Hodsoni).
- *Glyptocythere guembelina* (JONES, 1884), *Micro pneumatocythere postrotunda* BATE, 1967, *Hekistocythere venosa* BATE, 1969, *Schuleridea (Eoschuleridea) horatiana* (JONES & SHERBORN, 1888), *S. subperforata* (JONES, 1884) (zone à Hodsoni – zone à *Discus*).
- *Glyptocythere persica* (JONES & SHERBORN, 1888) (moitié supérieure de la zone à Hodsoni – moitié inférieure de la zone à *Discus*).
- *Progonocythere levigata* BATE, 1967 (sommet de la zone à Hodsoni – zone à *Aspidoides*).
- *Terquemula acutiplicata* (JONES & SHERBORN, 1888), *Progonocythere rugosa* BATE, 1967, *Micro pneumatocythere* sp. A BATE, 1978 (sommet de la zone à Hodsoni – base de la zone à *Discus*).
- *Lophocythere batei* MALZ, 1975, *Schuleridea (Eoschuleridea) trigonalis* (JONES, 1884), *Terquemula brasiliensis* (JONES, 1884), *Fastigatocythere juglandica* (JONES, 1884), *Platocythere verriculata* (BATE, 1967), *Glyptocythere oscillum* (JONES & SHERBORN, 1888), *Lophocythere fulgorata* (JONES & SHERBORN, 1888), *Eocytheridea* sp. B BATE, 1978 (sommet de la zone à Hodsoni – zone à *Discus*).
- *Metacytheropteron dupraceutum* (JONES, 1888), *Paracytheridea ? blakei* BATE, 1969, *Glyptocythere penni* BATE et MAYES, 1977, *Lophocythere propinquia* MALZ, 1967, *Neurocythere septicostata* BATE, 1967, *Neurocythere* sp. WARE & WHATLEY, 1980, *Caytonidae* sp. WARE & WHATLEY, 1980, *Dolocythere* sp. WARE & WHATLEY, 1980, *Clithocytheridea* sp. WARE & WHATLEY, 1980, *Dicrorygma* sp. WARE & WHATLEY, 1980, *Procytheridea* sp. WARE & WHATLEY, 1980, *Galliaecytheridea* (?) sp. aff. *Galliaecytheridea* (?) *kinscliffensis* BATE, 1967, *Pichottia magnamuris* BATE, 1967, *Cytherura bathonica* BATE, 1969, *Procytherura* cf. *tenuicostata* WHATLEY, 1970, *P. (?) mediojurassica*, *P. sp.* WARE & WHATLEY, 1980, *Praeschuleridea* sp. BATE, 1969, *Eocytheridea* sp. BATE, 1969, *Progonocythere cristata* BATE, 1963, *P. sp.* WARE & WHATLEY, 1980, *Fastigatocythere* sp. WARE & WHATLEY, 1980, *Pleurocythere* sp. WARE & WHATLEY, 1980, *Micro pneumatocythere* sp. WARE & WHATLEY, 1980, *Neurocythere* sp. WARE & WHATLEY, 1980, *Hekistocythere* sp. WARE & WHATLEY, 1980, *Marslatourella dorsispinata* BATE & STEPHENS, 1973, *Macro dentina (Mediodentina) bathonica* BATE, 1967, *Kliena* sp. WARE & WHATLEY, 1980, *Pleurocythere* aff. *kirtonensis* WARE & WHATLEY, 1980, *Paleocytheridea* cf. *bakirovi* MANDELSTAM, 1947, *Oligocythereis woodwardi* SYLVESTER-BRADLEY, 1948, *Fissocythere* cf. *variabilis* MALZ, 1959, *Pichottia elegans* WARE & WHATLEY, 1980, *Neurocythere* (?) *kirtlingtonense* BATE 1963, *Arkellocythere sulcata* WARE & WHATLEY, 1980, *Oligocythereis vermiculata* WARE & WHATLEY, 1980, *Mandelstamia bathonica* WARE & WHATLEY, 1980, *M. pusilla* WARE & WHATLEY, 1980, *Timiriasevia* sp. A. WARE & WHATLEY, 1980, *Gesoriacula plana* OERTLI, 1959, *Platocythere favosa* WARE & WHATLEY, 1980, *Oligocythereis* sp. 1 SHEPPARD, 1981, *Nodophtalmocythere* cf. *martini* BIZON, 1958, *Hekistocythere micropunctata* WARE & WHATLEY, 1980, *H. reticulata* SHEPPARD, 1981, *H. postarcuata* WARE & WHATLEY, 1980, *Angliacytheridae calvata* SHEPPARD, 1981, *A. sp.* DEPÈCHE, 1984, *Aalenella* ? *bathonica* SHEPPARD, 1981, *Galliaecytheridea* ? *micropapillata* WARE & WHATLEY, 1980, *Kirtonella triangula* DEPÈCHE,

1984, *Systemocythere minuta* DEPÈCHE, 1984, *Marslatourella woodi* SHEPPARD, 1981, *Hutsonia ? iwanowicensis* BLASZYK, 1967, *Patellacythere* sp. DEPÈCHE, 1984, *Kovalevskella* sp. DEPÈCHE, 1985, *Citrella nitida* OERTLI, 1959, *Konarocythere alpha* SHEPPARD, 1981, *Monoceratina obtusiformis* TRIEBEL & BARTENSTEIN, 1938, *Bythoceratina* sp. 2 DEPÈCHE, 1984, *Trachocythere* sp. BATE, 1969, *Dromacythere sagitta* WARE & WHATLEY, 1980, *Micropneumatocythere cracens* BATE & SHEPPARD, 1979, *M. subconcentrica* (JONES, 1884), *M. brenae* SHEPPARD, 1978, *Rectocythere sugillata* (JONES & SHERBORN, 1888), *Lophocythere scabra* TRIEBEL, 1951, *L. craticula* (JONES & SHERBORN, 1888), *L. acutiplicata* (JONES & SHERBORN, 1888), *Eocytheridea* sp. F DEPÈCHE, 1984, *Progonocythere* cf. *juglandica* (JONES, 1884), *Terquemula blakeana* (JONES, 1884), *Gomphocythere* sp. DEPÈCHE, 1984, *Fissocythere tuberata* MALZ, 1959, *Terquemula robusta* SHEPPARD, 1981, *T. septicostata* (BATE, 1967), *Procytheridea minuta* OERTLI, 1959, *Oligocythereis* sp. 2 SHEPPARD, 1981 (Bathonien supérieur),

— *Parariscus bathonicus* OERTLI, 1959 (Bathonien supérieur – Callovien inférieur),

— *Schuleridea* sp. LUTZE, 1960 (Bathonien – Oxfordien),

— *Lophocythere plena* TRIEBEL, 1951 (Bathonien supérieur), *Praeschuleridea caudata* DONZE & ENAY, 1962 (Bathonien supérieur – zone à Lamberti),

— *Procytheridea martini* BIZON, 1958 (zone à Discus – zone à Hypselum),

— *Schuleridea* cf. *triebeli* (STEGHAUS, 1951) (Bathonien – Kimméridgien supérieur).

— *Terquemula parallela* BLASZYK, 1967, *Theriosynoeicum kirglingtonense* BATE, 1969 (sommet de la zone à Discus).

Cypridacea :

— *Paracypris* sp. 1 SHEPPARD, 1981 (Bathonien inférieur),

— *Pontocyprella subaureola* SHEPPARD, 1981 (Bathonien inférieur – Bathonien moyen),

— *Paracypris terraefullonica* (JONES & SHERBORN, 1888), *P. asymmetrica* SHEPPARD, 1981,

— *Pseudomacrocyparis atypica* SHEPPARD, 1981, (Bathonien),

— *Pontocyprella harrisiana* (JONES, 1849) (zone à Hodsoni).

Bairdiacea :

— *Isobithocypris rotunda* SHEPPARD, 1981, *Anchistrocheles* sp. DEPÈCHE, 1984, *Bythocypris* sp. DEPÈCHE, 1984 (Bathonien moyen), *Ptychobairdia limbata* SHEPPARD, 1981, *Anchistrocheles spinosa* BRADY & NORMANN, 1889 (Bathonien moyen et supérieur),

— *Bairdia jurassica* JONES, 1884, *B. juddiana* JONES, 1884, *B. sherborni* BATE, 1969 (zone à *Retrocostatum* sensu TORRENS, 1967 soit zone à Hodsoni),

— *Bythocypris* sp. SYLVESTER-BRADLEY, 1948 (Bathonien supérieur).

— *Myodocopida* : *Polycope fungosa* BATE, 1969 (zone à *Retrocostatum* sensu Torrens – zone à Hodsoni).

Metacopina :

— *Timiriasevia mackerowi* (zone à Zigzag – zone à Discus).

— *Cardobairdia* sp. DEPÈCHE, 1984 (Bathonien moyen et supérieur).

Platycopina :

— *Cytherelloidea certa* BLASZYK, 1967 (Bathonien inférieur),

— *Cytherelloidea longicostata* SHEPPARD, 1981, *C. bractea* SHEPPARD, 1981 (Bathonien inférieur – Bathonien supérieur),

— *Cytherelloidea* sp. 528 BUCK, 1954 (Bathonien – Oxfordien supérieur), *Cytherelloidea bathonica* DEPÈCHE, 1984, *C. jugosa* (JONES, 1884) (Bathonien moyen et supérieur),

— *Cytherelloidea* cf. *undulata* KLINGLER, 1955 (Bathonien moyen – Malm),

— *Cytherelloidea refecta* (JONES & SHERBORN, 1888) (zone à Hodsoni – zone à Discus),

— *Cytherelloidea chonvillensis* DEPÈCHE, 1979 (Bathonien supérieur – base du Callovien).

ANNEXE VIII : Espèces d'ostracodes marins apparaissant dans le Callovien en Europe

Cytheracea :

— *Acantocythere* (*Pseudoacantocythere*) sp. DEPÈCHE, 1969, *Procytheridea pseudocrassa* WIENHOLZ, 1967, *Nodophthalmocythere bicostata* DEPÈCHE, 1984, *Micropneumatocythere escovillensis* DEPÈCHE, 1984, *Oligocythereis bouvadensis* DEPÈCHE, 1969 (zone à Macrocephalus), *Praeschuleridea* sp. DEPÈCHE, 1969, *Lophocythere caesa* TRIEBEL, 1951, *L. cf. caesa* TRIEBEL, 1951, *Nodophthalmocythere leucorum* DEPÈCHE, 1969 (zone à Macrocephalus – zone à Jason),

— *Paleocytheridea parabakirovi* MALZ, 1962 (zone à Macrocephalus – 1/3 inférieur de la zone à Coronatum),

— *Terquemula flexicostata* (TRIEBEL, 1951) (zone à Macrocephalus – zone à Lamberti),

— *Praeschuleridea batei* WHATLEY, 1970 (zone à Macrocephalus – zone à Mariae),

— *Glabellacythere nuda* WIENHOLZ, 1967 (zone à Macrocephalus – base de la zone à Cordatum),

— *Glabellacythere dolabra* (JONES & SHERBORN, 1888) (zone à Macrocephalus – zone à Cordatum),

— *Monoceratina* cf. *vulsa* (JONES & SHERBORN, 1888) (zone à Macrocephalus – zone à Plicatilis),

— *Lophocythere cruciata cruciata* TRIEBEL, 1951 (zone à Macrocephalus – Oxfordien supérieur),

— *Eucytherura* (*Vesticytherura*) *costairregularis* WHATLEY, 1970 (zone à Macrocephalus – zone à Cautsnigrae),

— *Lophocythere cruciata franconica* TRIEBEL, 1951 (zone à Koenigi – base de la zone à Jason),

— *Pseudohutsonia tuberosa* WIENHOLZ, 1967, *Lophocythere flexicostata flexicostata* TRIEBEL, 1951 (zone à Koenigi – Callovien moyen),

- *Lophocythere scabra bucki* LUTZE, 1960 (zone à Konigi – zone à Cordatum).
 - *Fastigatocythere rugosa* WIENHOLZ, 1967. *F. interrupta directa* WIENHOLZ, 1967 (zone à Calloviense).
 - *Lophocythere scabra scabra* TRIEBEL, 1951 (zone à Calloviense – zone à Coronatum).
 - *Lophocythere caesa* subsp. A LUTZE, 1960 (sommet de la zone à Calloviense – base de la zone à Jason).
 - *Lophocythere bipartita* WIENHOLZ, 1967 (zone à Jason – zone à Coronatum), *Lophocythere cuvillieri* DEPÈCHE, 1969 (Callovien moyen).
 - *Lophocythere scabra* TRIEBEL, 1951, *Lophocythere (Lophocythere) interrupta interrupta* TRIEBEL, 1951 (zone à Jason – zone à Lamberti).
 - *Lophocythere cruciata intermedia* LUTZE, 1960 (zone à Jason – 2/3 de la zone à Cordatum).
 - *Lophocythere (Lophocythere) interrupta* subsp. A LUTZE, 1960 (zone à Castor & Pollux, KUHN 1939, correspondant à la zone à Coronatum).
 - *Methacytheropteron sutherlandensis* WHATLEY, 1970, *M. sp. A* WHATLEY, 1970 (zone à Coronatum).
 - Ostracode n° 5 *Marsiatourella* sp. LUTZE, 1960 (zone à Castor & Pollux, KUHN 1939, correspondant à la zone à Coronatum),
 - *Terquemula flexicostata* lutzei (WHATLEY, 1970), *Lophocythere composita* WIENHOLZ, 1967 (zone à Coronatum – zone à Lamberti),
 - *Pleurocythere borealis carinata* WHATLEY, 1970 (zone à Coronatum – zone à Mariae),
 - *Glabellacythere reticulata* WHATLEY, 1970, *Eucytherura scottia* WHATLEY, 1970 (zone à Coronatum – zone à Cordatum),
 - *Cytheropteron aquitanum* DONZE & ENAY, 1960 (zone à Coronatum – zone à Plicatilis),
 - *Progonocythere calloica* WIENHOLZ, 1967 (zone à Athleta), *Monoceratina calloevica* MANDELSTAM, 1955, *Pleurocythere (Sabacythere) arcuata* WIENHOLZ, 1967 (zone à Athleta – zone à Lamberti).
 - *Lophocythere flexicostata* subsp. A LUTZE, 1960 (zone à Athleta – limite Callovien – Oxfordien),
 - *Monoceratina polita* DONZE, 1962, *Nophracythere cruciata* TRIEBEL, 1951 (zone à Athleta – zone à Cordatum), *Platypholocythere hessi* (OERTLI, 1959) (zone à Athleta – zone à Transversarium),
 - *Cytherura? liesbergensis* OERTLI, 1959 (zone à Athleta – zone à Bifurcatus)
 - *Monoceratina trepti* DONZE, 1962, *Progonocythere gublerae* (BIZON, 1958) (zone à Athleta – zone à Bimammatum),
 - *Eocytheropteron? decoratum* (SCHMIDT, 1954) (zone à Athleta – Kimméridgien supérieur),
 - *Monoceratina* sp. A WHATLEY, 1970, *Lophocythere* sp. BODERGAT in PIOTELAT, 1984, (zone à Lamberti),
 - *Nophracythere cruciata alata* WHATLEY, 1970, *Eucytherura (Vesticytherura) horrida* WHATLEY, 1970, *Lophocythere dorni* LUTZE, 1960, *L. cruciata triebeli* LUTZE, 1960, *Pedicythere anterodentina* WHATLEY, 1970 (zone à Lamberti – zone à Mariae), *Pseudohutsonia hebridica* WHATLEY, 1970 (zone à Lamberti – zone à Cordatum),
 - *Pleurocythere caledonia* WHATLEY, 1970 (zone à Lamberti – zone à Cordatum).
 - *Nophracythere cruciata oxfordiana* (LUTZE, 1960) (zone à Lamberti – zone à Cautisnigrae),
 - *Cytheropteron rutschi* OERTLI, 1959 (zone à Lamberti – zone à Transversarium).
- Cypridacea :**
- *Paracypris* sp. A WHATLEY, 1970 (zone à Coronatum – zone à Cordatum),
 - *Pontocyprella suprajurassica* OERTLI, 1959 (zone à Atheta – zone à Cautisnigrae).
- Bairdiacea :**
- *Bairdia aff. carinata* DREYLEK, 1958 (zone à Athleta – zone à Lamberti),
 - *Macrocypris aequabilis* OERTLI, 1959 (zone à Athleta – zone à Cymodoce).
- Myodocopida :**
- *Polycopae* sp. 11 OERTLI, 1959 (Callovien moyen – Kimméridgien inférieur),
 - *Polycopae sububiquita* WHATLEY, 1970 (zone à Athleta – zone à Mariae),
 - *Polycopae* sp. BODERGAT, 1984 (zone à Athleta – zone à Plicatilis),
 - *Polycopae* sp. DONZE, 1962 (limite Jurassique moyen – supérieur),
 - *Polycopae* sp. A DONZE, 1962 (sommet du Dogger – zone à Cautisnigrae),
 - *Polycopae* sp. C DONZE, 1962 (limite Jurassique moyen – supérieur – zone à Bimammatum),
 - *Polycopae* sp. B DONZE, 1962 (limite Jurassique moyen – supérieur – zone à Hypselum).
- Metacopina :**
- *Cardobairdia argoviensis* (OERTLI, 1959) (Callovien supérieur).
- Platycopina :**
- *Cytherelloidea chonvillensis* DEPÈCHE, 1969 (Callovien inférieur),
 - *Cytherella cf. collapsa* GREKOFF, 1963, *Cytherelloidea* sp. DEPÈCHE, 1969 (Callovien),
 - *Cytherella cf. woltersdorfi* OERTLI, 1959 (Callovien – Oxfordien supérieur),
 - *Cytherelloidea* sp. A OERTLI, 1957 (Callovien moyen – Kimméridgien moyen),
 - *Cytherella fullonica* JONES & SHERBORN, 1888 (zone à Macrocephalus – Kimméridgien),
 - Ostracode n° 8 *Cytherelloidea* sp. LUTZE, 1960 (zone à Castor & Pollux, KUHN 1939, correspondant à la zone Coronatum),

- *Cytherella index* OERTLI, 1959 (zone à Athleta – zone à Plicatilis).

ANNEXE IX : Espèces d'ostracodes marins apparaissant dans l'Oxfordien en Europe

Cytheracea :

- *Pleurocythere borealis borealis* WHATLEY, 1970, *P. caledonia* WHATLEY, 1970, *Monoceratina* sp. 2 BIZON, 1958 (zone à Mariae),

- *Pseudoperissocytheridea parahiegloriphica* WHATLEY, 1970 (zone à Mariae – zone à Plicatilis),

- *Procytherura tenuicostata* WHATLEY, 1970 (zone à Mariae – zone à Pseudocordata),

- *Terquemula oertli* (BIZON, 1958), *Hutsonia* sp. (zone à Mariae – Oxfordien supérieur),

- *Clithocytheridea* sp. BIZON, 1958 (Oxfordien inférieur),

- *Pseudohutsonia* sp. A WHATLEY, 1970, *Galliacytheridea staffinensis* WHATLEY, 1970, *Lophocythere* sp. 1 BIZON, 1958 (zone à Cordatum),

- *Progonocythere multipunctata* WHATLEY, 1964 (zone à Cordatum – 1/3 inférieur de la zone à Transversarium),

- *Vernoniella sequana* OERTLI, 1957 (zone à Cordatum – base du Kimméridgien),

- *Galliacytheridea postrotunda* OERTLI, 1957 (sommet de la zone à Cordatum – zone à Cymodoce),

- *Schuleridea triebeli* (STEGHAUS, 1951) (zone à Cordatum – zone à Pallasioides),

- *Macrodentina* (*Macrodentina*) *whatleyi* KILENYI, 1978 (zone à Plicatilis),

- *Lophocythere multicostata* OERTLI, 1957, *Vernoniella caletorum* OERTLI, 1958 (zone à Plicatilis – Oxfordien supérieur).

- *Brachocythere* sp. GLASHOFF, 1964 (zone à Plicatilis – zone à Baylei),

- *Paranotocythere* (*Unicosta*) *extendata* BASSIOUNI, 1974 (zone à Plicatilis – zone à Eudoxus),

- *Schuleridea triebeli oblonga* DONZE, 1960 (zone à Plicatilis – Kimméridgien supérieur),

- *Eocytheropteron* aff. *purum* SCHMIDT, 1954 (zone à Plicatilis – zone à Pseudocordata),

- *Acantocythere* (*Unodentina*) *spinosa* (SCHMIDT, 1955), *Eocytheropteron* aff. *decoratum* (SCHMIDT, 1954) (sommet de la zone à Plicatilis – zone à Pseudocordata),

- *Acantocythere* (*Unodentina*) *undata* MALZ, 1958 (sommet de la zone à Plicatilis – Kimméridgien inférieur),

- *Macrodentina* (*Macrodentina*) *whatleyi* KILENYI, 1978, Ostracode n° 15 LUTZE, 1960 (aff. *Vernoniella sequana* OERTLI, 1957) (zone à Plicatilis),

- *Progonocythere parastilla* WHATLEY, 1964 (zone à Plicatilis – 3/4 de la zone à Transversarium),

- *Lophocythere multicostata* OERTLI 1957, *Vernoniella caletorum* OERTLI, 1958 (zone à Plicatilis – Oxfordien supérieur),

- *Macrodentina* (*Macrodentina*) *tenuistriata* MALZ, 1958 (zone à Plicatilis – zone à Pseudocordata),

- *Paranotocythere* (*Unicosta*) *extendata* BASSIOUNI, 1974 (zone à Plicatilis – zone à Cymodoce),

- *Galliacytheridea gracilis* GLASHOFF, 1964 (zone à Plicatilis – zone à Baylei), *Schuleridea minuta* DONZE, 1962 (zone à Transversarium – zone à Cautisnigrae),

- *Monoceratina polita* DONZE, 1962 (zone à Transversarium – base de la zone à Hypselum),

- *Schuleridea* sp. OERTLI, 1959 (base de l'Oxfordien supérieur),

- *Orthonotacythere?* sp. OERTLI, 1959 (base de l'Oxfordien supérieur),

- *Galliacytheridea* sp. DONZE & GAILLARD, 1978 (zone à Bifurcatus – zone à Planula),

- *Monoceratina denticulata* DONZE, 1962 (zone à Transversarium – zone à Bimammatum),

- *Amphicythere valcolorensis* GLASHOFF, 1964, *Schuleridea* sp. BIZON, 1958, *Macrodentina* sp. OERTLI, 1959, *Galliacytheridae* sp. BIZON, 1958, *Lophocythere* sp. A & B OERTLI, 1959, *Macrodentina confinii* OERTLI, 1959, *M. spinosa* SCHMIDT, 1955, *M.?* sp. OERTLI, 1959, *Galliacytheridea* sp. BIZON, 1958 (Oxfordien supérieur),

- *Cytherura?* *lacrimula* OERTLI, 1959 (zone à Transversarium – Oxfordien supérieur),

- *Mandelstamia* sp. 444 GLASHOFF, 1964 (zone à Cautisnigrae),

- *Galliacytheridea* sp. DONZE & GAILLARD, 1978 (zone à Bifurcatus – zone à Planula),

- *Cytheropteron* sp. A DONZE, 1962 (sommet de la zone à Cautisnigrae – base de la zone à Hypselum),

- *Mandelstamia rectilinea* MALZ, 1958 (zone à Cautisnigrae – zone à Eudoxus),

- *Macrodentina* (*Macrodentina*) *intercostulata* MALZ, 1958 (zone à Cautisnigrae – base du Kimméridgien),

- *Macrodentina* (*Macrodentina*) *cicatricosa* MALZ, 1957 (zone à Cautisnigrae – zone à Cymodoce),

- *Galliacytheridea* aff. *wolburgi* (STEGHAUS, 1951) (zone à Bifurcatus – zone Baylei),

- *Galliacytheridea* aff. *dissimilis* OERTLI, 1957 (1/3 supérieur de la zone à Bifurcatus – zone à Bimammatum),

- *Galliacytheridea dissimilis* OERTLI, 1957 (zone à Cautisnigrae – zone à Eudoxus),

- *Protocythere* *serpentina* (ANDERSON, 1941) (zone à Cautisnigrae – Tithonien),

- *Macrodentina punctata* OERTLI, 1957, *M. pulchra pulchra* (SCHMIDT, 1955) (zone à Bimammatum – zone à Baylei),

- *Galliacytheridea wolburgi* (STEGHAUS, 1951) (zone à Bimammatum – zone à Pseudocordata et zone à Cymodoce – zone à Beckeri),

- *Rectocythere juglandiformis* (KLINGER, 1955) (zone à Bimammatum – Kimméridgien supérieur),

- *Terquemula multicostata* OERTLI, 1957 (zone à Bimammatum – zone à Bicristatum),

- *Vernoniella* sp. DONZE & GAILLARD, 1978, *Quasihermanites* sp. ARB, 1976 (moitié supérieure de la zone à Bimammatum – zone à Planula),

- *Mandelstamia rectilinea* MALZ, 1958 (zone à *Cautisnigrae* – zone à *Eudoxus*),
- *Macrodentina lineata* MARTIN, 1940, (Oxfordien supérieur – Kimméridgien inférieur),
- *Protocythere sigmaidea* STEGHAUS, 1951, *Schuleridea* sp. OERTLI, 1959, *Protocythere roedewaldensis* (KLINGER, 1955), *Galliacytheridea oertlii* KILENYI, 1970, *Amphicythere (A.) pennyi* KILENYI, 1969 (zone à *Pseudocordata* – zone à *Mutabilis*),
- *Haplocytheridea triebeli* STEGHAUS, 1951, *Clithrocytheridea pulchra* SCHMIDT, 1951, *Macrodentina aff. lineata* MARTIN, 1940 (Oxfordien supérieur – Kimméridgien supérieur),
- *Galliacytheridea dorsetensis* CHRISTENSEN & KILENYI, 1970 (zone à *Decipiens* – zone à *Elegans*),
- *Galliacytheridea fragilis* KILENYI, 1969 (zone à *Pseudocordata* – zone à *Cymodoce*),
- *Amphicythere (A.) confundens* (OERTLI, 1957), *Orthonotacythere interrupta* TRIEBEL, 1941 (zone à *Pseudocordata* – zone à *Mutabilis*),
- *Merocythere plena* (SCHMIDT, 1955) (zone à *Pseudocordata* – Kimméridgien inférieur),
- *Exophtalmocythere fuhrbergensis* STEGHAUS, 1951 (zone à *Pseudocordata* – Kimméridgien moyen),
- *Macrodentina pulchra gallica* GLASHOFF, 1964 (sommet de l’Oxfordien supérieur – Kimméridgien inférieur),

Cypridacea :

- *Paracypris projecta* PETERSON, 1954, *Pontocypris arcuata* LYUBIMOVA, 1953, *Macrocypris* sp. BIZON, 1958, 1955 (zone à *Mariae*),
- *Macrocypris minutus*, SWAIN & PETERSON, 1952 (sommet de la zone à *Mariae* – zone à *Cordatum*),
- *Argilloecia* sp. WHATLEY, 1970, *Paracypris* sp. OERTLI, 1959 (Oxfordien), *Paracypris acris* OERTLI, 1959 (zone à *Cordatum* – 1/2 zone à *Hypselum*),
- *Paracypris* sp. D OERTLI, 1959 (zone à *Cordatum* – Oxfordien supérieur),
- *Macrocypris* sp. 51 OERTLI, 1959 (base de l’Oxfordien supérieur).

Bairdiacea :

- *Bairdia* sp. GLASHOFF, 1964 (zone à *Plicatilis*),
- *Bairdia* sp. 1650 BUCK, 1954 (Malm), *Bythocypris* sp. BIZON, 1958, *B.* sp. OERTLI, 1959 (Oxfordien supérieur).

Myodocopida :

- *Polycope* sp. 12 GLASHOFF, 1964 (zone à *Mariae* – zone à *Cordatum*),
- *Polycope* sp. BIZON, 1958 (Oxfordien).

Metacopina :

- *Cardobairdia* sp. A (WHATLEY, 1970) (zone à *Mariae* – zone à *Cautisnigrae*),
- *C. argoviensis* (OERTLI, 1959) (zone à *Plicatilis* – Kimméridgien inférieur).

Platycopina :

- *Cytherelloidea* sp. BODERGAT, 1984 in PIOTELAT, 1984 (zone à *Mariae*),
- *C. suprajurassica* OERTLI, 1957 (zone à *Mariae* – zone à *Beckeri*),
- *C. tripartita tripartita* GLASHOFF, 1964, *C. tripartita dentata* GLASHOFF, 1964 (sommet de la zone à *Plicatilis* – zone à *Pseudocordata*),
- *C. interupta* DONZE & ENAY, 1962 (zone à *Cautisnigrae* – zone à *Bimammatum*),
- *C. ovale* DONZE, 1962 (zone à *Cautisnigrae* – zone à *Planula*),
- *C. sp.* OERTLI, 1959 (base de l’Oxfordien supérieur),
- *Cytherella* sp. 50 BIZON, 1958, *C. sp.* SCHMIDT, 1955 (Oxfordien supérieur – Kimméridgien inférieur).

ANNEXE X : Espèces d’ostracodes marins apparaissant au Kimmeridgien – Tithonien en France

Cytheracea :

- *Mandelstamia angulata* KILENYI, 1961 (zone à *Baylei* – zone à *Cymodoce*),
- *Macrodentina intercostulata* MALZ, 1958, *M. rufis* MALZ, 1958, (KLINGER, 1955), *Micropneumatocythere edmundii* WILKINSON, 1983, *Galliacytheridea punctata* KILENYI, 1969 (zone à *Baylei* – zone à *Mutabilis*),
- *Galliacytheridea dissimilis* OERTLI, 1957, *Dicrorygma (O.) reticularis* CHRISTENSEN, 1970 (zone à *Baylei* – zone à *Eudoxus*),
- *Protocythere Sigmaidea* STEGHAUS, 1951, *Dicrorygma kimmeridgensis* STEGHAUS, 1951, *Nodophtalmocythere tripartita* MALZ, 1958, *N. vallata* MALZ, 1958 (zone à *Baylei* – zone à *Beckeri*),
- *Rectocythere regularis* MALZ, 1958, *Nophrecythere cruciata kimmeridgensis* (GUYADER, 1966), *Amphicythere sphaerulata* KILENYI, 1969, *Cytheropteron bispinosum bispinosum* SCHMIDT, 1954, *C. bispinosum crassum* SCHMIDT, 1954 (zone à *Cymodoce* – Kimméridgien supérieur),
- *Macrodentina calcarata* TRIEBEL, 1955, *Metacypris* sp. SCHMIDT, 1955, *M. verrucosa* KLINGER, 1955, *Prognocythere* sp. SCHMIDT, 1955, *Amphicythere semisulcata* TRIEBEL, 1954, *Kliena? pustulata* KLINGER, 1955, *Cytheropteron acutissimum* MARTIN, 1954, *Metacypris* sp. SCHMIDT, 1955, *Clythocythereidea plena* SCHMIDT, 1954, *Protocythere?* n. sp. SCHMIDT, 1955, *Macrodentina (Polydentina) steghausi* (KLINGER, 1955), *Monoceratina saxonica* SCHMIDT, 1954, *Orthonotacythere cf. favulata* MARTIN, 1940, *O. cf. rimosa* MARTIN, 1940, *Kliena alata* MARTIN, 1940, *Cytheropteron cf. prolongatum* SHARPOVA, 1939, *Exophtalmocythere? gigantea* SCHMIDT, 1954, *Clithrocytheridea wicheri* STEGHAUS, 1951, *C. ornata* STEGHAUS, 1951 (Kimméridgien),

- *Paranotacythere (U.) neali* BASSIOUNI, 1974, *G. mandelstami kilenyi* WILKINSON, 1983, *Galliacytheridea cf. mandelstami* (LYUBIMOVA, 1955) (zone à *Mutabilis*),

- *Macrodentina parvapunctata* KILENYI, 1969 (sommet de la zone à *Mutabilis*),
- *M. (M.) maculata* MALZ, 1958, *Galliacytheridea elongata* KILENYI, 1969 (zone à *Mutabilis* – zone à *Eudoxus*),

— *Progonocythere*? cf. *hieroglyphica* (SWAIN & PETERSON, 1951), *Clithocytheridea* n. sp. SCHMIDT, 1955 (Kimméridgien moyen et supérieur).

— *Macrodentina retiguta retiguta* (JONES, 1885), *M. retiguta textilis* (JONES, 1885), *M. retiguta decorata* (ANDERSON, 1940), *Orthonotacythere caput-mortuum* MARTIN, 1957 (Kimméridgien supérieur),

— *Eocytheropteron (E.) aquitanum* (DONZE, 1960), *Macrocentina perforata* KLINGLER, 1955, *M. sculpta* KLINGLER, 1955, *Cytheropteron (Cytheropteron) purum* SCHMIDT, 1954, *Macrocentina* aff. *wicheri* (STEGHAUS, 1951), *Paranotacythere rimosa* (MARTIN, 1940) (Kimméridgien – Tithonien inférieur), *Protocythere bireticulata* MALZ, 1958 (zone à Gravesiana – zone à Pallasioides), *Orthonotacythere pusulata* KILENYI, 1969, *Schuleridea (S.) moderata* CHRISTENSEN, 1970, *Mandelstamia (Xeromandelstamia) tumida* CHRISTENSEN & KILENYI, 1970, *Galliacytheridea spinosa* KILENYI, 1969 (sommets de la zone à *Pectinatus* – zone à *Rotunda*),

— *Dicrorygma (O.) brotzeni* CHRISTENSEN, 1970 (zone à Pallasioides – zone à *Rotunda*),

— *Galliacytheridea compressa* CHRISTENSEN & KILENYI, 1970, (zone à Pallasioides – zone à *Gorei*),

— *Aalenella (Danocythere) inornata* (KILENYI, 1969), *A. (Danocythere) gracilis* KILENYI, 1970 (sommets de la zone à *Rotunda*),

— *Macrocentina (M.) transiens* (JONES, 1885), *Paranotacythere elongata* (BARKER, 1966), (zone à Albani – zone à *Giganteus*),

— *Eocytheridea eusarca* (ANDERSON, 1941) (sommets de la zone à Albani – Purbeckien inférieur), *Macrocentina rugulata* (JONES, 1885), *Galliacytheridea crendonensis* BARKER, 1966 (zone à *Gorei* – zone à *Giganteus*),

— *Galliacytheridea polita* KILENYI, 1969, *Macrocentina foveata* MALZ, 1958, *Protocythere nealei* KILENYI, 1969 (Tithonien).

Cypridacea :

— *Paracypris* sp. A SCHMIDT, 1955 (Kimméridgien inférieur), *Paracypris* sp. C OERTLI, 1957 (Kimméridgien moyen et supérieur),

— *Paracypris* sp. B SCHMIDT, 1955, *P. problematica* KILENYI, 1969 (Kimméridgien supérieur).

Bairdiacea :

Bairdia? sp. KLINGLER, 1955 (Kimméridgien inférieur),

— *Bythocypris* sp. A OERTLI, 1957 (Kimméridgien moyen),

— *Bairdia* sp. CHRISTENSEN, 1970 (Kimméridgien supérieur).

Platycopina :

— *Cytherella weberi* STEGHAUS, 1951 (Kimméridgien),

— *Cytherelloidea paraweberti* OERTLI, 1957 (Kimméridgien inférieur – zone à *Gorei*),

— *Cytherelloidea undulata* KLINGLER, 1955, *Cytherella* aff. *staringi* VAN VEEN, 1932 (Kimméridgien moyen).

DINOFLAGELLÉS

KYSTES DE DINOFLAGELLÉS DES DOMAINES NORD-OUEST EUROPÉEN ET SUD-TÉTHYSIEN

(Tab. XXXI à XXXVII)

Danièle FAUCONNIER

TABLE DES MATIÈRES

1. — JURASSIQUE INFÉRIEUR	226
1.1. Jurassique inférieur du nord-ouest européen	226
1.1.1. Hettangien	226
1.1.2. Sinémurien	226
1.1.3. Pliensbachien	226
1.1.4. Toarcien	226
1.2. Zonation du jurassique inférieur portugais	
1.2.1. Sinémurien	228
1.2.2. Pliensbachien	228
1.2.3. Toarcien	228
2. — JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR	228
2.1. Domaine nord-ouest européen	228
2.1.1. Aalénien	228
2.1.2. Bajocien	228
2.1.3. Bathonien	231
2.1.4. Callovien	231
2.1.5. Oxfordien	231
2.1.6. Kimméridgien <i>s. ang.</i>	233
2.1.7. Portlandien <i>s. ang.</i>	233
2.2. Domaine sud-téthysien	233
2.2.1. Zonation de CONWAY 1990 – Bajocien – Oxfordien d'Israël	234
2.2.2. Zonation de HSSAIDA, 1990 – Bathonien supérieur – Oxfordien du Maroc	236
3. — CONCLUSIONS	236
Illustrations : Planches 32 et 33	238

La répartition des kystes de dinoflagellés au Jurassique a fait l'objet de nombreux travaux ces dernières années, en particulier dans le domaine nord-ouest européen : RIDING (1984a), WOOLLAM & RIDING (1983), RIDING & THOMAS (1988, 1992) pour l'Angleterre ; BJAERKE (1980), WILLE (1982), WILLE & GOCHT (1979), BELOW (1987a-b), SMELROR & DIETL (1994) pour l'Allemagne et les pays nordiques ; POULSEN (1994), DE VAINS (1988), IOANNIDES *et al.* (1988), SMELROR & LEEREVELD (1989) pour la France. Pour le Portugal, les travaux étant plus limités, les espèces marqueurs

de l'Hettangien au Bajocien ont été reportées sur un même tableau, réalisé à partir des travaux de DAVIES (1985).

Des travaux récents réalisés au BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières, Orléans) sur la bordure nord-est du Bassin de Paris (forage A 901 – Montcornet – Aisne) et dans le sud-est de la France (forage Balazuc 1 – Ardèche – Géologie Profonde de la France) ont permis de recouper les séries jurassiques :

— du Lias à l'Oxfordien-Kimméridgien inférieur pour le forage carotté A 901 (FAUCONNIER, 1995) ;

— de l'Oxfordien au Bajocien-Aalénien pour le forage Balazuc 1 (ÉLMI *et al.*, 1991 ; FAUCONNIER *et al.*, 1996).

Les principaux marqueurs de dinoflagellés cités dans la zonation récente de RIDING & THOMAS (1992) ont ainsi été retrouvés en France ; dans cette dernière publication, les marqueurs, (apparitions-disparitions) sont calés par rapport aux zones d'ammonites, et une biozonation est proposée, utilisant la première apparition, la dernière disparition ou l'abondance d'une espèce (cf. Tab. XXXI à XXXVII). Pour le domaine nord-européen, trois figures ont donc été établies, où sont reportées les espèces – marqueurs (apparitions-disparitions) reconnues – soit dans les études effectuées sur la bordure nord-est du Bassin de Paris et en Ardèche, soit dans le travail de synthèse de RIDING & THOMAS (1992) ; leur biozonation y est en outre figurée.

En domaine sud-téthysien, pour les niveaux du Jurassique moyen et supérieur, les zonations de CONWAY (1990) en Israël et HSSAIDA (1990) au Maroc sont utilisées, la répartition stratigraphique des espèces marqueurs de dinoflagellés étant recalée par rapport aux zones d'ammonites ou aux étages. RIDING & THOMAS (1992) signalent dans leur travail que malgré la disproportion importante entre les travaux du Jurassique nord-ouest européen et ceux des autres provinces, rendant les comparaisons difficiles, il ne semble pas exister de provincialisme majeur affectant la répartition des dinoflagellés jurassiques ; les associations du Jurassique moyen et supérieur en domaine boréal ou téthysien paraissent très comparables (THUSU *et al.*, 1988 ; FENSOME, 1979).

Les régions du SSW de la France, (Quercy, Ardèche) semblent appartenir à un domaine intermédiaire, mais un rattachement au domaine Nord-Ouest européen paraît cohérent et a été adopté pour cette synthèse : les travaux en domaine sud-téthysien sont trop limités actuellement, les échelles insuffisantes et le travail sur les dinoflagellés

du Quercy (1988) utilisent les zones d'ammonites du domaine boréal; enfin, les marqueurs de dinoflagellés trouvés en Ardèche sont ceux du domaine boréal et ont pu être identifiés par rapport aux zones d'ammonites.

1. — JURASSIQUE INFÉRIEUR

1.1. JURASSIQUE INFÉRIEUR DU NORD-OUEST EUROPÉEN (Tab. XXXI)

Le Lias du Nord-Ouest européen a été étudié en Angleterre : WALL (1985), RIDING (1984a, 1987a), WOOLLAM & RIDING (1983); en Allemagne : MORGENTHOTH (1970), WILLE (1982), GOCHT (1964), WILLE & GOCHT (1979), FEIST-BURKHARDT (1990); en Norvège : BJAERKE (1980); en France : DE VAINS (1988) et sur la bordure nord-est du Bassin de Paris (FAUCONNIER, 1995).

Les dinoflagellés sont rares dans les niveaux du Lias inférieur, leur diversification n'intervenant qu'à partir du Domérien (zone à Margaritatus).

1.1.1. Hettangien

Espèce-indice : *Dapcodinium priscum* EVITT (1961a, p. 996-1001, Pl. 119, fig. 1-14) emend. BELOW (1987a, p. 149).

Association de l'Hettangien : sur la bordure nord-est du Bassin de Paris, association dominée par les pollens de gymnosperme (*Classopollis*) et les spores de ptéridophyte (*Kraeuselisporites reissingeri*, *Leptolepidites equatibossus*, *Cyathidites australis*); les dinoflagellés sont absents.

En Europe, le microplancton des niveaux hettangiens est rare; *D. priscum* y est généralement présent.

1.1.2. Sinémurien

Espèce-indice : *Liasidium variabile* (dans la zone à *Obtusum* du Sinémurien supérieur) DRUGG (1978, p. 69-70, Pl. 4, fig. 10, pl. 5).

Association du Sinémurien : comme dans l'Hettangien, le microplancton est rare; les pollens de gymnosperme et les spores de ptéridophytes se diversifient et dominent l'association sur la bordure nord-est du Bassin de Paris : *Foeramnisporis jurasicus*, *Contignisporites problematicus*, *Cybotiumspora jurienensis*, *Retitriletes clavatoides*; le marqueur *Liasidium variabile* disparaît au sommet de la zone à *Raricostatum*.

1.1.3. Pliensbachien

Espèces-indice du Domérien :

Zone à Margaritatus : *Mancodinium semitabulatum* MORGENTHOTH (1970, p. 352-353, Pl. 12, fig. 3-6; Pl. 13, fig. 1-4) emend. BELOW (1987b, p. 23-27), *Scriniocassis weberi* GOCHT (1964, p. 121, Pl. 17, fig. 164), *Nannoceratopsis gracilis* ALBERTI (1961, p. 30, Pl. 7, fig. 16-17) emend.

EVITT (1962, p. 1129-1130), *Luehndea spinosa* MORGENTHOTH (1970, p. 347, Pl. 9, fig. 1-4).

Association du Pliensbachien : dans le forage A 901 de la bordure nord-est du Bassin de Paris, les pollens et spores restent abondants dans les niveaux du Carixien; quelques formes de microplancton sont présentes (*Mancodinium* sp., *Nannoceratopsis* sp.). A partir de la zone à Margaritatus du Domérien, les quatre espèces-indice citées précédemment apparaissent.

En Europe, le Pliensbachien inférieur est dépourvu de dinoflagellés, excepté le genre *Comparodinium*, présent en Allemagne. Par contre, l'assemblage du Pliensbachien supérieur d'Allemagne est assez diversifié : *Maturodinum inornatum*, *Mendicodinium reticulatum*, *Valvaeodinium armatum*, *Comparodinium* cf. *koesseni*, *C. lineatum*, *C. punctatum*, *C. scalatum*.

1.1.4. Toarcien

Dans le forage A 901, les niveaux du Toarcien inférieur se différencient nettement par une matière organique de type sapropélique, associée à des petites formes rondes (acritarches ?, inaperturés ?) abondantes; ce même milieu, trouvé en Angleterre, ainsi que dans de nombreux autres endroits en Europe (RIDING, 1987), correspond à des conditions de dépôt anoxique.

Des algues (*Tasmanites*, *Crassosphaera*, *Botryococcus*) sont également présentes, ainsi que des pollens de gymnospermes (*Classopollis*, *Cerebropollenites*), et des spores de ptéridophytes.

Le microplancton à dinoflagellés réapparaît à partir du Toarcien moyen-supérieur.

Espèces-indice du Toarcien moyen-supérieur :

— Zone à Bifrons : *Eyachia prisca* GOCHT (1979, p. 308-310, 312-317, fig. 1-10), *Parvocysta nasuta* BJAERKE (1980, p. 65-66, Pl. 1, fig. 11-12), *Phallocysta eumekei* DÖRHÖFER & DAVIES (1980, p. 27, fig. 12) emend. RIDING (1984b, p. 119).

— Zone à Thouarsense : *Nannoceratopsis ambonis* DRUGG (1978, p. 70-71, Pl. 6, fig. 3-7) emend. RIDING (1984a, p. 75-76), *Nannoceratopsis senex* VAN HELDEN (1977, p. 165, Pl. 33-1, fig. 1-9).

— Zone à Levesquei : *Nannoceratopsis dictyambonis* RIDING (1984a, p. 78-79, Pl. 1, fig. 1-6), *Wallodinium cylindricum* (HABIB, 1970, p. 374, Pl. 10, fig. 2), DUXBURY (1983, p. 68).

Association du Toarcien : les dinoflagellés apparus au Pliensbachien sont présents dans les niveaux du Toarcien moyen et supérieur, et la fréquence du genre *Nannoceratopsis* est notée, tant en France qu'en Angleterre; en Allemagne, l'association est plus diversifiée (genres *Comparodinium*, *Maturodinum*).

Dans la zone à Levesquei du sommet du Toarcien, plusieurs espèces citées dans la zonation d'Angleterre (*Ovalicysta hiata*, *Parvocysta bullula*, *Parvocysta*? *cracens*) disparaissent dans la zone à *Opalinum* de l'Aalénien.

La biozonation du Lias de RIDING & THOMAS (1992) est reportée sur le Tab. XXXI.

TABLEAU XXXI
Zonation du Jurassique inférieur en domaine nord-ouest européen

ÉTAGES		ZONES D'AMMONITES		DINOFLAGELLÉS		Zonation RIDING&THOMAS (1992)	
AALÉNIEN		OPALINUM					
		TOARCEN					
		supérieur	inférieur				
SINÉMURIEN	supérieur (Lotharingien)	Carixien	Domérien	<i>W. cylindricum</i> <i>N. dictyammonis</i>			c
HETTANGIEN	inférieur			<i>N. ambonis</i> <i>N. senex</i>		<i>Ngr</i>	b
RHÉTIEN				<i>P. eumekes</i> <i>P. nasuta</i> <i>E. priscia</i>	<i>L. spinosa</i>		a
						<i>Lsp</i>	b
				<i>V. armatum</i> <i>M. inornatum</i> <i>L. spinosa</i> <i>N. gracilis</i> <i>S. weberi</i> <i>M. semitabulatum</i>			a
					<i>L. variabile</i>	<i>Lva</i>	b
							a
				<i>L. variabile</i>	<i>D. priscum</i>		
						<i>Dpr</i>	

(↘ : apparition ; ↗ : disparition)

1.2. ZONATION DU JURASSIQUE INFÉRIEUR PORTUGAIS (Tab. XXXII)

Les études palynologiques sont rares dans ce domaine : le Lias du Portugal a été étudié par DAVIES (1985) qui a établi une zonation basée sur les spores et les dinoflagellés, comparée aux zones d'ammonites de HALLAM (1971).

Les niveaux de l'Hettangien et du Sinémurien sont peu fossilifères, avec uniquement des pollens de gymnospermes (*Corollina*, *disaccates*). Les espèces marqueurs en spores et dinoflagellés n'apparaissent qu'au Sinémurien.

1.2.1. Sinémurien

Espèces-indice :

— Zone à *Raricostatum* : *Dapcodinium priscum* EVITT (1961a, p. 996-1001, Pl. 119, fig. 1-14) *emend.* BELOW (1987a, p. 149).

Cette espèce est connue dans des niveaux plus anciens en Europe (Hettangien-Sinémurien inférieur). Au Portugal, elle disparaît au sommet de la zone à *Jamesoni* du Carixien.

1.2.2. Pliensbachien

Espèces-indice du Carixien : *Mancodinium semitabulatum* MÖRGENROTH (1970, p. 352-353, Pl. 12, fig. 3-6; Pl. 13, fig. 1-4) *emend.* BELOW (1987b, p. 23-27), *Mendicodium* « *woodhamense* » DRUGG (1978, p. 70, Pl. 5, fig. 10-11; Pl. 6, fig. 1-2), *Mendicodium reticulatum* MÖRGENROTH (1970, p. 348-349, Pl. 9, fig. 5-6; Pl. 10, fig. 1-4), *Rosswangia holotabulatum* DAVIES (1983, p. 14-15, Pl. 1, fig. 9-19), BELOW (1987b, p. 30-32), *Nannoceratopsis senex* VAN HELDEN (1977, p. 165, Pl. 33.1, fig. 1-9).

Espèces-indice du Domérien : *Nannoceratopsis gracilis* ALBERTI (1961, p. 30, Pl. 7, fig. 16-17) *emend.* EVITT (1962, p. 1129-1130), *Scriniocassis weberi* GOCHT (1964, p. 121, Pl. 17, fig. 1-4), *Luehndea* sp. A = ? *Luehndea spinosa* MÖRGENROTH (1970, p. 347, Pl. 9, fig. 1-4).

Les espèces *M. semitabulatum* et *N. senex* apparaissent au Carixien au Portugal, alors qu'en Europe du Nord-Ouest, leur apparition est plus précoce (Domérien).

Association du Pliensbachien : au Carixien, les dinoflagellés sont peu nombreux, tandis que les spores et pollens restent fréquents. L'association des dinoflagellés se diversifie au Domérien, avec les apparitions successives de marqueurs, et la présence au Portugal de *Mancodinium coalitum*, *Valvaeodinium stipulatum*, *Susadinium scrofoides*.

1.2.3. Toarcien

Espèces-indices : au Portugal, peu d'espèces apparaissent au Toarcien basal, la plupart étant déjà présentes au Domérien. Dans la zone à *Thouarsense*, apparition de *Eyachia prisca* GOCHT (1979, p. 308-310, 312-317, fig. 1-10) *Sentusidinium asymmetrum* (FENTON *et al.*, 1980,

p. 160-162, Pl. 16, fig. 1, 3, 5), LENTIN & WILLIAMS (1981, p. 253).

Association du Toarcien au Portugal : dans les zones d'ammonites à *Falciferum* et *Bifrons*, zone à *Rosswangia holotabulatum* du Toarcien inférieur, disparaissent les espèces *M. coalitum*, *R. holotabulatum*, *M. semitabulatum*, *Mendicodium* sp. A.

Dans la zone à *Variabilis* du Toarcien supérieur, aucun dinoflagellé n'a été observé.

Le dinoflagellé *Scriniocassis weberi* est présent dans la zone à *Thouarsense* (zone à *E. prisca*).

2. — JURASSIQUE MOYEN ET SUPÉRIEUR

2.1. DOMAINE NORD-OUEST EUROPÉEN (Tab. XXXIII-XXXIV)

La zonation intègre ici les données de la synthèse RIDING & THOMAS (1992), les travaux de FEIST-BURKHARDT (1990) dans le Sud-Ouest de l'Allemagne et les résultats des études réalisées au BRGM sur la bordure Nord-Est du Bassin de Paris (FAUCONNIER, 1995) et ardéchoise (TAUGOURDEAU-LANTZ & LACHKAR, 1984, forage Balazuc 1, FAUCONNIER *et al.*, 1995).

2.1.1. Aalénien (Tab. XXXIII)

Les kystes de dinoflagellés sont peu fréquents dans les niveaux aaléniens. Les pollens de gymnospermes (*Classopollis*, *disaccate*, *Callialosporites*) et les spores de ptéridophytes dominent l'association. Comme dans le Toarcien moyen-supérieur, le genre *Nannoceratopsis* reste relativement fréquent.

Aucune espèce-indice n'apparaît à l'Aalénien.

Le travail de DAVIES (1985) au Portugal inclut l'Aalénien (Tab. XXXV) dont les niveaux sont dominés par les spores, les dinoflagellés étant rares. La zone à *S. weberi* se termine au sommet de la zone à *Scissum*.

2.1.2. Bajocien

Espèces-indice :

— zone à *Discites* : *Durotrigia daveyi* BAILEY (1987, p. 89, 91, 94, Pl. 1, fig. 1-5; Pl. 2, fig. 1611), *Gongyloedinium erymnoteichos* FENTON *et al.* (1980, p. 158-159, Pl. 14, fig. 6-9), *Valvaeodinium spinosum* FENTON *et al.* (1980, p. 162-163, Pl. 14, fig. 10-13; Pl. 15, fig. 2, 4, 6), BELOW (1987b, p. 66), *Dissiliiodinium* sp. (*in* FEIST-BURKHARDT, 1990);

— zone à *Laeviuscula* : *Sentusidinium asymmetrum* FENTON *et al.* (1980, p. 160-162, Pl. 16, fig. 1, 3, 5), LENTIN & WILLIAMS (1981, p. 253), *Ctenidiodinium continuum* GOCHT (1970b, p. 141-142, Pl. 26, fig. 3; Pl. 27, fig. 5; Pl. 29, fig. 1-2; Pl. 32, fig. 15; Pl. 33, fig. 8);

— zone à *Humphriesianum* : *Acanthaulax crispa* WETZEL (1967, p. 870, Pl. 15, fig. 4 a-b), WOOLIAM & RIDING (1983, p. 3), *Meiourogonaulax valensii* SARJEANT (1966b,

TABLEAU XXXII

Zonation du Jurassique inférieur du Portugal comparée aux zones d'ammonites de HALLAM (1971)

		ÉTAGES		ZONES D'AMMONITES Domaine boréal		DINOFLAGELÉS		Zonation DAVIES (1985)
		AALÉNIEN		CONCAVUM				
		MURCHISONAE						indifférencié
		OPALINUM						<i>Scrinioocassis weberi</i>
		LEVESQUEI		<i>S. asymmetricum</i>				
		THOUARSENSE		<i>E. prisca</i>				<i>Eyachia prisca</i>
		VARIABILIS				<i>M. reticulata</i>		zone d'intervalle
		BIFRONS						<i>Rosswangia holotabulatum</i>
		FALCIFERUM						<i>Luehndea sp. A</i>
		TENUICOSTATUM						
		SPINATUM		<i>Luehndea sp. A</i> <i>S. weberi</i> <i>N. gracilis</i>				
		MARGARITATUS						<i>Mendicodinium reticulatum</i>
		DAVOEI		<i>R. holotabulatum</i> <i>M. reticulatum</i> <i>N. senex</i>		<i>D. priscum</i>		<i>M. woodhamense</i>
		IBEX		<i>M. "woodhamense"</i>				
		JAMESONI		<i>M. semitabulatum</i>				<i>Dapcodinium priscum</i>
		RARICOSTATUM		<i>D. priscum</i>				
		OXYNOTUM						
		OBTUSUM						
		TURNERI						
		SEMICOSTATUM						
		BUCKLANDI						
		ANGULATA						indifférencié
		LIASICUS						
		PLANORBIS						

(↘ : apparition ; ↗ : disparition)

TABLEAU XXXIII
Zonation du Jurassique moyen en domaine nord(ouest européen)

ÉTAGES		ZONES D'AMMONITES		DINOFLAGELLES	Zonation RIDING & THOMAS (1992)
		Domaine boréal			
CALLOVIEN	moy.	sup.	LAMBERTI		
			ATHLETA	<i>W. thysanota</i>	Wth
			CORONATUM	<i>L. liesbergensis</i>	
			JASON	<i>L. scarburghensis</i>	
			CALLOVIENSE	<i>C. deflandrei</i>	Ceo
	inf.		KOENIGI	<i>C. polonicum</i>	
			HERVEYI	<i>S. vestita</i>	
			DISCUS	<i>P. prolongata</i>	
			ORBIS	<i>C. ornatum</i>	
			HODSONI	<i>S. grossii</i>	
BATHONIEN	moyen		MORRISI	<i>R. aemula</i>	
			SUBCONTRACTUS	<i>C. varispinosum</i>	
			PROGRACILIS		
			TENUPLICATUS		
			ZIGZAG	<i>E. cinctum</i>	
	int.		PARKINSONI	<i>G. eisenackii</i>	
			GARANTIANA	<i>C. combazii</i>	
			SUBFURCATUM	<i>S. orbis</i>	
			HUMPHRIESIANUM	<i>C. prediae</i>	
			SAUZEI		
BAJOCIEN	int.		LAEVIOUSCULA	<i>A. crispa</i>	
			DISCITES	<i>D. daveyi</i>	
			CONCAVUM	<i>M. semitabulatum</i>	Acr
			BRADFORDENSIS	<i>E. prisca</i>	
	sup.		MURCHISONAE	<i>S. weberi</i>	a
			OPALINUM	<i>N. dictyambonis</i>	
				<i>W. cylindricum</i>	e
AALÉNIEN				<i>N. senex</i>	Ngr
				<i>P. cracens</i>	
				<i>P. bullula</i>	d
				<i>P. nasuta</i>	
					c

(◀ : apparition ; ▶ : disparition)

p. 145-146, Pl. 15, fig. 7), *Aldorfia aldorfensis* GOCHT (1970b, p. 136-138, Pl. 30, fig. 1-3; Pl. 31, fig. 9-11; Pl. 32, fig. 1-3). STOVER & EVITT (1978, p. 140);

— zone à Garantiana : *Carpathodinium prediae* BEJU (1971, p. 288-289, Pl. 4, fig. 4-7), DRUGG (1978, p. 64).

— zone à Parkinsoni : *Ctenidodinium combazii* DUPIN (1968, p. 2, Pl. 1, fig. 1-6), *Sirmiodiniopsis orbis* DRUGG (1978, p. 73-74, Pl. 7, fig. 11; Pl. 8, fig. 1-4).

Association du Bajocien : un nombre important d'espèces apparaît au Bajocien, certaines étant assez

abondantes (*S. asymmetrum*, *G. erymnoteichos*). Des taxons apparus généralement au Toarcien disparaissent au Bajocien : *W. cylindricum*, *N. dictyambonis*, *S. weberi*, *E. prisca*, *M. semitabulatum*, *D. daveyi*.

La biozone à *Acanthaulax crispa* de RIDING & THOMAS (1992), qui correspond aux zones à *Humphriesianum* et à *Parkinsoni*, contient une association plus riche et plus variée que celle des biozones sous-jacentes, dominée par les kystes gonyaulacoïdes ; cette phase explosive dans l'évolution de ces formes est reconnue dans toute l'Europe (RIDING, 1987).

2.1.3. Bathonien

Espèces-indice :

- zone à Zigzag : *Ellipsoidictyum cinctum* KLEMENT (1960, p. 78-80, Pl. 6, fig. 15-16; Pl. 17, fig. 1-2), *Gonyaulacysta eisenackii* DEFLANDRE (1938b, p. 171, Pl. 6, fig. 7-10), DODEKOVA (1967, p. 18) emend. SARJEANT (1982b, p. 32-33).
- zone à Discus : *Cleistosphaeridium varispinosum* SARJEANT (1959, p. 338-340, Pl. 13, fig. 7), WOOLLAM & RIDING (1983, p. 3), *Ctenidodinium ornatum* EISENACK (1935, p. 176, Pl. 4, fig. 9-10), DEFLANDRE (1938b, p. 181), *Sirmiodinium grossii* ALBERTI (1961, p. 22, Pl. 7, fig. 5-7; pl. 12, fig. 5) emend. WARREN (1973, p. 104-105), *Rigaudella aemula* DEFLANDRE (1938b, p. 187-189, Pl. 9, fig. 12, Pl. 10, fig. 5-8; Pl. 11, fig. 1-7), BELOW (1982b, p. 139-140, 143-144, 146).

Association du Bathonien : les associations sont en général variées au Bathonien, bien qu'un nombre d'espèces assez restreint apparaisse dans les niveaux du Bathonien inférieur et moyen.

Le genre *Ctenidodinium* (à archéopyle épikystal) domine largement, en particulier l'espèce *C. combazii* dans le forage de la bordure ardéchoise Balazuc 1, taxon considéré comme indicateur de milieu marin ouvert, ainsi que l'espèce *D. sellwoodii* appartenant plutôt à des milieux moins profonds.

Dans le forage du Nord-Est du Bassin de Paris (A 901), le faciès à calcaires graveux oolithiques du Bathonien est défavorable à la conservation de la microflore organique.

Dans le travail de synthèse sur les kystes de dinoflagellés du Jurassique, RIDING & THOMAS (1992) rappellent que le Bathonien représente une période stable avec prédominance des kystes à archéopyle à paraplaque simple, épikystal ou apical, alors que les types d'archéopyle étaient plus variés au cours du Bajocien. Les disparitions successives des formes *A. crispa* à l'extrême base du Bathonien et *C. predae* au sommet de la zone à Progracilis semblent être de bons indices pour l'identification de cet étage.

2.1.4. Callovien

Espèces-indice :

- zone à Herveyi : *Compositosphaeridium polonicum* GORKA (1965, p. 306-307, Pl. 3, fig. 5-6), ERKMENT & SARJEANT (1980, p. 67-69). *Systematophora vestita* DEFLANDRE (1938b, p. 189-190, Pl. 11, fig. 4-6), DAVEY (1982b, p. 13), *Pareodinia prolongata* SARJEANT (1959, p. 335-336, Pl. 13, fig. 8);

- zone à Athleta : *Wanaea thysanota* WOOLLAM (1982, p. 48, Pl. 2, fig. 1), *Liesbergia liesbergensis* BERGER (1986, p. 341-342, fig. 5 1-7), *Liesbergia scarburghensis* SARJEANT (1964, p. 472-473) nom. subst. pro *Gonyaulax areolata* SARJEANT (1961a, p. 95-96, Pl. 13, fig. 13), BERGER (1986, p. 343), *Crussolia deflandrei* WOLFARD & VAN ERVE (1981, p. 325-328, Pl. 1, fig. 1-2; Pl. 2, fig. 1-4).

Association du Callovien : les assemblages de dinoflagellés sont riches et variés au Callovien ; leur diversité croît

au cours de cet étage, ce qui traduit des conditions d'ouverture marine durant cette période : RIDING (1987), RIDING & THOMAS, (1992), forage A 901 de la bordure nord-est du Bassin de Paris.

De plus, la répartition des kystes de dinoflagellés semble assez uniforme dans toute l'Europe (RIDING & THOMAS, 1992) ; les associations sont pratiquement similaires en composition et en proportion relative. Cette constatation confirme que le Callovien correspond à une période de haut niveau marin (HAO *et al.*, 1987). Peu d'espèces disparaissent, notons les disparitions au sommet de la zone à Herveyi (base du Callovien) des espèces *A. aldarfensis* et *C. combazii*.

2.1.5. Oxfordien (Tab. XXXIV)

Espèces-indice :

- zone à Mariae : *Wanaea fimbriata* SARJEANT (1961a, p. 112-113, Pl. 15, fig. 14);

- zone à Cordatum : *Systematophora areolata* KLEMENT (1960, p. 62-65, pl. 9, fig. 1-8), *Leptodinium subtile* KLEMENT (1960, p. 46-47, pl. 6, fig. 1-4), *Endoscrinium litoridum* DEFLANDRE (1938b, p. 116, Pl. 5, fig. 4-6), GOCHT (1970b, p. 144-146);

- zone à Tenuiserratum : *Cribroperidinium globatum* GITMEZ & SARJEANT (1972, p. 195-197, Pl. 3, fig. 1-2), HELENES (1984, p. 124), *Glossodinium dimorphum* IOANNIDES *et al.* (1977, p. 453, Pl. 2, fig. 13-14), *Scriniodinium inritibile* RILEY in FISHER & RILEY (1980, p. 322-323, Pl. 2, fig. 7-9);

- zone à Rosenkrantzi : *Occisucysta balios* GITMEZ (1970, p. 267-268, pl. 5, fig. 162) emend. JAN-DU-CHÈNE *et al.* (1986b, p. 15616), *Dingodinium ? tuberosum* GITMEZ (1970, p. 307-308, Pl. 6, fig. 9), FISHER & RILEY (1980, p. 319-320).

Association de l'Oxfordien : l'assemblage des kystes de dinoflagellés présent au Callovien se poursuit dans l'Oxfordien basal ; de plus, de nouvelles formes apparaissent dans les zones à Mariae et Cordatum, en particulier l'espèce-marqueur *W. fimbriata*, caractéristique de l'Oxfordien inférieur, qui disparaît au sommet de la zone à Cordatum. Sur la bordure nord-est du Bassin de Paris (forage A 901) plusieurs espèces dominent l'association à l'Oxfordien inférieur : *D. sellwoodii*, *M. caytonensis*, *M. deflandrei*, *G. jurassica*, *C. polonicum*. RIDING & THOMAS (1992) mentionnent que la répartition d'espèces de l'Oxfordien inférieur présente une uniformité constante en Europe.

A l'Oxfordien moyen (zones d'ammonites à *Densiplicatum* et *Tenuiserratum*) l'association reste diversifiée, avec en outre l'apparition des taxons, *C. globatum* et *G. dimorphum*.

Par contre, à l'Oxfordien supérieur, de nombreuses espèces apparues au Callovien disparaissent, (*L. scarburghensis*, *C. polonicum*), alors que de nouvelles formes typiques du Jurassique supérieur font leur apparition ; *O. balios* et *D. tuberosum* sont les premières formes du cortège Kimméridgien présentes depuis la dernière zone à Rosenkrantzi de l'Oxfordien supérieur.

TABLEAU XXXIV
Zonation du Jurassique supérieur en domaine nord-ouest européen

ÉTAGES			ZONES D'AMMONITES	DINOFLAGELLÉS	Zonation RIDING & THOMAS (1992)
			Domaine boréal		
			LAMPLUGHI		b
			PREPLICOMPHALUS	<i>E. polyplacophorum</i> <i>D. tuberosum</i>	Gvi
			PRIMITIVUS		a
			OPPRESSUS	<i>D. ? pannae</i> <i>G. dimorphum</i> <i>S. jurassica</i>	
			ANGUIFORMIS		
			KERBERUS		b
			OKUSENSIS		
			GLAUCOLITHUS		
			ALBANI	<i>S. irritibile</i> <i>O. balios</i>	a
			FITTONI		
			ROTUNDA	<i>P. pannosum</i> <i>O. patulum</i> <i>C. longicornis</i>	d
			PALLASIOIDES		c
			PECTINATUS		
			HUDLESTONI		b
			WHEATLEYENSIS		
			SCITULUS	<i>S. ? paeminoza</i> <i>E. luridum</i>	a
			ELEGANS		
			AUTISSIODORENSIS		c
			EUXODUS	<i>E. galeritum</i> <i>S. crystallinum</i>	Elu
			MUTABILIS		b
			CYMODOCÉ	<i>N. pellucida</i>	a
			BAYLEI	<i>C. ornatum</i>	d
			ROSENKRANTZI	<i>S. orbis</i>	c
			REGULARE	<i>L. scarburghensis</i> <i>C. polonicum</i>	b
			SERRATUM		
			GLOSENSE	<i>R. aemula</i>	a
			TENUISERRATUM	<i>C. continuum</i>	c
			DENSIPLOCATUM	<i>W. thysonota</i>	b
			CORDATUM	<i>W. fimbriata</i>	a
			MARIAE	<i>L. liesbergensis</i>	
OXFORDIEN	KIMMÉRIDGIEN	Kimméridgien (s. angl.)			
inf.	moy.	sup.			

(↘ : apparition ; ↗ : disparition)

TABLEAU XXXV
Zonation du Jurassique moyen du Portugal

ÉTAGE	ZONES D'AMMONITES	Zonation Dinoflagellés (DAVIES, 1985)
AALÉNIEN	CONCAVUM	indifferencé
	MURCHISONAE	
	SCISSUM	
	OPALINUM	
	LEVESQUEI	

2.1.6. Kimméridgien s. angl.

Espèces-indice :

— zone à Baylei : *Criboperidinium ? longicorne* DOWIE (1957, p. 420, Pl. 20, fig. 8), LENTIN & WILLIAMS (1985, p. 79), *Senoniasphaera jurassica* GITMEZ & SARJEANT (1972, p. 240-241, Pl. 14, fig. 5, 8), LENTIN & WILLIAMS (1976, p. 85);

— zone à Cymodoce : *Systematophora daveyi* RIDING & THOMAS (1988, p. 82-86, Pl. 3, fig. 7-10), *Oligosphaeridium patulum* RIDING & THOMAS (1988, p. 80-82, Pl. 3, fig. 1-3, 5-6);

— zone à Mutabilis : *Subtilisphaera ? paeminoza* DRUGG (1978, p. 68-69, Pl. 3, fig. 5-9), BUJAK & DAVIES (1983, p. 163), *Perisseasphaeridium pannosum* DAVEY & WILLIAMS (1966b, p. 78-79, Pl. 3, fig. 5; Pl. 11, fig. 8), *Subtilisphaera ? inaffecta* DRUGG (1978, p. 68, Pl. 3, fig. 10-12), BUJAK & DAVIES (1983, p. 163);

— zone à Eudoxus : *Dichadogonyaulax ? pannea* NORRIS (1965, p. 796-798, fig. 3, 10-13), SARJEANT (1969, p. 14);

— zone à Rotunda : *Muderongia* sp. A de DAVEY (1979).

Association du Kimméridgien s. angl. : les données concernant les étages Kimméridgien et Portlandien s. angl. proviennent uniquement de la littérature : RIDING & THOMAS (1992), GITMEZ (1970), GITMEZ & SARJEANT (1972), IOANNIDES et al., (1976), IOANNIDES et al. (1988), le forage A 901 de la bordure nord-est du Bassin de Paris s'arrêtant dès les niveaux de base du Kimméridgien.

L'assemblage de kystes de dinoflagellés est variée au Kimméridgien, et plusieurs genres y sont fréquents : *Criboperidinium* (*C. globatum*) *Sentusidinium*, *Cleistosphaeridium*, *Systematophora*, ainsi que les espèces : *Adnatosphaeridium caulleryi*, *Chytroneisphaeridium chytroides*, *Dingodinium tuberosum*, *Endoscrinium luridum*, *Glossodinium dimorphum*, *Gonyaulacysta jurassica* subsp. *jurassica*, *Occisucysta balios*, *Rhynchodiniopsis cladophora*. En outre, plusieurs marqueurs (8) apparaissent dans

les niveaux de base (zones à Baylei et à Eudoxus) alors qu'au-dessus, les apparitions semblent moins significatives et plus rares.

RIDING & THOMAS (1992) ont défini une zone à *E. luridum*, depuis la zone d'ammonite à *Cymodoce* jusqu'à celle à *Autissiodorensis*; cette espèce ubiquiste est retrouvée aussi bien en Europe qu'en Nouvelle Guinée (DAVEY, 1987).

A partir de la zone d'ammonite à *Elegans* jusqu'à celle à *Fittoni*, la zone à *G. dimorphum* est définie, cette espèce y étant bien représentée ; dans cet intervalle, seul le taxon *Muderongia* sp. A a été suffisamment rencontré pour être retenu comme marqueur.

Les différences entre les assemblages de dinokystes des domaines boréal et téthysien sont peu importants (RIDING & THOMAS, 1992) ; de nombreuses espèces du Kimmeridgien supérieur s. angl. ont de larges répartitions (RIDING et THOMAS, 1988) connues aussi bien en domaine boréal que téthysien.

2.1.7. Portlandien s. angl.

Espèce-indice :

— zone à Albani : *Dichadogonyaulax culmula* NORRIS (1965, p. 793-795, fig. 1-2, 6-9), LOEBLICH & LOEBLICH (1968, p. 211);

— zone à Oppressus : *Gochteodinia villosa* VOZZHENNIKOVA (1967, p. 56, Pl. 12, fig. 1-3; Pl. 13, fig. 1-3; Pl. 14, fig. 1-2; Pl. 15, fig. 1-2), NORRIS (1978, p. 7).

Association du Portlandien s. angl. : les assemblages de kystes de dinoflagellés sont moins diversifiés que ceux des niveaux plus anciens. Peu de marqueurs sont retenus pour la biozonation. Toutefois les espèces suivantes apparaissent au Portlandien inférieur : *Dingodinium spinosum*, *Endoscrinium pharo*, *Isthmocystis distincta*, *Kleithriasphaeridium corrugatum*. D'autres espèces y sont fréquentes : *Criboperidinium* spp., *Cyclonephelium hystrix*, *Glossodinium dimorphum*, *Dichadogonyaulax culmula*, *D. ? pannea*, *Muderongia* sp. A, *Senoniasphaera jurassica*.

Les publications concernant le Nord de l'Europe montrent que les dinoflagellés du Portlandien inférieur s. angl. ont une large répartition géographique (RIDING & THOMAS, 1992). En domaine téthysien, l'absence d'étude empêche toute comparaison. La zonation de RIDING & THOMAS (1992) définit la zone à *D. ? pannea*, des zones d'ammonites à Albani à Anguiformis ; au-dessus, la zone à *G. villosa* est reconnue, depuis la zone d'ammonite à Oppressus jusqu'à celle à Lamplughi ; *G. villosa* apparaissant au niveau de la zone à Oppressus. Cette biozone est caractérisée par une grande diversité de kystes de dinoflagellés.

2.2. DOMAINE SUD-TÉTHYSIEN

Les études palynologiques du Jurassique moyen et supérieur en domaine sud-téthysien sont rares. CONWAY (1990) a publié une étude sur le Mésozoïque d'Israël (Bathonien à Oxfordien) et HSSAIDA (1990) au Maroc (thèse de l'Université de Rennes) a établi cinq zones du Bathonien supérieur à l'Oxfordien inférieur.

2.2.1. Zonation de CONWAY 1990 – Bajocien – Oxfordien d'Israël (Tab. XXXVI)

La zonation établie par CONWAY (1990) débute au Bajocien, mais n'est pas comparée aux zones d'ammonites ; il paraît donc difficile de faire des corrélations de zonations avec l'Europe.

Dans la première **zone de base (A)** (Pliensbachien supérieur à Bajocien moyen), les dinoflagellés sont rares. Présence de *Nannoceratopsis gracilis* à la base et au sommet de la zone : *Sentusidinium pelionense*, *Dapsilidinium? deflandrei*, *Cleistosphaeridium polytrichum*.

Dans la deuxième **zone (B)** du Bajocien supérieur (zone à *Korystocysta kettonensis*, SARJEANT 1976a, p. 13, 15, Pl. 1, fig. 1-2; Pl. 3, fig. 1-2; Pl. 6, fig. 1; WOOLLAM 1983, p. 193-194), les formes suivantes apparaissent :

Valensiella ovula, *Pareodinia ceratophora*, espèces connues en Europe dès l'Aalénien (FENTON, 1981; FENTON & FISCHER, 1978; SARJEANT, 1979; DÖRHÖFFER & DAVIES, 1980), et *Meiourogonyaulax deflandrei* connue au Bajocien supérieur du Canada (DAVIES, 1983).

Une troisième **zone (C)** est reconnue au Bajocien supérieur, zone à *Dichadogonyaulax sellwoodii* SARJEANT (1975a, p. 52-55, Pl. 1, fig. A-H; Pl. 2, fig. I-K; Pl. 3, fig. L-Q), les espèces *Ellipsodinium cinctum* et *Pareodinia prolongata* sont également présentes au Bajocien supérieur en Europe du Nord (FENTON et al., 1980; SARJEANT, 1976a).

Les assemblages de dinokystes du Bajocien supérieur et du Bathonien sont pratiquement similaires en Europe du Nord (RIDING & SARJEANT, 1985) et en Israël, à l'exception des genres *Energlynia* et *Systematophora* qui sont absents dans la zone à *D. sellwoodii* (CONWAY, 1990).

TABLEAU XXXVI
Zonation du Jurassique moyen et supérieur d'Israël

ÉTAGES	DINOFLAGELLÉS	Zonation CONWAY (1990)
OXFORDIEN moyen-sup.	<i>E. reticulospinosa</i>	<i>E. reticulospinosa</i> G
OXFORDIEN moyen	<i>C. longicornis</i> <i>A. nuciforme</i>	<i>A. nuciforme</i> F
CALLOVIEN	<i>W. digitata</i>	
	<i>H. sarjeantii</i> <i>S.? vestitum</i> <i>P. calathus</i> <i>C. polonicum</i>	<i>P. calathus</i> F
BATHONIEN	<i>G. jurassica</i> var. <i>longicornis</i>	
	<i>T. dungeardii</i> <i>E. galeritum</i>	<i>E. acollaris</i>
	<i>M. callomonii</i> <i>E. acollaris</i> <i>A. caulleryi</i> <i>A. senta</i>	D
BAJOCIEN supérieur	<i>D. sellwoodii</i> <i>P. prolongata</i> <i>E. cinctum</i>	<i>D. sellwoodii</i> C
	<i>V. ovula</i> <i>M. deflandrei</i> <i>P. ceratophora</i> <i>K. kettonense</i>	<i>K. kettonense</i> B
BAJOCIEN moyen	<i>D.? deflandrei</i> <i>S. pelionense</i> <i>C. polytrichum</i>	
PLIENSBACHIEN supérieur	<i>N. gracilis</i>	A

(◀ : apparition)

TABLEAU XXXVII

Zonation du Jurassique moyen et supérieur en domaine sud-téthysien : Bassin de Guercif, Maroc

ÉTAGES	ZONES D'AMMONITES	DINOFLAGELLES	Zonation HSSAIDA, 1990
OXFORDIEN	DENSIPLOCATUM		V à <i>W. thysonata</i> +
	CORDATUM	<i>W. digitata</i> <i>S. ? daveyi</i> <i>E. ovatum</i> <i>S. areolata</i>	<i>L. liesbergensis</i> <i>C. polytrichum</i>
	MARIAE	<i>L. liesbergensis</i> <i>S. penicillata</i>	<i>M. caytonensis</i> <i>G. eisenackii</i>
	LAMBERTI		IV à <i>W. thysonota</i> + <i>L. liesbergensis</i>
	ATHLETA	<i>L. scarburghensis</i> <i>W. thysonota</i> <i>S. vestitum</i> <i>Systematophora</i> <i>S. valensii</i>	<i>C. continuum</i> <i>V. ovulum</i> <i>M. reticulata</i> <i>C. ehrenbergii</i>
	CORONATUM		III à <i>M. caytonensis</i> +
	ANCEPS		<i>W. thysonota</i>
	GRACILIS	<i>C. cerastes</i> <i>C. continuum</i> <i>H. marocanensis</i>	II à <i>C. continuum</i> +
	BULLATUS ="Macrocephalus"	<i>K. pachyderma</i> <i>C. varispinosum</i> <i>M. caytonensis</i> <i>M. reticulata</i> <i>C. ehrenbergii</i>	<i>M. caytonensis</i>
	DISCUS	<i>N. pellucida</i> <i>V. ovulum</i> <i>K. gochtii</i> <i>E. acollaris</i> <i>C. polytrichum</i>	Ic à <i>C. varispinosum</i>
BATHONIEN	ASPIDOIDES	<i>C. combazii</i> <i>C. sellwoodii</i> <i>E. cinctum</i> <i>P. ceratophora</i> <i>A. caulleryi</i>	I à <i>D. sellwoodii</i> +
	HODSONI		<i>C. combazii</i>
			Ib à <i>N. pellucida</i>
			Ia à <i>V. vermiculata</i>

(↘ : apparition ; ↗ : disparition)

Une quatrième zone (**D**) est définie au Bathonien, zone à *Energlynia acollaris* DODEKOVA (1975, p. 20-21, Pl. 2, fig. 9-10; Pl. 3, fig. 1-7, 9), SARJEANT (1978a, p. 14). Les dinoflagellés sont plus variés dans cette zone ; quatre espèces y sont abondantes : *D. sellwoodii*, *K. kettonensis*, *M. deflandrei*, *S. pelionense*. D'autres formes apparaissent à cet étage, comme en Europe du Nord : *Adnatosphaeridium caulleryi*, *Endoscrinium galeritum*, *Gonyaulacysta jucunda* subsp. *aedacta* var. *longicornis*, *Meiourogonyaulax callomonii*, *Sentusidinium rioultii*, *S. verrucosum*, *Tubotuberculina dangeardii*. Enfin, les espèces suivantes sont connues dès le Bajocien supérieur en Europe du Nord : *Ctenidodinium ornatum*, *Energlynia acollaris*. Les genres dominants l'association en Israël sont identiques à ceux d'Europe : *Ctenidodinium*, *Dichadogonyaulax*, *Nannoceratopsis*, *Sentusidinium* et *Valensiella*.

En Libye (THUS & VIGRAN, 1985) l'assemblage des genres suivants est cité : *Adnatosphaeridium*, *Ctenidodinium*, *Dichadogonyaulax*, *Ellipsoidictyum*, *Gonyaulacysta*, *Koryctocysta* et *Systematophora*.

Une cinquième zone (**E**) est définie au Callovien, à *Polystephanophorus calathus* SARJEANT (1961a, p. 104, Pl. 14, fig. 7). Le genre *Ctenidodinium* y est fréquent, en particulier avec l'espèce *C. ornatum*.

Les espèces suivantes apparaissent dans cet étage, tout comme en Europe du Nord-Ouest d'ailleurs : *Compositosphaeridium polonicum*, *Polystephanophorus calathus*, *Wanaea digitata*, *Surculosphaeridium? vestitum*, *Systematophora valensi*.

A l'Oxfordien inférieur et moyen, une sixième zone (**F**) est identifiée, à *Apteodinium nuciforme* DEFLANDRE (1938b, p. 180, Pl. 8, fig. 4-6), SARJEANT (1982b, p. 39). Les genres *Systematophora* et *Polystephanophorus* dominent l'association ; présence des espèces *Compositosphaeridium polonicum*, *Surculosphaeridium? vestitum*, *Hystrichosphaerina* «sarjeantii». Cinq taxons disparaissent à cet étage en Israël, alors qu'ils sont connus en Europe dans des niveaux supérieurs : *A. senta*, *C. polonicum*, *P. paracalathus*, *S? vestitum*, *T. dangeardii*.

Une septième et dernière zone (**G**) est reconnue dans l'Oxfordien moyen à supérieur, à *Epiplosphaera reticulospinosa* KLEMENT (1960, p. 75-76, Pl. 8, fig. 10-12). Les formes les plus abondantes sont *Rhynchodiniopsis cladophora*, *Cribroperidinium longicornis*, *Apteodinium nuciforme*, ainsi que les genres *Systematophora* et *Polystephanophorus*.

2.2.2 Zonation de HSSAIDA, 1990 – Bathonien supérieur – Oxfordien du Maroc (Tab. XXXVII).

Dans la thèse de HSSAIDA (1990) cinq biozones de dinoflagellés sont définies au Maroc, du Bathonien supérieur à l'Oxfordien inférieur.

— **Zone I** du Bathonien supérieur au Callovien inférieur (zones d'ammonites à Hodsoni – Bullatus = « Macrocephalus ») à *Dichadogonyaulax sellwoodii?* (1975a, p. 52, 55, Pl. 1, fig. 1-H; Pl. 2, fig. I-K; Pl. 3, fig. L-Q), STOVER & EVITT (1978, p. 204) et *Ctenidodinium combazi* (1968, p. 2, Pl.

1, fig. 1-6). Cette zone est divisée en trois **sous-zones**, correspondant chacune à une zone d'ammonite : **Ia** à *Valensiella vermiculata* pour la zone à Hodsoni, **Ib** à *Nannoceratopsis pellucida* pour la zone à Aspidoides et **Ic** à *Cleistosphaeridium varispinosum* pour les zones à Discus et une partie de Bullatus = « Macrocephalus ». Cette **Zone I** est de plus définie par de nombreuses apparitions, autres que les espèces marqueurs (Tab. XXXVII), et quelques disapparitions.

— **Zone II** du Callovien (sommet de la zone à Bullatus = « Macrocephalus » à la zone Coronatum), à *Ctenidodinium continuum* (1970b, p. 141-142, Pl. 26, fig. 3; Pl. 27, fig. 5; Pl. 29, fig. 1-2; Pl. 32, fig. 15; Pl. 33, fig. 8) et *Meiourogonyaulax caytonensis* (1959, p. 330, pl. 13, fig. 1), SARJEANT (1969, p. 14). Aucune espèce n'apparaît dans cette zone (comme en Europe).

— **Zone III** du Callovien supérieur, (zones à Athleta et Lambertii) à *Wanaea thysanota* (1982, p. 48, Pl. 2, fig. 1) et *Meiourogonyaulax caytonensis*.

— **Zone IV** de l'Oxfordien inférieur (zone à Mariae) à *Liesbergia liesbergensis* (1986, p. 341-342, fig. 5/1-7) et *Wanaea thysanota*.

— **Zone V** de l'Oxfordien inférieur à moyen (zones à Cordatum et Densiplicatum) à *Systematophora areolata* (1960, p. 62-65, Pl. 9, fig. 1-8) et *Wanaea thysanota*.

Dans cette thèse, des comparaisons réalisées entre les associations des kystes de dinoflagellés de l'Europe du Nord-Ouest (Pays-Bas, France, Angleterre), du Canada, du Groenland, du Moyen-Orient et du Maroc montrent que dans ce vaste domaine s'étendant du Groenland au Maroc et jusqu'au Moyen-Orient, les assemblages des kystes de dinoflagellés du Bathonien supérieur sont similaires, et que seules quelques rares espèces peuvent avoir une distribution plus localisée.

A l'Oxfordien, la partie sud du domaine formé par le Groenland, l'Amérique du Nord, l'Europe et le sud du bassin méditerranéen, montre des différences plus marquées dans les assemblages de kystes de dinoflagellés qu'au Bathonien supérieur. Ces différences consistent essentiellement en une apparition plus précoce au Maroc de certains taxons (*Hystrichosphaerina*, *Systematophora*, *Egmontodinium ovatum*, *Systematophora?* *daveyi*), l'absence d'autres taxons (*Wanaea fimbriata*, *Scriniodinium crystallinum*, *S. galeritum*) ou encore la rareté de certains autres (*Mendicodinium groenlandicum*).

Ces différences peuvent être liées à la paléogéographie au Jurassique moyen, ces régions demeurant relativement proches ; à partir de l'Oxfordien, le bloc africain et l'Amérique du Sud s'écartent de la Laurasia : le Maroc et la Libye s'éloignent du domaine nord-ouest européen.

3. — CONCLUSIONS

Cette proposition d'échelle biostratigraphique du Jurassique, basée sur les kystes de dinoflagellés, fait apparaître une différence importante entre le nombre d'études réali-

sées en domaine nord-ouest européen et celui en domaine sud-téthysien; la biozonation de RIDING & THOMAS (1992) établit une synthèse des travaux nord-ouest européen, où les espèces-indices retenues sont calées par rapport aux zones d'ammonites; les études récentes entreprises en France complètent en outre ce travail.

En domaine sud-téthysien par contre, les études rares et dispersées ne permettent pas d'établir une biozonation complète du Jurassique. Il serait donc nécessaire de réaliser une zonation comparable à celle du domaine boréal, afin de confronter les associations des deux domaines et d'établir des conclusions paléogéographiques.

PLANCHE 32

- Fig. 1. — *Mancodinium semitabulatum* MÖRGENROTH, 1970 *emend.* BELOW, 1987b. Domérien. Lame 24965 – 810,55 m.
2. — *Nannoceratopsis gracilis* ALBERTI, 1961 *emend.* EVITT, 1962. Bajocien. Lame 24927 – 648,65 m.
3. — *Sentusidinium asymmetrum* (FENTON *et al.* 1980) LENTN & WILLIAMS, 1981. Bajocien. Lame 24926 – 643,15.
4-7. — *Acanthaulax crispa* (WEZEL, 1967) WOOLLAM & RIDING, 1983. Lame 24925 – 636,70 m.
5, 6. — *Meiourogonyaulax valensii* SARJEANT, 1966. Bathonien. Lame 24914 – 576,85.
8. — *Atopodinium prostatum* DRUGG, 1978. Oxfordien. Lame 24800 – 387,65 m.
9. — *Sirmiodinopsis orbis* DRUGG, 1978. Oxfordien. Lame 24298 – 351,50 m.
10. — *Ctenidodinium cornigerum* (VALENSI, 1953) JAN-DU-CHEN et al., 1985. Bathonien. Lame 25935, P 476.
11. — *Aldorfia aldorfensis* (GOCHT, 1970) STOVER & EVITT, 1978. Callovien. Lame 24830 – 480,30 m.
12. — *Gonyaulacysta eisenackii* (DEFL., 1938b) GORKA, 1965. *emend.* SARJEANT, 1982b. Oxfordien. Lame 24293 – 372,40 m.

Echantillons : forage carotté A 901, bordure nord-est du Bassin de Paris, à l'exception de la fig. 10 provenant du forage Balazuc 1 d'Ardèche.

Toutes les figures sont au grossissement x 500.

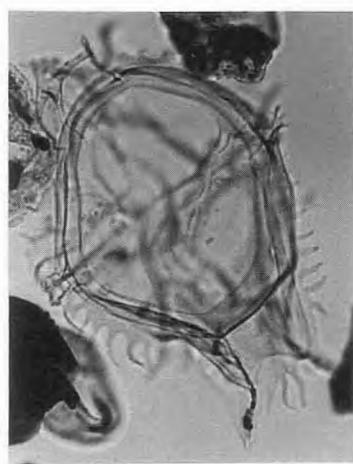
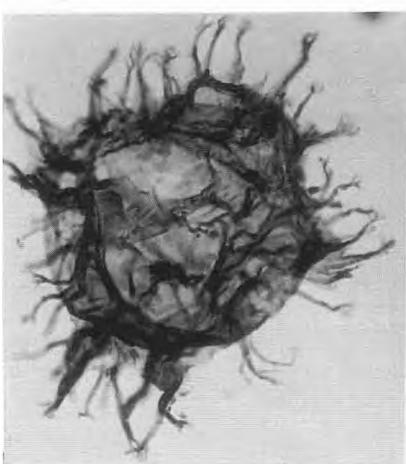
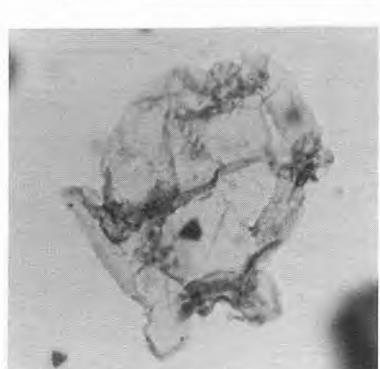
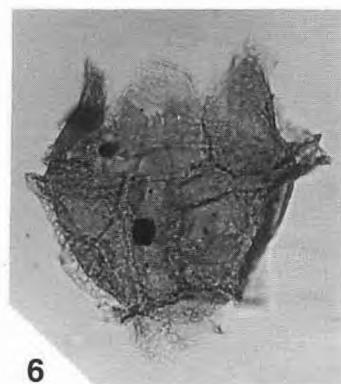
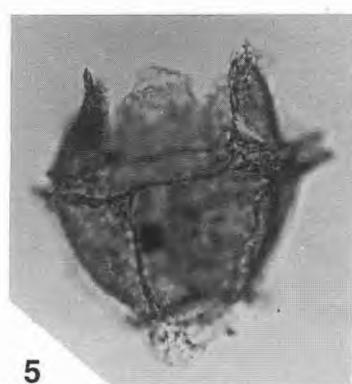
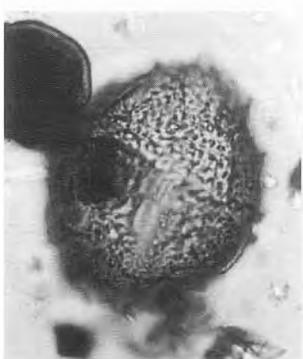
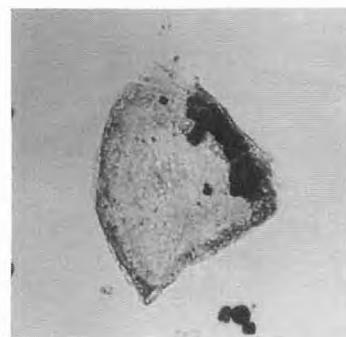
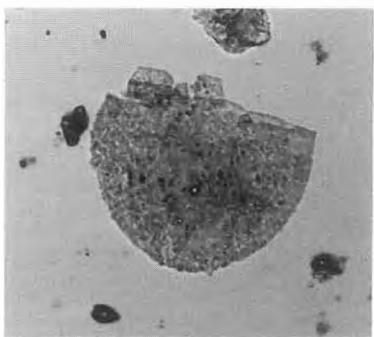


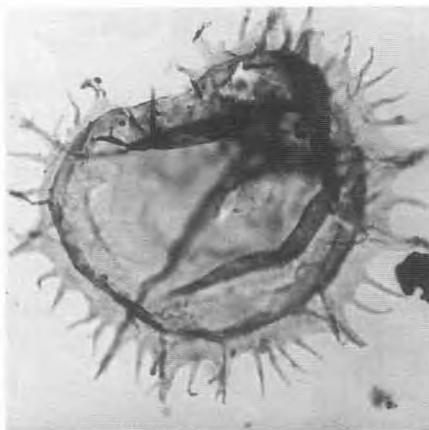
PLANCHE 33

- Fig. 1, 2. — *Ctenidodinium ornatum* (EISENACK, 1935) DEFL. 1938. Bathonien. Lame 25912 – P 358; x 500.
3. — *Rigaudella aemula* (DEFL. 1938) BELOW, 1982b. Oxfordien. Lame 24798 – 381,50 m; x 500.
4. — *Crussolia deflandrei* WOLFARD & VAN ERVE, 1981. Oxfordien. Lame 24798 – 381,50m.
5. — *Clathroctenocystis asapha* (DRUGG, 1978) STOVER & HELBY, 1987. Oxfordien. Lame 24800 – 387,65 m; x 800.
6. — *Glossodinium dimorphum* IOANNIDES *et al.* 1977. Kimméridgien. Lame 24777 – 210,10 m; x 800.
7. — *Tubotuberella apatela* (COOKSON & EISENACK, 1960b) IOANNIDES *et al.* 1977 *emend.* SARJEANT, 1982b. Oxfordien. Lame 24293 – 372,45 m; x 800.
8. — *Gonyaulacysta centriconnata* RIDING, 1983b. Oxfordien. Lame 24293 – 372,45 m; x 800.
9. — *Wanaea fimbriata* SARJEANT, 1961a. Oxfordien. Lame 24293 – 372,45 m; x 500.

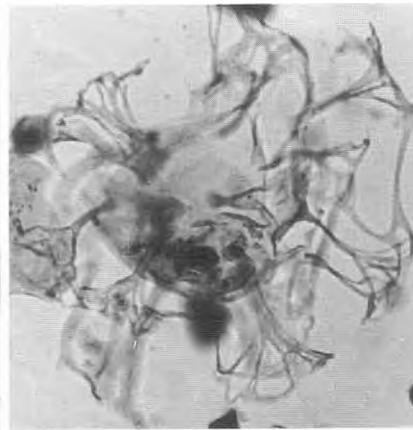
Echantillons : forage carotté A 901, bordure nord-est du Bassin de Paris, à l'exception des figs. 1-2 provenant du forage Balazuc 1 d'Ardèche.



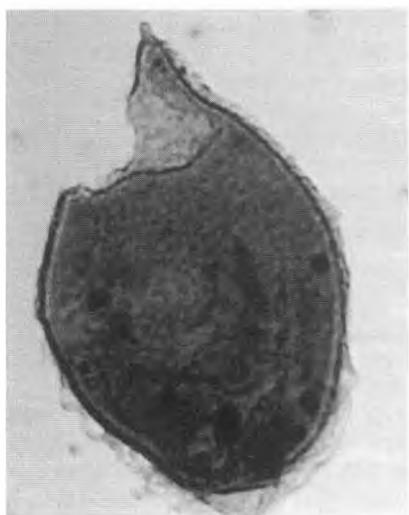
1



2



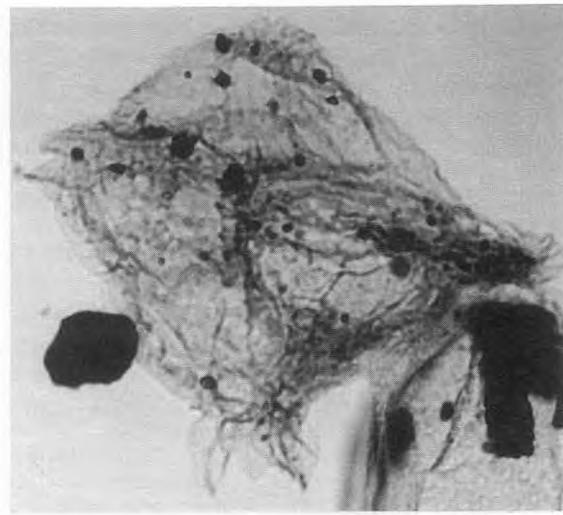
3



4



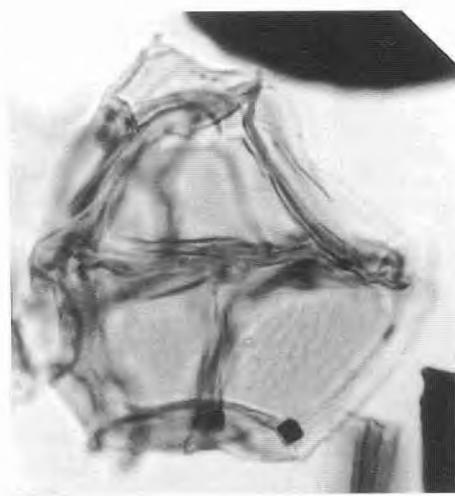
5



6



7



8



9

CALPIONELLES

LES ZONES DE CALPIONELLES DU PASSAGE JURASSIQUE-CRÉTACÉ

(Tab. XXXVIII à XL)

Jürgen REMANE

TABLE DES MATIÈRES

1. — LES SUBDIVISIONS ZONALES BASÉES SUR LES CALPIONELLES	243
1.1. Description des zones de calpionelles autour de la limite jurassique-crétacé.....	243
1.1.1. Zone à Chitinoidella.....	243
1.1.2. Zone à Crassicollaria = Zone A de la zonation vocontienne	245
1.1.3. Zone à Calpionella = Zones B et C de la zonation vocontienne	245
1.1.4. Zone à Calpionellopsis = Zone D de la zonation vocontienne	247
2. — LE PROBLÈME DE LA LIMITÉ JURASSIQUE-CRÉTACÉ	247

Les Calpionellidae sont des micro-organismes planctoniques de position systématique inconnue. Comme il est impossible de les dégager des calcaires micritiques où on les trouve d'habitude, leur étude se fait en lame mince. Là, on travaille forcément avec des sections dont l'orientation exacte est inconnue. Ce problème a été discuté en détail par REMANE (1963, 1965). Malgré ces difficultés, un certain nombre de morpho-espèces peuvent être caractérisées d'une manière tout à fait satisfaisante et, si l'on tient compte des variations évolutives à l'intérieur de certaines de ces espèces (notamment *Calpionella alpina* et *Tintinnopelta carpathica*), on arrive à une subdivision biochronologique détaillée de l'intervalle Tithonien supérieur – Valanginien inférieur.

Paléobiogéographiquement, les calpionelles sont strictement téthysiennes. Là, elles permettent des corrélations précises depuis le Mexique jusqu'au NE du Caucase. L'origine des Calpionellidae se situe dans le Bassin méditerranéen, comprenant peut-être aussi l'île de Cuba. A partir du Bassin méditerranéen, les calpionelles se sont répandues en plusieurs vagues successives, pour atteindre au Berriasien supérieur leur répartition la plus vaste, allant du sud-ouest du Mexique jusqu'à l'Elbourz ou même l'Himalaya.

1. — LES SUBDIVISIONS ZONALES BASÉES SUR LES CALPIONELLES

Contrairement aux macrofaunes, les faunes de calpionelles sont en général documentées d'une manière parfaitement continue. Le passage d'une association

caractéristique à la suivante se fait ainsi par étapes successives. Pour obtenir des limites clairement définies, il faut alors se baser sur un seul événement – apparition d'une espèce ou d'une nouvelle variante. Deux types de limites peuvent alors exister :

— on peut suivre en continu la transformation d'une espèce à l'autre. C'est évidemment le cas idéal où la biostratigraphie équivaut à la biochronologie, mais une telle limite est nécessairement un peu floue ;

— le marqueur apparaît subitement, sans prédecesseur direct. Comme il est en général rare au départ, sa première apparition risque de passer inaperçue. La position des limites de zones varie alors légèrement selon les chercheurs ou la richesse du matériel disponible. OGG et al. (1991) l'ont parfaitement montré en confrontant les données biostratigraphiques de différents auteurs aux inversions du champ magnétique terrestre (CMT, Tab. XXXVIII).

Les zonations de calpionelles actuellement en usage sont basées sur celles de REMANE (1963, 1965 et 1968 in LE HEGARAT & REMANE, 1968). Un premier accord entre spécialistes de calpionelles aboutit aux quatre zones standard de Rome (ALLEMANN et al., 1971) et lors d'une réunion à Sümeg en Hongrie (REMANE et al., 1986) des sous-zones standard ont été créées (Tab. XXXIX). Les différentes zonations régionales ne font qu'introduire des subdivisions supplémentaires à l'intérieur des standards de Rome et de Sümeg. Ces différences résultent du fait que deux espèces, *Remaniella cadischiana* et *Calpionella elliptica* sont trop rares pour permettre de déterminer avec précision leurs premières apparitions dans tout le domaine téthysien.

Nous partirons ici des zones standard tout en utilisant en parallèle la zonation vocontienne établie par REMANE (1963, 1965, 1968) qui est corrélée à tous les niveaux avec les zones d'ammonites (LE HEGARAT & REMANE, 1968 pour le Berriasien; ENAY & GEYSANT, 1975; CECCA et al., 1988; CECCA & REHANEK, 1991; TAVERA et al., 1993 pour le Tithonien). Le détail de ces corrélations ressort du tableau XXXIX où nous avons aussi tenu compte des corrélations avec les zones du nannoplancton proposées par BRALOWER et al. (1987). Dans la discussion qui suit, nous nous limiterons à l'intervalle Tithonien supérieur – Berriasien moyen.

1.1. DESCRIPTION DES ZONES DE CALPIONELLES AUTOUR DE LA LIMITÉ JURASSIQUE-CRÉTACÉ (Tab. XXXIX, XL)

1.1.1. Zone à Chitinoidella

La base est encore mal définie, l'apparition de formes à test microgranulaire est difficile à placer exactement

TABLEAU XXXVIII

Intervalles d'incertitudes des limites chronologiques de divers microorganismes, confrontés à l'échelle des inversions du champ magnétique terrestre

ÉTAGES VALANG.	ZONES D'AMMONITES	CALPIONELLES		POLARITÉ		NANNOFOSSILES ET ÉVÉNEMENTS DE DINOFLAGELLÉS
		ZONES	Événement	Chrons	Colonne	
BERRIASIEN	BUSNARDOITES	E		M13		
	CAMPYLOTOXUS					
	PERTRANSIENS			M14		
	OTOPETA	3	<i>C. darderi</i>			<i>D. apicopaucicum</i>
	CALLISTO	2	<i>L. hungarica</i>			<i>C. oblongata</i>
	PICTETI	1				<i>U. granulosa</i>
	PARAMIMOUNUM			M16		
	DALMASI					
	PRIVASENSIS	C				<i>P. fenestrata</i>
	SUBALPINA					<i>C. angustiforatus</i>
	GRANDIS	B				<i>R. neocomiana</i>
	JACOBI			M17		<i>B. johnnewingi</i>
TITHONIEN	DURANGITES	A				
	TRANSITORIUS					
	SIMPLISPINCTES					
	PERONI					
	ADMIRANDUM					
	BIRUNCINATUM					
	RICHTERI					
	VERRUCIFERUM					
	ALBERTINUM					
	HYBONOTUM					
KIMM.	BECKERI					
	CAVOURI					

D'après OGG *et al.*, 1991 légèrement modifié : la position de la limite Tithonien / Berriasien est commentée dans l'article ; les points indiquent la position des événements selon BRALOWER *et al.*, 1989. N.B. : pour les premières apparitions, la limite inférieure de l'intervalle d'incertitude devrait normalement donner l'âge réel, sauf pour des espèces dont la détermination des premiers représentants est particulièrement délicate (*L. hungarica*, *C. oblonga*, *C. elliptica*).

dans des calcaires micritiques. Selon CECCA & REHANEK (1991) elle se situe dans la zone à Fallauxi, dans la partie supérieure du Tithonien inférieur.

1.1.2. Zone à *Crassicollaria* = zone A de la zonation vocontienne

La base (dans la zone à *Microcanthum*) est parfaitement définie par le passage graduel de *Chitinoidella boneti* à la plus petite variante de *Tintinnopsella carpathica* via *Praetintinnopsella andrusovi*. Les premières *T. carpathica* ne se distinguent de *C. boneti* que par leur test hyalin.

L'apparition de *Calpionella alpina* (grandes formes) caractérise la base de la sous-zone à *Intermedia* du standard de Sümeg (REMANE et al., 1986). Cette unité comprend les sous-zones A2 et A3 de la zonation vocontienne qui, elles, peuvent être distinguées grâce au passage graduel de

Crassicollaria intermedia à *Crassicollaria brevis*. La détermination de cette limite exige cependant des analyses statistiques un peu fastidieuses.

1.1.3. Zone à *Calpionella* = zones B et C de la zonation vocontienne

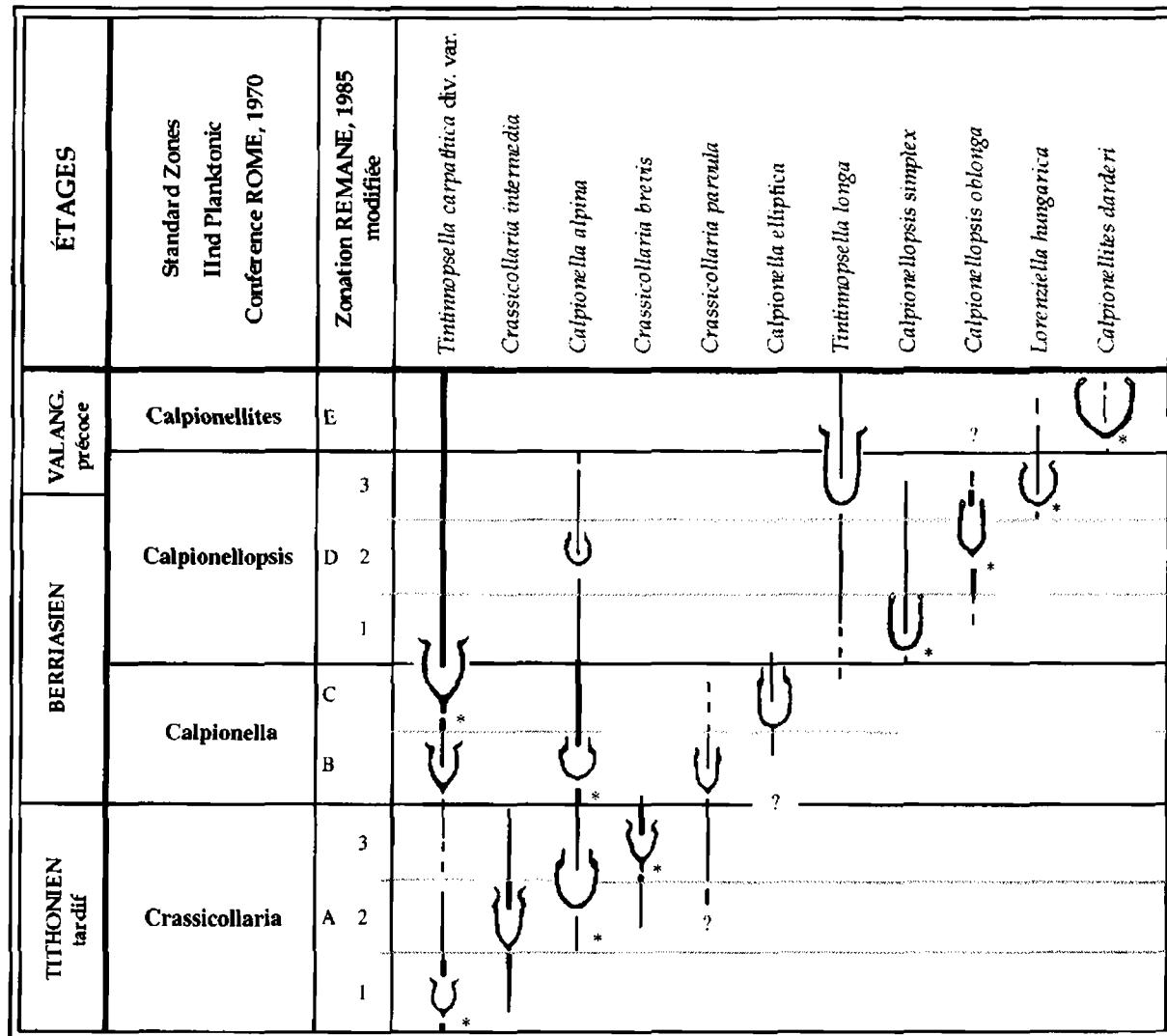
Dans le Sud-Est de la France, l'association typique de la zone A avec la grande variété de *Crassicollaria* (au moins quatre espèces, parfois difficiles à séparer : *Cr. intermedia*, *Cr. brevis*, (*Cr. massutiniana* et *Cr. parvula*) se distingue très nettement de l'association typique de la zone B, largement dominée par *Calpionella alpina* qui peut dépasser les 90 % de la faune. Il est toutefois difficile de définir une limite entre les deux qui soit nette du point de vue taxonomique. L'extinction de la plupart des *Crassicollaria* ne fournit pas de critère fidèle, bien que ce soit

TABLEAU XXXIX

Corrélation des zones de calpionnelles vocontiennes (2), standard de Rome (4) et de Sümeg (3) avec les zones d'ammonites (1) (selon divers auteurs, voir texte) et du nannoplancton (5) (selon BRALOWER et al., 1989)

	ÉTAGES	AMMONITES (1)	CALPIONELLES			NANNOFOSSILES (5)	
			(2)	(3)	(4)	Sous-zones	Zones
CRÉTACÉ	VALANGIENNIEN précoce	CAMPYLOTOXUM	?		?		
		PERTRANSIENS	E			<i>Calpionellites</i>	
		OТОPETA	3	D	<i>Calpionellopsis oblonga</i>	<i>Calpionellopsis</i>	
		CALLISTO					<i>C. oblongata</i> (NK-3)
		PICTETI	2				
		PARAMIMOUNUM	1	1	<i>Calpionellopsis simplex</i>		
		DALMASI		C			
		PRIVASENSIS					
		SUBALPINA		B		<i>Calpionella</i>	
		GRANDIS					
JURASSIQUE	TITHONIEN	JACOBI					
		OCQUITANICA					
		BOISSIERI					
		DURANGITES	A	3	<i>Crassicollaria intermedia</i>	<i>Crassicollaria</i>	
				2	<i>Tintinnopsella remanei</i>		
		MICROCANTHUM		1			
	tardif	PONTI				<i>Chitinoidella</i>	
		FALLAUXI	?				
		SEMIFORME					
					?		

TABLEAU XL
Répartition stratigraphique des espèces de Calpionelles les plus importantes



Les astérisques indiquent les événements sur lesquels sont établies les limites des zones et sous-zones vocontiniennes.

«l'événement» décisif. Il faut donc utiliser un changement morphologique chez *Calpionella alpina*: la transition de la grande forme quelque peu allongée à la forme moyenne, sphérique (REMANE, 1985, Fig. 6). Ce changement est certes évolutif et fournit par conséquent un datum sûr mais, avec la variabilité supplémentaire introduite par les sections obliques, il est impossible de séparer les deux formes en termes taxonomiques formels.

Un deuxième critère possible pose le même problème. Dans le nord-ouest du Bassin méditerranéen, l'on observe l'apparition éphémère d'une forme beaucoup plus allongée, quasi homéomorphe de *Calpionella elliptica* (REMANE, 1985, Fig. 6). Là encore, il paraît dangereux de créer une espèce nouvelle pour une forme qu'on ne distinguerait qu'en connaissance de sa provenance stratigraphique. Si

nous considérons la zone à *Calpionella* dans son ensemble, il faut constater que sa base est marquée par un événement d'extinction important qui ne laisse subsister qu'une faune fort appauvrie dans sa partie basale (B inférieur). Peu à peu la faune se diversifie à nouveau par l'apparition d'espèces nouvelles :

— *Remaniella cadischiana* — base de la sous-zone à *Remaniella* de POP (1974, 1986);

— *Calpionella elliptica* — base de la sous-zone à *C. elliptica* de CATALANO & LIGUORI (1971);

— diversification de *Tintinnopsella carpathica* et apparition de grandes formes — base de la zone C de REMANE 1963 (v. REMANE, 1985, Fig. 12). Dans le Sud-Est de la France, cet événement va de pair avec une augmentation

rapide de la fréquence de *T. carpathica*, tandis que les deux premiers événements ne sont pas nets. Le changement morphologique chez *T. carpathica* s'observe aussi dans les associations sud-méditerranéennes, où il ne correspond pas à une augmentation très marquée de la fréquence. Du point de vue taxonomique, s'imposent les mêmes remarques que pour les variants de *C. alpina*.

Ces trois limites à l'intérieur de la zone à *Calpionella* sont précieuses pour une détermination approximative de la base du Berriasien, surtout si, comme au Mexique, la base de la zone à *Calpionella* est difficile à déterminer.

1.1.4. Zone à *Calpionellopsis* = zone D de la zonation vocontienne

Bien que la base de cette zone prenne une position assez élevée dans le Berriasien, il paraît utile de la discuter ici en tant que limite supérieure de la zone à *Calpionella* et de la zone C. Cette limite est définie par la première apparition de *Calpionellopsis simplex* dont les précurseurs directs sont inconnus. L'espèce est rare au début, les premiers représentants risquent ainsi de passer inaperçus. En fait, le genre *Calpionellopsis* ne devient fréquent qu'avec l'apparition de *Calpionellopsis oblonga* à la base de la sous-zone à *Oblonga* (c'est aussi à ce niveau que les calpionelles atteignent le maximum de leur extension géographique); il devient ainsi intéressant comme candidat pour la limite Jurassique/Crétacé, si la limite classique s'avérait impraticable.

2. — LE PROBLÈME DE LA LIMITÉ JURASSIQUE-CRÉTACÉ

A l'heure actuelle, la limite Jurassique/Crétacé n'est pas encore formellement définie par un stratotype. Il n'existe qu'un accord provisoire qui remonte au Colloque sur la limite Jurassique/Crétacé de Lyon - Neuchâtel 1973, et par lequel la limite est placée à la base d'une zone à *Jacobi/Grandis* (= zone à *Euxinus*) qui résulte de la fusion de la zone à *Jacobi* (avant : Tithonien terminal) avec la zone à *Grandis* (avant : Berriasien basal). Cette recommandation fut adoptée par le Groupe de travail international sur la limite Jurassique/Crétacé qui recommande en même temps de définir la limite dans le domaine téthysien. Jusqu'à présent, une corrélation précise de cette limite avec les zonations du domaine boréal s'est avérée impossible.

L'interprétation des rares faunes mixtes est encore un sujet de vives discussions, les niveaux en question se situant d'ailleurs tous dans le Berriasien. Pour l'une de ces régions-clés, le NE du Caucase, les calpionelles ont fourni des faits nouveaux. Dans la coupe de l'Uruk, on suit bien la succession des faunes à partir de la zone C. Il est ainsi possible de situer la limite C/D (= limite entre les zones standard à *Calpionella* et à *Calpionellopsis*) par rapport aux zones d'ammonites indiquées dans le livret-guide de l'excursion (SAKHAROV *et al.*, 1987).

Selon ces données, la limite C/D se situe plus haut qu'on ne l'avait admis jusqu'à présent (ZEISS, 1986; REMANE, 1986), à savoir à la base de la zone à *Rjasanensis*.

CHAPITRE II

BIOSTRATIGRAPHIE D'AUTRES GROUPES

TABLE DES MATIÈRES

ÉCHINODERMES.....	253	NANNOFOSSILES CALCAIRES.....	305
OSTRACODES LIMNIQUES.....	273	SPONGIAIRES	331
FORAMINIFÈRES	281	ALGUES DASYCLADALES.....	339
· Les petits foraminifères benthiques dégagés	281		
· Les grands foraminifères	293		

ÉCHINODERMES

DISTRIBUTION CHRONOLOGIQUE ET GÉOGRAPHIQUE DES ÉCHINIDES JURASSIQUES EN FRANCE : ESSAI D'UTILISATION BIOSTRATIGRAPHIQUE

Jacques THIERRY, Bernard CLAVEL, Pierre HANTZPERGUE, Didier NERAudeau,
Laurent RIGOLLET et Alain VADET

TABLE DES MATIÈRES

1. — RAPPELS SUR LA SYSTÉMATIQUE ET L'HISTOIRE ÉVOLUTIVE DES ÉCHINIDES JURASSIQUES	254
2. — REMARQUES SUR L'ENREGISTREMENT FOSSEUX DES ÉCHINIDES ET LA DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES TAXONS	254
3. — DISTRIBUTION CHRONOSTRATIGRAPHIQUE DES ÉCHINIDES DU JURASSIQUE FRANCAIS	255
3.1. Échinides réguliers	256
3.1.1. Jurassique inférieur	256
3.1.2. Jurassique moyen	256
3.1.3. Jurassique supérieur	259
3.2. Échinides irréguliers	259
3.2.1. Jurassique inférieur	259
3.2.2. Jurassique moyen	261
3.2.3. Jurassique supérieur	262
4. — CONCLUSIONS	264
Illustrations : Planches 34, 35 et 36	266

Les échinides sont souvent des organismes dominants par leur nombre et leur diversité parmi la macrofaune benthique des séries jurassiques françaises. Cette importance dans le registre fossile n'a pas échappé aux anciens auteurs qui, dès le milieu du xixe siècle, leurs consacrent d'importantes monographies et en donnent de magnifiques illustrations (AGASSIZ, 1835; AGASSIZ & DESOR, 1847; COTTEAU, 1849-1856, 1867-1874, 1880-1885; COTTEAU & TRIGER, 1855-1869; DESOR, 1858; EBRAY, 1858; GRAS, 1848; LAMBERT & THIERRY, 1909-1925; MERCIER, 1932; d'ORBIGNY, 1853-1855; VALETTE, 1907).

Toutefois, aussi bien chez ces auteurs que dans les travaux étrangers contemporains ou postérieurs (BEURLIN, 1934; DAMES, 1872; KIER, 1962, 1974; KIER & LAWSON, 1978; LESKE, 1778; MINTZ, 1966, 1968; QUENSTEDT, 1852, 1885; SOLOVJEV, 1971; SPENDIAROFF, 1898; WRIGHT, 1857-1878), le but essentiel de ces monographies est la description et la systématique des taxons reconnus ; l'évolution et l'utilisation biostratigraphique ne sont que très rarement abordées (RICHARDSON & PARIS, 1908), même si la plupart de ces ouvrages comportent des tableaux de répartition chronostratigraphique des taxons étudiés. La situation est toute différente pour les échinides crétacés qui ont toujours été utilisés dans un rôle biostratigraphique, notamment

pour subdiviser les dépôts crayeux du Nord de l'Europe (DAVID & FOURAY, 1984; ERNST & SEIBERTZ, 1977; FOURAY, 1981; FOURAY & TARKOWSKI, 1991; ROWE, 1900; SMITH & PAUL, 1985; SMITH *et al.*, 1988).

En conséquence, les échinides jurassiques ne jouent pas encore un grand rôle dans la datation relative des sédiments, en dépit de quelques tentatives récentes de démonstration de leur utilité (CLAVEL, 1984; THIERRY, 1984), lorsque les marqueurs habituels tels que les Ammonites et les Brachiopodes font défaut. Cette situation, malgré une bonne connaissance apparente d'après l'acquis des anciens auteurs, est purement conjoncturelle tout au moins en ce qui concerne le Jurassique. Elle tient à plusieurs facteurs, liés en fait à leurs qualités de marqueurs écologiques universellement reconnus, leur otant *a priori* toute utilité en biostratigraphie.

De plus, depuis le premier quart du xxème siècle, cette classe d'échinodermes a été quelque peu, sinon totalement, délaissée par les paléontologues et biostratigraphes, et nous sommes en face d'un manque évident de connaissances modernes sur leur systématique, leur évolution et leur écologie : les cosignataires de la présente note représentent quasiment tous les paléontologues francophones s'intéressant actuellement aux échinides fossiles jurassiques.

Dans le même temps, les progrès spectaculaires réalisés en biostratigraphie pour d'autres groupes tels que les ammonites, les brachiopodes, les grands foraminifères benthiques, etc..., font que la distribution dans le temps connue pour les échinides n'est plus du tout adaptée aux données actuelles ; celles-ci découpent le temps en fines unités biostratigraphiques du rang de l'horizon, de la sous-zone ou de la zone, alors que la distribution des taxons d'échinides jurassiques n'est souvent connue qu'à l'échelle de l'étage, voire souvent du sous-système. Pour certains taxons, aucune donnée nouvelle n'a été publiée depuis celles de la Paléontologie française par COTTEAU ou d'ORBIGNY, il y a près d'un siècle et demi !

Enfin, ces organismes étant fortement dépendants des contraintes du milieu, ils montrent souvent une forte plasticité morphologique en relation avec ce dernier (LAURIN & MARCHAND, 1978; LAURIN, MARCHAND & THIERRY, 1979; Mc KINNEY, 1988; NERAudeau & MOREAU, 1989; THIERRY, 1974). En conséquence, les variations morphologiques intrapopulationnelles et interpopulationnelles, isochrones ou successives dans le temps, peuvent n'être que de simples écophénotypes (THIERRY, 1992) qui sont autant d'obstacles pour reconstituer leur histoire évolutive (THIERRY, 1974;

NÉRAUDEAU, 1992), et de ce fait, leur utilisation biostratigraphique (THIERRY, 1984).

Il s'avère toutefois qu'à l'échelle d'un bassin ou d'une plate-forme épiceratonique, il est possible d'établir un fil directeur dans l'histoire des groupes et des associations (THIERRY, 1974, 1985; NÉRAUDEAU & FLOQUET, 1990; VADET, 1985, 1991), permettant alors, dans cette aire géographique définie, de les utiliser comme des marqueurs du temps écoulé. L'utilisation biostratigraphique des échinides dépend donc essentiellement de leur meilleur connaissance : révision paléontologique et systématique donnant une définition précise des taxons et de leur variabilité morphologique, en rapport avec les changements du milieu et l'écoulement du temps ; établissement de successions chronologiques rigoureuses, parallèles aux zonations d'ammonites (ou d'autres organismes), dans les limites d'un même bassin sédimentaire ou d'un même domaine faunique (province).

Compte tenu de l'hétérogénéité et du caractère encore trop partiel des données biostratigraphiques sur les échinides jurassiques, la présente contribution ne prétend donc pas aboutir à l'établissement d'une zonation basée sur les échinides, bien que quelques tentatives aient déjà été tentées (CLAVEL, 1984, fig. 4.2, p. 180). Après un bref résumé sur l'histoire évolutive et la systématique des échinides jurassiques, les données personnelles et souvent inédites des auteurs, ajoutées à celles de la bibliographie, seront présentées comme un bilan de connaissances. Celui-ci sera matérialisé par des cartes de distribution des taxons, complétant celles déjà proposées (CLAVEL, 1984). Le Bassin de Paris (Boulonnais, Normandie, Sarthe, Maine, Poitou, Berry, Nivernais, Bourgogne, Lorraine et Ardenne) représente la principale source de données. Le Jura et le Bassin du Sud-Est (Chaines subalpines depuis les Préalpes du Chablais jusqu'aux Préalpes du Sud, Bordure viaro-cévenole, Languedoc) fournissent aussi une documentation relativement abondante. En Aquitaine, seules les Charentes (bordure Nord du bassin) sont productives ; ailleurs (Quercy, Causses, Corbières, Ariège, Comminges et Massifs basques, Alpes maritimes et Provence méridionale), les faunes d'échinides sont très rares et les données très fragmentaires, voire inexistantes.

1. — RAPPELS SUR LA SYSTÉMATIQUE ET L'HISTOIRE ÉVOLUTIVE DES ÉCHINIDES JURASSIQUES

A la fin du Paléozoïque (Permien terminal), les faunes d'échinides sont renouvelées de manière drastique et un seul genre, *Miocidaris*, assure la connection avec les faunes mésozoïques. Les Miocidaridae, essentiellement triasiques, persistent jusqu'au Lias moyen (Pliensbachien) ; la citation de représentants de cette famille par THIERY (1928, 1929) dans le Jurassique supérieur (Oxfordien) est une erreur de localisation stratigraphique malheureusement re conduite par de nombreux auteurs (SMITH, 1984). Apparemment uniques représentants de cette classe pendant le Trias inférieur et moyen, ils sont à l'origine de tous les échinides post-paléozoïques.

D'après SMITH (1984), reprenant, discutant et améliorant les données synthétisées par DURHAM & MELVILLE (1957), DURHAM *et al.* in MOORE (1966), JACKSON (1912), KIER (1962, 1974), LAMBERT & THIERY (1909-1925), sur la systématique, la distribution stratigraphique et la phylogénie de cette classe, l'histoire évolutive des échinides mésozoïques est marquée par plusieurs radiations adaptatives. Les trois premières se placent successivement au Trias supérieur / Lias inférieur (Rhétien-Hettangien / Sinémurien), vers la limite Lias moyen / supérieur (Pliensbachien / Toarcien) et à la base du Jurassique moyen (Aalénien / Bajocien) ; la suivante n'interviendra qu'au Crétacé inférieur (DEVRIES, 1965 ; ROSE & OLVER, 1985, 1988).

Sans entrer dans les détails, mais afin de souligner l'attention devant être portée à la connaissance des échinides jurassiques, on doit relever les points suivants.

A la fin du Rhétien (limite Trias/Jurassique), la plupart des grandes lignées sont en place, sauf les oursins irréguliers ; à partir de quelques genres appartenant à quatre familles, toutes d'oursins réguliers, une radiation adaptive spectaculaire conduit, à la fin du Jurassique, à l'existence des principaux ordres de Cidaroidea et d'Euechinoidea (10 sur 17), de nombreuses familles (22 sur 81), regroupant un très grand nombre de genres (88) et d'espèces (1100).

Chez les oursins réguliers, même s'ils restent peu diversifiés au Lias, les principaux groupes sont en place dès la base du Jurassique, dominés par les Cidaroidea (Cidaridae), Diadematoidea (Diadematidae), Pedinoidea (Pedinidae), Hemicidaroidea (Hemicidaridae), Salenioidae (Acrosalenidae), Phymosomatoidea (Stomechinidae) ; d'autres familles de ces mêmes ordres, présentes au Jurassique, mais de manière plus discrète, se diversifieront par la suite au Crétacé et au Cénozoïque.

Parmi les événements marquants, il faut évidemment souligner au Lias (Sinémurien, Domérien, puis Toarcien) l'émergence des oursins irréguliers avec les Pygasteridae, Galeropygidae et Disasteridae (LAMBERT, 1916, 1924 ; JESIONEK-SZYMANSKA, 1970, 1978 ; KIER, 1982 ; SMITH, 1978, 1984) ; ils font office de groupe souche, successivement à l'origine des Holctypoidea (Holctypidae et Echinoneidae), des Cassiduloidea (Clypeidea et Nucleolitidea) et des Holasteroidea (Collyritidae et Disasteridea). Tous d'emblée très diversifiés et abondants, ces groupes ont d'ailleurs leur acmé pendant le Jurassique ; d'autres, présents mais de manière plus effacée, se développeront plus tardivement, au Crétacé et au Cénozoïque.

2. — REMARQUES SUR L'ENREGISTREMENT FOSILE DES ÉCHINIDES ET LA DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES TAXONS

Pour des raisons de fragilité des tests, d'un mode de vie épibenthique dans des milieux souvent de forte énergie, d'une plus grande sensibilité à l'action des prédateurs, la fossilisation des oursins réguliers semble plus difficile que celle des irréguliers, fouisseurs ou laboureurs, déjà au sein d'un sédiment à leur mort (KIER, 1977). Cette remarque semble assez bien vérifiée dans le registre fossile jurassique, si l'on se réfère aux expériences personnelles de terrain, où, en effet, les gisements à échinides réguliers

sont plus rares et moins riches que ceux à échinides irréguliers. On peut aussi ajouter qu'en général, les deux groupes réguliers / irréguliers ne se rencontrent pas dans les mêmes gisements pour des raisons évidentes de milieu de vie très différents et des changements de ce dernier dans l'espace et dans le temps (cf. « chassé-croisé spatio-temporel » en grande partie lié aux variations du niveau marin, transgressions / régressions, *in NÉRAUDEAU*, 1990, 1991). Les réguliers affectionnent plutôt les substrats durs, indurés ou meubles assez grossiers (granulométrie au moins de la taille des sables 1mm) des étages infralittoral et circalittoral, très souvent liés à des milieux récifaux ou pararécifaux (plates-formes proximales de faible profondeur à sédimentation bioclastiques et oolithiques avec bioconstructions). De leurs côtés, les irréguliers sont liés aux substrats meubles fins à moyens (vases et boues ou sables fins à moyens ; 1mm) des vasières carbonatées et/ou détritiques fines (plates formes distales de moyenne profondeur à sédimentation mixte calcaire et argilo-sablonneuse).

Il se trouve qu'au Jurassique, et plus particulièrement au Jurassique moyen et supérieur, la distribution géographique de ces diverses catégories de sédiments est grossièrement latitudinale. À part quelques exceptions, la France apparaît séparée en deux moitiés, nord et sud, suivant une ligne passant au sud des Charentes, traversant ensuite le nord de l'actuel Massif Central pour passer au sud de la Bourgogne et du Jura. Par analogie avec les faunes d'ammonites, on serait tenté d'opposer deux provinces, « subboréale » au Nord, et « subméditerranéenne » au sud. En réalité, cette distribution, compte tenu des fortes relations entre les taxons d'échinides et le milieu de sédimentation, est beaucoup plus sous des contraintes paléoécologiques qu'historiques. En conséquence, ce provincialisme écologique est calqué sur la distribution et l'extension des plates-formes marines du domaine néritique (proximales et / ou superficielles ; distales et / ou profondes) et de leurs bordures, en domaine plus océanique (bassins). Contrairement aux échinides crétacés, il ne semble pas exister de fort provincialisme (climatique ?), mais plutôt des problèmes de paléoécologie en liaison directe avec la bathymétrie et la nature des sédiments.

Cette première remarque en appelle une seconde qui a des conséquences sur l'utilisation des échinides en biostratigraphie. Si les échinides réguliers se fossilisent moins bien que les irréguliers, ils devraient être moins bien connus, or, pour le seul Jurassique on pourrait être trompé par le fait qu'on dénombre 876 espèces de réguliers contre 224 d'irréguliers (KIER, 1977). Cette différence est sans aucun doute artificielle ; le nombre élevé de taxons de réguliers n'est sans doute, au contraire, que la preuve flagrante d'une méconnaissance de leur variabilité et de leur distribution stratigraphique, qui a conduit à une multiplication des espèces au fil des découvertes. Les monographies régionales (CHEVET & RIGOLLET, 1989 ; VADET, 1993) et les révisions récentes de quelques groupes de réguliers (VADET, 1985, 1988, 1991) démontrent clairement cette carence de connaissances. Pour les irréguliers, malgré quelques essais d'études modernes (THIERRY, 1974, 1984, 1992 ; LAURIN & MARCHAND, 1978), une recherche de grande envergure reste à faire. En plus des approches désormais classiques sur la variabilité des espèces et ses conséquences taxinomiques, il faudrait tester cette « biodiversité apparente », par exemple en comparant le nom-

bre de taxons de réguliers et d'irréguliers, proportionnellement avec l'extension des milieux (gisements) de types oolithico-bioclastiques ou pararécifaux-récifaux et ceux de type vasières.

Un troisième point doit être souligné ; il concerne la discontinuité dans l'espace et dans le temps de la fossilisation des échinides (cf. « chassé-croisé spatio-temporel », *in NÉRAUDEAU*, 1990, 1991). Dans une série lithostratigraphique donnée et en un lieu donné, il est très rare que chaque formation ou membre ou unité contienne du matériel échinologique en continuité stratigraphique. L'expérience des auteurs montre que dans la plupart des cas, quelques couches ou bancs (voire un seul) contiennent des populations d'effectif conséquent (plusieurs dizaines d'individus), séparées par des sédiments totalement dépourvus d'échinides ou ne livrant que quelques individus dispersés. D'autre part, surtout dans le cas des réguliers, les séries sédimentaires ne contiennent parfois que quelques individus en proportion très faible vis à vis d'autres groupes fossiles. Une telle préservation n'est donc pas favorable aux échinides pour un rôle de fossiles marqueurs du temps, surtout pour les réguliers dont l'identification spécifique est souvent très difficile.

Toutefois, dans de nombreux cas, les populations fossiles (plus rarement les individus isolés) sont associées dans les mêmes bancs (situation identique aux « niveaux majeurs » et niveaux mineurs » de brachiopodes *in GARCIA*, 1992) à des groupes tels que les ammonites dont la valeur stratigraphique n'est plus à discuter, ou les brachiopodes dont le rôle biostratigraphique a été clairement démontré plus récemment (ALMÉRAS *et al.*, 1990). Parfois, même s'il s'agit d'individus isolés ou de petites populations à très faible effectif, ils sont encadrés dans la suite stratigraphique par ces marqueurs biostratigraphiques permettant leur calage par rapport aux échelles standard.

Ainsi, chez les échinides, la nature et la précision de nos connaissances est totalement inverse, par exemple, de celle sur les ammonites : au départ, les échinides ont une riche connaissance écologique, leur utilisation en tant que marqueurs biostratigraphiques doit en tenir compte en tout premier lieu.

3. — DISTRIBUTION CHRONOSTRATIGRAPHIQUE DES ÉCHINIDES DU JURASSIQUE FRANÇAIS

Les tableaux de distribution stratigraphique des principaux taxons d'échinides jurassiques retenus dans cette étude sont construits en prenant comme cadre l'échelle-standard des ammonites établie par le Groupe Français d'Étude du Jurassique publiée en 1991 au 3ème Symposium International de Stratigraphie du Jurassique tenu à Poitiers. Ne sont répertoriés que les taxons relativement bien connus ou révisés récemment par divers auteurs ; lorsque des taxons non révisés et différemment interprétés (synonymie douteuse) présentaient une distribution stratigraphique différente, ils ont été conservés afin de ne pas masquer une partie des données. Les espèces connues par une seule citation ou description, ou très rares (parfois un seul individu), ou mal définies du point de vue taxinomique, ou de position systématique et stratigraphique trop incer-

taines, n'ont pas été portées dans ces tableaux. Pour des raisons de précision des données échinologiques et de réalisation technique, le cadre biostratigraphique de référence ne comporte que les zones; lorsque cela s'avère nécessaire, celles des deux provinces fauniques (subboréale et subméditerranéenne) couramment reconnues, sont portées. Enfin, un essai de calibration et une idée de durée des étages et sous-systèmes sont suggérés par l'échelle radiochronologique de ODIN & ODIN (1990) prise comme référence; cette dernière est sensiblement différente de celles récemment publiées par les auteurs anglo-saxons (VAN Hinte *in Haq et al.*, 1987; HARLAND *et al.*, 1990; GRADSTEIN *et al.*, sous presse).

3.1. ÉCHINIDES RÉGULIERS

3.1.1. Jurassique inférieur

Il est assez étonnant de constater que depuis les travaux des auteurs de la fin du siècle dernier, nos connaissances sur les échinides liasiques n'ont globalement pas changé. Déjà remarquée par les anciens auteurs, leur répartition stratigraphique et géographique est très discontinue; ils sont localisés dans les régions et aux périodes où se développent des faciès de plates-formes proximales, carbonatées et bioclastiques (SMITH, 1991), ce qui dans le Jurassique inférieur français (voir les cartes de faciès du Jurassique, *in ENAY et al.*, 1980) concerne essentiellement l'Hettangien et le Sinémurien *s. str.*; à partir du Lotharingien et jusqu'au Toarcien, les faciès plus détritiques prennent le pas sur les carbonates, sauf temporairement au Carixien dans l'Est de la France, ils sont très rares. Au total, à peine une vingtaine de genres sont ici répertoriés.

Ce sous-système est d'ailleurs souligné par la présence quasi exclusive des oursins réguliers, correspondant à la première phase de diversification importante des taxons post-paléozoïques. L'Hettangien est assez bien documenté dans sa partie inférieure (zone à *Planorbis*) sur toute la bordure est du Massif Central Français. Le Sinémurien est au contraire très pauvre, notamment dans sa moitié supérieure (Lotharingien); les différences sont très nettes entre la moitié sud de la France (surtout le Bassin du Sud-Est) où les échinides sont très rares, voire totalement absents, et la moitié nord (Bassin de Paris), où les espèces apparues à l'Hettangien, persistent au moins localement jusqu'au sommet du Pliensbachien ou dans le Toarcien; dans cet étage, plusieurs taxons nouveaux s'individualisent.

Les données consignées dans le tableau de répartition stratigraphique du Jurassique inférieur (Tab. XLI) sont celles déjà compilées par CLAVEL (1984, Tab. III.10, p. 129) pour le Sud-Est de la France, augmentées de celles plus récentes de VADET (1991), essentiellement pour le Bassin de Paris (Carixien de l'Auxois et Toarcien de Normandie) et le Bassin du Sud-Est (Domérien des Bouches-du-Rhône et du Var).

Les genres répertoriés appartiennent surtout aux Cidaridae (*Diplocidaris*, *Polycidaris*, *Plegiocidaris*, *Caenocidaris*, *Nenoticidaris*, etc...) qui se développeront au Jurassique moyen pour atteindre leur apogée au Jurassique supérieur. On note également des Stomechinidae (*Psephechinus*), des Diadematidae et Pedinidae avec les genres *Eodiadema*, *Diademopsis* et *Paleopedina*; ces der-

niers sont restreints au Jurassique inférieur, mais, avant la fin de ce sous-système, ils seront suivis de *Pedina*, *Hemipedina* et *Pseudodiadema* dont l'évolution se poursuivra jusqu'au Crétacé et pour certains au-delà.

Même si, apparemment, certains taxons semblent avoir une répartition très restreinte dans le temps, un enregistrement manifestement très discontinu, joint à la rareté des spécimens et à un manque de données récentes en rapport avec les cadres chrono-biostratigraphiques utilisés actuellement, interdit toute tentative d'une quelconque zonation. Le tableau proposé ici est d'ailleurs très incomplet; les extensions stratigraphiques des taxons, sans doute provisoires, devraient être améliorées par la collecte de matériel nouveau et parfaitement corrélé avec les échelles d'ammonites ou de brachiopodes.

3.1.2. Jurassique moyen

Au Jurassique moyen, les échinides réguliers sont beaucoup plus abondants et diversifiés; encore assez rares dans l'Aalénien, dès le Bajocien inférieur, des types morphologiques bien définis constituent des associations caractéristiques en rapport avec diverses catégories de milieux. Le grand développement des plates-formes épocratoniennes, superficielles ou de moyenne profondeur, sur la grande majorité de la France, conditionne étroitement leur distribution. Au début du sous-système, les documents échinologiques sont fortement déficitaires, en liaison avec la tendance transgressive marquant cette période et qui induit des dépôts fréquemment discontinus (parfois lacune totale du Toarcien supérieur, de l'Aalénien et du Bajocien inférieur); là où la sédimentation est plus continue, les sédiments sont malheureusement très pauvres, voire totalement dépourvus de faune benthique. La même remarque sera faite pour le passage Jurassique moyen-supérieur (voir ci-après).

Durant tout le Jurassique moyen, avec continuité au Jurassique supérieur, les oursins réguliers caractérisent essentiellement des environnements de plates-formes internes (proximales), peu profondes, voire superficielles et à la limite de l'émergence. La sédimentation est très carbonatée, granulaire (oolithique et / ou bioclastique) ou vaseuse (boues calcaires dépourvues de détritiques), souvent associée à des biocostructions à madréporaires; de tels environnements peuvent être rapprochés de ceux rencontrés actuellement dans les étages médiolittoral et infralittoral du domaine néritique (CLAVEL, 1984), en particulier ceux de type récifal et pararécifal.

Quelques groupes dominent (Cidaridae, Acrosalenidae, Diadematidae) par leur diversité et leur fréquence, parfois leur abondance; mais, généralement, pour la plupart des autres groupes, les spécimens sont isolés, à la fois stratigraphiquement et géographiquement. Les données récentes de VADET (1991), de l'Aalénien du Var et de l'Ardèche, du Bajocien moyen de Lorraine, du Bajocien supérieur de Normandie, du Bathonien supérieur des Deux-Sèvres, de la Sarthe, de Normandie et du Var, du Callovien de la Sarthe et de Normandie, complètent celles données par CLAVEL (1984) pour le Bassin du Sud-Est. Nettement plus nombreux et diversifiés qu'au Jurassique inférieur, plus d'une quarantaine de genres sont répertoriés (Tab. XLII).

TABLEAU XLI
Répartition stratigraphique des échinides réguliers et irréguliers du Jurassique inférieur

ÉTAGES et ZONES D'AMMONITES		TAXONS										réguliers										irréguliers		
		TOARCien					PLIENSBACHien					réguliers					réguliers							
inf.	moy.	sup.	inf.	supérieur	Carixien	Domérien	inf.	moy.	sup.	inf.	moy.	sup.	inf.	moy.	sup.	inf.	moy.	sup.	inf.	moy.	sup.			
205	HETTANGien																							
	SINÉMURIEN																							
194																								
187																								
180																								
			Aa																					
			Ps																					
			Di																					
			Th																					
			Va																					
			Bi																					
			Se																					
			Te																					
			Sp																					
			Ma																					
			Da																					
			Ih																					
			Ja																					
			Ra																					
			Ox																					
			Ob																					
			Tu																					
			Se																					
			Bu																					
			An																					
			Li																					
			Pi																					

Dans l'ensemble, on remarque une suite d'apparitions progressives de taxons qui, perdurant souvent sur tout un étage ou plus, enrichissent et diversifient la faune échinoïdologique. Deux périodes particulières se dégagent, correspondant dans ce sous-système aux deux maximums d'extension de plates-formes carbonatées bioclastiques.

Après la période de récession de l'Aalénien, le Bajocien inférieur (de la zone à *Laeviuscula* à la zone à *Humphriesianum*) est particulièrement bien documenté et la faune

est dominée par les Cidaroidea (*Caenocidaris*, *Laurenticidaris*, *Nenoticidaris*, *Rhabdocidaris*, *Polycidaris*, etc....) accompagnés de quelques Stomachinidae (*Psephechinus*). Dans le Bajocien supérieur, l'apparition momentanée de dépôts plus détritiques et plus fins, mais encore assez carbonatés et bioclastiques (dès la zone à *Niorense*), ne semble pas affecter la diversification du groupe de manière notable; au contraire, plusieurs formes nouvelles s'individualisent encore chez les Cidaroidea, tandis que se mul-

TABLEAU XLII
Répartition stratigraphique des échinides réguliers du Jurassique moyen

		TAXONS											
		BATHONIEN						CALLOVIEN					
		inf.	moy.	supérieur	inf.	moy.	supérieur	inf.	moy.	sup.			
		inf.	moy.	supérieur	inf.	moy.	supérieur	inf.	moy.	sup.	La	At	Co
ÉTAGES et ZONES D'AMMONITES											<i>Caminoicidaris rossii</i>	<i>Caminoicidaris pacomei</i>	<i>Anisocidaris boucardi</i>
154											<i>Laurenticidaris major</i>	<i>Diodemopsis nichelini</i>	<i>Gymnocidaris crucimifera</i>
											<i>Nerocidaris koechlini</i>	<i>Calloicidaris fowleri</i>	<i>Polyvaldaris horrida</i>
											<i>Polyvaldaris spinosa</i>	<i>Psephenechinus nucleatus</i>	<i>Romanocidaris dritilli</i>
											<i>Polyvaldaris sauthieri</i>	<i>Zbindenocidaris vartusensis</i>	<i>Abelleicidaris stenamma</i>
											<i>Philicidaris blainvillei</i>	<i>Anisocidaris spinulosa</i>	<i>Acrosalenia hemitrichoides</i>
											<i>Anisocidaris honnorae</i>	<i>Mericidaris microstoma</i>	<i>Anisocidaris microstoma</i>
											<i>Dicroidicidaris copelandi</i>	<i>Acrosalenia marionae</i>	<i>Diplocidaris dumontieri</i>
											<i>Hemicidaris lajeensis</i>	<i>Hemicidaris bradfordensis</i>	<i>Stomachinus seratus</i>
											<i>Polydactema inaequale</i>	<i>Gymnacidaris hemiserrata</i>	<i>Abyllicidaris bigoi</i>
											<i>Guiliotonicidaris hemiserrata</i>	<i>Nudicidaris desorii</i>	<i>Nudicidaris sublavavis</i>
											<i>Rhombovaldaris ornaea</i>	<i>Rhabdotocidaris durandi</i>	<i>Anisocidaris lebervi</i>
											<i>Acrosalenia gracilis</i>	<i>Pedina sublaevis</i>	<i>Philicidaris desorii</i>
											<i>Nudicidaris elevans</i>	<i>Monodiadema ctenatum</i>	<i>Rhabdotocidaris suturalis</i>
											<i>Rhombovaldaris radeni</i>	<i>Plegmocidaris crucifera</i>	<i>Hemicidaris intermedius</i>

tiplient les *Acrosalenia*, très caractéristiques ensuite dans le Bathonien.

Dès le sommet du Bathonien inférieur (zone à *Tenuipliatus*), mais surtout pendant le Bathonien moyen / supérieur (de la zone à *Progracilis* jusqu'à la zone à *Discus*) et le Callovien inférieur (zones à *Bullatus* et *Gracilis*) le grand développement des faciès carbonatés bioclastiques et oolithiques, souvent associés à des bioconstructions à

madréporaires, favorise la diversification des échinides réguliers. Les Cidaroidea sont toujours dominants (plus particulièrement dans les milieux récifaux) en nombre d'espèces et d'individus; ils sont fréquemment accompagnés d'*Acrosalenidae* (*Acrosalenia*), *Stomachinidae* (*Psephenechinus*), *Hemicidariidae* (*Hemicidaris*), etc.... Un tableau de « successions biostratigraphiques » avait été proposé par CLAVEL (1984, Tab. 4.2, p. 180), uniquement

basé sur les faunes du Sud-Est de la France ; il pourrait servir de base à un essai plus exhaustif de zonation du Jurassique moyen par les échinides.

3.1.3. Jurassique supérieur

De manière encore plus marquée qu'au Jurassique moyen, la paléogéographie et la sédimentation du Jurassique supérieur conditionnent la répartition géographique et stratigraphique des échinides et soulignent leur étroite dépendance avec le milieu. Beaucoup plus intense que celle du passage Jurassique inférieur-moyen, la tendance transgressive (remontée générale du niveau marin sous des contraintes tectono-eustatiques) marquant le passage Jurassique moyen-supérieur, est peut être en partie responsable de la faiblesse du registre fossile échinologique de cette période en France, surtout sur les plates-formes proximales et superficielles (absence de dépôts ou érosion) ; en conséquence, la faune d'oursins réguliers est très sensiblement marquée par cet événement paléogéographique et sédimentaire majeur. Hormis dans le Bassin du Sud-Est et le Boulonnais où la sédimentation est plus continue, mais pratiquement dépourvue de faune benthique, il existe partout ailleurs en France une lacune sédimentaire dont l'extension maximum peut recouvrir le sommet du Callovien moyen jusqu'à la base de l'Oxfordien moyen.

Comparée à une autre période transgressive majeure de l'histoire de la Terre, celle du Cénomanien, on est frappé par le fait qu'au contraire, à cette époque du Crétacé supérieur, la diversité échinologique montre une augmentation spectaculaire : l'extension du domaine marin crée de nouvelles niches immédiatement occupées (SMITH *et al.*, 1988 ; NÉRAudeau & MOREAU, 1989 ; NÉRAudeau & FLOQUET, 1991). On peut alors émettre l'hypothèse que chez les oursins réguliers du Jurassique, il n'existe peut être pas encore suffisamment de groupes prêts à coloniser les milieux marins les moins profonds, excepté ceux de type récifal ou pararécifal. On a déjà remarqué, en effet, qu'au Jurassique inférieur et supérieur ils ne sont vraiment abondants que dans ces milieux alors qu'ils sont beaucoup plus rares dans tous les autres. Par exemple, les faciès fins (vases carbonatées) de plates-formes superficielles en limite d'émergence, qui se développent fréquemment et ponctuellement sur tout le territoire français pendant le Jurassique supérieur, et plus particulièrement sur tout le Sud des régions aquitaines et l'Est du bassin de Paris, ne contiennent pas ou peu d'échinides réguliers.

Après la période faiblement documentée de l'Oxfordien inférieur (Tab. XLIII), l'opposition entre les grands types d'associations caractéristiques reconnues au Jurassique moyen se distingue encore mieux ; la majorité d'entre elles perdureront dans la base du Crétacé inférieur (Berriasien). Ce sous-système sera d'ailleurs marqué chez les réguliers par un renouvellement faunique conséquent accompagné d'une forte réduction de leur diversité, suite à l'extinction des Diplocidaridae et Pelanechinidae.

Très discrets, voire absents dans l'Oxfordien inférieur (zone à *Cordatum* et Zone à *mariae*), une explosion de taxons matérialise la base de l'Oxfordien moyen (zone à *Plicatilis*). Elle coïncide avec l'installation puis le grand développement des plates-formes carbonatées peu profondes, oolithiques et bioclastiques à bioconstructions de madréporaires (milieux de type récifal).

D'emblée très développés sur la presque totalité du Bassin de Paris et l'Aquitaine où ils persistent jusqu'au Kimméridgien inférieur, dans le Sud-Est de la France, ces faciès, d'abord restreints aux régions septentrionales du Jura, gagnent progressivement le sud. Parallèlement à cette évolution paléogéographique, on assiste à une succession d'apparitions de nouvelles formes coïncidant avec le début des zones à *Transversarium*, *Bifurcatus*, *Bimammatum* et *Planula*, qui accroissent et diversifient les faunes. Celles-ci sont dominées par les *Cidaroidea* dont c'est une période d'apogée (VADET, 1988 ; VADET & RIGOLLET, 1989), les *Hemicidaridae*, *Acrosalenidae* et *Arbaciidae*, avec des populations fossiles parfois assez abondantes (Oxfordien de l'Yonne ; MARTIN-COIFFAIT, 1974). Les autres groupes (*Diadematidae*, *Pedinidae*, *Pseudodiadematidae*, *Saleniidae*, *Phymosomatidae*, *Stomechinidae*) sont sporadiquement présents, le plus souvent en complément des précédents et en nombre réduit d'individus. Dans le Bassin du Sud-Est, après la réinstallation des plates-formes carbonatées à bioconstructions de la fin de l'Oxfordien supérieur (zone à *Planula*), les échinides réguliers sont de nouveau présents.

La majorité des taxons se poursuit jusque dans le Kimméridgien inférieur, où la réduction progressive des plates formes carbonatées (effets d'une tendance transgressive majeure) restreint progressivement, mais très sensiblement, leur extension, au point de provoquer la disparition d'un grand nombre de taxons (successivement au sommet des zones à *Cymodoce*, *Mutabilis*, *Eudoxus* et *Autissiodorensis*). Suivant les régions, ensemble du Bassin de Paris d'une part et Nord du Bassin d'Aquitaine d'autre part, la réapparition ou la continuité de ces environnements au Kimméridgien supérieur permet la continuité, ou l'apparition de nouveaux taxons, qui, renouvelant la faune de réguliers, persisteront ensuite jusque dans le Tithonien et au-delà ; on note toutefois dans ce dernier étage jurassique, un très net appauvrissement, portant à la fois sur la diversité des taxons et la richesse en individus, sans doute en relation avec les événements fini-jurassiques.

En effet, à la fin du Jurassique, la grande régression exondant la presque totalité de la France, marquée par la mise en place des faciès purbeckiens saumâtres, laguno-lacustres et continentaux (Jura, Boulonnais, etc...) élimine presque totalement du territoire français les faunes d'échinides ; reléguées dans les régions encore marines du sud-est, les faunes sont peu diversifiées et très pauvres en individus.

3.2. ÉCHINIDES IRRÉGULIERS

3.2.1. Jurassique inférieur

Liés aux faciès fins (vases et boues carbonatées plus ou moins chargées de détritiques – silts et argiles) des vasières médiolittorales à circalittorales, les échinides irréguliers sont extrêmement rares dans le Jurassique inférieur français. Au Jurassique inférieur et moyen (Hettangien-Sinémurien-Carixien) cela tient au faible développement de ces milieux. Mais, à cette contrainte externe, s'ajoute celle, historique, de l'émergence du groupe, qui se place vraisemblablement dans le Sinémurien.

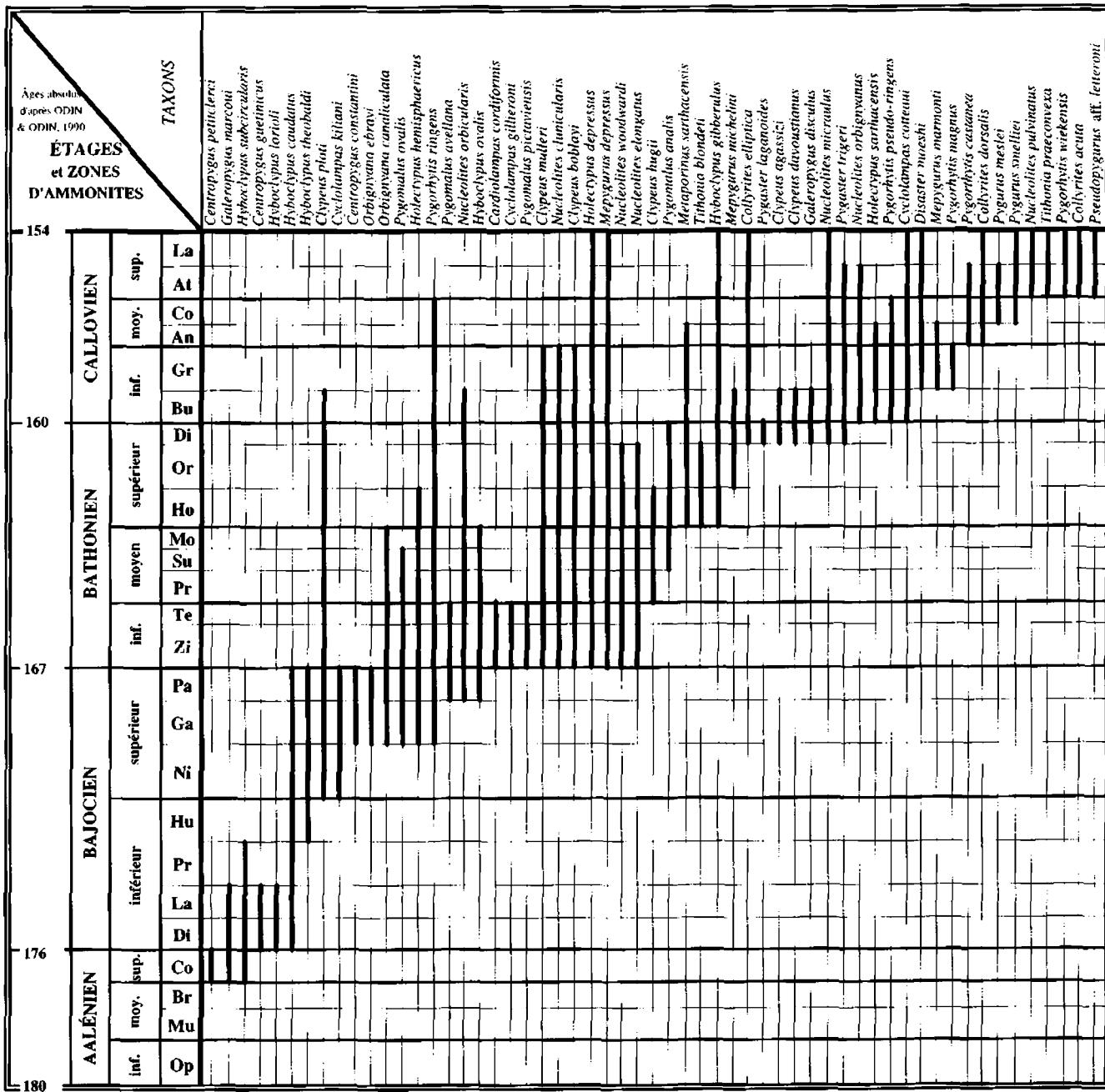
TABLEAU XLIII
Répartition stratigraphique des échinides réguliers du Jurassique supérieur

		TAXONS											
ÉTAGES et ZONES D'AMMONITES		TITHONIEN											
135		supérieur											
		Tr											
		Sc											
		Pa											
		Ci											
		Ba											
		Vi											
		Tr											
		Hy											
141		supérieur											
		Au											
		Eu											
		Mu											
		Cy											
		Ba											
146		supérieur											
		Pl											
		Bi											
		Bif											
		Tr											
		Pl											
154		supérieur											
		Co											
		Ma											

Les premiers irréguliers (Pygasteridae et Galeropygiidae) n'apparaissent qu'au Domérien moyen (Tab. XLI) : *Pygaster* est signalé dans la zone à *Margaritatus* (SMITH, 1977 et KIER, 1982) ; quant à *Galeropygus lacroixii*, des Bouches-du-Rhône, il serait sensiblement du même âge (zone à *Margaritatus* ou zone à *Spinatum* ; LAMBERT, 1924, 1925). Cette apparition est certainement plus précoce (sans ambiguïté dès le Sinémurien aux U.S.A. avec *Plesiechinus*

hawkinsi ; JESIONEK-SZYMANSKA, 1970), mais jusqu'à présent aucune découverte plus ancienne n'a été signalée en France, sans doute à cause d'un manque de données entre le sommet du Sinémurien (zone à *Birchi*) et le Carixien moyen (zone à *Ibex*). Après un hiatus important (Toarcien inférieur et moyen), ce n'est qu'au Toarcien supérieur (à partir des zones à *Pseudoradiosa* et *Insigne*), que les irréguliers vont devenir plus fréquents avec quelques Ga-

TABLEAU XLIV
Répartition stratigraphique des échinides irréguliers du Jurassique moyen



Ieropygidae (*Galeropygus*) et Holocryptidae (*Holocryptus*; ROSE & OLVER, 1984, 1988). Signalés aussi dans des niveaux d'âge identique au Maroc (JESIONEK-SZYMANSKA, 1978), ils confirment bien un enracinement liasique.

La validité et la position stratigraphique de « *Collyrites prior* », signalé par DESOR (1858) du Jurassique inférieur d'Argovie et par LAMBERT (1916) du Toarcien de l'Ardèche, mais jamais figuré, est encore sujette à caution; par la description donnée, il serait proche de *Pygomaenus ovalis* ou de *Pygomaenus analis*. Enfin, *Pygomaenus ovalis* vient d'être découvert dans le sommet du Carixien moyen, Zone

à Ibex, sous-zone à Luridum (VADET *et al.*, 1995), en Normandie. Si la position stratigraphique de ce taxon est confirmée, ainsi que sa parenté avec « *C. prior* », ce seraient les plus anciens Collyritidae.

3.2.2. Jurassique moyen

Ce sous-système est marqué par une intense diversification des oursins irréguliers (Tab. XLIV). Par rapport à la fin du Jurassique inférieur, huit grandes familles se dé-

veloppent ou s'individualisent au cours du Jurassique moyen (Pygasteridae, Holoctypidae, Echinoneidae, Galeropygidae, Clypeidae, Nucleolitidae, Collyritidae et Disasteridae) et vont persister au Jurassique supérieur. Elles ont colonisé les milieux plus ouverts (bordures de plates-formes, plates-formes distales – étages infralittoral, circalittoral du domaine néritique) ou plus profonds (plates-formes profondes et talus – sommet de l'étage bathyal du domaine océanique) et sont moins affectées par les phénomènes eustatiques et sédimentaires qui marquent ce sous-système. Au contraire, lorsque les sédiments ne sont pas trop profonds et que la sédimentation n'est pas trop discontinue, les gisements fossilifères livrent des populations riches et diversifiées, surtout dans le Bajocien supérieur (Normandie, Bourgogne), le Bathonien supérieur et le Callovien inférieur (Maine, Sarthe, Poitou, Boulonnais, Bourgogne), le sommet du Callovien moyen (Maine et Sarthe), le Callovien supérieur (Bourgogne) et l'Oxfordien inférieur-moyen (Ardenne, Bourgogne, Jura). Ailleurs, si le milieu est trop profond, la sédimentation est réduite (niveaux condensés) ou trop importante et trop finement détritique (séries calcaréo-argileuses alternantes), la faune benthique est inexistante ou très rare, réduite à quelques irréguliers dispersés (Bassin du Sud-Est, Boulonnais); si l'environnement est trop superficiel, la remontée du niveau marin exerce une activité érosive (milieux de haute énergie) et les dépôts sont minces ou lenticulaires, renfermant une faune benthique mal conservée réduite à quelques échinides réguliers.

Encore assez discrets au Bajocien inférieur et moyen (sans doute à cause d'un enregistrement fossile réduit et un manque évident de documentation), au Bajocien supérieur, les irréguliers colonisent de manière spectaculaire les fonds meubles ou vaseux des plates-formes externes (distales), sans doute un peu plus profondes, situées sur les bordures et en périphérie des plates-formes carbonatées (oolithiques et bioclastiques). La sédimentation est plus fine, souvent plus argileuse et / ou silteuse, mais non dépourvue de fins bioclastes; les environnements, se rapprochent de ceux de l'étage circalittoral du domaine néritique, voire la partie supérieure de l'étage bathyal (CLAVEL, 1984), notamment dans la France alpine, là où s'ouvre l'«Océan ligur».

Les Pygasteridae (*Pygaster*), Holoctypidae (*Holoctypus*) et Galeropygidae (*Galeropygus* et *Hyboclypus*) amorcent puis amplifient la diversification débutée au Jurassique inférieur (ROSE & OLVER, 1984, 1988). Ils restent assez discrets, sauf les Holoctypidae dont des populations fossiles d'effectif important peuvent être récoltées dans des sédiments meubles et fins à l'origine (vases carbonatées argilo-silteuses); cet environnement est en accord avec certains traits morphologiques du test, notamment la forme discoïdale aplatie et le grand développement du péripore, en liaison avec un mode de vie laboureur ou fouisseur et un régime limnivore (SMITH, 1984; SMITH *et al.*, 1988) caractérisé par une forte consommation. Les Clypeidae (*Clypeus* et *Pygurus*) et Nucleolitidae (*Nucleolites*), fréquents dans des sédiments à l'origine vaso-sableux (calcaires argileux finement bioclastiques) s'individualisent au Bajocien moyen (zones à *Humphriesianum* et *Subfurcatum*), où ils peuvent former des populations assez abondantes. Dans le même temps, les premiers Disasteroidea se diversifient : outre le cas de *Pygomalus ovalis* et *C. prior* discuté plus haut, le plus ancien confirmé d'entre eux serait *Cyclolampas kiliani* du Bajocien supérieur (zones à *Subfur-*

catum, *Garantiana* et *Parkinsoni*) des régions rhodaniennes (Massif des Écrins dans l'Isère; CLAVEL & FOURNIER, 1982). Les Collyritidae *s. str.*, s'ils sont apparus plus tôt, ne se diversifient qu'avec *Pygorhytis* dans la zone à *Garantiana*, suivi par *Pygomalus* dans la zone à *Parkinsoni*, ils sont fréquents dans de nombreux gisements du sud/sud-est du Bassin de Paris (Nièvre, Côte d'Or) et de Normandie. Quant aux Disasteridae *s. str.*, certains sont signalés au Bathonien (*Disaster*?); mais leur position stratigraphique est douteuse et leur émergence se place plus vraisemblablement entre le Callovien moyen et l'Oxfordien inférieur.

Tous ces taxons s'individualisent apparemment brutalement, montrant une réelle radiation adaptative; ils constituent le fond et la masse de la faune échinologique pendant tout le Jurassique moyen, tant par leur fréquence que par le nombre des individus dans les gisements. D'après nos connaissances, les autres groupes, tel que les Echinoneidae (*Pygopyrina* au Callovien par exemple) viennent compléter cette faune mais de manière très discrète et anecdotique.

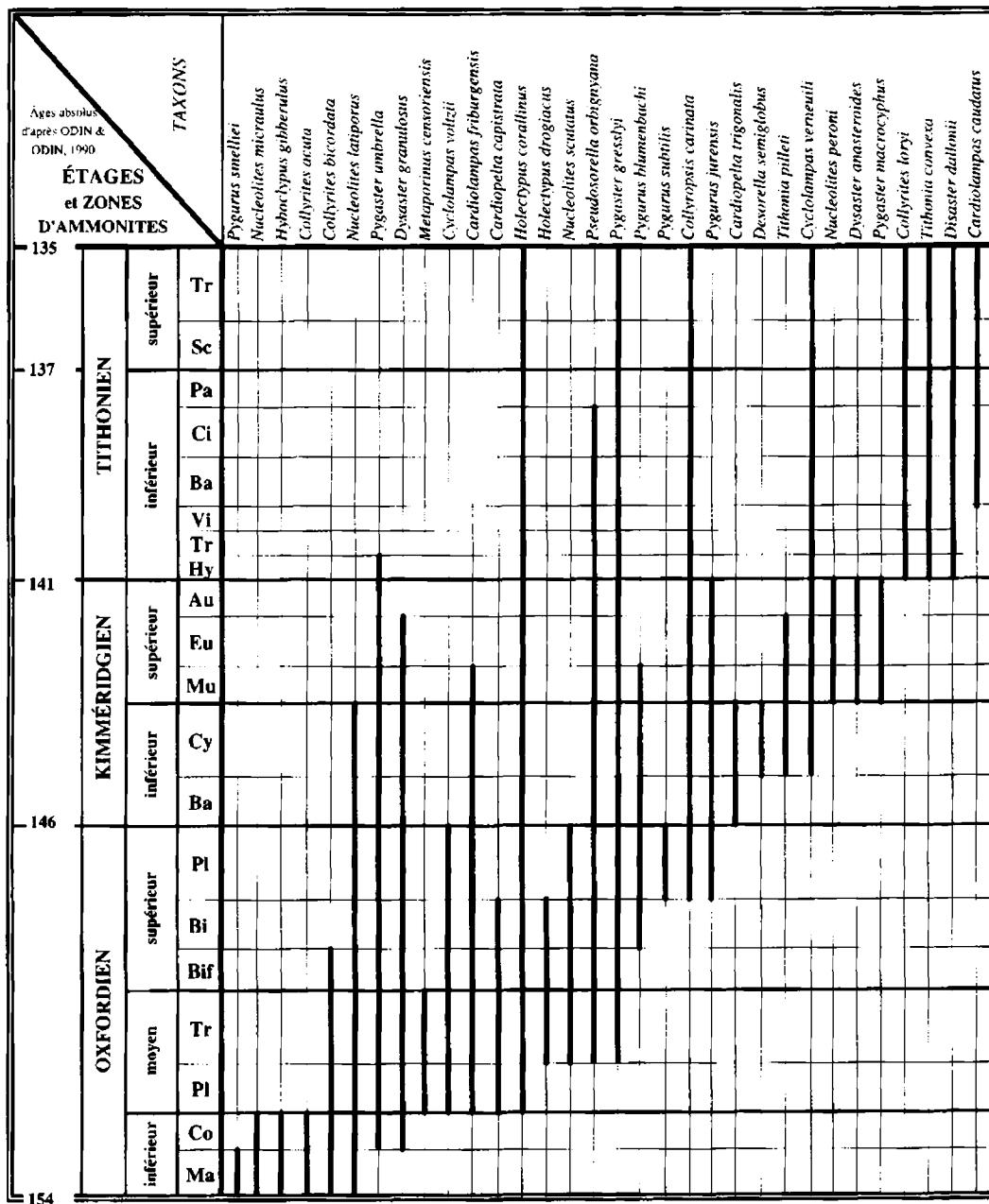
3.2.3. Jurassique supérieur

L'ensemble de la faune d'échinides irréguliers du Jurassique supérieur français montre des taxons au mode de vie très spécialisé; encore plus qu'au Jurassique moyen, dans les gisements, les irréguliers sont donc totalement séparés des réguliers. De plus, ils sont appauvris par rapport à ceux du Jurassique moyen du point de vue de la diversité des taxons et du nombre des individus (une cinquantaine de taxons d'irréguliers au Jurassique moyen, contre une trentaine au Jurassique supérieur). Ce sous-système (Tab. XLV) sera marqué par un renouvellement faunique conséquent avec l'extinction des Clypeidae et Collyritidae; de leur côté, les Pygasteridae et Disasteridae persistent ils disparaîtront au Cénomanien (DEVRIÈS, 1965) L'essentiel des documents fossiles proviennent de gisements du Bassin de Paris et du Jura, où règnent des conditions de plates formes distales de profondeur moyenne favorables à leur développement; les données sont déjà plus rares dans les Charentes et sur la bordure Est du Massif Central (Ardèche, Gard). Ces dernières et les régions alpines, en domaines plus profonds, sont habitées par un petit nombre de genres très particuliers; quant au Sud de l'Aquitaine, les données sont quasi inexistantes sans doute à cause du développement de faciès peu propices aux échinides fouisseurs ou laboureurs, mais aussi d'un manque de connaissances.

L'absence de documentation de la base de l'Oxfordien (zone à *Mariae*) est cependant moins marquée chez les irréguliers que chez les réguliers. Les faciès de plates-formes proximales de profondeur moyenne (étages médiolittoral et circalittoral) du Bassin de Paris et du Jura, qui se développent pendant cet épisode eustatique de remontée du niveau marin, permettent de suivre de manière satisfaisante l'évolution des peuplements de Collyritidae (THIERRY, 1974, 1984, 1985) et de Clypeidae. Les Dysasteridae, restés discrets depuis leur apparition au Callovien, se diversifient pendant l'Oxfordien inférieur (zone à *Cordatum*), et remplacent progressivement les Collyritidae, dont ils occupent vraisemblablement les mêmes biotopes.

A partir de l'Oxfordien moyen (zone à *Plicatilis*, puis zone à *Transversarium*), sur les plates-formes proximales

TABLEAU XLV
Répartition stratigraphique des échinides irréguliers du Jurassique supérieur



à sédimentation marneuse (vases carbonatées finement bioclastiques et argilo-silteuses à faciès « argovien » du Bassin de Paris et du Jura), les Pygasteridae, Holecryptidae, Clypeidae, Collyritidae et Disasteridae se diversifient à nouveau. Les populations fossiles sont cependant moins fréquentes et leurs effectifs plus réduits qu'au Jurassique moyen.

Avec l'Oxfordien supérieur, le grand développement des faciès oolithiques et bioclastiques à bioconstructions de madréporaires, contribue à leur réduction (surtout dans la zone à Planula).

Renouvelés et relativement fréquents dans les faciès marneux du Kimméridgien inférieur, ils se réduisent à nouveau de manière drastique pendant le Kimméridgien supérieur et le Tithonien. Dans le même temps, ils sont repoussés progressivement vers les régions marines plus ou moins profondes du Sud-Est de la France, seul domaine où se maintiennent des conditions de vie favorables à leur développement ; c'est à ce moment que disparaissent les Galeropygidae (*Hyboclypus*). Les Collyritidae et Disasteridae vont rester assez stables, pour la plupart jusqu'au Valanginien (*Cardiopelta*, *Cyclolampas*, *Grasia*, *Disaster*,

Cardiolampas, *Collyropsis*, *Tithonia*), d'où émergeront les Holasteroidea et Spatangoidea promis à un bel avenir crétacé, cénozoïque et actuel (DEVRIES, 1965). Les Clypeidae (*Pygurus lampas*) et Pygasteridae (*Pygaster truncatus*), très réduits, persisteront respectivement jusqu'au Cénomanien inférieur et au Cénomanien terminal-Turonien inférieur (NÉRAUDEAU & MOREAU, 1989); les Holectypidae disparaîtront pendant le Crétacé supérieur. Seuls les Nucleolitidae (Cassiduloidea) et Echinoneidae (Holectypoidea) persistent et se diversifieront par la suite.

4. — CONCLUSIONS

L'utilisation biostratigraphique des échinides dans le Système jurassique est donc pour l'instant limitée par nos connaissances aussi bien sur leur paléozoologie (variabilité des taxons, systématique, évolution, paléoécologie) que sur leur distribution dans le temps (succession chronologique des taxons) et dans l'espace (paléobiogéographie). Le domaine de recherche est vaste mais très prometteur, compte-tenu des moyens méthodologiques (analyses morphologiques et méthodes statistiques), des approches conceptuelles modernes (rythmes et modalités de l'évolution) et des supports chronologiques (échelles parallèles précises) et paléogéographiques (cartes de paléoenvironnements) dont on dispose actuellement.

Dans ces seules conditions, il serait possible dans un avenir très proche, si plusieurs chercheurs s'attaquaient à ce groupe, de proposer une échelle tout à fait comparable à celle publiée récemment pour les brachiopodes (ALMERAS *et al.*, 1990), car les diverses contraintes intervenant sur leur distribution spatio-temporelle sont identiques. Dans un premier temps, les unités biostratigraphiques proposées, seraient certainement basées de préférence sur les échinides irréguliers, où nos connaissances sont les plus précises et qui montrent des taxons plus sensibles que les réguliers à l'écoulement du temps. Dans le cadre des séries jurassiques françaises, une rapide confrontation des

données biostratigraphiques sur les échinides, les ammonites et des données radiométriques est riche d'enseignements. Elle montre que de l'Aalénien au Callovien, de nombreux taxons d'oursins irréguliers ont une durée moyenne de 3,8 Ma contre 5,5 Ma pour les réguliers : de telles valeurs correspondent sensiblement à la durée moyenne d'un étage. De l'Oxfordien au Tithonien, ces valeurs sont nettement plus élevées et respectivement de 5,3 Ma et 8,3 Ma ; les durées maximum relevées pour certains taxons atteignent 16 Ma pour des Holectypoidea et 18 Ma pour des Cidaridae, groupes encore trop mal connus et spécifiques des environnements récifaux et pararécifaux : excellents marqueurs écologiques, ils seront sans doute de mauvais marqueurs stratigraphiques. Inversement, quelques taxons ont une durée d'existence beaucoup plus courte, de l'ordre de celle d'une zone d'ammonites, si on considère celles-ci comme ayant une durée moyenne égale entre les bornes des limites d'étages fixées par datations radiométriques : *Cyclolampas gilleroni*, 1,5 Ma, *Metaphorinus sarthacensis*, 1,5 Ma, etc.....

Les unités biostratigraphiques qui pourraient être proposées seraient en général des biozones d'extension concomitantes (*sensu* HEDBERG, 1976) : parties concomitantes, coïncidantes ou chevauchantes, de deux ou plusieurs taxons dans des régions ou localités particulières où l'extension de ces taxons spécifiques a été sélectionnée parmi toutes les formes contenues dans une suite de strates. Ces zones seraient calées soit sur l'échelle standard des ammonites (la coexistence ammonites/oursins irréguliers est très fréquente dans les gisements), soit sur celle des brachiopodes (pour la même raison, avec en plus la co-existence avec les réguliers). La discontinuité dans le temps et dans l'espace de l'enregistrement des échinides fossiles conduirait tout naturellement à la construction d'une telle échelle basée sur cette catégorie de zone ; en effet, par essence, les classifications stratigraphiques utilisant les zones d'extension concomitantes présentent des lacunes dont la durée n'est pas estimée biostratigraphiquement, ce qui est le cas le plus général pour les échinides.

PLANCHE 34

- Fig. 1a-b. — *Clypeus plotii* KLEIN. Bathonien inférieur/moyen, zones à Zigzag/Morrisi, Ferques (Pas de Calais). Coll. Mus. Hist. Nat. Boulogne n° 0415.
- 2a-b. — *Pygorhytis ringens* (AGAS.). Bajocien supérieur, zone à Parkinsoni, Verrey-sous-Salmaise (Côte-d'Or). Coll. Marchand, Cent. Sci. Terre Univ. Bourgogne.
3. — *Collyrites (Pygomalus) analis* (AGAS.). Bathonien supérieur, zone à Retrocostatum, Solutré (Saône-et-Loire). Coll. Thierry, Cent. Sci. Terre Univ. Bourgogne.
- 4a-b. — *Collyrites (Collyrites) elliptica* (DES MOULINS). Callovien moyen, zone à Coronatum, Chateauvillain (Haute-Marne). Coll. Thierry, Cent. Sci. Terre Univ. Bourgogne.
- 5a-b. — *Collyrites (Cardiopelta) bicordata* (DES MOULINS). Oxfordien moyen, zone à Plicatilis, Gemeaux (Côte-d'Or). Coll. Marchand, Cent. Sci. Terre Univ. Bourgogne.
- 6a-b. — *Nucleolites scutatus* LAM.. Oxfordien moyen, zone à Plicatilis Sy (Ardennes). Coll. Laurin, Cent. Sci. Terre Univ. Bourgogne.
- 7a-b. — *Holectypus depressus* (LESKE). Callovien inférieur, zone à Gracilis, Jugy (Saône-et-Loire). Coll. Thierry, Cent. Sci. Terre Univ. Bourgogne.

Toutes les figures sont au grossissement x 1,5.

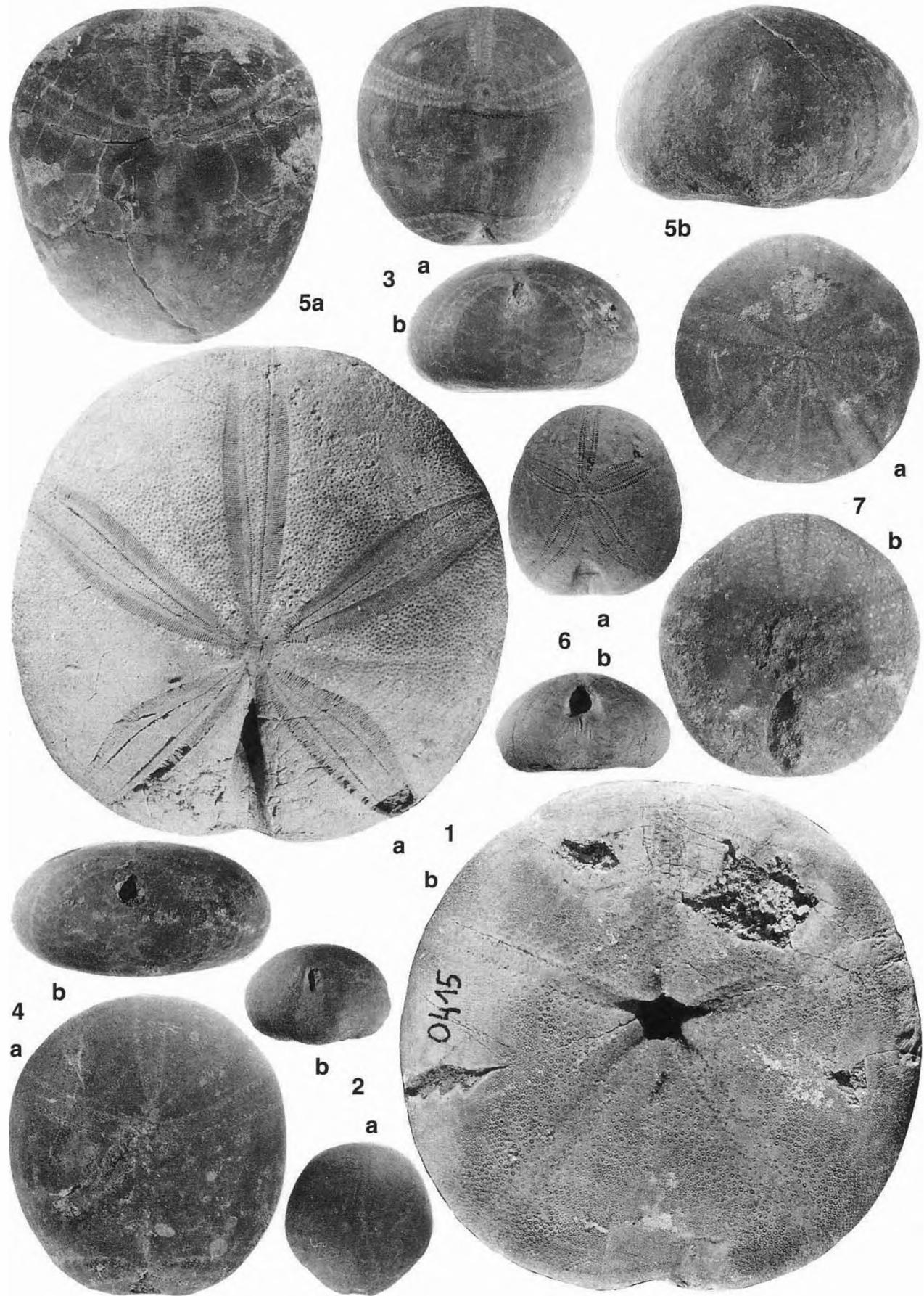


PLANCHE 35

- Fig. 1. — *Gymncidaris agassizi* (COTT.). Kimméridgien inférieur, zone à *Cymodoce*, Chatelaillon (Charente-Maritime). Coll. Rigollet; x 0,75.
2. — *Pseudosalenia aspera* AGAS. Kimméridgien inférieur, zone à *Cymodoce*, Angoulins (Charente-Maritime). Coll. Rigollet; x 6.
- 3a-b. — *Hyboclypus gibberulus* AGAS. Bathonien supérieur, zone à *Retrocostatum*, Solutré (Saône-et-Loire). Coll. Thierry, Cent. Sci. Terre Univ. Bourgogne; x 1,5.
4. — *Philicidaris desnoyersi* (COTT.). Callovien moyen, zone à *Anceps*, Mamers (Sarthe). Coll. Chevet; x 2.
5. — *Hessotiara florescens* AGAS. Kimméridgien inférieur, zone à *Cymodoce*, Angoulins (Charente-Maritime). Coll. Rigollet; x 4.
6. — *Diplocidaris miranda* (AGAS.). Kimméridgien inférieur, Zone à *Cymodoce*, Angoulins (Charente-Maritime). Coll. Rigollet; x 1.
- 7a-b. — *Nucleolites latiporus* AGAS. Bathonien supérieur, zone à *Discus*, Bellebrunne (Pas de Calais). Coll. Vadet n° V 2724, M.H.N. Boulogne; x 1,5.
8. — *Acrocidaris nobilis* (AGAS.). Kimméridgien inférieur, zone à *Cymodoce*, Angoulins (Charente-Maritime). Coll. Rigollet; x 1.
9. — *Plegiocidaris crucifera* (AGAS.). Oxfordien supérieur, zone à *Bimammatum*, Loix-en-Ré (Charente-Maritime). Coll. Rigollet; x 2.

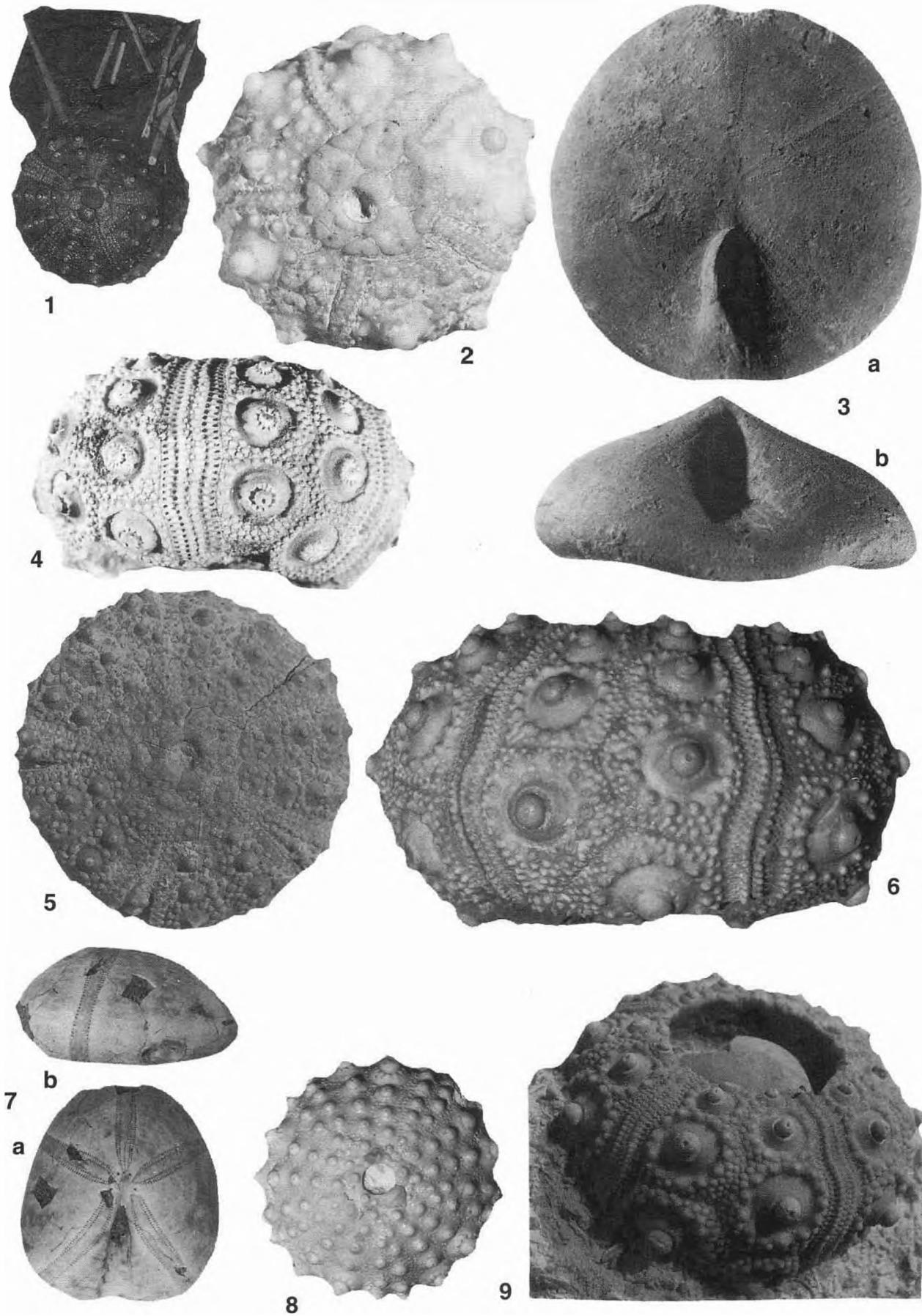
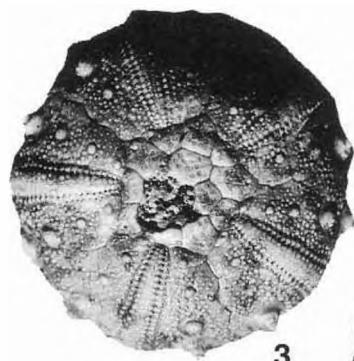


PLANCHE 36

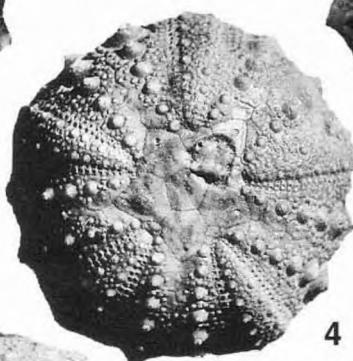
- Fig.
- 1. — *Acrosalenia hemicidaroides* var. *marioni* COTT. Bathonien supérieur, zone à Discus, Bellebrunne (Pas de Calais). Coll. Vadet n° V 943, M.H.N. Boulogne; x 1,5.
 - 2. — *Acrosalenia hemicidaroides* var. *marioni* COTT. Bathonien supérieur, zone à Discus, Bellebrunne (Pas de Calais). Coll. Vadet n° V 904, M.H.N. Boulogne; x 1,5.
 - 3. — *Acrosalenia hemicidaroides* var. *bradfordensis* RIGAUX. Bathonien supérieur, zone à Discus, Bellebrunne (Pas de Calais). Coll. M.H.N. Boulogne n° 349; x 1,5.
 - 4. — *Acrosalenia spinosa* AGAS. Bathonien supérieur, zone à Discus, Bellebrunne (Pas-de-Calais). Coll. Vadet, M.H.N. Boulogne; x 1,5.
 - 5. — *Nenoticidaris parandieri* (AGAS). Oxfordien moyen, zone à Transversarium, (Jura). Coll. Vadet n° V1650, M.H.N. Boulogne; x 2.
 - 6. — *Plegiocidaris crucifera* (AGAS.). Oxfordien moyen/supérieur, zones à Transversarium / Bimammatum, Druyes (Yonne). Coll. Cotteau, Mus. natl. Hist. nat. Paris; x 1,5.
 - 7a-b. — *Nucleolites elongatus* AGAS.. Bathonien supérieur, zone à Discus, Bellebrunne (Pas-de-Calais). Coll. Vadet n° V 64, M.H.N. Boulogne; x 1,5.
 - 8. — *Paracidaris florigemma* (PHILIPS). Oxfordien supérieur, zone à Bifurcatus, (Pas-de-Calais). Coll. Vadet n° V1711, M.H.N. Boulogne; x 2.
 - 9a-b. — *Typocidaris marginata* GOLDF. Kimméridgien inférieur, zone à Cymodoce, Angoulins (Charente-Maritime). coll. Vadet n° V1466, M.H.N. Boulogne; x 2.



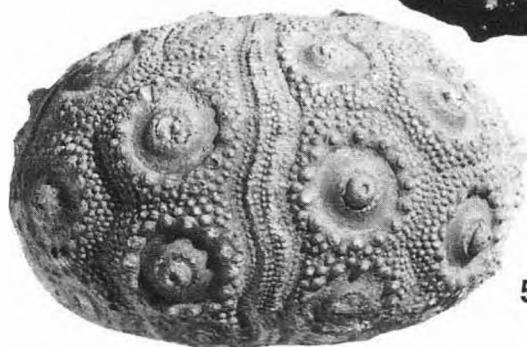
3



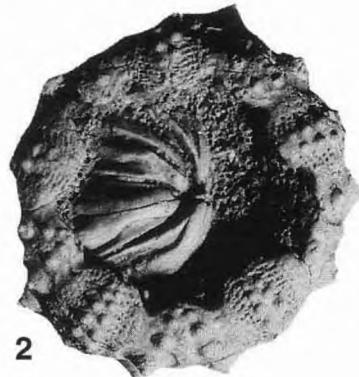
1



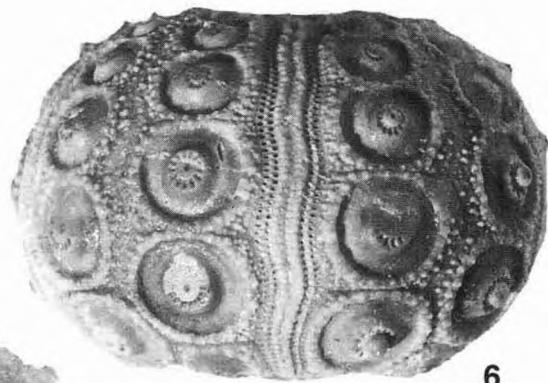
4



5



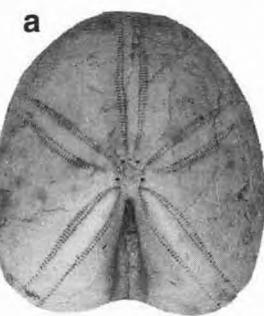
2



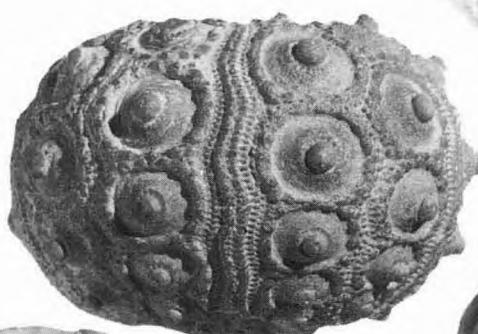
6



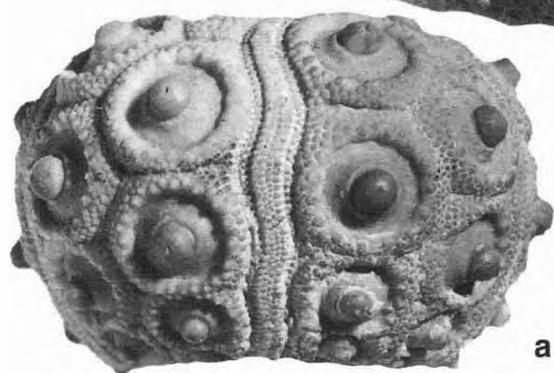
b



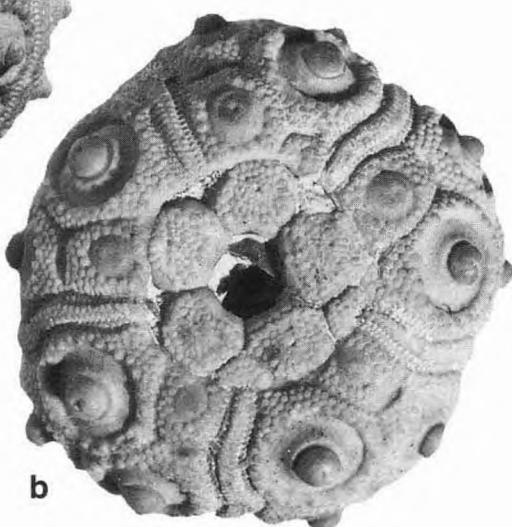
a



8



a



b

OSTRACODES LIMNIQUES

LES OSTRACODES LIMNIQUES DU JURASSIQUE EUROPÉEN

(Tab. XLVI et XLVII)

Jean-Paul COLIN

TABLE DES MATIÈRES

1. — UTILISATION STRATIGRAPHIQUE.....	273
1.1. JURASSIQUE INFÉRIEUR.....	273
1.1.1. Hettangien	273
1.1.2. Sinémurien	273
1.2. JURASSIQUE MOYEN	273
1.2.1. Bajocien	273
1.2.2. Bathonien.....	274
1.3. JURASSIQUE SUPÉRIEUR	275
1.3.1. Oxfordien	275
1.3.2. Kimméridgien.....	275
1.3.3. « Portlandien »	275
1.3.4. « Purbeckien »	276
2. — CONCLUSIONS.....	277
Illustrations : Planche 37.....	278

Dans le Jurassique européen, les ostracodes limniques (au sens de CARBONEL *et al.*, 1988), bien que connus ponctuellement dès le Jurassique inférieur, commencent véritablement à se développer et à se diversifier lors du Jurassique moyen, et tout particulièrement au cours du Bathonien. C'est vers la fin du Jurassique, dans les faciès régressifs du « Purbeckien », qu'ils atteignent leur apogée.

En raison de leur présence dans des faciès non marins, donc dépourvus d'ammonites, de foraminifères et de dinoflagellés, leur position stratigraphique est généralement très approximative. Néanmoins, leur présence souvent exclusive dans ces faciès en fait des outils non négligeables dans les études biostratigraphiques régionales. De plus, leur vaste répartition géographique leur confère une valeur certaine pour les corrélations à grande distance.

1. — UTILISATION STRATIGRAPHIQUE

1.1. JURASSIQUE INFÉRIEUR (Tab. XLVI)

Les données concernant les ostracodes limniques du Jurassique inférieur sont très ponctuelles et proviennent essentiellement de l'Hettangien et du Sinémurien.

1.1.1. Hettangien

Dans l'Hettangien, les associations les plus riches d'ostracodes limniques connues proviennent essentiellement de données de sondages d'exploration pétrolière dans les bassins de l'offshore irlandais (Fastnet, Erris, Donegal, Porcupine, North Celtic Sea : AINSWORTH, 1989, 1990; AINSWORTH & HORTON, 1986; AINSWORTH *et al.*, 1987, 1989; RUTHERFORD & AINSWORTH, 1989). Ces auteurs y mentionnent *Darwinula hettangiana* AINSWORTH, *D. rara* AINSWORTH, *Lutkevichinella fastigata* AINSWORTH, *L. hortonae* AINSWORTH, *Timiriasevia* sp. A AINSWORTH. Ces assemblages possèdent des caractères triasiques certains avec le genre *Lutkevichinella*, et jurassiques avec le genre *Timiriasevia* qui, bien que connu dès le Trias supérieur, atteint son apogée dans le Jurassique moyen.

L'espèce *Lutkevichinella hortonae* est aussi connue dans l'Hettangien inférieur (zone à *Planorbis*) du Bassin de Paris (Ostracoda in APOSTOLESCU, 1959, 1961).

Dans l'Hettangien du Danemark BERTELSEN & MICHELSEN (1970) et MICHELSEN (1975) citent une seule espèce d'ostracodes limnique limnocythereide, *Stenestroemia? roedbyensis* MICHELSEN.

1.1.2. Sinémurien

Le Sinémurien n'a livré jusqu'à présent des ostracodes limniques que dans le Sud-Ouest de la France (Quercy : CUBAYNES 1986; COLIN *et al.*, 1991; COLIN & CUBAYNES étude en cours), dans des niveaux situés vers la base du Sinémurien supérieur (Lotharingien). L'association rencontrée est très proche de celle décrite dans l'Hettangien de l'offshore irlandais, avec en particulier *Darwinula hettangiana*, *D. rara*, *Lutkevichinella* aff. *hortonae*, *Timiriasevia* n.sp. et *Klieana?* sp.

Dans le Bassin de Paris OERTLI & GROSSEIDIER (1961) signalent *Limnocythere?* sp. 10, en fait probablement une espèce de *Lutkevichinella*, dans le Sinémurien inférieur.

1.2. JURASSIQUE MOYEN (Tab. XLVI)

1.2.1. Bajocien

Dans le Jurassique moyen, les ostracodes limniques sont connus dans le Bajocien de Sardaigne, qui a livré une association (MALZ *et al.*, 1985) caractérisée par la présence de *Timiriasevia* sp., *Darwinula* sp., *Klieana?* sp., *Limnocythere?* sp., *Theriosynoecum* sp. et *Fabaniella sarda* MALZ.

TABLEAU XLVI
Ostracodes limniques : associations caractéristiques dans le Jurassique inférieur et moyen européen

PAYS ÉTAGES	GRANDE-BRETAGNE IRLANDE	FRANCE	ESPAGNE	SARDaigne
BATHONIEN	<i>Th. anglica</i> <i>Th. ancasterensis</i> <i>Th. bathonicum</i> <i>Th. kirlingtonense</i>	<i>Th. Tenuimarginata</i> <i>K. levis</i> <i>F. bathonica</i> <i>T. mackerrowi</i> <i>Th. ? pusilla</i>	<i>F. bathonica</i>	<i>T. mackerrowi</i> <i>F. bathonica</i>
BAJOCIEN		<i>C. postelongata</i>		<i>F. sarda</i> <i>Th. ? pusilla</i>
AALÉNIEN				
TOARCIEN				
PLIENSBACHIEN				
SINÉMURIEN		<i>D. hettangiana</i> <i>D. rara</i> <i>L. aff. hortonae</i>		
HETTANGIEN	<i>D. hettangiana</i> <i>D. rara</i> <i>L. fastigata</i> <i>L. hortonae</i>		<i>L. hortonae</i>	

Dans le Bajocien terminal du sud du Bassin de Paris, OERTLI (*in* BERNARD *et al.*, 1957), et DEPECHE (1984, 1985) décrivent une association caractérisée par *Cypridea? postelongata* OERTLI, *Timiriasevia* sp., *Kovalevskella?* sp. et *Rosacythère?* sp.

1.2.2. Bathonien

C'est dans le Bathonien, et principalement dans le Bathonien supérieur, que les ostracodes limniques se développent véritablement. En France, ils sont connus dans le Quercy, en Provence, et dans le Bassin de Paris. Dans le

Quercy, les assemblages observés dans le Bathonien inférieur et moyen sont caractérisés par (DEPÈCHE, 1969, 1985; ROHR, 1976; COLIN *et al.*, 1991): *Darwinula incurva* BATE, *D. cf. leguminella* (FORBES), *D. magna* ROHR, *Kleana levis* OERTLI, *Petrobrasia?* sp. 1 ROHR, *Theriosynoecum aveyronensis* (ROHR), *T. larzacensis* (ROHR), *T.? pusilla* (ROHR), *Timiriasevia dourbiensis* ROHR. En Provence, DEPÈCHE (1985) cite dans le Bathonien moyen, *Pseudohutsonia* sp., *Theriosynoecum* sp. et *Timiriasevia aff. mackerrowi* BATE.

Dans le Bassin de Paris (Poitou et Bourgogne : OERTLI, 1963b et *in* BERNARD *et al.*, 1957; DEPÈCHE 1984, 1985; MOJON, 1991), le Bathonien inférieur et moyen a livré les

espèces suivantes : *Darwinula* cf. *leguminella*, *Theriosynoecum tenuimarginata* (OERTLI), *Klieana levis* et *Fabanella bathonica* (OERTLI).

En Sardaigne, MALZ *et al.* (1985) signalent *Fabanella sarda* et *Theriosynoecum? pusilla* dans le Bathonien inférieur, et BASSOULLET *et al.* (1976) citent *Fabanella bathonica*, *Timiriasevia* cf. *mackerrowi*, *Darwinula* sp. et *Klieana?* sp. dans le Bathonien supérieur.

Dans le Nord de l'Espagne (région Cantabrique), RAMIREZ DEL POZO (1971) cite dans le Bathonien *Fabanella bathonica*, *Cypridea* sp. et *Theriosynoecum* sp. (*Bisulcocypris* auct.) Dans la province de Soria, SCHUDACK & SCHUDACK (1990) décrivent une association dans le Bathonien supérieur (zone à *Discus*) caractérisée par *Marlsaltourella mesinki* SCHUDACK & SCHUDACK et *Theriosynoecum kirtlingtonense* BATE.

En Grande-Bretagne (Yorkshire, Oxfordshire, Hébrides), les espèces suivantes ont été trouvées (BATE, 1965, 1967, 1978 ; SYLVESTER-BRADLEY, 1973 ; WARE & WHATLEY 1980, 1983 ; TIMBERLAKE 1988a-b ; WAKEFIELD 1990 ; WAKEFIELD & ATHERSUCH 1990) : *Darwinula incurva* BATE, *Theriosynoecum anglica* BATE, *T. ancasterensis* BATE, *T. bathonicum* SYLVESTER-BRADLEY, *T. conopium* WAKEFIELD & ATHERSUCH, *T. kirtlingtonense* BATE, *Timiriasevia mackerrowi*, *T. uptoni* TIMBERLAKE, *T. triangularis* Timberlake, *Klieana levis*, *Limnocythere ceratina* WARE & WHATLEY et *Fabanella bathonica*.

Dans le Bathonien supérieur de l'offshore Irlandais (*Porcupine Seabight, Goban Spur*), ATHERSUCH (1989) et COLIN *et al.*, (sous-presse) mentionnent *Limnocythere hibernica* ATHERSUCH, *Theriosynoecum* sp. (*Bisulcocypris* auct.), *T. aff. anglica* et *Darwinula* sp.

En ce qui concerne les corrélations avec les zones d'ammonites, selon BATE (1978), en Grande-Bretagne, *Theriosynoecum kirtlingtonense* serait limité à la zone à *Discus*; *T. anglica* de la zone à *Hodsoni* à la zone à *Discus*, *T. bathonicum* et *T. ancasterensis* à la zone à *Hodsoni*, et *Klieana levis* aux zones à *Hodsoni* et *Aspidoides*.

Le Jurassique moyen marque donc le véritable début de la diversification des ostracodes limniques. On note le développement des genres de limnocytherides, et en particulier des Timiriaseviinae avec les genres *Theriosynoecum* et *Timiriasevia* (COLIN & DANIELOPOL, 1980), ainsi que du genre saumâtre *Fabanella* (COLIN *et al.*, 1990), qui persisteront pendant tout le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur (faciès purbecko-wealdiens). L'hypothèse avancée par BATE (1977), selon laquelle il semblerait que ces genres se soient tout d'abord développés dans la « Province Européenne » avant de migrer dans les autres régions du globe, est remise en cause par la découverte dans le Jurassique inférieur moyen (Pliensbachien) d'Israël d'une association comportant les genres *Fabanella*, *Theriosynoecum* et *Klieana* (ROSENFELD *et al.*, 1988). De plus, *Fabanella bathonica* et *Klieana laevis* sont présents dans le Bathonien de l'offshore canadien (ASCOLI, 1976, 1988) et diverses espèces de *Theriosynoecum* existent dans le Jurassique moyen de Madagascar, des Indes, du Zaïre et du Brésil (COLIN & DANIELOPOL, 1980). WHATLEY (1988, 1990) a montré que pendant le Bathonien, les ostracodes Cypridacea, jusqu'à présent essentiellement marins, faisaient pour la première fois leur apparition dans les milieux continentaux. En fait, il semblerait que cette apparition se fasse dès le Bajocien terminal, ainsi que le laisse supposer la présence du genre *Cypridea*.

1.3. JURASSIQUE SUPÉRIEUR (Tab. XLVII)

1.3.1. Oxfordien

Au Portugal, l'Oxfordien inférieur a livré les espèces suivantes (HELMDACH, 1972) : *Theriosynoecum pedrogaoense* HELMDACH, *T. fluxans fluxans* (HELMDACH), *T. fluxans spiculata* (HELMDACH), *T. levis* (HELMDACH), *Klieana?* sp., *Timiriasevia?* sp. et *Darwinula* spp.

Les faciès émersifs du Jura franco-suisse, d'âge Oxfordien moyen à supérieur (zone à *Bifurculus* à zone à *Bimammatum*), aussi appelés Séquanien, ont livré des associations d'ostracodes laguno-lacustres montrant de fortes affinités avec celles du Bajocien supérieur et du Bathonien du Bassin de Paris (OERTLI & ZIEGLER, 1958 ; OERTLI, 1963b ; MOJON, 1991). MOJON (1991) cite en particulier *Cypridea?* cf. *postelongata*, *Theriosynoecum* cf. *tenuimarginata*, *Cetacella striata*, *Timiriasevia* cf. *mackerrowi* et *Darwinula* sp.

1.3.2. Kimméridgien

Les ostracodes non-marins du Kimméridgien inférieur (*sensu anglico*) sont particulièrement bien connus au Portugal (HELMDACH, 1971a-b, 1972, 1973-74 ; SOHN, 1982) avec *Darwinula* sp., *Theriosynoecum helmdachi* SOHN, *T. cf. pahasapensis* (ROTH), *T. algarbiensis* HELMDACH & RAMALHO, *T. hemigymnon* HELMDACH, *Timiriasevia* aff. *mackerrowi* ainsi que plusieurs espèces de *Cetacella* (= *Leiria* auct.) : *Cetacella inermis* MARTIN, *C. armata* MARTIN et *C. striata* (HELMDACH).

En Espagne, KNEUPER-HAACK (1966), BRENNER & WIEDMANN (1975) et BRENNER (1976), citent *Cetacella armata*, *C. inermis*, *C. striata* et *Darwinula leguminella* (FORBES) dans le Kimméridgien inférieur.

En Allemagne, de nombreux travaux et en particulier ceux de STEGHAUS (1951), MARTIN (1958), KLINGLER *et al.* (1962), GLASHOFF (1964), DÖRING *et al.* (1976), et SCHUDACK (1989), ont permis d'identifier une association caractérisée par plusieurs espèces du genre *Cetacella*, dont *C. armata*, *C. inermis* et *C. striata*; ces deux dernières espèces étant restreintes au Kimméridgien inférieur. Les autres espèces présentes sont : *Darwinula oblonga* (ROEMER), *D. leguminella*, *Fabanella prima* MARTIN, *F. polita ornata* STEGHAUS, *Limnocythere?* *brevispina* STEGHAUS, *L.?* *inflata* STEGHAUS, *Scabriculocypris goerlichi* KLINGLER, *Theriosynoecum planiverrucosa* KLINGLER, *Klieana?* *pustulata* KLINGLER, *K. alata* MARTIN et *Rhinocypris jurassica* (MARTIN).

Dans le Kimméridgien de l'offshore irlandais (Mer Celtique), COLIN *et al.*, 1981 citent *Cetacella armata* et *Theriosynoecum planiverrucosa*.

1.3.3. « Portlandien »

Dans le Portlandien (s.a.), il faut mentionner la persistance de *Cetacella armata* en Allemagne (WIENHOLZ, 1968) et dans l'offshore irlandais (AINSWORTH, 1985), ainsi que l'apparition en Allemagne de *Mantelliana purbeckensis* (KLINGLER *et al.*, 1962). En Grande-Bretagne, au sommet du Portlandien stratotypique, dans le Portland Stone, BARCKER (1966a-b) et ANDERSON (1985) citent les espèces sui-

TABLEAU XLVII

Ostracodes limniques : associations caractéristiques dans le Jurassique moyen (*pro parte*) et supérieur européen

PAYS ÉTAGES		GRANDE-BRETAGNE IRLANDE	FRANCE	ALLEMAGNE	ESPAGNE	PORTUGAL	
TITHONIEN	"PRK. Portlandien (<i>s.ang.</i>)	<i>C. granulosa</i> <i>C. dunkeri</i>	<i>C. granulosa</i> <i>C. dunkeri</i>	<i>C. granulosa</i> <i>C. dunkeri</i>	<i>C. granulosa</i> <i>C. dunkeri</i>	<i>C. granulosa</i> <i>C. dunkeri</i>	
	C. armata			<i>C. armata</i>			
KIMMÉRIDGIEN	Kimméridgien (<i>s.ang.</i>)			<i>C. armata</i> <i>C. striata</i> <i>C. inermis</i> <i>L. inflata</i> <i>I. brevispina</i>	<i>C. armata</i> <i>C. inermis</i> <i>C. striata</i>	<i>Th. helmidachi</i> <i>Th. hemigymnum</i> <i>T. cf. mackerrowi</i> <i>C. inermis</i> <i>C. armata</i> <i>C. striata</i>	
		<i>C. cf. postelongata</i> <i>T. cf. mackerrowi</i> <i>C. striata</i>				<i>Th. pedrogaense</i> <i>Th. fluxans</i> <i>Th. levii</i>	
OXFORDIEN							
CALLOVIEN							

vantes : *Cypridea dunkeri* JONES, *C. tumescens* (ANDERSON), *Fabanella boloniensis* (JONES) *Stenastroemia calyptroides* ANDERSON et *Wolburgia visceralis* (ANDERSON).

1.3.4. « Purbeckien »

Le « Purbeckien » correspond aux faciès continentaux situés de part et d'autre de la limite Jurassique-Crétacé en Europe occidentale. Selon CASEY (1973), cette limite est située au milieu du « Purbeckien » moyen à la base des *Cinder Beds*. Pour d'autres auteurs, et en particulier KEMPER (1973) et plus récemment FEIST & SCHUDACK (1991), le Purbeckien serait en grande partie, sinon en totalité, d'âge Crétacé inférieur (Berriasiens).

ANDERSON (1973, 1988) et KILENYI & NEALE (1978), sur la base des associations d'ostracodes limniques, et en particulier des très nombreuses espèces du genre *Cypridea*, ont pu subdiviser cet intervalle « Purbeckien » en qua-

tre zones d'assemblages, apportant ainsi des précisions à la zonation établie auparavant par SYLVESTER-BRADLEY (1949) :

— Zone 1 (partie inférieure du « Purbeckien » inférieur)

Cypridea dunkeri, *C. tumescens*, *C. primaeva* ANDERSON, *Damonella ellipsoidea* (WOLBURG), *D. pygmaea* (ANDERSON), *Darwinula leguminella*, *Fabanella ansata*, *Fabanella boloniensis*, *Klieana alata*, *Mantelliana purbeckensis* (FORBES), *R. jurassica*, *Scabrioculocypris acanthoides* ANDERSON, *S. cerastes* ANDERSON, *S. trapezoides* ANDERSON, *Stenastroemia fragilis* (MARTIN), *Theriosynoecum forbesi* (JONES), *Wolburgia visceralis*.

— Zone 2 (partie moyenne du « Purbeckien » inférieur).

Espèce dominante : *Cypridea dunkeri*, *Fabanella boloniensis*.

Autres espèces : *Cypridea granulosa protogranulosa* ANDERSON, *C. peltoides* ANDERSON, *C. peltoides eurygaster* ANDERSON, *Cypridea primaeva* ANDERSON, *C. tumescens*, *Darwinula oblonga* (ROEMER), *F. boloniensis*, *Klieana alata*, *Mantelliana purbeckensis*, *M. wealdensis* (WOLBURG), *Theriosynoecum striata* (MARTIN), *Wolburgia polyphema* ANDERSON.

— **Zone 3** (partie supérieure du « Purbeckien » inférieur – partie basale du « Purbeckien » moyen).

Espèces dominantes : *Cypridea dunkeri*, *C. granulosa granulosa*, *Fabanella boloniensis*.

Autres espèces : *Cypridea coelnothi* ANDERSON, *C. delicatula* ANDERSON, *C. lata* MARTIN, *C. peltoides*, *C. peltoides eurygaster*, *C. orientalis*, *C. primaeva* ANDERSON, *C. sagena* ANDERSON, *C. simplicissima* ANDERSON, *C. tumescens*, *C. varians* ANDERSON, *Darwinula leguminella*, *D. oblonga*, *Eoparacypris weedonensis*, *Fabanella boloniensis*, *Mantelliana purbeckensis*, *M. wealdensis*, *Pseudoparacypridopsis mountfieldensis*, *Scabriculocypris trapezoides*, *Wolburgia polyphema*.

— **Zone 4 pro parte** (partie moyenne du « Purbeckien » moyen jusqu'aux *Cinder Beds*).

Espèces dominantes : *C. granulosa fasciculata*.

Autres espèces : *Cypridea swanagensis* ANDERSON, *C. dolabrata* (ANDERSON), *C. inaequalis* WOLBURG, *C. coelnothi*, *C. penshurstensis* ANDERSON, *C. aemulans* ANDERSON, *C. posticalis* Jones, *Darwinula leguminella*, *Fabanella boloniensis*.

En dehors de la Grande-Bretagne, les travaux d'ANDERSON (1973) ont montré que ces zones d'association pouvaient être reconnues dans d'autres pays européens, permettant ainsi de corrélérer ces différents bassins : offshore Irlandais (COLIN *et al.*, 1981), Mer du Nord méridionale (HERNGREEN *et al.*, 1988; CHRISTENSEN, 1988), Allemagne (MARTIN, 1940; WOLBURG, 1959; WIENHOLZ, 1968; KEMPER, 1973), Pays-Bas (SUNG 1955), Danemark et Suède (OERTLI *et al.*, 1961; CHRISTENSEN, 1963, 1974), France (OERTLI, 1963a-b; DONZE, 1958, 1960; COLIN & OERTLI, 1985), Espagne (RAMIREZ DEL POZO, 1969, 1971; OERTLI & PEYBERNÉS, 1972; KNEUPER-HAACK, 1966; BRENNER & WIEDMANN, 1975; BRENNER, 1976), Pologne (BIELECKA, 1975), Jura franco-suisse (DONZE, 1955; DÉTRAZ & MOJON, 1989), Portugal (RAMALHO & REY, 1969; REY, 1972).

GRÉKOFF (1953) et ANDERSON (1973), sur la base des associations d'ostacodes limniques, et en particulier des

espèces de *Cypridea*, ont aussi proposé des tentatives de corrélations avec l'Union Soviétique et les Etats-Unis (Morrison Formation, PECK, 1951). Plus récemment, des corrélations ont même été envisagées avec les formations lacustres du Jurassique terminal de Chine (LI YU-WEN, 1988; PAN QIGING & WHATLEY, 1990).

2. — CONCLUSIONS

Dans les faciès continentaux du Jurassique européen, les ostracodes peuvent apporter des éléments de datation et de corrélation certains.

Les microfaunes limniques du Jurassique inférieur sont encore trop peu connues, étant restreintes dans l'état actuel des connaissances à l'Hettangien et au Sinémurien, pour pouvoir être utilisées de façon précise à des fins stratigraphiques. D'un point de vue strictement évolutif, les associations du Jurassique inférieur sont intermédiaires entre les microfaunes du Trias, avec en particulier le genre *Lutchevichinella*, et du Jurassique moyen avec les genres *Timiriasevia* et *Klieana*. Les *Darwinula* sont communes.

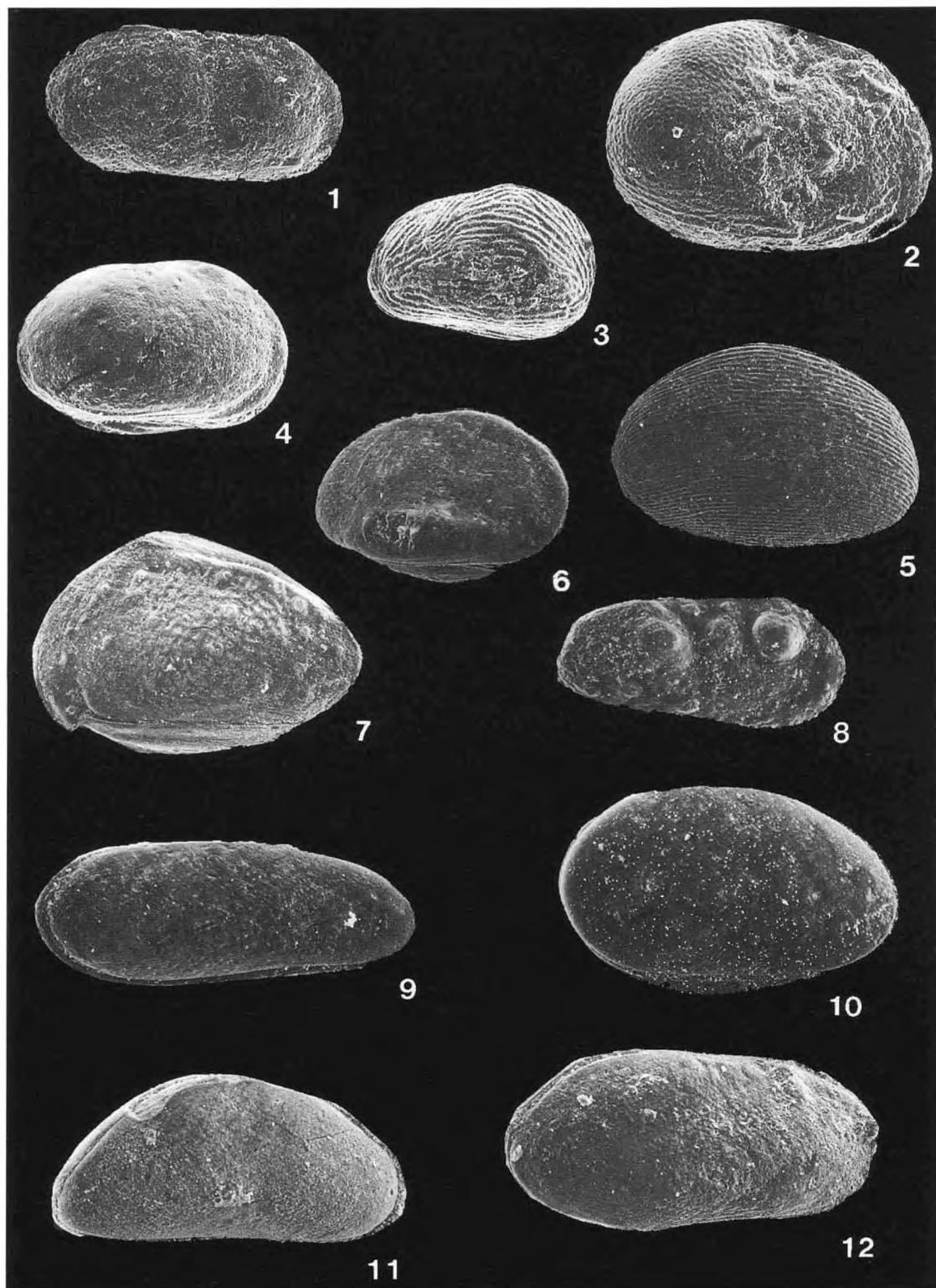
Dans le Jurassique moyen, et principalement dans le Bathonien, on note le développement des ostracodes *Timiriaseviinae* avec les genres *Theriosynoecum* et *Timiriasevia* représentés par plusieurs espèces, du genre saumâtre *Fabanella*, ainsi que la présence pour la première fois dans les milieux non marins des ostracodes Cypridaea.

Au cours du Jurassique supérieur, on observe une diversification du genre *Theriosynoecum*, particulièrement bien représenté dès la base de l'Oxfordien. Le Kimméridgien se caractérise essentiellement par la présence du genre *Cetacella*. C'est dans les faciès non-marins du passage Jurassique-Crétacé, communément nommés « Purbeckien », que les ostracodes se montrent particulièrement utiles pour la datation et les corrélations basées essentiellement sur les espèces du genre *Cypridea*.

Leur vaste répartition géographique (GRÉKOFF, 1953; HELMDACH, 1979) confère aux ostracodes limniques du Jurassique une valeur certaine pour les corrélations sur de longues distances, en particulier dans les faciès régressifs de la fin du Jurassique.

PLANCHE 37

- Fig. 1. — *Lutkevichinella* aff. *hortonae* AINSWORTH. Sinémurien supérieur du Quercy; carapace, vue latérale droite; x 82.
2. — *Theriosynoecum aveyronensis* (ROHR). Bathonien du Quercy; carapace, vue latérale droite; x 70.
3. — *Timiriasevia dourbiensis* ROHR. Bathonien du Quercy; carapace, vue latérale gauche; x 70.
4. — *Fabanella bathonica* (OCRTL). Carapace, vue latérale droite. Bathonien du Quercy, x 70.
5. — *Cetacella armata* (MARTIN). Kimméridgien, sondage offshore mer Celtique; carapace, vue latérale gauche; x 68.
6. — *Kleiana* cf. *alata* MARTIN. « Purbeckien », sondage offshore mer Celtique; carapace, vue latérale droite (morphé lisse); x 68.
7. — *Cypridea dunkeri* JONES. « Purbeckien » inférieur, sondage Bassin de Paris; carapace, vue latérale gauche; x 68.
8. — *Rhinocypris jurassica* (MARTIN). « Purbeckien », sondage offshore mer Celtique; carapace, vue latérale droite; x 81.
9. — *Darwinula leguminella* (FORBES). « Purbeckien », sondage offshore mer Celtique; carapace, vue latérale droite; x 81.
10. — *Damonella ellipsoidea* (WOLBURG). « Purbeckien », sondage offshore mer Celtique; carapace, vue latérale droite; x 68.
11. — *Lycopterocypris sabaudiae* DCNZE. « Purbeckien » inférieur, sondage Bassin de Paris; carapace, vue latérale droite; x 81.
12. — *Fabanella boloniensis* (JONES). « Purbeckien » inférieur, sondage Bassin de Paris; carapace, vue latérale droite; x 68.



FORAMINIFÈRES

LES PETITS FORAMINIFÈRES BENTHIQUES DÉGAGÉS

(Tab. XLVIII à L)

Christiane RUGET et Jean-Pierre NICOLLIN

TABLE DES MATIÈRES

1. — ESSAI DE BIOZONATION	281
1.1. Jurassique inférieur	281
1.1.1. Hettangien	281
1.1.2. Sinémurien	283
1.1.3. Pliensbachien	283
1.1.4. Toarcien	283
1.2. Jurassique moyen	284
1.2.1. Aalénien	284
1.2.2. Bajocien	284
1.2.3. Bathonien	284
1.2.4. Callovier	284
1.3. Jurassique supérieur	285
1.3.1. Oxfordien	286
2. — CONCLUSIONS	286
Illustrations : Planches 38 et 39	288

Plusieurs essais de biozonations du Jurassique par les foraminifères benthiques ont été tentés au cours des vingt dernières années. Les résultats obtenus ne permettent pas proposer de découpage aussi serré que celui qu'ont établi plusieurs générations d'ammonitologues.

Cependant, l'étude systématique de couches bien datées par les ammonites permet maintenant, grâce au jeu des associations d'espèces ou parfois même d'espèces isolées, d'envisager une biozonation plus complète et plus précise.

Il faut souligner que les zones d'association de foraminifères, que nous proposons, ne correspondent pas nécessairement à des apparitions et des disparitions d'espèces. Nous avons utilisé des espèces « pratiques », sans ambiguïté du point de vue taxinomique, avec une extension stratigraphique pouvant déborder les zones pour lesquelles ces espèces ont été retenues comme marqueurs.

Par ailleurs, cette biozonation a posé des problèmes spécifiques à chaque sous-système du Jurassique

1. — ESSAI DE BIOZONATION

1.1. JURASSIQUE INFÉRIEUR (Tab. XLVIII)

Des confrontations entre les différentes coupes réalisées dans le Jurassique inférieur de l'Europe occidentale et du Maghreb nous permettent aujourd'hui d'apporter

quelques éléments nouveaux par rapport aux propositions antérieures (RUGET, 1975, 1980, 1984, 1985, 1988).

Au Jurassique inférieur, les Nodosariidés constituent une famille particulièrement intéressante en raison de leur bonne conservation, de leur nombre et de leur importante variabilité (dont nous avons maintenant une idée assez précise). Tous ces critères nous ont permis de suivre dans le détail l'évolution des différents genres et morphogenèses au cours du temps.

Dans notre tableau de biozonation du Jurassique inférieur (Tab. XLVIII), il nous a semblé intéressant de mentionner les relais d'espèces que l'on observe chez certains genres.

C'est le cas :

— chez les dentalines ornées avec un relai entre *D. semiornata*, *D. multicostata* du Sinémurien inférieur, *D. fasciata*, *D. matutina*, *D. primaeva* du Sinémurien supérieur et *D. tenuistriata*, *D. varians* du Carixien ;

— chez les dentalines lisses au Pliensbachien et au Toarcien, relai entre *D. terquemi*, *D. obscura*, *D. arbuscula*, *D. utriculata* ;

— chez les lenticulines (morphogenre *Marginulinopsis*) ornées ; on rencontre *L. quadricosta* mg *M.* seule à l'Hettangien, puis *L. quadricosta* mg *M.* associée à *L. radiata* mg *M.* au Sinémurien inférieur, puis *L. radiata* mg *M.* seule au Sinémurien supérieur ; puis *L. radiata* mg *M.* associée à *L. speciosa* mg *M.* au Carixien et enfin *L. speciosa* mg *M.* seule au Domérien (à partir de la zone à *Margaritalus*) ;

— chez les marginulines ornées ; *M. gr. prima* est associée à *M. spinata* au Sinémurien supérieur, à *M. interrupta* au Carixien supérieur et on rencontre *M. prima* str. au Domérien ;

— chez les planulaires ornées ; on observe une succession très précise entre *L. inaequistriata* mg *P.* du Jurassique inférieur moyen, *L. praebonensis* mg *P.* au Toarcien inférieur, zone à *Tenuicostatum* et *L. obonensis* mg *P.* au Toarcien inférieur, zone à *Serpentinus*.

1.1.1. L'Hettangien

Régions : Alpes du Sud, Ardèche, Beaujolais, environs de Dijon, Lorraine, Luxembourg, Lyonnais.

A l'Hettangien, la diversité des foraminifères benthiques est déjà relativement importante.

Après la période de crise du Trias, les espèces triassiennes telles que *Lingulina collenoti* ou *Lenticulina connatus* mg *L.* persistent avec quelque variabilité dans l'Hettangien inférieur. Elles laissent la place ensuite à des formes nouvelles à faible extension et à d'autres qui se

TABLEAU XLVIII
Associations du Jurassique inférieur

ÉTAGES	Sous-étages	ZONES D'AMMONITES	Petits foraminifères benthiques
TOARCIE	supérieur	AALENSIS	
		PSEUDORADIOSEA	
		DISPANSUM	Spectre <i>L. dorbignyi</i> + Spectre <i>L. tenuistriata</i> + <i>C. fasciata</i> + <i>C. fallax</i>
	moyen	THOUARSENSE	
		VARIABILIS	Spectre <i>L. chicheryi</i> + <i>L. pennensis</i> mg M. + <i>D. utriculata</i> + <i>C. iberica</i>
	inférieur	SERPENTINUS	<i>L. obonensis</i> mg P. + <i>L. aragonensis</i> mg S.
PLIENSBACHIEN	supérieur (Domérien)	TENUICOSTATUM	<i>L. praebonensis</i> mg P. + <i>L. sublaevis</i> mg S.
		SPINATUM	
		MARGARITATUS	
	inférieur (Carixien)	STOKESI	<i>L. sublaevis</i> mg S.
		DAVOEI	
		IBEX	<i>L. radiata</i> mg M. + <i>L. speciosa</i> mg M. + <i>M. prima</i>
SINÉMURIEN	supérieur (Lotharingien)	JAMESONI	
		RARICOSTATUM	<i>L. radiata</i> + <i>M. spinata</i> + <i>I. muevensis</i>
		OXYNOTUM	
	inférieur	OBTUSUM	<i>L. radiata</i> mg M. + <i>D. matutina</i> + <i>D. primaeva</i>
		TURNERI	
		SEMICOSTATUM	<i>L. quadricosta</i> mg M. + <i>L. radiata</i> mg M. + <i>D. semiornata</i> + <i>D. multicostata</i>
HETTANGIEN	inf.	BUCKLANDI	
		ANGULATA	<i>L. quadricosta</i> mg M. + <i>L. tenuistriata</i>
		LIASICUS	<i>L. quadricosta</i> mg M. + <i>L. curva</i> mg L. + <i>N. radiata</i>
		PLANORBIS	<i>L. quadricosta</i> mg M. + <i>L. collenoti</i> + <i>L. striata</i>

mg = morphogénie

retrouveront dans le Sinémurien, voire même dans le Carixien.

Dans cette zonation de l'Hettangien, nous n'avons tenu compte ni des formes liées au faciès de transgression (comme les genres *Oberhauserella* ou *Eoguttulina*), ni de l'évolution des lingulines.

Chez ces dernières, attribuées peut être à tort au genre *Lingulina*, on observe au cours du Jurassique inférieur une évolution de la section depuis une forme arrondie vers une forme elliptique et même aplatie (la forme de l'ouverture s'adaptant en conséquence : circulaire ou en fente). Au cours de l'Hettangien se succèdent les espèces *L. striata*, *L. substriata* et *L. tenuistriata* dont l'ornementation évolue vers une tendance à acquérir un sillon central, ce qui donnera plus tard l'espèce *L. carinata*.

Les trois grandes subdivisions de l'Hettangien sont marquées par les associations suivantes :

— Hettangien inférieur (zone à *Planorbis*) : association à *L. quadricosta* mg *M.*, *L. collenoti* et *L. striata*. deux espèces héritées du Trias (*L. connudatus* mg *L.* et *L. austroalpina* mg *L.*) sont également caractéristiques de cette période.

— Hettangien moyen (zone à *Liasicus*) : association à *L. quadricosta* mg *M.*, *N. radiata* et *L. curva* mg *L.*. L'espèce *Marginulina noervangi* est également typique de cette zone.

— Hettangien supérieur (zone à *Angulata*) : association à *L. quadricosta* mg *M.* et *L. tenuistriata*. *Vaginulina subporrecta*, *Dentalina langi* et *Ichthyolaria xyphiidea* en sont également de bons marqueurs.

1.1.2. Le Sinémurien

Régions : Ardèche, Bordure nord du Massif Central, Côte-d'Or, Lorraine, Luxembourg, Lyonnais, Morvan, Espagne, Portugal.

Au Sinémurien, les genres et les espèces se diversifient remarquablement. Ainsi, les ichthyolaires, timidement apparues à l'Hettangien supérieur, se développent avec principalement des formes ornées : *I. sulcata*, *I. bicostata*.

La zonation du Sinémurien est plus difficile à établir : l'ensemble de cet étage est marqué par des éléments de grande longévité souvent hérités de l'Hettangien et qui se poursuivront jusqu'au Domérien (par exemple *L. inaequistrata* mg *P.* qui, au cours des étages, subira quelques modifications).

On trouve également des associations typiques :

— au Sinémurien inférieur, caractérisée par l'association de *L. quadricosta* mg *M.* et *L. radiata* mg *M.*, espèces auxquelles on peut joindre un couple de dentalines ornées : *D. semiornata* et *D. multicostata* (soulignant plus particulièrement la partie supérieure de la zone à *Semicostatum*) ;

— au Sinémurien supérieur, dans les zones à *Obtusum* et à *Oxynotum*, où d'autres dentalines ornées prennent le relai (*D. matutina* et *D. primaeva*) et sont associées à la seule *L. radiata* mg *M.*, *L. quadricosta* mg *M.* s'étant éteinte.

L'association de *L. radiata* mg *M.*, *Marginulina spinata* et *Ichthyolaria muelensis* est caractéristique de la zone à *Raricostatum*. *Lingulina praepupa* en est aussi un bon indice.

1.1.3. Le Pliensbachien

Régions : Alpes du Sud, Ariège, Beaujolais, bordure nord du Massif Central, Causses, Corbières, Côte-d'Or, Jura méridional, Lorraine, Luxembourg, Lyonnais, Mâconnais, Morvan, Normandie, Provence, Quercy, Yonne, Espagne, Portugal.

— Au Pliensbachien inférieur (Carixien), le renouvellement des espèces est très important mais s'effectue de manière progressive. Le groupe des marginulines en est un bon exemple. Après la disparition de l'espèce *spinata*, apparaît tout le cortège du groupe *prima* : *M. burgundiae*, (les véritables *M. prima* ne seront présentes qu'au Domérien).

L'association de *L. radiata* mg *M.* et *L. quadricosta* mg *M.* n'existe plus depuis le Sinémurien inférieur ; *L. radiata* mg *M.* persiste avec une morphologie légèrement différente (hampe plus développée) et est accompagnée par un autre représentant du morphogenre *Marginulinopsis*, *L. speciosa* mg *M.*

Dans la zone à *Davoei*, est présente *M. interrupta* ainsi que les premiers représentants des espèces *D. terquemi* et *D. obscura*.

Chez les dentalines ornées, les espèces du Sinémurien laissent la place à des formes plus élancées et à costulation plus fine : *D. tenuistriata* et *D. varians*.

— Au Pliensbachien supérieur (Domérien), la sous-zone à *Stokesi* est reconnue presque partout par la présence de la très caractéristique « *Bolivina lassica* » .

Par ailleurs, au sein de ce sous-étage, s'effectue une grande expansion du groupe des dentalines lisses : *D. terquemi*, *D. obscura* auxquelles se joint l'espèce *D. arbuscula*.

L. speciosa mg *M.* est désormais le seul représentant des *Marginulinopsis* ornés. Les vraies *M. prima* sont aussi des éléments caractéristiques de ce sous-étage ainsi que les pseudonodosaires massives (lisses et ornées : *Pseudonodosaria vulgata* et *P. multicostata*).

Dans la zone à *Spinatum*, *L. sublaevis* mg *Saracenaria* se joint à toutes ces espèces et d'ailleurs l'essentiel des formes présentes à la fin du Domérien vont passer dans la base du Toarcien ; il s'agit d'un phénomène que nous avons abondamment décrit précédemment (RUGET, 1979, 1982, 1985 ; NICOLLIN & RUGET, 1988).

1.1.4. Le Toarcien

Régions : Alpes du Sud, Ariège, bordure nord du Massif Central, Causses, Corbières, Jura méridional, Lorraine, Luxembourg, Lyonnais, Mâconnais, Morvan, Quercy, Vendée, Espagne, Portugal.

Le Toarcien constitue vraisemblablement, au moins pour ses parties inférieure et moyenne, l'étage qui permet d'effectuer les subdivisions les plus fines dans le Jurassique inférieur.

— La base du Toarcien inférieur, comme il a été mentionné précédemment, est encore d'affinité domérienne (parmi les espèces domériennes encore présentes à ce niveau, on peut citer *L. sublaevis* mg *S.*). C'est un peu plus tard (au cours de la zone à *Serpentinus*) que se produit un renouvellement important et généralisé des for-

minifères, probablement en liaison avec la grande phase de transgression du Toarcien inférieur.

Des expressions morphologiques nouvelles apparaissent : genres nouveaux (*Citharina*), développement spatial des morphogenres au sein d'une même espèce (« spectres » chez *L. chicheryi*, *L. dorbignyi*,...).

Dans les régions du Sud de l'Europe (jusque dans l'Ariège en France) et au Maghreb, quelques espèces permettent une biozonation précise du Toarcien inférieur. Il s'agit de *L. praebonensis* mg *P.* dans la sous-zone à *Palpus* et de *L. obonensis* mg *P.* et *L. aragonensis* mg *Sarcenella* pour la partie supérieure de la zone à *Tenuicostatum* et la zone à *Serpentinus*.

Cette dernière est aussi marquée par l'apparition des premières *Lenticulina chicheryi* (espèces à côtes suturales) avec les seuls morphogenres *Lenticulina* et *Astacolus*.

— Le Toarcien moyen voit l'apogée des citharinés ; les formes à côtes fines (*C. colliezi*) apparues à la fin du Toarcien inférieur y sont accompagnées par de nombreuses espèces à ornementation plus grossière (*C. iberica*, *C. longuemari* et ses variétés,...). Le « spectre *L. chicheryi* » se développe (présence de tous les morphogenres). Chez les dentalines lisses, *D. utriculata* a relayé le couple *D. terquemi*-*D. obscura*. Les zones à *Bifrons* et *Variabilis* sont, en outre, marquées par la présence d'un *Marginulinopsis* présentant un bord dorsal pincé caractéristique : *L. pennensis* mg *M.*

— A la fin du Toarcien moyen apparaît le « spectre *L. dorbignyi* » (espèce présentant une réticulation) qui sera dominant dans tout le Toarcien supérieur. Dans ce dernier, la diversité des foraminifères commence à diminuer fortement, les faciès deviennent moins favorables aux Nodosariidés.

On peut noter cependant l'apparition dans la sous-zone à *Levesquei* (zone à *Pseudoradiosa pars*) du « spectre *L. tenuistriata* » (espèce à réticulation différente de *dorbignyi*) qui se prolongera dans l'Aalénien. Les citharinés subissent une diminution très nette de leurs effectifs et de leur diversité ; *C. fallax* et surtout *C. fasciata* sont les plus représentées pendant cette période.

1.2. JURASSIQUE MOYEN (Tab. XLIX)

Dans cette partie moyenne du Système jurassique, la zonation des foraminifères benthiques devient plus difficile à établir.

Les faciès très détritiques de l'Aalénien et l'installation des grandes plates-formes carbonatées à partir du Bajocien sont des facteurs responsables du déclin des Nodosariidés dans les mers du Jurassique. Certes, ils ne disparaissent pas, mais ils commencent à être sérieusement concurrencés par d'autres groupes de foraminifères benthiques qui peu à peu les supplanteront.

L'inconvénient de ces groupes nouveaux ou qui prennent un grand essor est qu'il s'agit la plupart du temps de formes étroitement dépendantes des conditions de milieu (foraminifères agglutinants, épistomines,...). Il est donc beaucoup plus délicat d'utiliser de tels groupes à des fins biostratigraphiques.

Cependant, avec les Nodosariidés encore présents et certaines autres formes, on peut proposer une zonation

du Jurassique moyen, évidemment beaucoup moins précise que celle du Jurassique inférieur. Notre échelle est basée à la fois sur nos recherches personnelles et sur la bibliographie (BARNARD, *et al.*, 1981; BIELECKA & STYK, 1981; CFFILLI, 1959; DELANCE & RUGET, 1989; LUTZE, 1960; MUNK, 1978; PARRON, 1975; PIOTELAT, 1984; WERNLI, 1971; WERNLI & SEPTFONTAINE, 1971; YACOUBI, 1984); c'est la raison pour laquelle nous n'indiquons plus les régions étudiées.

1.2.1. Aalénien

C'est un étage qui reste très « énigmatique » en ce qui concerne les foraminifères benthiques : les faciès généralement très terrigènes (ainsi que l'étaient d'ailleurs ceux du Toarcien supérieur) sont peu propices à ce type de microorganismes.

Néanmoins, dans d'autres faciès plus favorables, nous avons pu constater que certains des « spectres » toarciens (*dorbignyi*, *tenuistriata*) persistent mais le nombre des individus est peu élevé. Leur disparition est effective à la base de la zone à *Concavum*.

Quelques espèces à tests arénacés permettent d'effectuer un découpage dans l'Aalénien inférieur et moyen :

— la zone à *Opalinum* peut être caractérisée par l'association de *Lagenammina jurassica*, *Reophax metensis* ainsi que des trochammines,

— *Reophax sterkii* marque la zone à *Murchisonae*.

L'Aalénien supérieur voit le développement de *Nodosaria regularis* et de *Planiinvoluta carinata*.

1.2.2. Bajocien

Au Bajocien, la biozonation, très imprécise, s'appuie sur quelques espèces de Nodosariidés caractéristiques.

— Bajocien inférieur : avec *L. pseudoradiata* mg *P.*, *L. bicostata* mg *M.* et *Nodosaria regularis*.

— Bajocien supérieur : *Citharina ornithocephala*, *L. dyctioides* mg *Astacolus* et *Planispirillina punctulata* semblent assez typiques de la zone à *Garantiana*.

C'est également à partir de la base de cette zone que l'on rencontre des espèces très typiques du Jurassique moyen telles que *L. quenstedti* mg *L.*, *L. argonauta* mg *P.*, *L. polymorpha* mg *P.*, *L. galeata* mg *L.*, *Tristix somaliensis*, *Tristix acutiangulatum* et *Flabellammina althoffi*.

1.2.3. Bathonien

Les formes apparues dans le Bajocien persistent dans cet étage. Certaines d'entre elles atteindront le Callovien voire même l'Oxfordien (*L. quenstedti* mg *L.*).

On peut toutefois retenir *Triplasia bartensteinii* comme marqueur du Bathonien inférieur.

1.2.4. Callovien

Outre les espèces qui proviennent du Bajocien, cet étage est marqué par un certain renouvellement de la faune :

— dans sa partie inférieure, l'association de *L. cultrata* mg *L.* et *L. ectypa* mg *A.* semble caractéristique,

TABLEAU XLIX
Associations du Jurassique moyen

ÉTAGES	Sous-étages	ZONES D'AMMONITES	Petits foraminifères benthiques
CALLOVIEN	superieur	LAMBERTI	<i>L. quenstedti</i> mg L. + <i>F. molleri</i> + <i>F. nikitini</i> + <i>F. francoonica</i>
		ATHLETA	
	moyen	CORONATUM	
		ANCEPS	<i>L. quenstedti</i> mg L. + <i>L. galeata</i> mg L.
	inférieur	GRACILIS	
BATHONIEN	superieur	BULLATUS	<i>L. cultrata</i> mg L. + <i>L. ectypa</i> mg A.
		DISCUS	<i>L. quenstedti</i> mg L. + <i>L. galeata</i> mg L. + <i>T. acutiangulum</i>
	moyen	RETROCOSTATUM	
		BREMERI	
		MORRISI	<i>L. quenstedti</i> mg L. + <i>L. galeata</i> mg L.
		SUBCONTRACTUS	+ <i>L. polymorpha</i> mg P. + <i>T. acutiangulum</i>
	inférieur	PROGRACILIS	
		AURIGERUS	
BAJOCIEN	superieur	ZIGZAG	<i>L. quenstedti</i> mg L. + <i>L. galeata</i> mg L.
		PARKINSONI	<i>M. bathonica</i>
		GARANTIANA	
		NIORTENSE	<i>C. ornithocephala</i> <i>L. dictyodes</i> mg A. + <i>P. punctulata</i>
	inférieur	HUMPHRIESIANUM	<i>L. pseudoradiata</i> mg P. <i>L. bicostata</i> mg M. + <i>I. nodosaria</i>
		PROPINQUANS	
		LAEVIOUSCULA	<i>N. regularis</i> + <i>A. tolypa</i>
		DISCITES	
		CONCAVUM	<i>Planiinvoluta carinata</i>
		BRADFORDENSIS	
AAIFIENIEN	sup.	MURCHISONAE	<i>Spectre L. dorbignyi</i> +
		OPALINUM	<i>Reophax sterkii</i>
	moyen	MURCHISONAE	<i>Spectre L. tenuistriata</i>
	inf.	OPALINUM	<i>Lagenammina jurassica</i> + <i>Reophax metensis</i>

— dans sa partie supérieure apparaissent les premières vraies frondiculaires : *F. nikitini*, *F. molleri* et *F. francoonica*.

1.3. JURASSIQUE SUPÉRIEUR (Tab. L)

En ce qui concerne ce dernier sous-système du Jurassique, nous possédons des données (personnelles et

tirées de la bibliographie) pour l'Oxfordien principalement (BARNARD *et al.*, 1981; BARNARD & SHIPP, 1981; BASTIEN & SIGAL, 1959; EXTON & GRADSTEIN, 1984; LUTZE, 1960; PIOTELAT, 1984; SEIBOLD & SEIBOLD 1959; STAM, 1986). Notre biozonation s'appuie, comme pour le Jurassique moyen, sur quelques espèces de Nodosariidés et surtout sur des représentants d'autres familles.

Pour le Kimméridgien, les gisements que nous avons étudiés sont situés au Portugal. Il n'est pour l'instant pas

TABLEAU L
Associations de l'Oxfordien et du Kimméridgien inférieur

ÉTAGES	Sous-étages	ZONES D'AMMONITES	Petits foraminifères benthiques	
KIMMÉRIDGIEN	supérieur	BECKERI		
		EUDOXUS		
		ACANTHICUM		
	inférieur	DIVISUM		
		HYPSELOCYCLUM	<i>L. polypora</i> mg <i>P.</i>	
OXFORDIEN	supérieur	PLATYNOTA		
		PLANULA	<i>L. polypora</i> mg <i>P.</i> + <i>V. pasquetae</i> + <i>L. angustissima</i> mg <i>A.</i> + <i>Conorboides marginata</i>	<i>L. triquetra</i> mg <i>S.</i>
		BIMAMMATUM		<i>H. maynci</i>
	moyen	BIFURCATUS	<i>H. maynci</i> + <i>M. turgida</i>	
		TRANSVERSARIUM		<i>H. maynci</i> + <i>H. planus</i>
	inférieur	PLICATILIS		
	supérieur	CORDATUM	<i>L. polypora</i> mg <i>P.</i>	<i>H. canui</i>
		MARIAE	<i>"G." oxfordiana</i>	

possible de dégager des marqueurs, ni chez les Nodosariidés, ni chez les autres foraminifères. Nous souhaitons avoir l'opportunité, dans l'avenir, d'étudier des gisements provenant d'autres régions et tenter ainsi de combler cette lacune.

1.3.1. Oxfordien

Cet étage est marqué par *Lenticulina polypora* mg *Planularia* qui apparaît à la base de la zone à *Cordatum* et s'éteint dans le Kimméridgien basal.

L'Oxfordien inférieur pourrait être caractérisé par « *Globigerina* » *oxfordiana* (zone à *Mariae*) et *Haplophragmoides canui* (zone à *Cordatum*).

Dans l'Oxfordien moyen et supérieur :

- *Vaginulina pasquetae*, *Conorboides marginata* et *L. angustissima* mg *Astacolus* (sur l'ensemble de ces deux sous-étages),
- *H. maynci* (de la sous-zone à *Maltonense* à la base de la zone à *Pseudocordata*) du domaine boréal,
- *H. planus* (pour la zone à *Transversarium*),
- *Marginulina turgida* (fin de la zone à *Transversarium* et zone à *Cautisnigrae*),
- *L. triquetra* mg *Saracenaria* (partie supérieure de la zone à *Pseudocordata*).

2. — CONCLUSIONS

La biozonation des foraminifères benthiques dégagés du Jurassique est un objectif en voie de réalisation. Ce groupe, comme beaucoup d'autres organismes benthiques n'est pas facile à exploiter en biostratigraphie en raison de son étroite dépendance vis-à-vis des conditions de milieu.

En ce qui concerne le Jurassique inférieur, les Nodosariidés nous fournissent des marqueurs relativement précis pour des microorganismes à la fois unicellulaires et benthiques. Connaissant bien les coupes du Jurassique inférieur européen et ayant pour référence l'échelle biostratigraphique très précisée des ammonites, nous attendons peu de changements : nous avons maintenant une idée satisfaisante de la répartition stratigraphique des espèces dans ce sous-système.

Il n'en est pas exactement de même pour le Jurassique moyen et supérieur. Ceci est dû principalement à la perte de l'hégémonie des Nodosariidés, en liaison avec l'apparition de nouveaux biotopes. Les nouveaux groupes représentés à partir du Jurassique moyen paraissent moins utilisables à des fins biostratigraphiques. D'autre part, les études micropaléontologiques ont été beaucoup moins nombreuses et approfondies que dans le Jurassique inférieur. C'est pourquoi notre échelle perd en précision dans la partie supérieure du Jurassique. Néanmoins, nous nous efforçons, avec le matériel qui nous est fourni ou que nous récoltons, de tirer parti au mieux de ces microfaunes. Nous espérons pouvoir encore affiner davantage cette biozonation dans l'avenir.

PLANCHE 38

- Fig. 1. — *Lenticulina austroalpina* FUCHS mg *Astacolus*. Hettangien, Sandaucourt (Vosges), coll. Ruget, F.C. Lyon; x 100.
2. — *Lenticulina connudatus* TAPPAN mg *Astacolus*. Hettangien inférieur, Pont-de-Chevigny, Semur en Auxois (Côte-d'Or), coll. Ruget, F.C. Lyon; x 145.
3. — *Lingulina striata* BLAKE. Hettangien inférieur, St-Jean-des-Vignes (Rhône), coll. Ruget, F.C. Lyon; x 120.
4. — *Marginulina noervangi* FUCHS. Hettangien moyen, Mazerulles (Meurthe-et-Moselle), coll. Ruget, F.C. Lyon; x 100.
5. — *Lenticulina quadricosta* (TERQUEM) mg *Marginulinopsis*. Sinémurien inférieur, Mazerulles (Meurthe et Moselle), coll. Ruget, F.C. Lyon; x 130.
6. — *Lenticulina radiata* (TERQUEM) mg *Marginulinopsis*. Sinémurien inférieur, Mazerulles (Meurthe et Moselle), coll. Ruget, F.C. Lyon; x 180.
7. — *Dentalina matutina* d'ORB. Sinémurien supérieur, Mazerulles (Meurthe-et-Moselle), coll. Ruget, F.C. Lyon; x 110.
8. — *Dentalina semiornata* TERQUEM. Sinémurien inférieur, Mazerulles (Meurthe-et-Moselle), coll. Ruget, F.C. Lyon; x 100.
9. — *Lenticulina inaequistriata* (TERQUEM) mg *Planularia*. Passage Carixien-Domérien, Fontjoncouse (Aude), coll. Nicolin, F.C. Lyon; x 66.
10. — *Ichtyolaria bicostata* (d'ORB.). Carixien supérieur, Domaine du Quilhanet, Bizanet (Aude), coll. Nicolin, F.C. Lyon; x 110.
11. ... *Ichtyolaria sulcata* (BORNEMANN). Domérien moyen, Fontjoncouse (Aude), coll. Nicolin, F.C. Lyon; x 100.
12. — *Dentalina tenuistriata* TERQUEM. Carixien inférieur, Mazerulles (Meurthe-et-Moselle), coll. Ruget, F.C. Lyon; x 86.

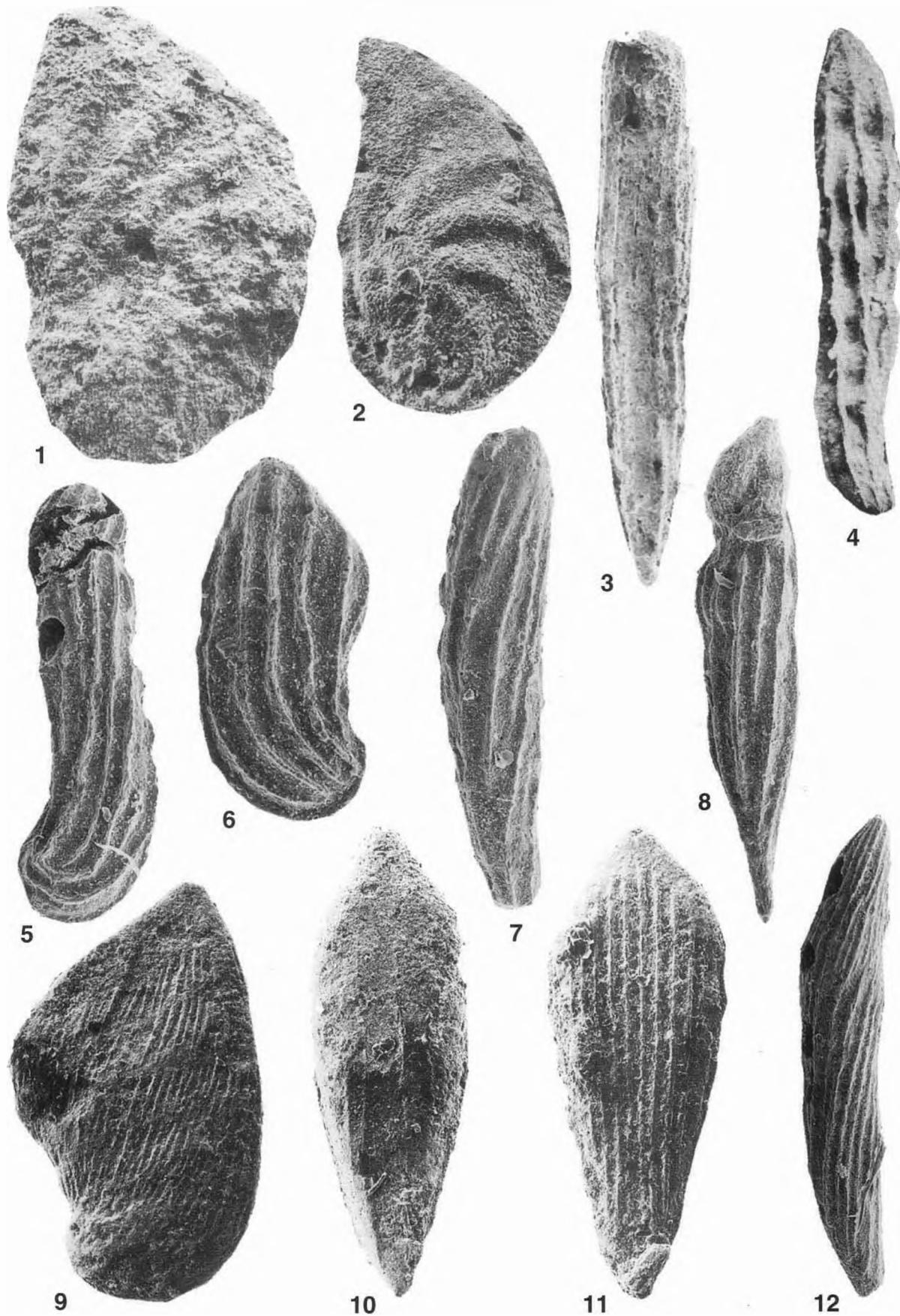
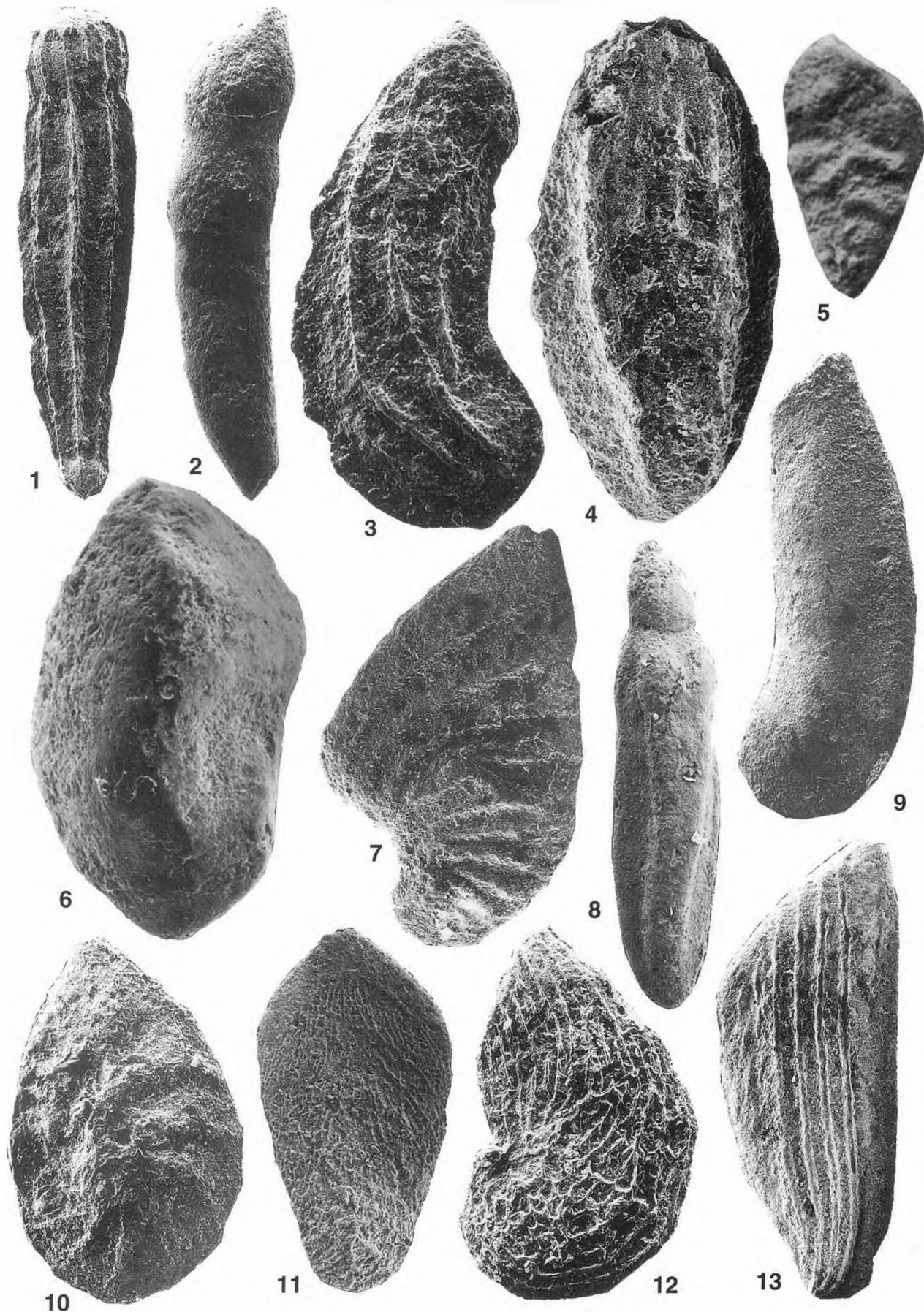


PLANCHE 39

- Fig. 1. — *Marginulina prima* d'ORB.. Carixien supérieur, Domaine du Quilhanet, Bizanet (Aude). Coll. Nicollin, F.C. Lyon ; x 74.
2. — *Dentalina terquemi* d'ORB.. Carixien supérieur, Domaine du Quilhanet, Bizanet (Aude). Coll. Nicollin, F.C. Lyon ; x 78.
3. — *Lenticulina speciosa* (TERQUEM). Carixien supérieur, Fontjoncouse (Aude). Coll. Nicollin, F.C. Lyon ; x 130.
4. — *Lingulina carinata* (BORNEMANN). Toarcien inférieur, Camarasa (Pyrénées espagnoles). Coll. Nicollin, F.C. Lyon ; x 110.
5. — *Lenticulina sublaevis* (FRANKE) mg *Saracenaria*. Toarcien inférieur, Pont de Suert (Pyrénées espagnoles). Coll. Nicollin, F.C. Lyon ; x 120.
6. — *Bolivina liassica* (TERQUEM). Domérien inférieur, Murtede (Portugal). Coll. Ruget, F.C. Lyon ; x 130.
7. — *Lenticulina aragonensis* RUGET mg *Saracenella*. Toarcien inférieur, Camarasa (Pyrénées espagnoles). Coll. Nicollin, F.C. Lyon ; x 40.
8. — *Lenticulina obonensis* RUGET mg *Planularia*. Toarcien inférieur, Camarasa (Pyrénées espagnoles). Coll. Nicollin, F.C. Lyon ; x 54.
9. — *Lenticulina pennensis* CUBAYNES & RUGET mg *Marginulinopsis*. Toarcien moyen, Camarasa (Pyrénées espagnoles). Coll. Nicollin, F.C. Lyon ; x 66.
10. — *Citharina longuemari* (TERQUEM) var. *gradata* (TERQUEM). Toarcien moyen, Camarasa (Pyrénées espagnoles). Coll. Nicollin, F.C. Lyon ; x 66.
11. — *Lenticulina chicheryi* PAYARD mg *Astacolus*. Toarcien moyen, Camarasa (Pyrénées espagnoles). Coll. Nicollin, F.C. Lyon ; x 180.
12. — *Lenticulina tenuistriata* (FRANKE) mg *Falsopalmula*. Toarcien moyen, Pont de Suert (Pyrénées espagnoles). Coll. Nicollin, F.C. Lyon ; x 72.
13. — *Lenticulina d'orbignyi* (ROEMER) mg *Astacolus*. Toarcien moyen, Camarasa (Pyrénées espagnoles). Coll. Nicollin, F.C. Lyon ; x 120.



FORAMINIFÈRES

LES GRANDS FORAMINIFÈRES

(Tab. LI à LIII)

Jean-Paul BASSOULET

TABLE DES MATIÈRES

1. — RÉVISION DE LA RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE AU JURASSIQUE DES GRANDS FORAMINIFÈRES DE L'OUEST DU DOMAINE PÉRITÉTHYSIEN (EUROPE - AFRIQUE DU NORD)	293
1.1. Jurassique inférieur	294
1.2. Jurassique moyen	296
1.3. Jurassique supérieur	301
2 — CONCLUSIONS	304

— RÉVISION DE LA RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE AU JURASSIQUE DES GRANDS FORAMINIFÈRES DE L'OUEST DU DOMAINE PÉRITÉTHYSIEN
(Europe - Afrique du Nord)

Au Jurassique, les microfaunes de foraminifères benthiques sont souvent bien différentes suivant les environnements marins. Dans les bassins ou sur les plates-formes à sédimentation argileuse se rencontrent les associations où prédominent les formes à test hyalin et notamment les *Ammoniaconosaridae*.

Sur les plates-formes carbonatées à environnements de type bahamien, les associations sont composées principalement d'espèces à test calcaire imperforé, de type *agglutiné* ou *microgranulaire* rassemblées actuellement dans le sous-ordre des *Textulariina* (classification de LOEBLICH & TIEPPAN, 1988).

On distingue, sous le nom de « Grands Foraminifères » (ou *Large Foraminifera*) un groupe informel d'espèces qui, comme leur nom l'indique, sont de grande taille relative, dépassant communément 3 mm³ (Ross, 1974) et ont souvent des structures internes complexes. On sait maintenant que ces structures, différencierées dans la paroi, la partie externe ou interne des loges peuvent être considérées, dans beaucoup de cas, comme des adaptations structurales à des symbioses avec des algues incluses dans le chitoclasme. Ces Grands Foraminifères se rencontrent préférentiellement sur les plates-formes carbonatées dans les eaux chaudes sous une très faible tranche d'eau. La liaison à la symbiose avec les algues serait une réponse à la contrainte apportée par des environnements catastrophiques (HALLOCK, 1985).

Les milieux de vie sur les plates-formes carbonatées peuvent changer rapidement, aussi ces grands foraminifi-

ères sont sujets à des extinctions massives et sont remplacés par d'autres espèces, ce qui permet une utilisation biostratigraphique du groupe.

Certaines périodes très favorables à la diversification de ces organismes, comme le Permien ou le Crétacé, ont permis l'établissement d'échelles très précises. Le Jurassique est moins bien pourvu mais les taxons existants restent précieux en l'absence de tout autre élément de datation.

Une crise sévère marque la fin du Trias qui voit l'extinction d'un grand nombre d'*Involutinidae* qui peuplaient les plates-formes noriennes avec une distribution paléogéographique très étendue autour de la Téthys. Les microfaunes des plates-formes carbonatées se renouvellent complètement et ne commencent à devenir significatives qu'à partir de la fin du Sinémurien et, dans un premier temps, dans un domaine plus restreint qu'au Trias supérieur : la bordure nord-gondwanienne depuis le Maroc jusqu'à la marge Himalayenne. Au Jurassique moyen, avec l'apparition de faciès favorables, ces microfaunes colonisent la marge nord. Au Jurassique supérieur, une expansion se poursuit, vers l'ouest en liaison avec l'ouverture atlantique et vers l'est jusqu'au Japon (BASSOULET *et al.*, 1985 ; FOURCADE & MICHAUD, 1987).

La liaison avec les environnements de type bahamien est très stricte au Jurassique inférieur ou au Jurassique moyen. Au Jurassique supérieur, certaines espèces se rencontrent dans des domaines marins plus externes et plus ouverts et aussi sur des plates-formes à sédimentation argileuse (cas des *Alveo-septa*), ce qui permet parfois une coexistence avec des ammonites et facilite les corrélations.

L'évolution de ce type de foraminifère est très discontinue et semble souvent contrôlée par les fluctuations du niveau marin et les modifications de la paléogéographie. On constate au Jurassique une succession itérative d'évolutions tendant à aboutir à de grandes formes complexes discoïdales (SEPTFONTAINE, 1988) qui disparaissent brusquement. Ces remplacements périodiques et plus ou moins synchrones des espèces (HOTTINGER, 1983) sont à mettre en relation avec les contraintes externes que subissent ces foraminifères spécialisés, adaptés à des environnements temporairement stables et oligotrophiques.

Ces caractères sont en faveur d'une utilisation biostratigraphique de ces organismes qui se heurte cependant aux inconvénients suivants :

— une liaison trop étroite des grands foraminifères avec les faciès favorables : on rencontrera ces organismes dans une série uniquement lorsque les paléomilieux correspondants étaient favorables, ce qui donne une distribution faussée par rapport à l'intervalle de temps pendant lequel ces organismes avaient vécu. En particulier,

les notions d'apparition et de disparition dans une série n'ont souvent que peu de valeur pour ce type de microfossile, contrairement au cas des foraminifères planctoniques par exemple;

— des difficultés de corrélation avec les échelles biochronologiques fondamentales basées sur les Ammonites : le plus souvent il n'y a aucune coexistence. Au mieux il y a un espace de répartition dont les limites sont connues, ou très rarement des ammonites sont accidentellement présentes dans les faciès de plate-forme.

Les relations peuvent être le plus fréquemment établies par corrélation de formations, avec tous les risques qu'impliquent des hétérochronies éventuelles, ou bien par l'intermédiaire de l'utilisation de zones d'extension mieux connues, d'autres invertébrés, par exemple les brachiopodes. La position dans les séquences de dépôt peut être aussi interprétée ;

— les particularités des méthodes d'étude : souvent ces foraminifères ne peuvent être étudiés concrètement qu'en sections dans les lames minces. Beaucoup d'espèces ont été décrites uniquement par ces méthodes. Si beaucoup de caractères structuraux exosquelettiques ou endosquelettiques fondamentaux apparaissent alors, on conçoit que la variabilité morphologique soit plus difficile à cerner, ainsi qu'en conséquence, le contenu des espèces. Par ailleurs, une même section peut prêter à des interprétations différentes, qui peuvent conduire à fausser les données. Un autre inconvénient de l'étude des foraminifères en lames minces est la difficulté d'une évaluation quantitative aisée des associations. Beaucoup d'espèces ne sont pas déterminables spécifiquement ou génériquement.

Depuis celle de SARTONI & CRESCENTI (1962), de nombreuses échelles de répartition ou des zonations locales, régionales ou plus générales ont été proposées par les différentes parties de la Téthys, souvent avec des correspondances avec les étages très incertaines et vagues mais qui mettent en évidence des successions comparables de microfaunes.

Parfois aussi ont été utilisées des cénozones comprenant des foraminifères, des algues (surtout des Dasycladales) ou d'autres microfossiles (même des *incertae sedis*). Par suite de la sensibilité de ce type d'organismes aux modifications locales, même minimales, des paléoenvironnements, et du fait des données imprécises sur les limites d'extension dans le temps de la plupart de ces taxons, la valeur de telles zonations est très relative. Cependant il est possible de mettre en évidence une succession d'événements évolutifs qui se succèdent sur le même ordre dans tout le domaine téthysien (SEPTFONTAINE *et al.*, 1991).

Il nous a paru préférable de présenter ici non pas une zonation mais une mise au point sur ce que l'on connaît de la position des principales espèces par rapport aux étages. Cette correspondance peut être établie par de rares relations directes avec les Ammonites, par l'intermédiaire de groupes-relais : les brachiopodes au Jurassique moyen par exemple et par la recherche de séries intermédiaires entre plates-formes et bassins où des niveaux datés permettent d'encadrer les « Grands Foraminifères ». La position de certaines espèces a été repérée parfois par leur coexistence avec d'autres dont la répartition est mieux connue. Les espèces retenues concernent l'ensem-

ble du domaine européen et l'Afrique du Nord mais comprennent les formes les plus importantes du Proche et Moyen-Orient. Les éléments de datation ont d'ailleurs été recherchés jusque dans ces régions.

Trois tableaux de répartition sont présentés pour le Jurassique inférieur, moyen et supérieur (Tab. LI, LII, LIII). On a essayé de représenter les intervalles de présence certaine, ceux dans lesquels se situe la zone d'existence de l'espèce mais qui est mal localisée ? et enfin les limites d'extension incertaines. Sur ces tableaux ont été portées également quelques espèces benthiques qui n'appartiennent pas strictement à la catégorie des « Grands Foraminifères » mais qui par leurs caractères peuvent être identifiées en lame mince : par exemple *Archaeosepta planierensis* WERNLI. Des raisons utilitaires ont également fait retenir des espèces de grande extension, telle *Protopenopropis striata* WEYNSCHENK, mais cependant précieuses pour certains faciès. Pour chaque espèce un paragraphe est consacré aux éléments essentiels de datation des limites de sa zone d'extension.

1.1. JURASSIQUE INFÉRIEUR (Tab. LI)

Au Jurassique inférieur, on ne connaît de « Grands Foraminifères » que sur la marge périgondwanienne depuis la partie pétrographique marocaine à l'Ouest jusqu'à la plate-forme nord-indienne himalayenne. On les trouve également sur les plates-formes adjacentes depuis l'Apulie jusqu'à dans le Sud-Taurus. En revanche ils sont absents de la future marge septentrionale sauf à l'extrême Ouest (Espagne méridionale) et certains éléments isolés parviennent dans le bassin d'Aquitaine et en Sardaigne. Sur ces plates-formes se sont déposés des sédiments calcaires de milieux souvent très internes où les ammonites sont absentes ce qui rend les correspondances avec le découpage en étage et zones d'ammonites très problématique. Cependant, au Maroc, dans les séries du Haut et du Moyen Atlas, SEPTFONTAINE (1984), a pu établir des corrélations grâce à l'utilisation de quelques ammonites et brachiopodes en relation plus ou moins directes avec les associations de foraminifères. Cet étalonnage des répartitions est, à l'heure actuelle, le seul qui existe dans toute la Téthys. Il a servi de base au tableau présenté ici. Le sommet du Domérien et le Toarcien sont mal caractérisés par suite des changements de faciès dus aux phénomènes distensifs qui affectent ces régions pétrothysiennes.

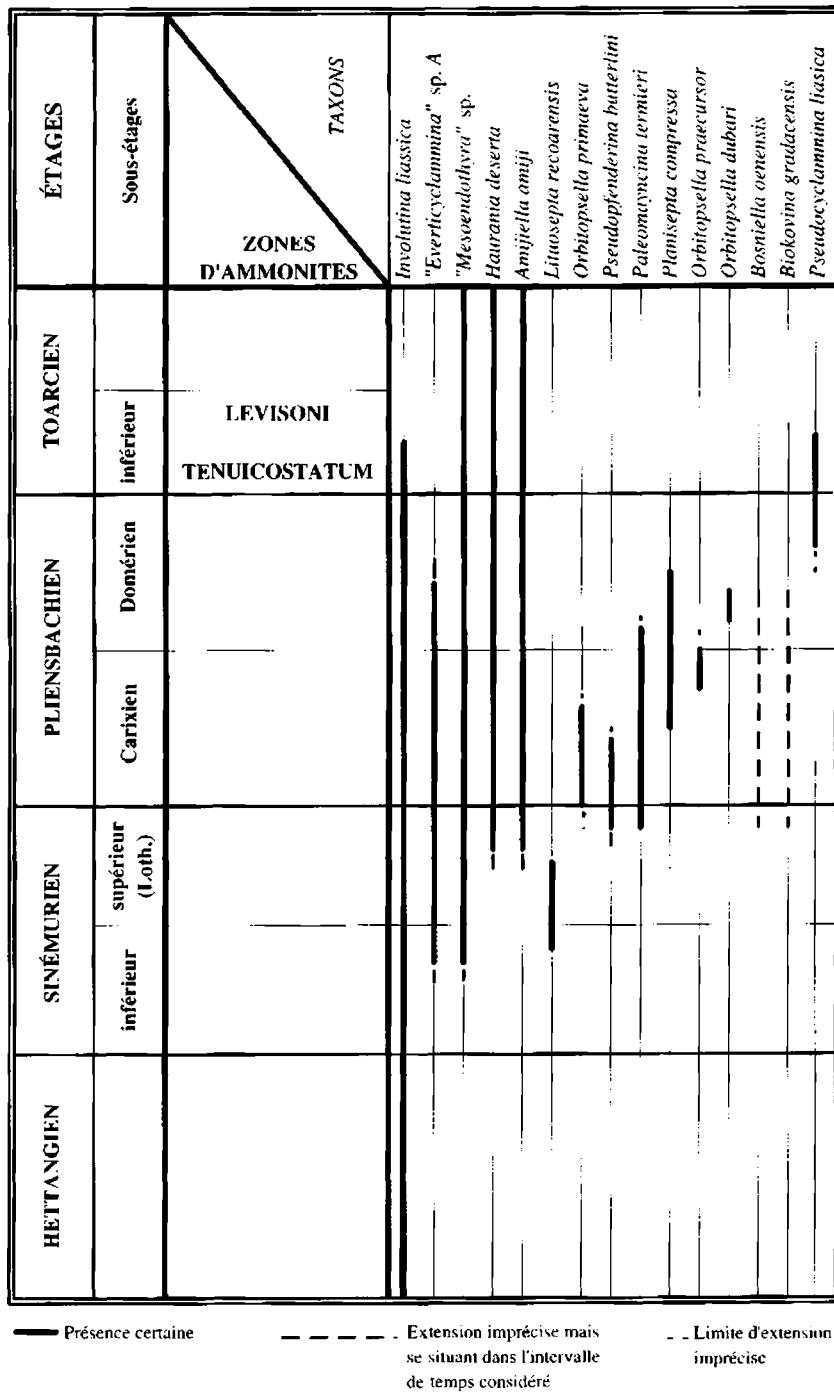
— *Involutina liassica* (JONES), 1853

Cette espèce, qui n'est pas vraiment caractéristique des plates-formes carbonatées mais plutôt des bassins à sédimentation terrigène ou des bordures de plate-forme ? apparaît dès le Norien supérieur (ZANINETTI, 1976), est fréquente dans le Lias inférieur et moyen et atteint au Maroc la base du Toarcien : zone à *Polymorphum* = zone à *Tenuicostatum* (BOUAKIOU, 1988).

« *Everticyclammina* » sp.

Cette forme non encore décrite, figurée par M. SEPTFONTAINE, 1984, pl. 1, fig. 2-4 est connue du Lias inférieur et moyen du Maroc. Une extension possible de cette espèce

TABLEAU LI
Grands foraminifères : distribution dans le Jurassique inférieur



au Jurassique moyen, diminuerait selon l'auteur l'intérêt stratigraphique de cette espèce.

— « *Mesoendothyra* » sp.

Des Lituolidés rapprochés de *Mesoendothyra sensu* GUSIC 1969 sont connus au Maroc depuis le Lotharingien jusqu'au Domérien.

— *Haurania deserta* HENSON, 1948

— *Amijiella amiji* (HENSON), 1948

Ces deux groupes spécifiques (ex *Haurania* au sens de HENSON) apparaissent en même temps au cours du Jurassique inférieur, vers la fin du Sinémurien au Maroc (« Zone B » de M. SEPTFONTAINE) et se poursuivent dans le Jurassique moyen ; ils sont repérés en particulier dans les niveaux à *Ermoceras* du Bajocien supérieur en Arabie (POWERS *et al.*, 1966). Les niveaux les plus élevés connus sont bathoniens (SEPTFONTAINE, 1978b) avec *Orbitammina* pour

A. amiji mais moins bien documentés pour *Haurania deserta*. Ces « espèces » ont certainement été comprises dans un sens trop large, et ces groupes devraient être révisés.

— ***Lituosepta recoarensis*** CATI, 1959

Cette espèce a souvent été rangée dans le genre homéomorphe *Labyrinthina* WEYNSCHENK. Il semble préférable, à la suite de M. SEPTFONTAINE (1980), de revenir au genre primitif. *L. recoarensis* précède les Orbitopselles puis coexiste avec *O. primaeva* dans des niveaux placés par corrélation dans le Sinémurien supérieur.

— ***Orbitopsella primaeva*** (HENSON), 1948

Cette forme relève l'espèce *L. recoarensis*, dont elle dérive, à la fin du Sinémurien et monte dans la partie inférieure du Carixien. Localement dans le Moyen Atlas, elle disparaît juste avant un niveau à *Pernidés*, situé dans le Carixien inférieur (relation avec *Uptonia* sp.) (SEPTFONTAINE, 1984).

— ***Pseudopfenderina butterlini*** (BRUN), 1962

Cette espèce associée à la précédente ne semble pas dépasser le Carixien supérieur.

— ***Paleomayncina termieri*** (HOTTINGER), 1967

Son apparition est située au sommet du Sinémurien et sa limite supérieure se place avant un niveau à *Arieticeras* sp. du Domérien moyen – supérieur.

— ***Planisepta compressa*** (HOTTINGER), 1967

Décrise primitivement sous le nom de *Lituosepta compressa*, cette espèce coexiste d'abord avec les Orbitopselles au Carixien (*O. primaeva*, *O. precursor*) puis accompagne *Paleomayncina termieri* dans le Domérien.

— ***Orbitopsella precursor*** (GÜMBEL), 1872

Ce grand foraminifère remarquable était autrefois placé dans le Domérien. En fait il ne semble pas dépassé le Carixien et relève *O. primaeva* dans la seconde moitié du sous-étage. En Espagne, dans la zone subbétique il en est de même, et GONZALES-DONOSO et al. (1977) ont pu préciser que par rapport à un niveau à ammonites, *O. precursor* ne pouvait dépasser le Carixien.

— ***Orbitopsella dubari*** HOTTINGER, 1967

O. dubari est une grande espèce voisine de la précédente qui se situerait au sommet de la zone d'extension du genre au Maroc. Dans le Haut Atlas c'est un âge Carixien qui est retenu pour ce taxon (AGARD & DU DRESNAY, 1965), mais sans contrôle direct.

— ***Bosniella oenensis*** GUSIC, 1977

C'est une espèce connue uniquement de Bosnie dans des dépôts rattachés au Jurassique inférieur par suite de la présence d'Orbitopselles, sans que l'on connaisse de façon précise la position relative de ces foraminifères.

— ***Biokovina gradacensis*** GUSIC, 1977

Elle n'est pas connue pour le moment en dehors de sa région type en Croatie et a été trouvée dans la « Sous-zone à *Orbitopsella precursor* ». Ce qui impliquerait un âge carixien.

— ***Pseudocyclammina liasica*** HOTTINGER, 1967 emend.
SEPTFONTAINE, 1984

Cette pseudocyclammine n'est jamais associée aux Orbitopsellidés au Maroc. Sa présence est contrôlée à la partie supérieure du Domérien moyen repéré latéralement par *Seguenziceras* cf. *algovianum* OPP. (SEPTFONTAINE, 1984) dans le Haut Atlas. L'espèce a également été signalée dans le Toarcien inférieur d'Arabie Séoudite (*Middle Marrat Formation*) daté par une faune de *Bouleiceras* (Zone à *Serpentinus*) (ENAY et al., 1987).

1.2. JURASSIQUE MOYEN (Tab. LII)

La surface des plates-formes carbonatées s'accroît considérablement au cours du Jurassique moyen et des environnements de type bahamien s'établissent en Europe occidentale dans de nombreuses régions qui en étaient jusqu'alors dépourvues. En France, leur extension est maximale au Bathonien supérieur. Sur ce qui devient la marge sud-téthysienne et dans la région du Seuil méditerranéen, la sédimentation carbonatée est souvent continue depuis le Jurassique inférieur. Les espèces sont difficiles à situer dans l'échelle générale. En France cependant, des faciès intermédiaires et la présence fréquente de brachiopodes maintenant bien repérés (ALMERAS et al., 1990) permettent des corrélations.

La série d'Arabie centrale (POWERS et al., 1966, ENAY et al., 1987) a été aussi très précieuse pour les relations avec les étages.

— ***Protopeneroplis striata*** WEYNSCHENK, 1950

Rien n'est à changer depuis la révision de cette espèce par SEPTFONTAINE (1974). Malgré sa vaste répartition stratigraphique : Aalénien-Tithonien, cette forme aisément reconnaissable en lame mince est cependant utilisée pour caractériser le Jurassique moyen-supérieur dans des faciès de plate-forme externe pauvres en foraminifères.

— **« *Mesoendothyra* » *croatica*** GUSIC, 1969

M. croatica est une espèce fréquente au Jurassique moyen, et connue en particulier sur les plates-formes carbonatées du bassin d'Aquitaine en France, des Préalpes Médianes en Suisse. Sa présence est contrôlée dans le Quercy depuis l'Aalénien inférieur-moyen jusque dans la Formation de St Gerry attribuée à l'Oxfordien, mais non datée exactement (PÉLISSIÉ & PEYBERNÉS 1983, CUBAYNES et al., 1989). Il semble aussi que l'espèce puisse apparaître dès le Jurassique inférieur en Sardaigne (FAURÉ & PEYBERNÉS, 1983). Son utilisation biostratigraphique paraît donc difficile. Par ailleurs, l'appartenance de cette espèce au genre *Mesoendothyra* est contestable (BASSOULET, 1994).

— ***Gutnicella cayeuxi*** (LUCAS), 1938

Le groupe spécifique *Gutnicella cayeuxi* (LUCAS) comprend des morphotypes de forme variable coexistants qui ont parfois été séparés dans la systématique (GUTNIC & MOULLADE, 1967). Dans sa localité-type en Algérie, il apparaît dans l'Aalénien et existe aussi au Bajocien inférieur (BENEST et al., 1978). Dans le NW de l'Algérie il a été rencontré dans l'Aalénien moyen, zone à *Murchisonae* (AMEUR

TABLEAU LII
Grands foraminifères : distribution dans le Jurassique moyen

ÉTAGES				TAXONS																													
				ZONES D'AMMONITES				Sous-étages																									
CALLOVIEN		BATHONIEN																															
BAJOCIEN		inf.	moy.	sup.	inf.	moy.	sup.	Ammonites	Haurania desertia	Protoperoplis striata	Mesendothyra gr. croatica	Gymnella gracilis	Spiraloconulus perconigi	Timidonna sarda	Spiraloconulus giganteus	Archaeosepta platiensis	Callorhis minor	Alzonella cavillieri	Orbitammina elliptica	Mevenoirifina bathonica	Kihuna blanchei	Ataxella occitanica	Vaiulina ex gr. lugonii	Trocholina gigantea	Pseudocyathamina maynaci	Praekurnubia crusei	Kurnubia palastiniensis	Kurnubia wellingsii	Paleopfenderina salernitana	Satorina apuliensis	Conicpfenderina mesojurassica	Chabertia chabertia	"Conicospirillina" basiliensis
LAMBERTI																																	
ATHLETA																																	
CORONATUM																																	
ANCEPS																																	
GRACILIS																																	
BULLATUS																																	
DISCUS																																	
RETROCOSTATUM																																	
BREMERI																																	
MORRISI																																	
SUBCONTRACTUS																																	
PROGRACILIS																																	
AURIGERUS																																	
ZIGZAG																																	
PARKINSONI																																	
GARANTIANA																																	
NIORTENSE																																	
HUMPHRIESIANUM																																	
SAUZEI																																	
LAEVIOUSCULA																																	
DISCITES																																	
CONCAVUM																																	
MURCHISONAE																																	
OPALINUM																																	

— Présence certaine

— — — Extension imprécise mais se situant dans l'intervalle de temps considéré

— - - Limite d'extension imprécise

& ELMI, 1981). Sa limite d'extension pourrait atteindre, dans le bassin d'Aquitaine, le Bajocien supérieur (révision du matériel étudié par DUFAURE, 1958).

— *Spiraloconulus perconigi* (ALLEMANN & SCHROEDER), 1972

Cette forme est associée à la précédente en Espagne et à Oman ce qui suggère une répartition comparable mais encore imprécise. Dans le Nord du bassin d'Aquitaine (FAUGERAS & BASSOULET, 1988), *S. perconigi* se place dans des niveaux situés par corrélations régionales dans l'Aalénien-Bajocien p.p., ce qui est cohérent avec cette proposition.

— *Timidonna sarda* BASSOULET, CHABRIER & FOURCADE, 1974

C'est une forme de la partie inférieure du Jurassique moyen qui dérive probablement du genre *Haurania* par l'intermédiaire de formes primitives observées au Toarcien (SEPTFONTAINE, 1984; BOUTAKIOUT, 1988). La zone d'extension de *Timidonna sarda* pourrait commencer dès l'Aalénien. En effet, au Maroc, *T. sarda* a été rencontrée dans des couches situées entre la Zone à Murchisonae et la Zone à Sauzei (= zone à Propinquans, GFJ 1991) (SEPTFONTAINE et al., 1991). La limite supérieure encore mal connue pourrait être le Bathonien inférieur si l'on tient compte de données de J. MAGNÉ (1966) dans l'Aveyron. *T. sarda* y

est figurée sous le nom de « Grand Foraminifère voisin des *Coskinolinopsis* ».

— ***Spiraloconulus giganteus*** CHERCHI & SCHROEDER, 1982

Cette espèce décrite d'un niveau indéterminé de Sardaigne a encore été peu citée. *Limognella dufaurei* PELLISSÉ & PEYBERNÉS, 1982 a été considéré comme un synonyme (CHERCHI & SCHROEDER, 1983). Les données les plus complètes concernent cette dernière espèce. Dans le Quercy (PELLISSÉ & PEYBERNÉS, 1982; CUBAYNES *et al.*, 1989) ce taxon est identifié à partir du sommet de la Formation d'Autoire rapportée au Bajocien, en tout cas au-dessus de *Monsardithiris trilineata* (YOUNG & BIRD) de l'Aalénien moyen et s'étend jusque dans la partie médiane de la formation de Cajarc datée par *Rhynchonella concinna* (Sow.) du Bathonien moyen. Ces limites sont provisoires et seront probablement élargies.

— ***Archaeosepta platierensis*** WERNLI, 1970

A. platierensis est une petite forme voisine de *Protopenoplis* qui se rencontre dans les faciès de bordure externe des plates-formes depuis le Bajocien supérieur (Zone à Subfurcatum = Z. à Niortense) jusqu'au Bathonien supérieur. Par ailleurs une citation isolée indique la présence de cette espèce dans le Toarcien de Sardaigne (FAURÉ & PEYBERNÉS, 1983) associée à des *Dumortieria*. Elle mériterait confirmation.

— ***Callorbis minor*** WERNLI & METZGER, 1990

Ce petit foraminifère trochospiralé n'a été repéré, pour le moment, que dans le Bajocien moyen et la base du Bajocien du Jura (Zone à Humphriesianum et Zone à Subfurcatum = Zone à Niortense).

— ***Alzonella cuvillieri*** BERNIER & NEUMANN, 1970

Ce foraminifère, dont la forme B est de grande taille, accompagne souvent *Orbitammina* dans le Bathonien mais sa répartition stratigraphique est plus grande qu'en même temps que sa distribution paléogéographique plus étendue.

Dans sa localité-type de l'Est des Causses, dans la coupe d'Aurières, les premières *Alzonella* sont localisées dans un niveau de calcaire bréchique sous une formation de calcaires micritiques et argiles à ostracodes marginolittoraux (*Fabanella bathonica* OERTLI et autres espèces) et charophytes placée régionalement dans le « Bathonien inférieur ». Ce qui conduit les auteurs à faire apparaître cette espèce au « Bajocien supérieur », opinion reprise par DELFAUD (1982). Dans cette même région, elles coexistent plus haut avec *Orbitammina elliptica* Forme A du Bathonien moyen-supérieur. Dans les Préalpes médiennes suisses (FURRER & SEPTFONNAINE, 1977), les *Alzonella* sont présentes dans les couches de Langel, dans un Jurassique moyen mal daté à sa partie inférieure mais plus haut associées à *Orbitammina elliptica* forme A comme dans les Causses, ce qui suggère aussi une zone d'extension plus grande qu'*Orbitammina elliptica*. Dans les Corbières (PEYBERNÉS, 1974) *Alzonella cuvillieri* est citée en association avec *Ataxella occitanica*, *Pseudocyclammina maynci* et *Praekurnubia crusei*, et rapportée au Bathonien supérieur sans argument précis. Dans le bassin de Paris (PRESTAT, 1971), elle atteint les derniers niveaux du Bathonien, au-dessus

même des *Orbitammina* et sous les marnes à *Digonella divisionensis* EUDES-DESLONGCHAMPS du Callovien basal. Ainsi la présence d'*Alzonella cuvillieri* est certaine dans la partie supérieure du Bathonien, très probable dans la partie inférieure de l'étage et l'espèce pourrait éventuellement apparaître dès le Bajocien inférieur. Elle ne paraît pas subsister au Callovien.

— ***Orbitammina elliptica*** (d'ARCHIAC, 1843)

Ce grand foraminifère discoïde a été décrit du Bathonien de l'Aisne où il se rencontre (FISCHER, 1969) dans les « calcaires marno-crayeux inférieurs », au plus bas de son extension dans les niveaux à *Burmirhynchia decorata* (SCR.), niveau, que selon l'échelle d'ALMÉRAS *et al.* (1990) peut être considéré comme la base de la zone à Retrocostatum, sous-zone à Blanazense. Au-dessus, ce foraminifère est présent dans les « Calcaires marneux supérieurs » où la présence de *Burmirhynchia elegantula* (BOUCHARD) permet de le relier à la zone à Discus. Depuis HOTTINGER, 1967, on admet souvent que *Meyendorffina bathonica* AUROUZE & BIZON, 1958 représente la forme A d'*O. elliptica* et doit être considérée comme un synonyme plus récent. C'est la position qui a été adoptée ici. Cependant SEPTFONNAINE (1988) a tenté de maintenir le nom de *Meyendorffina* pour des formes à petit proloculus non associées aux formes discoïdes microsphériques et qui seraient situées à un niveau « Bathonien inférieur ». Cette intéressante interprétation, en l'absence de données plus concrètes, ne peut être retenue car, d'une part on ne connaît pas exactement l'âge du type de *Meyendorffina* mais il est au « toit du Bathonien » dans le forage de Longuesse 1 (AUROUZE *et al.*, 1956). D'autre part, l'absence de forme discoïde n'est pas utilisable, car ces stades sont systématiquement moins fréquents chez les « Grands Foraminifères » et des phénomènes de tri mécanique dans les sédiments peuvent intervenir.

Orbitammina elliptica est limité paléogéographiquement à une zone occidentale au Nord-Ouest de la marge nord-alpine comprenant la France, Bassin de Paris, Bassin d'Aquitaine, Jura, Préalpes médiennes suisses, Provence, Sardaigne et Portugal. En Bourgogne les niveaux les plus anciens où l'espèce est citée, semblent ceux décrits par MOISSENET (1972) à l'ouest de Beaune (Savigny-les-Beaune) dans les « calcaires intermédiaires » qui sont recouverts par les « Marnes à Pholadomya bellona » datées dans le secteur de la zone à Retrocostatum. Dans le Châtillonnais, des calcaires à *Orbitammina elliptica* (A) sont postérieurs à l'oolithe blanche du Bathonien moyen (THIERRY, 1966). Enfin dans le Dijonnais ce foraminifère est présent au sommet du Comblanchien que l'on rattache à la base de la zone à Discus mais en tout cas recouvert par les Marnes à *Eudesa multicostata* TINTANT datées du sommet de la zone à Discus, sous-zone à Discus. Dans le Jura septentrional (BULLE *et al.*, 1963), *Orbitammina* est connu dans les « calcaires de la citadelle » de Besançon au-dessus de niveaux à *Burmirhynchia decorata* et existe aussi dans les « Marnes de Champforgeron » datées par *Obovothyris obovata* (Sow.) que l'on place dans la zone à *Burmirhynchia elegantula* mise en parallèle avec la zone à Discus.

En résumé, les données actuelles permettent d'affirmer la présence de cette espèce depuis les niveaux repères à *B. decorata* à la base de la zone à Retrocostatum jus-

qu'au sommet du Bathonien. Aucun élément ne permet de soupçonner son existence dans le Callovien.

— ***Kilianina blancheti*** PFENDER, 1935

Kilianina blancheti est une espèce peu citée qui, dans sa localité-type dans les Hautes-Alpes accompagne *Orbitammina elliptica* (AUROUZE & BIZON, 1958) ainsi que dans les Préalpes médianes (FURRER & SEPTFONTAINE, 1977), ce qui permet de lui donner un âge Bathonien supérieur. Une partie des sections rapportées à *K. blancheti* dans les Apennins (de CASTRO, 1963) et en Israël (DERIN & REISS, 1966) pourrait correspondre en fait à *Satorina apuliensis*. L'association à *Orbitammina elliptica* ne semble pas connue dans ces régions.

— ***Ataxella occitanica*** (PEYBERNES), 1974

Ataxella occitanica avait été cité sous le nom de *Meyendorffina aff. bathonica* avant d'être décrit sous celui de *Paracorkinolina occitanica* et ressemble beaucoup aux formes A des *Orbitammina*. Sa répartition paléogéographique est limitée aux Pyrénées navarro-languedociennes ainsi qu'au Portugal (PEYBERNES, 1974). Son auteur l'a rapportée au Bathonien supérieur et la considère comme contemporaine des *Orbitammina*. En fait les éléments biostratigraphiques précis de datation sont peu nombreux. Dans les Corbières, les « calcaires blancs massifs » à *Ataxella* se situent au-dessus de niveaux à Brachiopodes du Bathonien moyen (ALMÉRAS & PEYBERNES, 1979) et par ailleurs, ces foraminifères sont associés à d'autres formes : *Pseudocydammina maynci* d'âge peu précis, *Praekurnubia crussei* connu surtout à partir du Callovien et *Alzonella cuvillieri* (PEYBERNES, 1988) connu seulement au Bathonien qui conforterait l'âge proposé.

— ***Valvulina gr. lugeoni*** SEPTFONTAINE, 1977

Provenant à l'origine du Jurassique moyen des Préalpes Médianes (Couches de Langel), *V. lugeoni* apparaît non pas à la base mais dans le biofaciès IIIB, à la partie supérieure de la série, considéré comme Bathonien et Callovien (SEPTFONTAINE, 1978b). Sa présence dans la partie supérieure du Bathonien est étayée par sa localisation « au-dessous et au-dessus d'un horizon à *Meyendorffina* » (*Orbitammina*) (FURRER & SEPTFONTAINE, 1977). Dans le Quercy (CUBAYNES *et al.*, 1989), *V. lugeoni* accompagne *Chablaisia chablaisensis* dans des niveaux certainement post-bathoniens et placés dans l'Oxfordien inférieur. Enfin on connaît des formes très voisines *V. aff. lugeoni* (BERNIER, 1984) dans le Kimméridgien et le Tithonien inférieur du Jura.

— ***Trocholina gigantea*** PÉLISSIÉ & PEYBERNÉS, 1983

La distinction et la reconnaissance objective des espèces jurassiques du genre *Trocholina* sont difficiles et les rendent peu utilisables en biostratigraphie. Les « grands Trocholines » sont cependant abondantes dans les associations de plate-forme du Bathonien-Callovien ou du Tithonien-Berriasien de l'Europe du Sud-Ouest. Une espèce, ou suffisamment individualisée comme telle, peut être facilement repérée : *T. gigantea*, qui paraît dérivée de *T. pallastiniensis* HENSON. Son niveau-type se situe dans la Formation des calcaires de St Gery, dans le Quercy, attribués au Callovo-Oxfordien (PÉLISSIÉ & PEYBERNÉS, 1982) ; dans cette même série, elle se rencontre encore plus bas

dans la Formation de Rocamadour. Dans cette formation (CUBAYNES *et al.*, 1989), elle est postérieure à *Orbitammina elliptica* et d'âge Bathonien terminal, associée à des Brachiopodes de la zone à *Burmirhynchia proteiformis*, et existe aussi au-dessus avec *Praekurnubia crussei*, dans une partie supérieure considérée comme callovienne. *Trocholina gigantea* se rencontre aussi dans la Formation de St Gery considérée comme Oxfordien inférieur et en tout cas sous la zone de répartition d'*Alveosepta jaccardi* dans ce secteur. Par ailleurs, en Tunisie, PEYBERNES *et al.* (1985) signalent cette trocholine au-dessus d'un *Pachyerymnoeras* du Callovien moyen ou base du supérieur.

Ainsi la présence de *T. gigantea* est prouvée à partir du Bathonien supérieur et au moins jusqu'au Callovien moyen-basc du supérieur. Sa présence est probable à l'Oxfordien inférieur, mais non démontrée.

N.B. : une autre espèce du même genre porte le même nom : *T. gigantea* GORBATCHIK & MANISUROVA, du Berriasien inférieur de Crimée et a été décrite la même année.

— ***Pseudocyclammina maynci*** HOTTINGER, 1967

Cette espèce classique du Jurassique moyen et supérieur est citée depuis le Bajocien (DERIN & REISS, 1966) mais rarement associée à des marqueurs indiscutables (JAFFREZI, 1980). Sa limite inférieure semble se situer dans le Bathonien. On la connaît en particulier en France dans le Quercy, dans la partie inférieure de la Formation de Rocamadour (« Calcaires massifs de Marcilhac ») associée à des brachiopodes de la zone à *Burmirhynchia proteiformis* (CUBAYNES *et al.*, 1989) du Bathonien terminal. L'auteur l'a observée également dans les échantillons provenant de la coupe des Ages près de Le Blanc (Indre) décrite par LORENZ (1991) dans la zone d'extension d'*Ataxella occitanica*. Elle est connue aussi au Callovien daté dans les bassins d'Essaouira et d'Agadir (BCUACUDA, 1987). La limite supérieure n'est pas bien établie. MAYNC (1959a) signale même cette espèce (« *P. lituus* forme alpha ») dans le Kimméridgien-Portlandien de Nizniew en Pologne ainsi que dans le Malm des Alpes. Y-a-t-il un passage à *P. lituus* du Jurassique supérieur ?

— ***Praekurnubia crussei*** REDMOND, 1964

Le type de *P. crussei* provient de l'Upper Dhruma Formation, en Arabie centrale, d'un niveau rattaché au moment de la description au Bathonien et au Callovien. Les données de POWERS *et al.* (1966) permettent de le situer à la partie inférieure de l'Hisyan Member dont l'âge est Callovien moyen, zone à *Coronatum* (ENAY *et al.*, 1987). Par ailleurs cette espèce dans la même région monte de la base de la Tuwaiq Mountain Formation (T1) du même âge. Les limites de répartition de *P. crussei* sont controversées. Pour les âges les plus récents, les données de RAMALHO pour le Portugal (1971) montre la présence de cette espèce (figurée sous le nom de « *Pfenderina n. sp.* » Pl. XX, fig. 1-6) dans l'« Oxfordien supérieur-Kimméridgien » jusque dans la zone d'*Alveosepta jaccardi*. Le moment de son apparition est plus mal cerné. On décèle la présence du genre dans le Callovien inférieur (Z. à *Bullatus*) de Bourgogne (THIERRY *in* SEPTFONTAINE *et al.*, 1991). On a longtemps admis son existence au Bathonien supérieur sur l'argument de son association avec des « *Meyendorffina bathonica* » ou « *aff. bathonica* » mais qui sont en fait, soit des *Satorina* comme celles d'Italie (SARTONI & CRESCENTI,

1962) pouvant être d'âge callovien ou bien des *Ataxella* (PEYBERNÉS, 1988) dont l'âge exact n'est pas bien établi.

Cependant en Turquie, sa présence est admise au Bathonien par son association avec *Lituonella* (= *Conicopfenderina*) *mesojurassica* et *Alzonella cuvillieri* (ALTINER & SEPTFONTAINE, 1979).

Dans les Préalpes médianes suisses, les *Praekurnubia* apparaissent à la base des « couches à *Mytilus* » qui selon les arguments discutés par SEPTFONTAINE (1978b) serait à rapporter au Bajocien supérieur-Bathonien inférieur. C'est sur ces données qu'un âge Bajocien supérieur a été proposé comme date d'apparition par SEPTFONTAINE *et al.* (1991). Il apparaît nécessaire de la confirmer.

— *Kurnubia palastiniensis* HENSON, 1948

La répartition de cette espèce fréquente a été maintes fois discutée et peu de choses sont à rajouter à la révision de JAFFREZO (1980). En ce qui concerne l'âge du niveau-type, la Formation de Shuqraia dans l'anticlinal de Kurnub en Israël, contient en son tiers inférieur des ammonites du Callovien supérieur à *Athleta* et n'est pas datée à sa partie supérieure (GILL & TINTANT, 1975). Dans cette même localité (HUDSON, 1958) l'espèce est présentée (sous le nom de *Valvulinella jurassica*) aussi dans la partie inférieure de la série : « *Eligmus-Erymnoceras limestones and Marls* » datés, sauf la base, de la zone à *Coronatum* du Callovien moyen. C'est le niveau le plus ancien bien repéré de cette espèce. Sa présence au Bathonien reste à démontrer. Cependant il semble que des formes voisines de petite taille et de structure simple : *Kurnubia variabilis* REDMOND, 1964 puissent se rencontrer dès le Bathonien. Décrites en Arabie centrale, elles proviennent de la base de l'Upper Dhrama Formation (Atash Member), non datée mais située entre les niveaux bathoniens à *Dhrumaites* et le sommet de l'Upper Dhrama d'âge Callovien moyen (ENAY *et al.*, 1987). D'après ces auteurs un âge Bathonien supérieur n'est pas exclu.

Pour la limite supérieure, AZEMA *et al.* (1977) ont montré qu'en Sardaigne l'espèce existait au-dessus de la zone à Beckeri du Kimméridgien terminal. Par ailleurs, au Portugal, RAMALHO (1971) l'a rencontrée à la base de son « Portlandien B », c'est-à-dire à un niveau élevé du Tithonien dans la zone de répartition d'*Anchispirocyclina lusitanica*.

— *Kurnubia wellingsi* REDMOND, 1964

Une espèce voisine : *Kurnubia wellingsi*, qui pourrait entrer dans la variabilité de *K. palastiniensis*, a, en Arabie Séoudite, une répartition qui va au moins depuis la zone à *Coronatum* du Callovien moyen jusqu'au Kimméridgien inférieur (Zone à *Hypselocyclum*) (MANIVIT, 1987).

— *Paleopfenderina salernitana* (SARTONI & CRESCENTI), 1962

Les citations de *Paleopfenderina salernitana* concernent souvent un groupe d'espèces souvent difficiles à séparer.

En particulier, *P. salernitana* est souvent mal distingué d'une espèce voisine *P. trochoidea* SMOUT & SUGDEN 1961, qui paraît cependant avoir la même répartition stratigraphique. A l'origine *P. salernitana* a été considéré comme d'âge Bathonien supérieur à Callovien, l'âge bathonien

étant proposé par son association avec des fausses « Meyendorffina » de SARTONI & CRESCENTI, 1962).

Cependant dans les Préalpes suisses (SEPTFONTAINE, 1978), cette pfenderine est associée à *Conicokurnubia mesojurassica* qui existe réellement au Bathonien. Par ailleurs dans le Quercy (CUBAYNES *et al.*, 1989), *P. salernitana* est présente à la base des calcaires de Rocamadour associée à des brachiopodes de la zone à *Burmirhynchia proteiformis* du Bathonien terminal. Pour le sommet de la zone d'extension, SEPTFONTAINE (1978) et JAFFREZO (1980) ont approfondi cette discussion et nous reprendrons seulement leurs conclusions : *P. salernitana* n'est jamais directement datée mais on peut retenir une répartition probable jusqu'à l'Oxfordien p.p.

— *Satorina apuliensis* FOURCADE & CHOROWICZ, 1980 a été longtemps confondu avec *Orbitammina elliptica*. Sa répartition paléogéographique restreinte à la marge méridionale de la Téthys et ses régions adjacentes italo-dinariques, sa position relative dans les séries et la confusion avec l'exemple précédent lui ont fait jouer le rôle de marqueur du Bathonien supérieur. En fait il n'est pas certain que sa zone d'extension soit ainsi limitée.

Les Foraminifères associés à cette espèce, *Pfenderina salernitana* et *Praekurnubia crusei*, ne permettent pas de savoir si elle apparaît dès le Bathonien.

On peut retenir ainsi un âge dans l'intervalle Callovien moyen-supérieur et une présence dès le Bathonien supérieur, très hypothétique.

— *Conicopfenderina mesojurassica* (MAYNC), 1972

Ce foraminifère conique, rattaché primitivement au genre *Lituonella* a été décrit dans les Préalpes suisses dans des niveaux antérieurs à la zone à *Plicatilis*, rattachés au Bathonien-Callovien (MAYNC, 1972). Cette forme peu fréquente est généralement associée à des Foraminifères de plus vaste extension : *Pfenderina salernitana*, *Pseudocyammina maynci*, *Trocholina palastiniensis*. Son existence est prouvée au Bathonien supérieur par son association avec *Orbitammina elliptica* dans les Préalpes romandes (FURRER & SEPTFONTAINE, 1977) et avec *Alzonella cuvillieri*.

Dans le Quercy (PÉLISSIÉ & PEYBERNÉS, 1983), elle est présente dans la base des « calcaires de Rocamadour » associée à *Pfenderina salernitana-trochoidea* dans des niveaux à brachiopodes du Bathonien terminal (CUBAYNES *et al.*, 1989) : *Burmirhynchia proteiformis* LAURIN, *Arceythyris diptycha* OPP., *Tubithyris globata* (Sow.).

Elle pourrait éventuellement s'aventurer jusque dans la base du Callovien comme l'ont suggéré CHABRIER & FOURCADE (1975), en Sardaigne avec *Praekurnubia crusei* dans des niveaux situés immédiatement au-dessus de ceux à *Orbitammina*.

— *Chablaisia chablaisensis* (SEPTFONTAINE), 1977

Ce foraminifère reconnu pour l'instant seulement en France et en Suisse a été décrit dans les « couches à *Mytilus* » des Préalpes médianes dans un intervalle Aalénien supérieur-Oxfordien moyen (SEPTFONTAINE, 1978a) associé à *Valvulina lugeoni* et *Praekurnubia crusei*. Dans le tableau chronostratigraphique du « Dogger à *Mytilus* » ce foraminifère intervient dans la partie moyenne située dans le « Bathonien » et le « Callovien ». Récemment, LORENZ l'a

cité (1992) (coupe des Ages, Indre) du Bathonien supérieur du Berry. Dans le Quercy, cependant, *C. chablaisensis* est présent dans la Formation de St Gerry, associée à *Praekurnubia crusei* dans des niveaux post-Bathonien terminal et attribués à l'Oxfordien inférieur (CUBAYNES *et al.*, 1989). Dans cette région, en tout cas, les *Chablaisia* sont plus anciennes que les *Alveosepta jaccardi*. Il faut citer aussi une figuration de DUFUAURE, 1959 sous le nom de « *Protopenophris* sp. » (Pl. 1, fig. 24) et située dans un « Kimméridgien inférieur » de la vallée du Lot en Aquitaine associé à des *Pseudocyclammina* sp. et *Kurnubia palatiniensis*. Ces données demandent à être revues.

— « *Conicospirillina* » *basiliensis* MOHLER, 1938

Cette espèce est connue à partir du Bathonien moyen-supérieur du Briançonnais des Préalpes médianes, où elle est associée à *Orbitammina* (SEPTFONTAINE, 1977). C'est une forme de longue durée qui a été rencontrée jusqu'au Valanginien (BENEST *et al.*, 1975).

1.3. JURASSIQUE SUPÉRIEUR (Tab. LIII)

Au Jurassique supérieur, le grand développement des plates-formes carbonatées à partir de l'Oxfordien supérieur favorise l'épanouissement de microfaunes diversifiées. En revanche l'Oxfordien inférieur-moyen est mal caractérisé et difficile à séparer du Callovien. L'existence de séries à lithologie contrastée en Europe occidentale permet d'établir entre les microfaunes et les macrofaunes d'ammonites des correspondances meilleures qu'auparavant. Beaucoup d'espèces peuvent aussi être reliées à deux autres taxons importants : *Alveosepta jaccardi* et *Anchispirocyclina lusitanica* qui peuvent servir de repère relatif. Les séries d'Afrique du Nord et du Portugal contiennent le plus grand nombre d'espèces dont certaines sont spéciales à ces régions.

— *Nautiloculina oolithica* MOHLER, 1938

Cette espèce est bien connue à partir de l'Oxfordien supérieur dans le Jura (« Middle Rauracian » – BRONNIMANN, 1967), cependant elle est citée depuis le sommet du Bathonien dans la zone de distribution d'*Orbitammina* (LORENZ, 1992). Elle est connue jusqu'au Berriasien supérieur (biozone à *Pseudotextulariella courtionensis*-*Keramospaera allobrogensis*) (PEYBERNÉS, 1976) où elle est relayée par *N. cretacea* ARNAUD-VANNEAU & PEYBERNÉS.

— *Alveosepta jaccardi* (SCHRODT, 1894)

Cette espèce, très répandue, est comprise ici avec la définition de MAYNC (1960). Les plus anciens niveaux cités l'ont été par MAYNC (1960) qui rapporte l'avoir rencontré « quoique très rarement, dans la partie supérieure des terrains à chailles ». Cette formation du Jura bernois a été datée de l'Oxfordien inférieur (zone à *Cordatum*) dans sa partie médiane et une ammonite de l'Oxfordien moyen (zone à *Transversarium*) est l'élément de datation le plus récent (GYGI & PERSOZ, 1986). Dans la mesure où cette même zone à *Transversarium* est encore représentée dans les niveaux « rauraciens » situés au-dessus, la présence d'*A. jaccardi* est assurée au moins à partir de cette zone

de l'Oxfordien moyen. *A. jaccardi* a été fréquemment citée de niveaux bien datés de l'Oxfordien supérieur et du Kimméridgien inférieur. Par contre pour le Kimméridgien supérieur les relations directes avec des zones d'ammonites sont beaucoup moins nombreuses. Les *A. jaccardi* signalés par FOURCADE, 1963 en Charente à Châtelaillon, dans la zone à *Eudoxus* appartiennent en fait à la zone à *Cymodoce*, sous-zone à *Châtelaillonensis* (comm. P. Hantzpergue). En Algérie, BENEST (1986) les place dans son tableau de la figure 6 au-dessus de la zone à *Acanthicum* dans la série des Monts de Chellala. Dans le Jura méridional BERNIER (1985) fait état des derniers niveaux à *A. jaccardi* dans des niveaux qu'il place au sommet du Kimméridgien, mais sans contrôle direct, il en est de même dans le Sud du Portugal en Algarve (RAMALHO, 1985). MAYNC (1960) a fait état de la coexistence d'*A. jaccardi* avec *Anchispirocyclina lusitanica* en Algérie et au Maroc, ce qui n'a pas été confirmé par la suite. S'agit-il vraiment des espèces indiquées ? Le fait mérriterait révision.

Ainsi, *A. jaccardi* apparaît dès l'Oxfordien moyen et sa présence est contrôlée jusqu'à la base du Kimméridgien inférieur ; il est présent sans doute jusque vers la fin du Kimméridgien mais sans preuves précises.

Enfin, HOTTINGER en 1967 a réhabilité l'espèce *A. personata* (TOBLER), 1928 mise auparavant en synonymie avec *Jaccardi* par MAYNC (1960). Les formes du Kimméridgien semblent pouvoir être distinguées des *A. jaccardi* du « Séquanien ». Lorsque la distinction est possible, la solution pourrait être de retenir deux sous-espèces : *A. jaccardi jaccardi* pour les formes de l'Oxfordien et *A. jaccardi personata* (TOBLER) pour les formes kimméridgiennes.

— *Alveosepta powersi* (REDMOND), 1964

Le type d'*A. powersi* provient de l'Upper Jubaila Formation d'Arabie centrale. Son niveau est superposé aux couches à *Perisphinctes jubailensis* Ark. de la Lower Jubaila Formation. La base de cette partie de la formation est placée dans le Kimméridgien inférieur par sa faune de Nautilidés (ENAY *et al.*, 1987). Ce foraminifère est donc dans sa localité-type au moins d'âge Kimméridgien inférieur. Dans l'Upper Jabaila F., que les mêmes auteurs rattachent au Kimméridgien, *A. powersi* prend le relais de *A. jaccardi* (POWERS *et al.*, 1966) sans qu'il paraisse y avoir de zone de coexistence. Le même phénomène se produit en Syrie (CHATTA, 1980) mais sans contrôle biostratigraphique. Dans le Jura méridional BERNIER (1985) a rencontré cette espèce dans les « calcaires à Plécocères du Bois du Trequin » qu'il attribue au Kimméridgien supérieur par corrélation, mais cette interprétation est contestée par CHEVALIER *et al.* (1987) qui les situent dans le Kimméridgien inférieur. Dans cette région, ce foraminifère est associé parfois à *A. jaccardi*. En Espagne (FOURCADE, 1971), *A. powersi* a été rencontré associé à *A. jaccardi* dans la partie terminale de sa zone d'extension.

En résumé, *A. powersi* semble apparaître dans la zone d'extension d'*A. jaccardi* probablement seulement au Kimméridgien et semble ne pas dépasser cet étage. Rien ne permet d'envisager son existence au Tithonien.

— *Labyrinthina mirabilis* WEYNSCHEK, 1951

Son domaine de répartition correspond à peu près à la zone d'extension d'*Alveosepta jaccardi* qu'il dépasse

TABLEAU LIII
Grands foraminifères : distribution dans le Jurassique supérieur

		ÉTAGES		Sous-étages		TAXONS					
						ZONES D'AMMONITES					
BERRIASIEN											
OXFORDIEN	KIMMÉRIDGIEN	TITHONIEN	inf.	sup.							
BECKERI		AUTISSODORENSIS									
EUDOXUS											
ACANTHICUM		MUTABILIS									
DIVISUM		CYMOODECE									
HYPSELOCYCLUM											
PLATYNOTA		BAYLEI									
PLANULA		PSEUDOCORDATA									
BIMAMMATUM		CAUTISNIGRAE									
TRANSVERSARIUM		PUMILUS									
PLICATILIS											
CORDATUM		PATURATTENSIS									
MARIAE		MINAX									

— Présence certaine

— Extension imprécise mais se situant dans l'intervalle de temps considéré

— Limite d'extension imprécise

cependant. Le niveau le plus bas est sans doute celui où cette espèce est associée à *Pfenderina trochoidea* (PEY-BERNÉS, 1976) et qui pourrait être d'âge Oxfordien supérieur. Au Portugal, *L. mirabilis* disparaît avant l'apparition d'*Anchispirocyclina lusitanica* (RAMALHO, 1981) et est présente à la base du Tithonien au-dessus de *Subplanitoides siliceus* (QUENST.).

— ***Parurgonina caelinensis*** CUVILLIER, FOURY & PIGNATTI-MORENO, 1968

Cette espèce semble présenter la même répartition que la précédente. Cependant son existence à l'Oxfordien su-

périeur n'est pas bien documentée. En France, *P. caelinensis* a été trouvée dans la « Pierre de Charmette » en Bourgogne (PASCAL, 1973) associée à *A. jaccardi*. Cette formation non exactement datée est rattachée au Kimméridgien inférieur (zone à *Beckeri*), en tout cas sous des niveaux datés de la zone à *Cymodoce*. Dans l'Est de la Sardaigne (AZÉMA *et al.*, 1977), *P. caelinensis* a été repérée dans une formation à *Clypeina jurassica* située au-dessus de la zone à *Beckeri* et rattachée au Tithonien. Dans le Jura, elle est présente aussi dans les « Couches du Chailley » datées par *Gravesia* du Tithonien. Ce serait les niveaux les plus récents connus.

— ***Neokilianina rahonensis*** (FOURY & VINCENT), 1967

Cette espèce a été décrite dans le Kimméridgien inférieur du Jura septentrional, à la base de l'étage, au-dessus de niveaux Oxfordien supérieur à *Ringsteadia pseudocordata*. Dans le Jura méridional (BERNIER, 1984), cette espèce est présente à divers niveaux du Kimméridgien et jusque dans les « Couches du Chailley » (Tithonien, zone à *Gravesiana*). Sa présence au Tithonien a été observée aussi dans les Causses (citations in BERNIER, 1984).

— ***Anchispirocyclina praelusitanica*** MAYNC, 1964

C'est une espèce de l'Oxfordien-Kimméridgien dont on sait seulement qu'elle se situe à l'intérieur de la Zone d'Extension d'*Alveosepta jaccardi* (MAYNC, 1964).

— ***Pseudocyammina lituus*** (YOKOYAMA), 1890

Souvent citée, cette espèce, comprise peut-être dans un sens trop large, est présente depuis l'Oxfordien jusqu'au Valanginien. Au Jurassique la présence de l'espèce est bien attestée au Kimméridgien et au Tithonien. Son âge le plus ancien serait l'Oxfordien supérieur. Elle est signalée en effet (« *P. cf. lituus* ») dans les « Calcaires de Lévigny » du Mâconnais-Fuissé, coupe de la Patte d'Oie, datés latéralement de la zone à *Bifurcatus* ou de la zone à *Bimammatum* (VIOILLET, 1986, Pl. XII, fig. 1).

— ***Conicokurnubia orbitoliniformis*** SEPTFONTAINE, 1988

Cette forme récemment décrite d'un « Oxfordien ? à Kimméridgien » de Turquie semble avoir été retrouvée en Tunisie (PEYBERNÉS et al., 1985) (« *Conicokurnubia* ») comprise entre des niveaux à *Pachyerymnoceras* du Callovien moyen-supérieur et d'autres à brachiopodes : *Somalirhynchia africana* Muir-Wood de l'Oxfordien-Kimméridgien.

— ***Audienusina fourcadei*** BERNIER, 1985

Ce foraminifère a été décrit dans le Jurassique supérieur du Jura méridional. Il se rencontre dans les Calcaires de la Semine et les Couches de Prapont supérieur rapportées au Kimméridgien supérieur et aux Couches du Chailley datées localement du Tithonien par des *Gravesia*.

— ***Rectocyammina chouberti*** HOTTINGER, 1967

Espèce apparaissant dans la zone d'extension d'*Alveosepta jaccardi* au Portugal (RAMALHO, 1985) très probablement au Kimméridgien, est connue à la base du Tithonien (niveaux à *Gravesia*) (BERNIER, 1984) et jusqu'au sommet du Tithonien et même jusqu'au Valanginien (RAMALHO, 1971).

— ***Pseudocyammina gr. parvula-muluchensis*** HOTTINGER, 1967

Ce groupe de *Pseudocyammines* connues du Portugal et d'Afrique du Nord est connu depuis le Kimméridgien (dans les couches à *A. jaccardi*) jusqu'au sommet du Tithonien (RAMALHO, 1985).

— ***Freixialina planispiralis*** RAMALHO, 1969

Ce Lituolidé, au Portugal, apparaît après les derniers *Alveosepta jaccardi* et avant la base du Tithonien daté dans des couches kimméridgiennes certaines. L'espèce

pourrait atteindre la base du Crétacé dans la région de Sintra (RAMALHO 1969).

— ***Everticyclammina virguliana*** (KOECHLIN), 1942

Cette espèce est fréquemment citée à partir du Kimméridgien supérieur et jusque dans le Crétacé inférieur. Cependant sa présence a été rapportée, dans les Calcaires de Levroux, dans le Berry d'âge oxfordien terminal (DEBRAND-PASSARD et al., 1978); par ailleurs, au Portugal, RAMALHO, 1981 l'a observée associée à *A. jaccardi* dans des calcaires datés (indirectement?) de l'Oxfordien supérieur. *E. virguliana* est la première d'un plexus d'espèces en liaison phylogénétique, évoluant depuis l'Oxfordien jusqu'à l'Aptien. Son origine, d'après BANNER & HIGHTON (1990), serait à rechercher vers le Callovo-Oxfordien dans des *Ammobaculites* qui auraient développé une paroi alvéolaire.

— ***Feurtilia frequens*** MAYNC, 1958

Rien n'est à changer sur les données de répartition de cette espèce d'après BENEST et al., 1973. Elle apparaît vers la fin du Kimméridgien et disparaît pendant le Valanginien.

— ***Anchispirocyclina maynci*** (HOTTINGER), 1967

Foraminifère du Kimméridgien-Tithonien du Portugal et d'Afrique du Nord. L'espèce est comprise ici selon l'interprétation de RAMALHO (1972). L'âge kimméridgien paraît mal étayé. En revanche *A. maynci* est bien connue dans la partie supérieure du Tithonien à *A. lusitanica*.

— ***Anchispirocyclina lusitanica*** (EGGER)

Ce foraminifère de vaste extension paléogéographique est un des meilleurs marqueurs du Jurassique et ses limites de répartition ont été souvent commentées. JAFFREZO (1980) a rappelé qu'au Portugal (RAMALHO, 1971), il n'apparaît qu'au-dessus d'une ammonite proche de *Subplanitoides siliceum* de la base du Tithonien et qu'il continue d'être présent au-dessus d'une ammonite voisine de *Virgatosphinctes frequens* (OPP.) du Tithonien supérieur (dét. TINTANT).

Dans l'Algarve (DURAND-DELGA & REY, 1982), la partie supérieure des couches à *A. lusitanica* ont donné des calpionelles rapportées au Tithonien supérieur. Ce qui conduit les auteurs à déduire que l'horizon d'extinction de cette espèce se situerait dans cette région, au voisinage de la limite Jurassique-Crétacé, avec cependant une zone d'incertitude, sous du Berriasien supérieur daté. En Atlantique, sur la marge canadienne (ASCOLI, 1976) et dans le secteur du Grand Banks (GRADSTEIN, 1976), les calpionelles permettent de confirmer la présence d'*A. lusitanica* immédiatement au-dessous de la limite Jurassique-Crétacé.

Il semble cependant que cette espèce dépasse dans le Berriasien la limite Jurassique-Crétacé (REY, 1986).

— ***Anchispirocyclina neumannae*** BERNIER, FLEURY & RAMALHO, 1979

Dans son niveau-type, au Portugal, *A. neumannae* est située au-dessus d'une ammonite proche de *Virgatosphinctes frequens* (OPP.) du Tithonien supérieur avec une association de foraminifères et d'osstracodes de la fin du Tithonien dans cette région (BERNIER et al., 1979).

— ***Protopeneroplis trochangulata*** SEPTFONTAINE, 1974

P. trochangulata est connu à partir du Tithonien supérieur daté par les calpionelles (HEINZ & ISENSCHMID, 1988) et est encore présent au Berriasien-Valanginien basal (SEPTFONTAINE, 1973).

— ***Torinosuella peneropliformis*** (YABE & HANZAWA), 1926

Cette espèce peu fréquente en Europe apparaît en Europe au Tithonien partie supérieure (dans la Zone d'Extension A. lusitanica). On la connaît au Berriasien, associée à *Choffatella pyrenaica* = *C. tingitana* HOTTINGER, 1967 et jusqu'à l'Hauterivien (MAYNC, 1959b).

2. — CONCLUSIONS

Les principales espèces retenues dans cette mise au point sont celles du domaine péritéthysien central c'est-à-dire des régions méditerranéennes européennes et nord-africaines où ces foraminifères ont eu à la fois les successions les plus complètes dans le temps et une forte diversité. Mais cette échelle peut être utilisée jusque dans la Téthys occidentale caraïbe et la Téthys orientale asiatique.

NANNOFOSSILES CALCAIRES

LES BIOÉVÉNEMENTS À NANNOFOSSILES CALCAIRES

(Tab. LIV à LXV)

Silvia GARDIN

TABLE DES MATIÈRES

1. — PARTICULARITÉS DES NANNOFOSSILES DU JURASSIQUE.....	305
2. — SIGNIFICATION DES ÉVÉNEMENTS À NANNOFOSSILES CALCAIRES.....	308
3. — BIOSTRATIGRAPHIE	308
3.1. Jurassique inférieur.....	309
3.1.1. Hettangien	309
3.1.2. Sinémurien	310
3.1.3. Pliensbachien	311
3.1.4. Toarcien.....	314
3.2. Jurassique moyen	316
3.2.1. Aalénien	316
3.2.2. Bajocien	317
3.2.3. Bathonien	319
3.2.4. Callolien	319
3.3. Jurassique supérieur.....	321
3.3.1. Oxfordien	321
3.3.2. Kimmeridgien.....	321
3.3.3. Tithonien	324
4. CONCLUSIONS.....	324
Illustrations : Planches 40 et 41.....	326

Ce travail porte sur les échelles biostratigraphiques utilisant les bioévénements à nannofossiles calcaires jurassiques, définis par divers auteurs au cours de ces dernières années, aussi bien en domaine boréal que téthysien.

Bien qu'ils soient connus depuis 1836 (EHRENBURG), les nannofossiles calcaires ne sont devenus un excellent outil biostratigraphique que depuis ces 20 dernières années grâce aux forages océanographiques DSDP, IPOD, ODP. Les échelles à nannofossiles calcaires existantes concernent en grande partie les intervalles de temps relatifs au Crétacé ou à l'ensemble du Cénozoïque, pour lesquels existent des zonations « standard » (SISSINGH, 1977 ; MARTINI, 1971 ; OKADA & BUKAY, 1980) dont la résolution biostratigraphique est parfois meilleure que celle fournie par d'autres groupes de microfossiles tels que les foraminifères. Pour le Jurassique, malgré les nombreuses études réalisées ces dernières années, l'état des recherches en biostratigraphie des nannofossiles calcaires doit être considéré encore à ses débuts et la résolution biostratigraphique, au moins pour certains étages, n'est pas plus performante que celle fournie par les ammonites.

La plupart des travaux concernent surtout les séries du domaine boréal (STRADNER, 1963 ; PRINS, 1969 ; AMÉZIEUX, 1972 ; BARNARD & HAY, 1973 ; THIERSTEIN, 1976 ; MEDD, 1979, 1982 ; HAMILTON, 1982 ; CRUX, 1984, 1987 ; BOWN, 1987). Après une analyse très détaillée de plusieurs séries de l'Europe du Nord-Ouest, BOWN *et al.* (1988) ont proposé une zonation « standard » applicable à tout le domaine boréal (Tab. LIV).

Pour le domaine téthysien, les travaux sont plus récents (HAMILTON, 1977, 1979 ; MOSHKOVITZ & EHRLICH, 1976 ; YOUNG *et al.*, 1986 ; BALDANZA *et al.*, 1990 ; ERBA, 1990 ; REALE *et al.*, 1992 ; COBIANCHI, 1992 ; LOZAR, 1992 ; BALDANZA & MATTIOLI, 1992a, 1992b). En outre, certaines études ne sont pas encore publiées à ce jour (de KAENEL & BERGEN, (1993 ; BERGEN, sous presse) et de nombreuses provinces n'ont pas été encore étudiées.

Il n'existe pas de zonation « standard » pour la Téthys ? et la zonation proposée par REALE *et al.* (1992 ; Tab. LV), bien qu'ayant une grande valeur régionale, n'a qu'une application limitée. Certaines successions d'événements à nannofossiles calcaires ont été établies dans les sites océaniques (ROTH *et al.*, 1983 ; WIEGAND, 1984) où la préservation de la nannoflore est optimale : il en résulte des difficultés d'applications aux séries exposées sur le continent et une absence de calibrage par rapport aux ammonites.

A ce jour des corrélations entre les données existantes en domaines boréal et téthysien n'ont pas été encore réalisées. En fait, la corrélation des événements entre les deux domaines est problématique, d'une part à cause de l'existence de différentes zonations d'ammonites et du manque de corrélations précises dans les deux domaines, d'autre part à cause de l'état actuel de la recherche, des problèmes de préservation, de diachronisme, de paléoprovincialisme et de taxinomie de certaines espèces.

1. — PARTICULARITÉS DES NANNOFOSSILES DU JURASSIQUE

Préservation : la lithologie est un facteur déterminant pour la préservation et donc pour le dépôt des nannofossiles calcaires. Les roches indurées (calcaires massifs, micritiques, à silex) sont assez défavorables à la préservation de la nannoflore car leurs stades de diagenèse (notamment dissolution et recristallisation secondaire) altèrent la structure des coccolithes, et seules les espèces les plus massives, donc les plus résistantes, sont préservées. Par contre, les roches non indurées (argiles, calcaires, marnes, calcaires argileux) sont susceptibles de fournir des nan-

TABLEAU LIV
Zonation en domaine boréal (BROWN *et al.*, 1988)

The figure is a geological column diagram illustrating the distribution of ammonite zones (ÉTAGES) and nannofossil zones (NANNOFOSSILES) across different geological periods and stages.

ÉTAGES (Ammonite Zones):

- HETTEN-GEN:** SINÉ-MURIEN, PIENS-BACHUEN, TOARCien, AALÉ-NIEN, BAJOCien, BATHONien, CALLOViEN, OXFORDien.
- KIMMÉRIDGIEN (s.s.)**: LAMPUGHI, PREPLICHALUS PRIMITIVUS, OPPRESSUS ANGUIFORMIS, KERBERUS OKUSENSIS, GLAUCOLITHUS ALBANI, FITTONI, ROTUNDA, PALLASIOIDES, PECTINATUS HUSTLESTONI, WHEATLEYENSIS, SCUTULUS, ELEGANS, AUTISSIODORENSIS, EUDOXUS, MUTABILIS, CYMOBOCE, BAYLEI.
- VOLGIEN**: sup., moyen, inf.

TAXONS (Ammonite Species):

- S. punctulata, P. liasicus, P. marthae, P. robustus, C. crassus, B. novum, L. hauffii, C. cavus, C. superbus, L. crucicentralis, D. striatus, R. incompta, I. contractus, W. britannica, S. speciosum, P. enigma, A. helvetica, S. bigoti bigoti, S. bigoti maximum, S. helotatus, S. ammetros.

NANNOFOSSILES (Nanofossil Zones):

- Sous-zones:** NJ 17, NJ 16, NJ 15, NJ 15 b, NJ 15 a, NJ 14, NJ 13, NJ 12, NJ 11, NJ 10, NJ 9, NJ 8, NJ 8b, NJ 8a, NJ 7, NJ 6, NJ 5, NJ 4, NJ 3, NJ 2, NJ 1.
- Zones:** S. atmetros, S. helotatus, H. cuvillieri, L. crucicentralis, C. margereti, S. bigoti maximum, S. bigoti bigoti, W. deflandrei, S. hexum, A. helvetica, P. enigma, S. speciosum, W. britannica, L. contractus, R. incompta, D. striatus, C. superbus, L. hauffii, B. novum, C. granulatus, C. pliensbachiensis, M. elegans, P. marthae, S. punctulata.

TABLEAU LV
Zonation et principaux événements dans le Jurassique inférieur et moyen
en domaine téthysien (REALE *et al.*, 1992)

ÉTAGES	ZONES D'AMMONITES	NANNOFOSSILES	
		Principaux événements	Zones de Nannofossiles
BAJOCIEN	SAUZEI		
	LAEVIUSCULA	FO <i>W. britannica</i>	
	DISCITES	FO <i>W. manivitae</i>	W. manivitae
AALÉNIEN	CONCAVUM	FO <i>C. magharensis</i>	
	MURCHISONAE	FO <i>C. margerelii</i>	
	OPALINUM		W. barnesae
TOARCien	MENEIGHINII	FO <i>W. barnesae</i>	
	ERBAENSE	LO <i>Calyculus</i> sp. FO <i>L. contractus</i>	D. ignotus
	BIFRONS	LO <i>P. liasicus</i>	
	SERPENTINUS	LO <i>M. jansae</i>	
	TENUICOSTATUM	FO <i>D. ignotus</i> FO <i>L. velatus</i> FO <i>C. superbus</i> FO <i>L. crucicentralis</i> FO <i>Calyculus</i> sp. <i>L. sigillatus</i>	L. crucicentralis Sous-zones L. hauffii
PLIENSbachien	EMACIATUM	FO <i>L. hauffii</i>	Calyculus
	ALGOVIANUM	FO <i>B. finchii</i>	B. finchii
	LAVINIANUM	FO <i>M. jansae</i>	M. jansae
	DAVORI		
	IBEX		
	JAMESONI		

(FO : First occurrence ; LO : Last occurrence)

nofossiles bien dégagés et les espèces les plus délicates peuvent se conserver, car l'argile dans le sédiment a une fonction « isolante » due à son imperméabilité aux eaux diagénétiques. Par conséquent, les associations plus ou moins abondantes et/ou les événements d'apparition et de disparition sont dépendants d'une lithologie plus ou moins favorable; ainsi, la répartition stratigraphique des nannofossiles peut être variable d'une zone à l'autre en fonction des phénomènes de dissolution sélective et non pas pour des raisons réellement paléoécologiques.

Les études de NOËL & BUSSON (1991, 1992) par ailleurs, montrent que les différences existant parmi les associations composant les calcaires et les marnes ne sont pas dues seulement à l'action de la diagenèse : les calcaires fins pélagiques sont composés par une association oligotypique (schizosphères pendant le Jurassique inférieur, cocolithes en « boutons de manchettes » au Jurassique

moyen et supérieur et *Nannoconus* pendant le Tithonien-Berriasiens).

Diachronisme : au Jurassique, des différences très marquées existent dans les deux domaines dans la répartition stratigraphique de certains taxons. Ce diachronisme affecte en grande partie les événements de première apparition, qui en domaine téthysien, se manifestent trois ou quatre zones d'ammonites antérieurement (BOWN *et al.*, 1988).

Paléoprovincialisme : le paléoprovincialisme s'observe par la présence en domaine téthysien d'espèces typiques, absentes ou très rares en domaine boréal; au Jurassique on ne trouve des espèces typiquement boréales qu'à partir du Kimméridgien (COOPER *in* LOHD *et al.*, 1987; COOPER, 1988).

Selon BOWN (1987) et BOWN *et al.* (1988), le domaine téthysien est caractérisé par :

1) une association dominée par d'abondants *M. jansae* à partir du Sinémurien inférieur jusqu'au Toarcien inférieur ; *M. jansae* est une espèce typique de la zone équatoriale et subéquatoriale. Sa présence dans une association révèle immédiatement une affinité téthysienne.

2) des associations endémiques ou partiellement restreintes qui sont assez communes dans le domaine de la Téthys méditerranéenne mais absentes ou très rares dans le domaine nord-européen :

— *Mazaganella pulla* et *Mazaganella protensa*, espèces typiques du Sinémurien-Pliensbachien du plateau de Mazagan au large du Maroc, n'ont été observées qu'à partir du Toarcien supérieur dans le domaine boréal (BOWN, 1987 ; BOWN *et al.*, 1988).

— *Bucanthus decussatus* et *Timorella cypella* du Pliensbachien moyen ont été observées seulement dans la Mer de Timor (Pacific orientale).

Taxinomie : malgré l'utilisation d'une microscopie électronique de plus en plus performante, les caractères structuraux observés n'ont pas encore pu être hiérarchisés et il n'existe pas d'uniformité des critères taxinomiques adoptés par les divers auteurs. Certaines espèces et certains genres sont donc synonymiques du fait des ambiguïtés taxinomiques, et donnent de fausses répartitions stratigraphiques. *Biscutum*, *Discorhabdus*, *Watznaueria*, *Lotharingius* sont les genres les plus susceptibles d'être interprétés différemment selon les auteurs. De KAENEL & BERGEN (sous presse) proposent une révision taxinomique détaillée pour les genres *Biscutum*, *Discorhabdus* et *Triscutum*.

Il est important enfin de remarquer que même les techniques d'échantillonage, de préparation et d'observation des nannofossiles calcaires sont responsables de répartitions stratigraphiques erronées pour certaines espèces. Une préparation centrifugée, qui donc concentre les nannofossiles, peut être la cause de niveaux d'apparitions différents d'espèces rares, comparée à la simple préparation par frottis ; une maille d'échantillonage trop large peut amener à une répartition des événements non fiable ainsi qu'une observation au microscope optique insuffisante (moins de 500 plages d'observation). Il n'est pas donc impensable que certains décalages d'apparitions et/ou disparitions entre les deux domaines soient liés aussi aux différences d'échantillonage, de préparations et d'observation utilisées par les auteurs.

2. — SIGNIFICATION DES ÉVÉNEMENTS À NANNOFOSSILES CALCAIRES

Compte tenu de l'état d'avancement de la recherche, l'International Nannoplankton Association a proposé à l'occasion du 5^e Meeting (INA Meeting, Praha ; 1991) d'utiliser à la place des zones biostratigraphiques, qui souvent présentent des définitions différentes (zone d'intervalle, de distribution concomitante, etc.), les simples bioévénements à nannofossiles calcaires (apparition et disparition d'un

taxon) qui permettent d'identifier des limites temporelles applicables pour un domaine considéré.

Les bioévénements peuvent être principaux ou secondaires ; les premiers sont bien reproductibles et significatifs pour une corrélation à grande échelle ; il est donc nécessaire que le taxon pour lequel est utilisée la première ou la dernière apparition ait une répartition stratigraphique assez homogène et continue, qu'il soit résistant aux actions diagénétiques et qu'il ne soit pas lié aux problèmes paléoécologiques. Les événements secondaires, ainsi appelés pour leur reproductibilité mineure, sont utilisés à l'échelle du bassin et fournissent également une bonne référence chronologique.

L'ensemble des bioévénements à nannofossiles calcaires du Jurassique permet une très fine résolution, biostratigraphique pour certains étages comme le Toarcien inférieur ou, au contraire, une faible résolution pour le Jurassique supérieur.

3. — BIOSTRATIGRAPHIE

La démarche choisie pour la compilation des échelles biostratigraphiques à nannofossiles calcaires est la suivante :

— Les événements à nannofossiles calcaires identifiés en domaine boréal et téthysien et calés par rapport aux zones d'ammonites, ont été comparés. Les travaux les plus récents ont été choisis pour cette synthèse, car ils fournissent des informations plus détaillées, notamment une plus importante révision systématique de plusieurs espèces, qui permettent des corrélations plus fiables ; mais quelques références aux travaux moins récents sont aussi mentionnées.

Pour le domaine boréal, les événements choisis et évoqués par la suite sont les « *datum levels* » de CRUX (1987) pour l'intervalle Hettangien-Toarcien inférieur et ceux proposés par BOWN *et al.* (1988) dans leurs zonations. Pour le domaine téthysien plusieurs données biostratigraphiques ont été utilisées : LOZAR (1992) pour l'Hettangien, REALE *et al.* (1992), COBIANCHI (1992) pour le Pliensbachien-Bajocien inférieur ; ERBA (1990) pour le Bajocien, GARDIN (ce travail) pour le Callovien et celles de BRALOWER *et al.* (1989) pour le Tithonien.

Les échelles à Ammonites utilisées et qui ont servi à calibrer les événements de nannofossiles ont été fournies par différents auteurs ayant travaillé dans les régions mentionnées sur les tableaux.

Les bioévénements à nannofossiles calcaires ont été classés en principaux et secondaires d'après l'interprétation de l'auteur qui les a définis. Les premiers sont typographiés en caractères gras, les seconds sont regroupés sous la forme « autres événements ». Pour chaque marqueur enfin, sont décrits les caractéristiques, les associations floristiques correspondantes, le paléoprovincialisme et les corrélations possibles entre les deux domaines.

3.1. JURASSIQUE INFÉRIEUR

Le Jurassique basal dans les deux domaines ne présente pas une résolution stratigraphique détaillée. Ceci est dû au fait que la nannoflore apparaît au Trias supérieur en domaine téthysien, pour se poursuivre ensuite en domaine boréal (BOWN, 1987; BOWN et al., 1988). Ainsi les premières associations jurassiennes, bien qu'abondantes, sont peu diversifiées et présentent une tendance évolutive faible. Il faut tenir compte en outre du faciès peu favorable à la préservation des nannofossiles calcaires, représenté dans toute la province nord-téthysienne (calcaire spongiotique et calcaire massif).

Avec le Toarcien, on assiste à une rapide diversification de la nannoflore, en espèces et en abondance totale, et la résolution biostratigraphique devient nettement plus performante. Les associations sont dominées par les genres *Lotharingius*, *Crepidolithus* et *Schizosphaerella*.

Pendant tout le Jurassique inférieur, on note un diachronisme important qui affecte les événements de première apparition dans les différents domaines et un certain nombre d'espèces montrent un net provincialisme.

3.1.1. Hettangien (Tab. LVI)

L'étage Hettangien a été étudié en détail dans le domaine boréal. En domaine téthysien l'Hettangien est lar-

gement représenté par des calcaires de plate-forme interne, qui sont défavorables à la préservation de la nannoflore; les données disponibles pour cet étage en domaine téthysien sont celles de LOZAR (1992).

■ Province nord-européenne

Apparition de Schizosphaerella punctulata, zone à Planorbis (BOWN et al., 1988).

Apparition de Crucirhabdus primulus, zone à Planorbis (CRUX, 1987); Zone à Angulata (BOWN et al., 1988).

Association: l'association comporte d'abondants *S. punctulata*. Ensuite, *C. primulus* apparaît dans la zone à Angulata.

Remarque: le niveau d'apparition de *S. punctulata* est incertain; selon HAMILTON (1982) l'espèce est déjà présente à partir du Rhétien supérieur. BARNARD & HAY (1974) et HAMILTON (1982) signalent l'apparition d'*Annulithus arkelli* à la base de l'Hettangien et *C. primulus* au sommet de l'Hettangien (zone à Angulata). BARNARD & HAY (1974) observent en outre la présence dans l'association de *Vekshinella quadriarcuilla*, *Tubirhabdus patulus*, *Crepidolithus cavus*, *Crepidolithus crucifer*, taxons retrouvés par BOWN (1987) à partir du Sinémurien. En domaine nord-téthysien, *C. primulus* a déjà été signalé dans le Rhétien supérieur (Alpes autrichiennes; BOWN, 1987).

TABLEAU LVI
Bioévénements de l'Hettangien : CRUX, 1987 (1), BOWN et al., 1988 (2)
et LOZAR, 1992 (3)

ÉTAGE	ZONES D'AMMONITES	NANNOFOSSILES		
		Domaine boréal Nord Europe (1)	(2)	Domaine téthysien (3)
HETTANGIEN	ANGULATA		<i>C. primulus</i>	<i>C. primulus</i>
	LIASICUS			<i>T. patulus</i>
	PLANORBIS	<i>C. primulus</i>		<i>C. crassus</i>
			<i>S. punctulata</i>	

(: apparitions)

■ Province méditerranéenne

Apparition de *Crepidolithus crassus*, zone à *Liasicus* (LOZAR, 1993).

Apparition de *Tubirhabdus patulus* et *Crucirhabdus primulus*, zone à *Angulata* (LOZAR, 1993).

Association : très pauvre, caractérisée par la présence de *S. punctulata*, *P. liasicus*, *C. primulus*, « small Crepidolithus ».

Remarque : la mention de *C. crassus* dans la zone à *Liasicus* est l'apparition la plus ancienne observée pour cette espèce.

3.1.2. Sinémurien (Tab. LVII)

Une association à nannofossiles calcaires, abondante mais peu diversifiée, apparaît au Sinémurien. Pour cet étage, les données disponibles sont celles du domaine boréal (CRUX, 1987; BOWN *et al.*, 1988).

— Sinémurien inférieur

■ Province nord-européenne

Apparition de *Parhabdolithus liasicus*, zone à *Bucklandi* (CRUX, 1987; BOWN *et al.*, 1988).

Autres événements : apparition de *Tubirhabdus patulus* et *Parhabdolithus marthae*, zone à *Bucklandi* (BOWN *et al.*, 1988). Apparition de *Crepidolithus pliensbachensis*, zone à *Bucklandi* pour CRUX, 1987, zone à *Semicostatum* BOWN *et al.*, 1988.

Association : composée par *Schizosphaerella punctulata*, *Crucirhabdus primulus*, *Parhabdolithus liasicus*, *Crepidolithus pliensbachensis*, *Mitrolithus elegans*, *Parhabdolithus marthae*.

Remarque : l'association peut être abondante mais peu diversifiée. CRUX (1987) retrouve *Crepidolithus cavus* dans la zone à *Bucklandi*; BARNARD & HAY (1974) et HAMILTON

TABLEAU LVII
Bioévénements du Sinémurien : CRUX, 1987 (1) et BOWN *et al.*, 1988 (2)

Sous-étages	ZONES D'AMMONITES	NANNOFOSSILES	
		(1)	(2)
supérieur	RARICOSTATUM		<i>M. lenticularis</i> <i>M. jansae</i>
			<i>C. crassus</i> <i>O. hamiltoniae</i>
		<i>C. crassus</i>	
	TURNERI		<i>P. robustus</i>
	SEMICOSTATUM	<i>P. marthae</i>	<i>P. marthae</i>
			<i>C. pliensbachensis</i>
inférieur	BUCKLANDI	<i>C. pliensbachensis</i> <i>P. marthae</i> <i>P. liasicus</i> <i>C. cavus</i>	<i>P. marthae</i> <i>T. patulus</i> <i>P. liasicus</i>

(◀ : apparitions ; ▶ : disparitions)

(1982) signalent *P. liasicus* à la base du Sinémurien (zone à Bucklandi). Les différences entre les niveaux de premières apparitions de certaines espèces sont probablement liées aux différents concepts taxonomiques utilisés par les auteurs.

Disparition de Parhabdolithus marthae, sommet de la zone à Semicostatum (CRUX, 1987; BOWN et al., 1988).

Autre événement: apparition de *Parhabdolithus robustus*, zone à Turneri (BOWN et al., 1988).

Association: pratiquement identique à la précédente, dominée par *C. primulus*, *P. liasicus*, *P. robustus*, *S. punctulata*.

— Sinémurien supérieur

■ Province nord-européenne

Apparition de Crepidolithus crassus, zone à Obtusum (CRUX, 1987) : zone à Oxynotum (BOWN et al., 1988).

Autres événements: apparition d'*Orthogonoides hamiltoniae*, zone à Oxynotum (BOWN et al., 1988); apparition de *Mitrolithus lenticularis* et de *Mitrolithus jansae*, zone à Raricostatum (BOWN et al., 1988).

Association: caractérisée par la présence des taxons mentionnés; le genre *Crepidolithus* devient un des principaux constituants de l'association.

Remarque: des petits *Crepidolithus* sp. affines à *C. crassus*, mais de dimensions plus réduites, apparaissent à partir du Sinémurien inférieur et augmentent de taille jusqu'à atteindre celle des *C. crassus* (longueur 5-9 microns; BOWN, 1987). Il est donc probable que la première apparition de *C. crassus* est signalée à différents niveaux stratigraphiques par les auteurs à cause de ces critères de taille.

■ Province méditerranéenne

Ces événements ne sont pas calés par rapport aux zones d'ammonites.

Apparition de Crepidolithus crassus, Sinémurien supérieur (COBIANCHI, 1992).

Autre événement: apparition de *Mitrolithus lenticularis* et *Crepidolithus pliensbachensis*, Sinémurien supérieur (COBIANCHI, 1992).

Association: plus abondante et diversifiée que celle du domaine boréal, caractérisée par *M. jansae*, *M. elegans*, *P. liasicus*, *C. primulus*, *T. patulus*, *S. punctulata* et *P. robustus*. Dans l'association du plateau de Mazagan (DSDP Leg 79, BOWN, 1987), *Mazaganella pulla* et *Mazaganella protensa* sont retrouvées fréquemment.

Remarque: « small *Crepidolithus* » ont été observés par COBIANCHI (1992) dans le bassin lombard. Au Portugal, quelques taxons qui apparaissent au Sinémurien supérieur dans d'autres zones du domaine téthysien, ont été observés à partir du Sinémurien inférieur (*Crepidolithus crassus*, *Mitrolithus jansae*), mais ils ne sont pas encore calés par rapport aux ammonites.

Corrélations: il existe un diachronisme important entre les premières apparitions des nannofossiles dans les deux domaines. L'apparition de *Crepidolithus crassus* a été considérée comme une donnée biostratigraphique pour le Sinémurien supérieur par de nombreux auteurs (PRINS, 1969; BARNARD & HAY, 1974; THIERSTEIN, 1976; HAMILTON, 1982; 1987; WIEGAND, 1984; BERGEN, 1987; de KAENEL, 1990); au contraire, les données de Lozar signalent la présence de *C. crassus* dans l'Hettangien du Bassin Dauphinois.

3.1.3. Pliensbachien (Tab. LVIII)

Aussi bien en domaine boréal que téthysien, le Pliensbachien est une période favorable pour les nannofossiles calcaires, qui sont plus abondants et plus diversifiés qu'au Sinémurien.

— Carixien

■ Province nord-européenne

Apparition de Biscutum dubium, zone à Jamesoni (CRUX, 1987).

Apparition de Biscutum novum, zone à Jamesoni (BOWN et al., 1988).

Disparition de Crepidolithus pliensbachensis, zone à Ibex (CRUX, 1987; BOWN et al., 1988).

Disparition de Parhabdolithus robustus, zone à Ibex (BOWN et al., 1988).

Autres événements: apparition de *Sollasites lowei*, *Parhabdolithus zweilli*, zone à Jamesoni (CRUX, 1987); apparition de *Crepidolithus granulatus*, zone à Ibex (BOWN et al., 1988).

Association: dominée par *Schizosphaerella* sp. et *Crepidolithus* et composée par *B. novum*, *S. punctulata*, *P. liasicus*, *M. elegans*, *C. crassus*. Rares *M. jansae*; *C. pliensbachensis* et *P. robustus* disparaissent dans la zone Ibex.

Remarque: *B. novum*, a toujours été considéré comme le plus ancien placolite non imbriqué, et son apparition comme un événement biostratigraphique bien marqué et important. CRUX (1987) signale également l'apparition du genre *Biscutum*, avec *B. dubium*, dans la zone à Jamesoni. Par contre BARNARD & HAY (1974) observent dans des séries du domaine nord-européen, la présence de *Paleopontosphaera dubia* (= *B. dubium*) à partir du Sinémurien, Zone à Obtusum.

Ces désaccords sont dus encore une fois aux différents concepts taxinomiques utilisés par les auteurs. Une approche taxinomique plus moderne pour la famille des Biscutaceae est faite par de KAENEL & BERGEN (1993).

BARNARD & HAY (1974) retrouvent *P. cylindratus* (= *A. cylindratus*) dans la zone à Davœi. De rares et sporadiques *M. jansae*, considérées comme typiquement téthysiennes, sont présentes dans des séries de l'Angleterre, ce qui selon BOWN (1987) résulterait d'un transport par des courants chauds depuis la Téthys.

TABLEAU LVIII
Bioévénements du Pliensbachien : CRUX, 1987 (1), BOWN *et al.*, 1988 (2) REALE *et al.*, 1992 (3) et COBIANCHI, 1992 (4)

Sous-étages	Domaine boréal				Domaine téthysien			
	ZONES D'AMMONITES	NANNOFOSSILES		ZONES D'AMMONITES	NANNOFOSSILES			
		Nord Europe			Italie			
		(1)	(2)		(3)	(4)		
	SPINATUM	<i>C. primulus</i>	◀	<i>C. cavus</i> <i>L. sigillatus</i> <i>Calyculus</i> spp. <i>B. prinsii</i> <i>A. atavus</i> <i>B. grandis</i> <i>Z. erectus</i> <i>C. granulatus</i>	EMACIATUM	◀ <i>Calyculus</i> spp. ◀ <i>L. hauffii</i> ◀ <i>B. finchii</i>	◀ <i>B. finchii</i> ◀ <i>Calyculus</i> spp. ◀ <i>L. hauffii</i> ◀ <i>L. primigenius</i>	
Domérien	MARGARITATUS	◀ <i>B. finchii</i> ◀ <i>L. hauffii / crucicentralis</i>		◀ <i>L. hauffii</i> ▶ <i>M. elegans</i>	ALGOVIANUM			
	DAVOEI	◀ <i>P. zweilli</i> ◀ <i>M. jansae</i> ◀ <i>P. atavus</i> ◀ <i>P. longispinus</i>	▶ <i>B. finchii</i>	▶ <i>P. robustus</i>	LAVINIANUM	◀ <i>M. jansae</i>	◀ <i>M. jansae</i> <i>Sollasites</i> spp.	
Carixien	IBEX	◀ <i>C. pliensbachensis</i>	▶ <i>C. pliensbachensis</i> ◀ <i>C. granulatus</i>	▶ <i>B. novum</i>	DAVOEI			
	JAMESONI	◀ <i>S. lowei</i> ◀ <i>P. zweilli</i> ◀ <i>B. dubium</i>	▶ <i>B. novum</i>	▶ <i>B. novum</i>	IBEX		◀ <i>B. novum</i> ◀ <i>B. aff. dubium</i>	
					JAMESONI			

(◀ : apparitions ; ▶ : disparitions)

TABLEAU LIX

Bioévénements du Toarcien : CRUX, 1987 (1), BOWN *et al.*, 1988 (2), REALE *et al.*, 1992 (3)
et COBIANCHI, 1992 (4)

Domaine boréal				Domaine téthysien			
ZONES D'AMMONITES	NANNOFOSSILES Nord Europe (1) (2)		ZONES D'AMMONITES	NANNOFOSSILES Italie (3) (4)			
LEVESQUEI			R. incompta Tricuttum sp.	MENEZHINII			B. aff. dubium
THOUARSENSE			D. criotus	ERBAENSE			D. criotus
VARIABILIS			D. criotus				Calyculus sp. C. cantaluppii
BIFRONS				BIFRONS			M. lenticularis
FALCIFERUM	P. liasicus M. elegans C. superbis		D. striatus B. grandis B. dubium B. finchii C. superbis P. liasicus C. primulus	SERPENTINUS			P. liasicus B. finchii
TENUICOSTATUM	B. finchii M. jansae		Sollasites sp. M. jansae	TENUICOSTATUM	D. aff. D. striatus Watznaueria sp. I C. superbis M. jansae D. ignorus L. velatus C. superbis L. crucicentralis L. sigillatus		D. aff. D. striatus Watznaueria sp. I C. superbis M. jansae L. velatus C. cantaluppii L. crucicentralis L. sigillatus

(← apparitions ; → disparitions)

■ Province méditerranéenne

Apparition du genre *Biscutum* (*B. aff. B. dubium* et *B. novum*), zone à Ibex (COBIANCHI, 1992).

Association : *B. novum*, *Biscutum* aff. *B. novum*, *C. crassus*, *C. granulatus*, *S. punctulata*, *Pliasicus*, *T. palulus*, *M. jansae*, *M. elegans*, *O. hamiltoniae*.

Remarque : au Portugal (série de la Brenha), Hamilton signale *Biscutum ellipticum* à partir du Sinémurien supérieur.

Corrélations : l'apparition du genre *Biscutum* est un événement reconnu au Carixien dans les deux domaines

par la plupart des auteurs malgré les divergences taxinomiques au niveau de l'espèce et du genre.

— Domérien

■ Province nord-européenne

Apparition de *Lotharingius hauffi*, zone à *Margaritatus* (CRUX, 1987; BOWN *et al.*, 1988).

Autres événements : apparition de *Biscutum finchii*, zone à *Margaritatus* (BOWN *et al.*, 1988), zone à *Spinatum*

(CRUX, 1987). Disparition de *Mitrolithus elegans* et de *Crepidolithus granulatus*, zone à *Margaritatus* (BOWN et al., 1988).

Association : l'association reste presqu'identique, exceptée pour les apparitions et disparitions citées précédemment : *C. primulus* devient plus rare.

Remarque : l'apparition du genre *Lotharingius* marque un changement sensible dans l'association.

D'autres *Lotharingius* sp., affines à *L. hauffii* (BOWN, 1987) sont associés à *L. hauffii*.

Disparition de Crucirhabdus primulus, au sommet de la zone à *Spinatum* (CRUX, 1987);

Apparition de Biscutum finchii, zone à *Spinatum* (CRUX, 1987).

Apparition de Crepidolithus cavus au sommet de la zone à *Spinatum* (BOWN et al., 1988).

Autre événement : apparition de *Lotharingius sigillatus*, *Calyculus* sp., *Bussonius prinsii*, *Axopodorhabdus atavus*, *Biscutum grandis*, *Zeughrabodus erectus*, zone à *Spinatum* (BOWN et al., 1988).

Association : abondants *L. hauffii*, *L. sigillatus*, *B. novum*, *C. cavus*, *C. pliensbachensis*, *C. crassus*, *Calyculus* sp., *O. hamiltoniae*, *A. atavus*, *B. grandis*, *B. prinsii*, *Z. erectus*. Absents : *M. elegans* et *C. granulatus*.

Remarque : selon BOWN et al. (1988) l'apparition de *C. cavus* est un événement important par sa répartition constante; par contre, BARNARD & HAY signalent la présence de *C. cavus* à partir du Sinémurien inférieur (zone à *Planorbis*), en accord avec les observations de CRUX (1987). L'apparition de *A. atavus* d'après BOWN et al. (1988) coïncide avec l'apparition d'*A. cylindratus* indiquée par BARNARD & HAY (1974) et par HAMILTON (1982); BOWN (1987) indique *A. cylindratus* comme espèce typique du Jurassique moyen. CRUX (1987) signale *Podorhabdus atavus* (= *A. atavus*) dans la zone à *Davoei*.

■ Province méditerranéenne

Apparition de Mitrolithus jansae, limite entre la zone à *Davoei* et à *Lavinianum* (COBIANCHI, 1992; REALE et al., 1992).

Autre événement : apparition de *Sollasites* sp., zone à *Davoei* (COBIANCHI, 1992).

Association : dominée par *M. jansae*, avec *B. novum*, *C. crassus*, *C. cavus*, *C. pliensbachensis*, *M. elegans*, *O. hamiltoniae*, *P. liasicus*, *T. patulus*.

Remarque : l'apparition tardive de *M. jansae* dans le Domérien des séries italiennes, semble liée à des faciès défavorables à la préservation; cette espèce en fait est bien représentée dans d'autres séries téthysiennes à partir du Sinémurien (WIGGAND, 1984; BOWN, 1987; de KAENEL, 1990, BERGEN, sous presse).

Apparition de Biscutum finchii, *Lotharingius hauffii*, *Calyculus* sp., zone à *Spinatum* (COBIANCHI, 1992; REALE et al., 1992).

Autre événement : apparition de *Lotharingius primigenius*, zone à *Spinatum* (Cobianchi, 1992).

Association : abondants *L. hauffii*, *L. primigenius*, *L. imprimus*, *C. crassus*, *C. pliensbachensis*, *C. cavus*, *M. jan-*

sae, *T. patulus*, *Calyculus* sp., *O. hamiltoniae*, *A. cylindrat-*
tus et *Z. erectus*.

Remarque : comme en domaine boréal, l'apparition du genre *Lotharingius* marque un sensible changement dans l'association et deviendra le genre dominant de l'association toarcienne. BERGEN (sous presse) observe la disparition de *C. primulus* au sommet de la zone à *Spinatum*.

Corrélations : il existe une bonne corrélation de l'apparition du genre *Calyculus* (zone à *Spinatum*) dans les deux domaines, alors qu'il y a un léger diachronisme de l'apparition de *L. hauffii* (sommet de la zone à *Margaritatus*, horizon à *Emaciatum*). Les apparitions de *B. finchii*, *L. hauffii* et *Calyculus* sp. représentent au Domérien supérieur des événements comparables, bien qu'ils ne soient pas localisés au même domaine biogéographique et qu'ils ne puissent être rapportés à la même zone d'ammonite.

L'apparition de *M. jansae* au sommet du Carixien en domaine téthysien est en accord avec les données de CRUX (1987).

3.1.4. Toarcien (Tab. LIX)

Le Toarcien inférieur est la période la plus favorable pour les nannofossiles calcaires. Dans les deux domaines, on assiste à l'apparition de nouveaux genres et espèces, avec un maximum de diversification et d'abondance de l'association; la résolution biostratigraphique de cette période est très performante. Au Toarcien supérieur, le degré d'évolution diminue et on assiste à une régression en termes d'abondance d'un certain nombre d'espèces, et à de nombreuses disparitions.

— Toarcien inférieur

■ Province nord-européenne

Disparition de Biscutum finchii, zone à *Falciferum* (CRUX, 1987; BOWN et al., 1988).

Apparition de Carinolithus superbus, zone à *Falciferum* (CRUX, 1987; BOWN et al., 1988).

Disparition de Parhabdolithus liasicus, zone à *Falciferum* (CRUX, 1987).

Autres événements : dans la zone à *Tenuicostatum* apparaît le genre *Sollasites* sp. (BOWN et al., 1988) et *Mitrolithus jansae* (CRUX, 1988; BOWN et al., 1988) disparaît. La disparition de *Parhabdolithus liasicus* et celle de *Crucirhabdus primulus* sont signalées par BOWN et al. (1988) dans la zone à *Tenuicostatum*.

Association : *Sollasites* sp., *C. cavus*, *C. crassus*, *C. superbus*, *L. hauffii*, *L. sigillatus*, *B. prinsii*, *B. novum*, *B. finchii*, *B. grandis*. Dans la zone à *Tenuicostatum*, *P. liasicus*, *M. jansae* et *C. primulus* disparaissent. Peu après l'apparition de *C. superbus*, dans la zone à *Falciferum* *B. grandis*, *O. hamiltoniae*, *B. finchii* disparaissent.

Remarque : *C. superbus* devient un élément important de l'association dès sa première apparition. Dans cet intervalle de temps le passage du genre *Calyculus* au genre *Carinolithus* est bien observé (BOWN et al., 1988).

Apparition de Discorhabdus striatus, zone à *Falciferum* (BOWN et al., 1988).

Autre événement : apparition de *Discorhabdus criotus*, zone à *Variabilis* (BOWN et al., 1988).

Association : elle ne change pas par rapport à la précédente si ce n'est par l'arrivée des Discorhabdaceae qui amènent un sensible changement dans l'association.

■ Province méditerranéenne

Apparition de Lotharingius sigillatus et de *Lotharingius crucicentralis*, zone à *Tenuicostatum* (COBIANCHI, 1992; REALE et al., 1992).

Apparition de Carinolithus cantaluppii, zone à *Tenuicos-tatum* (COBIANCHI, 1992).

Apparition de *Carinolithus superbus*, zone à *Tenuicos-tatum* (REALE et al., 1992).

Autre événement : apparition de *Lotharingius velatus*, zone à *Tenuicostatum* (COBIANCHI, 1992; REALE et al., 1992).

Association : abondante, diversifiée et caractérisée par de fréquents *Crepidolithus*, *Calculus sp.*, *Sollasites sp.*, *O. hamiltoniae*, *Biscutum*, *Lotharingius*, *C. superbus*, *C. cantaluppii*; ce dernier taxon est une espèce de transition entre *Calculus sp.* et *C. superbus* (COBIANCHI, 1992).

Remarque : l'apparition de *Lotharingius sigillatus* semble être un bon événement pour la limite Domérien/Toarcien, vérifiée dans les séries italiennes en liaison avec l'apparition de *Dactylioceras mirabilis* dans les faunes d'ammonites (COBIANCHI, 1990). Au Portugal et dans les séries du domaine boréal par contre, *Lotharingius sigillatus* est déjà présente au Domérien.

Disparition de Mitrolithus jansae, zone à *Serpentinus* (COBIANCHI, 1992; REALE et al., 1992).

Apparition de Carinolithus superbus, zone à *Serpentinus* (COBIANCHI, 1992).

Apparition de Discorhabdus ignotus (= *Discorhabdus aff. D. striatus*), zone à *Serpentinus* (COBIANCHI, 1992; REALE et al., 1992).

Apparition de Watznaueria sp. 1, zone à *Serpentinus* (COBIANCHI, 1992).

Association : comme la précédente, avec l'absence de *M. jansae* et la présence de *Watznaueria sp. 1* et d'abondants *C. superbus*.

Remarque : l'arrivée du genre *Watznaueria* change sensiblement l'association à partir de cet intervalle de temps. De KAENEL (1990) signale aussi l'apparition du genre *Watznaueria* (*Watznaueria atlantis*) dans la zone à *Bifrons* au Maroc.

Disparition de Biscutum finchii, zone à *Bifrons* (COBIANCHI, 1992);

Disparition de Parhabdolithus liasicus, zone à *Bifrons* (COBIANCHI, 1992; REALE et al., 1992);

Apparition de Lotharingius contractus et disparition de *Calculus sp.*, zone à *Bifrons* (REALE et al., 1992).

Association : composée par *Watznaueria sp. 1*, *C. crassus*, *C. cavus*, *D. striatus*, *D. ignotus*, *C. superbus*, *C. can-*

taluppii, *S. punctulata*, *B. novum*. Diminution drastique de *Calculus sp.* et de *L. hauffi*.

Remarque : la diminution drastique de *L. hauffi* est un phénomène généralement constaté dans plusieurs régions (Portugal ; BERGEN, sous presse) et qui semble lié à l'installation du genre *Watznaueria* durant cette période (BOWN et al., 1988 ; BALDANZA et al., 1991 ; COBIANCHI et al., 1992 ; GARDIN & MANIVIT, 1994). Les différences entre les niveaux de disparition du genre *Calculus sp.* dans les séries italiennes sont probablement liées à des problèmes de préservation des individus. La disparition de *P. liasicus* dans les mêmes séries est plus récente qu'au Portugal (zone à *Margaritatus* ; BERGEN, sous presse) ou au Maroc (zone à *Lavinianum* ; de KAENEL, 1990).

— Toarcien supérieur

■ Province nord-européenne

Apparition de Retacapsa incompta, zone à *Levesquei* (BOWN et al., 1988).

Autre événement : apparition de *Triscutum sp.*, zone à *Levesquei* (BOWN et al., 1988).

Association : *Axopodorhabdus atavus*, *Biscutum intermedium*, *B. prinsii*, *C. cavus*, *C. crassus*, *D. striatus*, *D. criotus*, *L. sigillatus*, *L. crucicentralis*, *Triscutum sp.*, *S. punctulata*. L'association est moins diversifiée et moins abondante que la précédente.

Remarque : HAMILTON (1982) et BERGEN (sous presse) signalent l'apparition de *Watznaueria britannica* au Toarcien supérieur ; ce taxon a été reconnu par la plupart des auteurs à la limite Aalénien/Bajocien. Dans cet intervalle de temps BARNARD & HAY (1974) retrouvent *Discorhabdus tubus*, et MEDD (1982) signale l'apparition d'*Ethmorhabdus anglicus*.

■ Province méditerranéenne

Apparition de Watznaueria barnesae, zone à *Meneghinii* (REALE et al., 1992).

Autres événements : apparition de *Discorhabdus criotus*, zone à *Meneghinii* (COBIANCHI, 1992); disparition de *Carinolithus cantaluppii*, *Biscutum aff. B. dubium*, *Calculus sp.*, Zone à *Meneghinii* (COBIANCHI, 1992).

Association : l'association, moins abondante et moins diversifiée, est caractérisée par les disparitions mentionnées.

Remarque : l'apparition de *W. barnesae* à un niveau stratigraphique aussi bas (en fait elle est considérée comme un événement de la limite Aalénien/Bajocien par la plupart des auteurs) a seulement été observée dans le bassin de l'Umbria-Marche (Italie : REALE et al., 1992 ; BALDANZA & MATTIOLI, 1992) ; elle est probablement liée aux différentes interprétations taxinomiques des espèces du genre *Watznaueria*.

Corrélations : l'apparition de *C. superbus* semble être une donnée fiable pour les corrélations dans le deux domaines. Elle est vérifiée au même niveau stratigraphique

aussi bien au Portugal (BERGEN, sous presse) qu'au Maroc (de KAENEL, 1990).

La disparition de *M. jansae* est un autre événement qui caractérise le Toarcien inférieur dans les deux domaines ; légèrement plus précoce dans le domaine boréal, elle a été observée également au Portugal (BERGEN, sous presse) et au Maroc (de KAENEL, 1990).

La disparition de *B. finchii* est un événement corréable dans les deux domaines bien qu'il existe un léger diachronisme (zone à *Falciferum* dans le domaine boréal, base de la zone à *Bifrons* dans le domaine téthysien).

3.2. JURASSIQUE MOYEN

Le Jurassique moyen est une période dont la biostratigraphie des nannofossiles calcaires a été peu étudiée faute de bonnes sections de référence ; en outre, dans de nombreuses localités du domaine téthysien, à partir du Bajocien supérieur, on trouve des faciès défavorables (cal-

caires siliceux, calcaires à silex) et l'association floristique se révèle donc appauvrie.

Dans cet intervalle de temps, on assiste à une distribution assez homogène des nannofossiles calcaires et donc à une diminution du provincialisme. Les associations sont dominées par le genre *Watznaueria* et *Cyclagelosphaera*, alors que les genres *Lotharingius* et *Crepidolithus* diminuent en abondance ; on assiste aussi à une diminution drastique des représentants du genre *Schizospherella* à partir du Bajocien.

3.2.1. Aalénien (Tab. LX)

■ Province nord-européenne

Apparition de *Lotharingius contractus*, zone à *Murchisonae* (BOWN et al., 1988).

Autres événements : disparition de *Crepidolithus cavus*, *Calyculus* sp., *Bussonius prinsii*, zone à *Murchisonae*

TABLEAU LX

Bioévénements de l'Aalénien : BOWN et al., 1988 (1), REALE et al., 1992 (2) et COBIANCHI, 1992 (3)

ZONES D'AMMONITES	NANNOFOSSILES			
	Domaine boréal		Domaine boréal	
	Nord Europe (1)	(2)	Italie	(3)
CONCAVUM	<i>L. velatus</i>			<i>B. aff. B. finchii</i>
MURCHISONAE		<i>W. manivitae</i>		<i>W. britannica</i>
OPALINUM	<i>B. prinsii</i>			
	<i>C. cavus</i>			
	<i>Calyculus</i> spp.			
	<i>L. contractus</i>		<i>C. magharensis</i>	
			<i>C. margerelli</i>	
			<i>C. magharensis</i>	
			<i>D. striatus</i>	
			<i>W. contracta</i>	
				<i>D. lehmannii</i>

(← apparitions : → disparitions)

(BOWN et al., 1988). Apparition de *Lotharingius velatus*, zone à Concavum (BOWN et al., 1988).

Association: encore dominée par les genres *Lotharingius*, *Discorhabdus*, *Biscutum* et caractérisée par *A. cylindratus*, *B. intermedium*, *D. striatus*, *L. crucicentralis*, *D. constans*, *L. sigillatus*, *R. incompta*, *Triscutum* sp., *L. contractus*.

■ Province méditerranéenne

Apparition de *Carinolithus magharensis*, zone à Opalinum (COBIANCHI, 1992); base de la zone à Murchisonae (REALE et al., 1992).

Autre événement: apparition de *Discorhabdus striatus*, *Diazomatolithus lehmanni*, *Watznaueria contracta* (= *L. contractus*), zone à Opalinum (COBIANCHI, 1992).

Apparition de *Cyclagelosphaera margerelii*, zone à Murchisonae (COBIANCHI, 1992; REALE et al., 1992).

Association: *C. magharensis*, *C. superbus*, *D. constans*, *C. margerelii*, *B. depravatus*, *B. dubium*, *D. striatus*, *D. ignotus*, *L. contractus*, *L. velatus*, *L. crucicentralis*, *R. incompta*. De grandes formes du genre *Triscutum* sp. (*T. tiziense*; de KAENEL & BERGEN, sous presse) sont aussi présentes.

Remarque: *C. magharensis* est l'unique espèce traduisant un provincialisme pendant le Jurassique moyen (BOWN et al., 1988). De KAENEL signale *C. magharensis* dès le Toarcien supérieur (zone à Aalensis) au Maroc; en fait, la présence sporadique de *C. magharensis* à partir du Toarcien supérieur a déjà été observée par d'autres auteurs (REALE et al., 1992; GARDIN & MANIVIT, 1994). *C. margerelii* est rare et présente une distribution discontinue au début de son apparition. Aussi bien au Portugal que dans d'autres régions du domaine téthysien, on retrouve dans cet intervalle de temps de fréquents *D. constans* (BERGEN, sous presse), bien qu'ils aient été signalés dès le Toarcien inférieur dans le bassin de Paris par GOY (1981).

Apparition de *Watznaueria manivitae*, zone à Concavum (REALE et al., 1992):

Apparition de *Watznaueria britannica*, zone à Concavum (COBIANCHI, 1992).

Autre événement: disparition de *Biscutum* aff. *B. finchii*, zone à Concavum (COBIANCHI, 1992).

Association: fondamentalement identique à la précédente mais caractérisée par d'abondants *W. britannica*. Présence de *W. ovata* et *Crepidolithus* sp. de grande taille.

Remarque: l'apparition de *W. manivitae* est problématique à cause des différents concepts taxinomiques utilisés par les auteurs; selon MOSHKOVITZ & EHRLICH (1977), REALE et al. (1992), COBIANCHI et al. (1992), *W. manivitae* est une espèce de taille supérieure à 9 μ .

On remarque un léger diachronisme pour l'apparition de *W. britannica* dans les séries italiennes et pour l'apparition de *L. contractus* dans les deux domaines; cette espèce a été observée dès la fin du Toarcien inférieur dans le bassin de l'Umbria-Marche (REALE et al., 1992), mais de façon assez discontinue.

3.2.2. Bajocien (Tab. LXI)

Au Bajocien, on assiste à l'explosion du genre *Watznaueria* qui devient dominant avec un « bloom » de nombreuses espèces montrant des variations intraspécifiques; parallèlement on note une nette diminution d'abondance des espèces toarcviennes.

■ Province nord-européenne

Apparition de *Watznaueria britannica*, zone à Laeviuscula (BOWN et al., 1988).

Autre événement: apparition de *Podorhabdus grassei*, zone à Discites (BOWN et al., 1988).

Apparition de *Watznaueria barnesae* et de *Watznaueria fossacincta*, zone à Laeviuscula (BOWN et al., 1988).

Association: dominée par le genre *Watznaueria* et caractérisée par la présence de *L. contractus*, *E. gallicus*, *D. constans*, *D. striatus*, *C. superbus*, *L. crucicentralis*, *L. velatus*, *P. grassei*.

Remarque: l'établissement du genre *Watznaueria* change totalement l'association, en replaçant le genre *Lotharingius* qui devient de plus en plus rare. L'apparition du genre *Watznaueria* au Bajocien inférieur a été aussi signalée par HAMILTON (1982) et THIERSTEIN (1976).

Apparition de *Stephanolithion speciosum*, zone à Humphriesianum (BOWN et al., 1988).

Autre événement: disparition de *Carinolithus superbus*, sommet de la zone à Humphriesianum (BOWN et al., 1988).

Association: dominée par le genre *Watznaueria* comme précédemment et caractérisée par la présence du genre *Stephanolithion*, avec sa première espèce *S. speciosum*.

Apparition de *Pseudoconus enigma*, zone à Parkinsoni (BOWN et al., 1988).

Autre événement: apparition d'*Hexapodorhabdus cuvilli*, de *Stephanolithion octum*, *Cyclagelosphaera margerelii*, *Tetrapodorhabdus shawensis*, zone à Parkinsoni (BOWN et al., 1988).

Association: *A. harrisoni*, *H. cuvilli*, *L. crucicentralis*, *P. enigma*, *S. punctulata*, *S. speciosum*, *T. patulus* de grande taille. L'association est toujours dominée par le genre *Watznaueria*; la famille des *Podorhabdaceae* est aussi bien représentée avec les genres *Hexapodorhabdus*, *Axopodorhabdus*, *Ethmorhabdus* et *Polypodorhabdus*. *P. escaigii*. Elle peut être déjà présente dans les séries boréales mais de façon sporadique (BOWN et al., 1989). MEDD signale l'apparition de *Octopodorhabdus decussatus* (zone à *Garrantiana*).

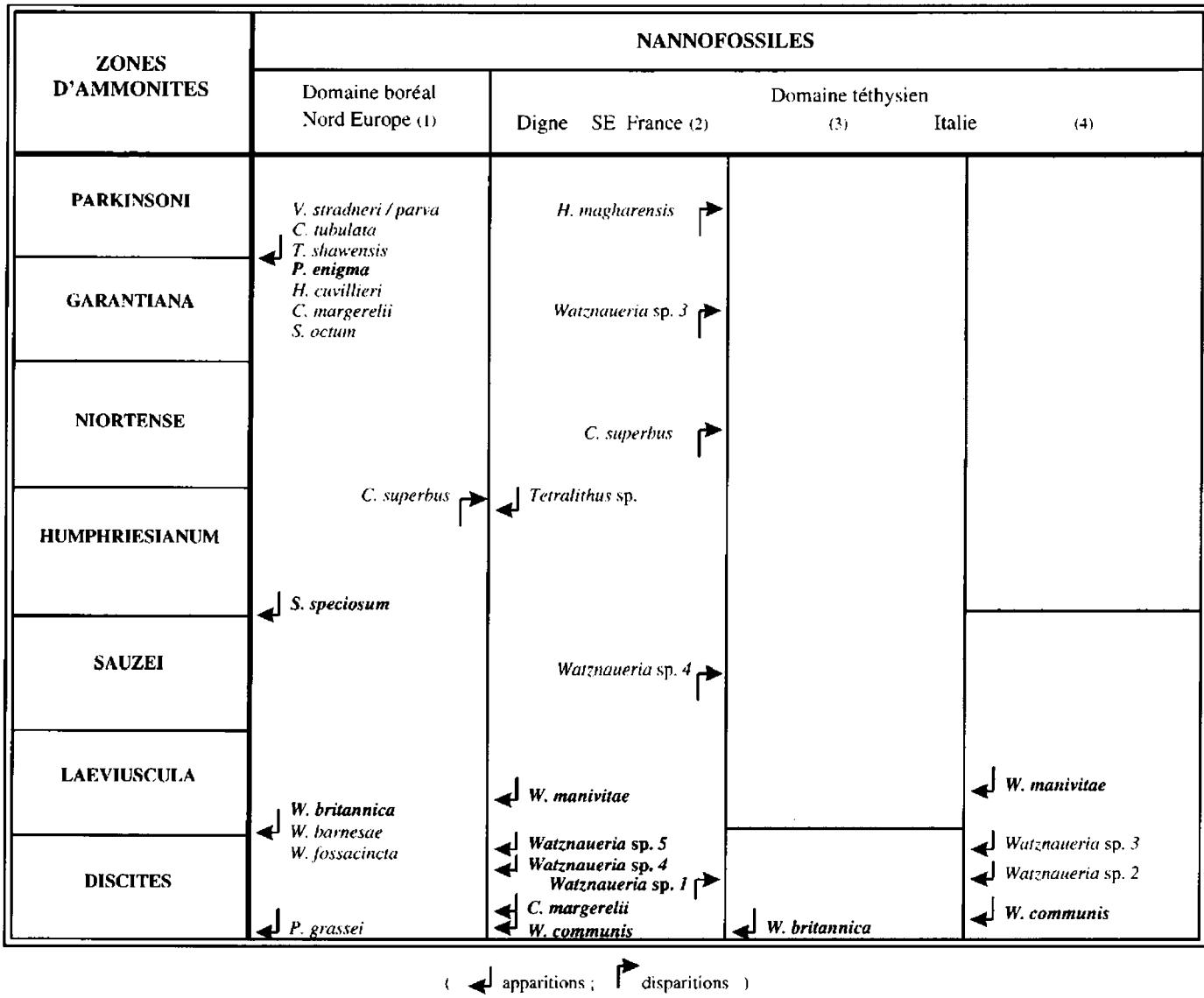
Remarque: selon BOWN et al. (1988), cette association abondante et dominée par le genre *Watznaueria*, avec des individus de grande taille, reflète une période de moindre dynamisme dans l'évolution.

■ Province sub-méditerranéenne

Dans les séries italiennes, après la zone à Sauzei, le catalogue sur la zonation d'ammonites ne peut être réalisé à cause du développement de faciès siliceux défavorables

TABLEAU LXI

Bioévénement du Bajocien : BOWN et al., 1988 (1), ERBA, 1990 (2), REALE et al., 1992 (3), COBIANCHI, 1992 (4)



au repérage de la nannoflore (COBIANCHI, 1992; REALE et al., 1992).

Apparition de *Watznaueria communis*, zone à Discites (ERBA, 1990; COBIANCHI, 1992);

Apparition de *Watznaueria britannica*, zone à Laeviuscula (REALE et al., 1992);

Apparition de *Watznaueria manivitiae*, zone à Laeviuscula (ERBA, 1990; COBIANCHI, 1992).

Autres événements : apparition de *Watznaueria* sp. 2, *Watznaueria* sp. 3, zone à Discites (COBIANCHI, 1992); apparition de *Watznaueria* sp. 3, *Watznaueria* sp. 4, disparition de *Watznaueria* sp. 1, zone à Discites (ERBA, 1990); disparition de *Carinolithus superbus*, zone à Niortense (ERBA, 1990); disparition de *C. magharensis*, zone à Parkinsoni (ERBA, 1990).

Association : tout à fait semblable à la précédente, dominée par le genre *Watznaueria*, peu diversifiée à cause d'une lithologie défavorable.

Remarque : en domaine téthysien les corrélations ne sont pas parfaites, à cause, soit des différentes interprétations taxinomiques, soit de facies défavorables. La disparition de *C. magharensis* et de *C. superbus* a été reconnue aussi en Israël par MOSHKOVITZ & EHRLICH (1986); elle représente un événement typique du domaine téthysien. De KAENEL (1990) signale au Maroc, dans la zone à Discites, l'apparition de *W. barnesae*, *W. britannica* et *P. grassei* et l'apparition de *Polypodorhabdus escaigii*, dans la zone à Laeviuscula.

Corrélations : il existe un léger diachronisme dans l'apparition de *W. britannica* entre les deux domaines, mais la première apparition de *Watznaueria britannica* est con-

sidérée par la plupart des auteurs comme le bioévenement caractéristique de la limite Aalénien/Bajocien. L'explosion du genre *Watznaueria* qui domine l'association avec de nombreuses espèces est bien exprimée dans cet intervalle du temps, même s'il existe des confusions au niveau des espèces qui ne permettent pas de faire des corrélations plus précises. L'apparition de *S. speciosum* en domaine boréal est corrélable avec le même événement constaté par BARNARD & HAY (1984) en Angleterre et par BERGEN (sous presse) au Portugal.

3.2.3. Bathonien (Tab. LXII)

Pour cet étage on ne dispose pas encore de données complètes pour le domaine téthysien.

■ Province nord-européenne

Apparition de *Ansulasphaera helvetica*, base de la zone à Orbis (BOWN et al., 1988).

Autres événements : apparition d'*Anfractus harrisoni*, *Octopodorhabdus decussatus*, zone à Zigzag (BOWN et al.,

TABLEAU LXII
Bioévenements du Bathonien : BOWN et al., 1988

Domaine boréal	
ZONES D'AMMONITES	NANNOFOSSILES Nord Europe
DISCUS	<i>B. intermediate</i> <i>V. stradneri stradneri</i> ← <i>B. novum</i> → <i>L. hauffi</i>
ORBIS	<i>A. helvetica</i> ← <i>S. hexum</i> ← <i>T. shawensis</i> →
HODSONI	<i>B. ellipticum</i> ←
MORRISI	
SUBCONTRACTUS	
PROGRACILIS	
TENUPLICATUS	
ZIGZAG	← <i>A. harrisoni</i> ← <i>O. decussatus</i>

1988); apparition de *Biscutum ellipticum*, zone à Hodsoni (BOWN et al., 1988); apparition de *Vekishnella stradneri*, zone à Discus (BOWN et al., 1988).

Association : toujours dominée par le genre *Watznaueria* et caractérisée par la présence de *P. enigma*, *S. speciosum*, *A. helvetica*, *S. hexum*, *O. decussatus*.

Remarque : en accord avec MEDD (1982) et BOWN et al. (1988), BERGEN (sous presse) trouve aussi *S. hexum* à la base de la zone à Orbis au Portugal et signale l'apparition de *P. escaigi* à partir du Bathonien supérieur. BARNARD & HAY (1974) observent l'apparition de *Stephanolithion octum* dans la sous-zone à Hollandi.

3.2.4. Callovien (Tab. LXIII)

La succession d'événements reproductibles et calés par rapport aux ammonites pour le domaine téthysien vient d'être fournie pour la première fois dans ce travail. Ces données préliminaires représentent les premiers résultats de plusieurs études biostratigraphiques menées dans le SE de la France (BODEUR et al., 1993; GARDIN in FAUCONIER et al., 1996).

— Callovien inférieur

■ Province nord-européenne

Disparition de *Pseudococonus enigma*, sommet de la zone à Herveyi (BOWN et al., 1988), zone à « Macrocephalus » pars.

Apparition de *Stephanolithion bigoti*, zone à Callovienne (BOWN et al., 1988).

Autres événements : apparition d'*Axopodorhabdus rhalia* et de *Watznaueria deflandrei*, zone à « Macrocephalus » (BOWN et al., 1988); apparition de *Millbrookia perforata* (= *Crepidolithus perforatus*), zone à Callovienne (BOWN et al., 1988).

Association : abondante et diversifiée, caractérisée par *Watznaueria*, *S. hexum*, *S. speciosum*, *S. bigoti bigoti*, *A. helvetica*, *A. rhalia*, *B. ellipticum*, *C. margerelii*, *T. patulus*, *V. stradneri*, *P. escaigi*.

Remarque : l'apparition de *S. bigoti bigoti* au Callovien intérieur a été observée par MEDD (1982), BARNARD & HAY (1974), HAMILTON (1982). BARNARD & HAY (1974) mentionnent l'apparition de *P. escaigi* dans la zone à Jason et l'apparition de *A. rhalia* dans la zone à Coronatum.

■ Province subméditerranéenne

Apparition de *Cyclagelosphaera wiedmanni*, zone à Bullatus.

Autre événement : disparition de *Stephanolithion speciosum speciosum*, Zone à « Macrocephalus ».

Association : abondante, diversifiée et composée par *Watznaueria*, *S. hexum*, *A. helvetica*, *T. patulus*, *C. margerelii*, *C. wiedmanni*, *D. patulus*, *E. gallicus*. Rares et sporadiques *P. enigma*.

TABLEAU LXIII
Bioévénements du Callovien : BOWN *et al.*, 1988 (1), GARDIN, ce travail (2)

Sous-étages	Domaine boréal		Domaine téthysien	
	ZONES D'AMMONITES	NANNOFOSSILES Nord Europe (1)	ZONES D'AMMONITES	NANNOFOSSILES SE France (2)
superieur	LAMBERTI	<i>S. bigoti max.</i> <i>Z. erectus</i> <i>S. fragilis</i>	LAMBERTI	<i>S. bigoti max.</i>
	ATHLETA		ATHLETA	<i>C. wiedmanni</i> <i>A. helvetica</i>
	CORONATUM		CORONATUM	<i>S. hexum</i>
	JASON		ANCEPS	
	CALLOVIENSE	<i>M. perforata</i> <i>S. bigoti bigoti</i> <i>S. speciosum / var. octum</i> <i>V. stradneri / parva</i>	GRACILIS	<i>Z. aff. embergeri</i>
	«MACROCEPHALUS»	<i>P. enigma</i> <i>L. contractus</i> <i>L. velatus</i>	BULLATUS «Macrocephalus»	<i>D. tubus</i> <i>S. bigoti bigoti</i> <i>S. speciosum speciosum</i>
(↘ apparitions ; ↗ disparitions)				

Remarque : *C. wiedmanni*, nouvelle espèce décrite par REALE & MONECHI (1994), est ici proposée comme marqueur principal ; sa répartition stratigraphique au sein du Callovien a été observée aussi dans le Site 534 de l'Atlantique Nord.

Apparition de *Stephanolithion bigoti bigoti*, zone à Gracilis.

Autres événements : apparition de *Discorhabdus tubus* et *Zeugrhabdothus* aff. *Z. embergeri*, sommet de la zone à Gracilis ; apparition de *Triscutum* sp. 3.

Association : identique à la précédente et caractérisée par les apparitions mentionnées. *M. perforata* est aussi présent dans l'association.

— Callovien supérieur

■ Province nord-européenne

Apparition de *Stephanolithion bigoti maximum*, zone à Lamberti (BOWN *et al.*, 1988).

Autres événements : apparition de *Stradnerlithus fragilis*, *Truncatoscaphos pauciramosus*, zone à Lamberti (BOWN et al., 1988).

Association : identique à la précédente et caractérisée par les événements mentionnés.

Remarque : *S. bigoti maximum*, qui a une répartition stratigraphique restreinte, est une bonne espèce-index pour l'intervalle de temps Callovien supérieur-Oxfordien inférieur. Les genres *Stradnerlithus* et *Truncatoscaphos* peuvent être abondamment représentés dans les sédiments argileux, mais ils ne sont pas fiables comme marqueurs car ils ne résistent pas aux phénomènes de dissolution (BOWN et al., 1988).

■ Province subméditerranéenne

Disparition de *Ansulasphaera helvetica* et de *Cyclagelosphaera wiedmanni*, zone à Lamberti.

Autres événements : disparition de *Stephanolithion hexum*, zone à Lamberti; apparition de *Stephanolithion bigoti maximum*, sommet de la zone à Lamberti.

Association : toujours abondante mais caractérisée par une plus faible diversité à cause des disparitions nombreuses.

Corrélations : l'apparition de *S. bigoti bigoti* dans la zone à *Gracilis* est un événement bien corrélable avec le même événement observé au Portugal (HAMILTON, 1982; BERGEN, sous presse) et en domaine boréal (BARNARD & HAY, 1974; MEDD, 1982; BOWN et al., 1988). La présence d'une lacune de grande ampleur au Callovien supérieur-Oxfordien inférieur dans certaines régions téthysiennes ne permet pas des corrélations fiables entre les deux domaines dans cet intervalle de temps.

Dans les forages DSDP de l'Atlantique (ROTH et al., 1983), on retrouve la même succession d'événements qui ne sont pas d'ailleurs correlés avec la zonation d'ammonites. On peut signaler : l'apparition de *S. bigoti bigoti* (Callovien inférieur), la disparition de *Ansulasphaera helvetica* et de *Stephanolithion hexum* (Callovien moyen-supérieur), l'apparition de *S. bigoti maximum* (Callovien supérieur).

3.3. JURASSIQUE SUPÉRIEUR

Le Jurassique supérieur est caractérisé par une stase évolutive qui se traduit par une résolution stratigraphique plus médiocre. De plus, la répartition stratigraphique de quelques taxons varie notablement dans le deux domaines. Certaines espèces disparaissent en domaine boréal alors qu'elles sont toujours présentes en domaine téthysien. Un nouveau provincialisme s'installe dans le Kimméridgien-Tithonien de la Téthys, avec l'apparition de nombreux taxons non observés en domaine boréal. Ceci est lié à des régressions, et au développement de faciès défavorables dans le N.W de l'Europe (BOWN et al., 1988).

Pour l'Oxfordien et le Kimméridgien en domaine téthysien, il n'existe pas encore d'étude détaillée sur la répartition des nannofossiles calcaires.

3.3.1. Oxfordien (Tab. LXIV)

■ Province nord-européenne

Disparition de *Stephanolithion bigoti maximum*, zone à *Cordatum* (BOWN et al., 1988).

Autres événements : apparition de *Stradnerlithus tortuosus*, zone à *Mariae* (BOWN et al., 1988); disparition de *Octopodorhabdus decussatus*, zone à *Cordatum* (BOWN et al., 1988); disparition de *Discorhabdus criotus*, *Watznaueria deflandrei*, zone à *Densiplicatum* (BOWN et al., 1988); disparition de *Lotharingius sigillatus*, zone à *Tenuiserratum* (BOWN et al., 1988); disparition de *Discorhabdus striatus*, zone à *Glosense* (BOWN et al., 1988).

Association : dominée par le genre *Watznaueria*, en association avec *C. margerelii*, *S. bigoti bigoti*, *V. stradneri*, *Z. erectus*.

Remarque : BARNARD & HAY (1974) signalent l'apparition de *Stradnerlithus sexiramatus* dans la zone à *Mariae* et de *Stradnerlithus comptus* dans la zone à *Cordatum*.

Disparition de *Lotharingius crucicentralis*, sommet de la zone à *Regulare* (BOWN et al., 1988).

Autre événement : disparition de *Triscutum* sp., sommet de la zone à *Regulare* (BOWN et al., 1988).

Association : comme la précédente, caractérisée par les événements mentionnés.

Remarque : période de crise, comme en témoignent les nombreuses disparitions. On retrouve encore en domaine téthysien *W. deflandrei* et *Triscutum* sp. (BOWN et al., 1988).

3.3.2. Kimméridgien (Tab. LXIV)

■ Province nord-européenne

Apparition de *Stephanolithion helotatus*, zone à *Autissiodorensis* (BOWN et al., 1988).

Autres événements : disparition de *Millbrookia perforata*, sommet de la zone à *Baylei*; apparition de *Chiastozygus leptostaurus*, zone à *Eudoxus* (BOWN et al., 1988); apparition de *Stradnerlithus gorodischensis*, disparition de *Anfractus harrisonii*, *Hexapodorhabdus cuvilli*, zone à *Eudoxus*; apparition de *Cretarhabdus conicus*, base de la zone à *Autissiodorensis*; disparition de *Vagalapilla stradneri*, sommet de la zone à *Autissiodorensis*; disparition de *P. grassei*, zone à *Scitulus*; disparition de *A. cylindratus*, sommet de la zone à *Hudlestoni*; disparition de *T. patulus* et *S. fragilis*, zone à *Pectinatus* (BOWN et al., 1988).

Association : caractérisée par : *C. conicus*, *C. margerelii*, *E. gallicus*, *P. escaigii*, *W. britannica*, *W. fossacincta* et *S. gorodischensis*.

Apparition de *Stephanolithion atmetros*, zone à *Pallasioides* (BOWN et al., 1988).

Autres événements : disparition de *S. bigoti bigoti*, zone à *Pallasioides*; disparition de *T. pauciramosus*, sommet de la zone à *Pallasioides*; disparition de *S. helotatus* et *C. leptostaurus*, zone à *Rotunda*; disparition de *E. gallicus*,

TABLEAU LXIV
Bioévénements de l'Oxfordien et du Kimméridgien (s. angl.): BOWN *et al.*, 1988

ÉTAGES			Domaine boréal	
			ZONES D'AMMONITES	NANNOFOSSILES Nord Europe
KIMMÉRIDGIEN (s.angl.)	PORTLANDIEN (s.angl.)	VOLGEN	KERBERUS	<i>E. gallicus</i> <i>C. crassus</i> <i>C. tubulata</i> <i>S. tortuosus</i> <i>S. gorodischensis</i>
		moyen	OKUSENSIS	<i>C. leptostaurus</i> <i>S. helotaurus</i>
			GLAUCOLITHUS	<i>T. pauciramosus</i> <i>S. bigoti bigoti</i>
			ALBANI	<i>T. patulus</i> <i>S. fragilis</i>
			FITTONI	<i>A. cylindratus</i>
			ROTUNDA	
			PALLASIOIDES	
			PECTINATUS	<i>P. grassei</i>
			HUDLESTONI	
			WHEATLEYENSIS	
			SCITULUS	
			ELEGANS	
			AUTISSIODORENSIS	<i>S. helotatus</i> <i>C. conicus</i>
			EUDOXUS	<i>V. stradneri</i>
			MUTABILIS	<i>A. harrisonii</i> <i>H. cuvillieri</i>
			CYMODOCE	
			BAYLEI	<i>M. perforata</i>
OXFORDIEN			ROSENKRANTZI	<i>L. crucicentralis</i> <i>Triscutum sp.</i>
			REGULARE	
			SERRATUM	
			GLOSENSE	
			TENUISERRATUM	<i>D. striatus</i>
			DENSIPLICATUM	<i>L. sigillatus</i>
			CORDATUM	<i>D. criotus</i>
			MARIAE	<i>W. deflandrei</i>
				<i>S. bigoti max.</i>
				<i>O. decussatus</i>
				<i>S. tortuosus</i>
				<i>T. pauciramosus</i>

(↘ apparitions ; ↗ disparitions)

C. crassus, *C. tuberculata*, *S. tortuosus*, *S. gorodischensis*, zone à *Fittonia* (BOWN et al., 1988).

Association : caractérisée par la présence de : *C. conicus*, *C. margerelii*, *E. gallicus*, *P. escaigi*, *W. britannica*, *W. fossacincta*, *W. barnesae*, *B. dubium*, *S. comptus*, *S. geometricus*, *C. leptostaurus*, *S. gorodischensis*, *Z. erectus*.

Remarque : BARNARD & HAY (1974), MEDD (1982), HAMILTON (1982), ROTH et al. (1983) signalent au Kimméridgien supérieur l'apparition de *Zeughrabdothus embergeri*. Les données de la nannoflore deviennent de plus en plus rares à cause de la mauvaise préservation et des environnements défavorables du domaine boréal. Ceci se traduit par une accentuation du provincialisme dans la Téthys.

TABLEAU LXV
Bioévénements du Tithonien : BRALOWER et al., 1989

Sous-étages	Domaine téthysien	
	ZONES D'AMMONITES	NANNOFOSSILES SW Europe
		<i>M. pemmoidea</i> <i>N. wintereri</i> <i>C. cuvillieri</i> <i>S. colligata</i>
	DURANGITES	<i>V. compacta</i> <i>R. laffitei</i> <i>C. surirellus</i> <i>N. infans</i>
supérieur		<i>P. asper</i> <i>P. senaria</i> <i>F. multicolumnatus</i> <i>U. granulosa minor</i>
		<i>U. granulosa granulosa</i> <i>N. globulus minor</i> <i>M. ellipticus</i> <i>L. carniolensis</i> <i>N. compressus</i>
	TRANSITORIUS	<i>U. granulosa minor</i>
	SIMPLISPHINCTES	<i>H. noelae</i> <i>P. senaria</i> <i>M. chiastius</i>
	PERONI	<i>P. beckmanni</i> <i>C. mexicana mexicana</i>
inférieur		<i>V. quadriarculla</i> <i>S. bigoti bigoti</i>

(← apparitions ; → disparitions)

et se manifeste, à partir du Kimméridgien, par l'apparition de nombreux taxons inconnus en domaine boréal.

■ Province méditerranéenne

Les données relatives à cet intervalle de temps sont rares et ne sont pas corrélées avec la zonation d'ammonites. On peut signaler l'apparition de *Zeughrabdus embergeri*, *Microstaurus quadratus*, *Faviconus multicolumnatus*, *Conusphaera mexicana minor* (Kimméridgien supérieur; BRALOWER *et al.*, 1989).

3.3.3. Tithonien (Tab. LXV)

En domaine téthysien, on assiste à l'apparition de nouveaux genres et espèces et à de nombreuses événements qui permettent une résolution biostratigraphique optimale pour cet étage. Les principaux événements ont été choisis pour leur bonne reproductibilité et pour leurs corrélations directes avec les événements paléomagnétiques (BRALOWER *et al.*, 1989).

Apparition de Conusphaera mexicana mexicana, (BRALOWER *et al.*, 1989).

Autres événements : disparition de *Stephanolithion bigoti bigoti*, *Vekshinella quadriarcuilla* et apparition de *Polycostella beckmanni* (BRALOWER *et al.*, 1989).

Association : le genre *Watznaueria* domine l'association avec les deux espèces du genre *Conusphaera*; présence d'abondants *P. beckmanni*, *Z. embergeri*, *P. escaigi*, *Z. erectus*.

Apparition de Microstaurus chiastius, zone à Peroni (BRALOWER *et al.*, 1989).

Autres événements : apparition d'*Hexalithus noelae*, *Polycostella senaria*, zone à Peroni (BRALOWER *et al.*, 1989); apparition d'*Umbria granulosa minor*, zone à Transitorius (Bralower *et al.*, 1989); apparition de *Nannoconus compressus*, *Litaphidites carniolensis*, *Markalius ellipticus*, *Nannoconus globulus minor*, zone à Durangites (BRALOWER *et al.*, 1989).

Association : l'association change de façon drastique avec l'apparition du genre *Nannoconus* qui devient, dans cet intervalle de temps, un des plus importants composants des roches carbonatées avec *C. mexicana* et *P. beckmanni*.

Apparition de Umbria granulosa granulosa, zone à Durangites (BRALOWER *et al.*, 1989).

Autres événements : disparition d'*Umbria granulosa minor*, *Faviconus multicolumnatus*, *Polycostella beckmanni*, et apparition de *Parhabdolithus asper*, *Nannoconus infans*, *Cretarhabdus surirellus*, zone à Durangites (BRALOWER *et al.*, 1989).

Association : abondante et caractérisée par les événements mentionnés.

Apparition de Rotclapillus laffittei, zone à Durangites (BRALOWER *et al.*, 1989).

Autres événements : apparition de *Vagalapilla compacta*, *Speetonia colligata*, *Cruciellipsis cuvillieri*, *Nannoconus wintereri*, *Manivitella pemmatoides* et disparition de *Pse-naria*, zone à Durangites (BRALOWER *et al.*, 1989).

Remarque : d'autres événements à nannofossiles calcaires relatifs au Tithonien supérieur proviennent du bassin Lombard, mais ils ne sont pas corrélés avec les zones d'ammonites (ERBA & QUADRO, 1987) : apparition du genre *Nannoconus* et de *Nannoconus steinmanni*.

4. — CONCLUSIONS

Le Jurassique reste encore un sujet ouvert en ce qui concerne la biostratigraphie des nannofossiles calcaires, même si de nombreuses études ont été réalisées ces dernières années. Pour le domaine boréal étudié en détail par Bown (1987) et Bown *et al.* (1989), il existe une zonation « standard », avec des bioévénements commentés dans ce travail et qui permettent une résolution biostratigraphique fiable. Pour le domaine de la Téthys méditerranéenne par contre, il n'existe ni zonation « standard » ni compilation d'une succession d'événements reproductibles dans tout le domaine.

En termes d'évolution, les nannofossiles calcaires jurassiques montrent une alternance de périodes à rapides changements évolutifs (Sinémurien inférieur, Pliénbachien supérieur-Toarcien supérieur, Aalénien supérieur-Bajocien inférieur, Bathonien supérieur-Callovien inférieur, Tithonien supérieur), où la résolution biostratigraphique est assez performante, et de longues périodes de « calme » évolutif (Toarcien supérieur-Aalénien, Bathonien, Oxfordien, Kimmeridgien; Bown *et al.*, 1988) caractérisées par une pauvreté de données biostratigraphiques.

La confrontation des successions d'événements dans les deux domaines a permis de tenter des corrélations à grande échelle entre les différentes régions paléogéographiques, et de souligner le diachronisme qui affecte certains événements de première apparition, le paléoprovincialisme de quelques taxons ainsi que les discordances d'interprétation existant au niveau taxinomique. Il serait donc souhaitable que les futures études résolvent les problèmes taxonomiques liés à la systématique de certains taxons, qui sont souvent la cause du manque de corrélations. Il serait également nécessaire de réaliser des études nouvelles, surtout en domaine téthysien, sur les étages où les données significatives sont rares.

Enfin, pour mieux comprendre et vérifier la validité des corrélations, il serait intéressant que les bioévénements à nannofossiles calcaires soient corrélées non seulement avec les zones d'ammonites, mais aussi avec des bioévénements définis d'après d'autres faunes ou d'autres flores.

Remerciements

L'auteur remercie tout particulièrement Miriam COBIAN-CHI (Université de Pavie, Italie), Danièle FAUCONNIER (BRGM, Orléans) pour la relecture critique et la correction du manuscrit, et Viviana RALE (Université de Florence, Italie) pour avoir fourni une partie du matériel photographique.

PLANCHE 40

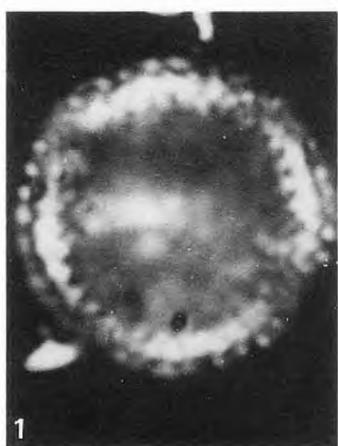
JURASSIQUE INFÉRIEUR

- Fig. 1, 2. — *Schizosphaerella punctulata* DEFL. & DANG., 1938. Zone à Bifrons. Coupe de Cérède (Quercy, SW de la France), Toarcien inférieur. Ech. Cer 36 : 1 - MO, lumière polarisée ; 2 - MEB ; x 4575.
3. — *Parhabdolithus marthae* DEFL., 1954. Pliensbachien inférieur. DSDP Leg 79, site 547B. Ech. n° 20-1, 126-127 ; MO, contraste de phase.
 4. — *Parhabdolithus robustus* NOËL, 1965. Sinémurien. DSDP Leg 79, site 547B. Ech. n° 23-1, 45-47 ; MO, lumière polarisée.
 - 5, 6. — *Parhabdolithus liasicus* DEFL., 1952. Pliensbachien inférieur. DSDP Leg 79, site 547B. Ech. n° 19-1, 58-60 ; 5 - MO, lumière polarisée ; 6 - MEB ; x 4500.
 - 7, 8. — *Crepidolithus crassus* (DEFL., 1954) NOËL, 1965. Zone à Bifrons. Coupe de Cérède (Quercy, SW de la France), Toarcien inférieur. Ech. Cer 32 : 7 - MEB, x 4570, vue distale ; 8 - MO, lumière polarisée.
 9. — *Crucirhabdus primulus* PRINS Ex RODA et al., 1973. Sinémurien supérieur. DSDP Leg 79, site 547B. Ech. n° 22-3, 4-5.
 10. — *Mitrolithus jansae* (WIEGAND, 1984) BOWN & YOUNG in YOUNG et al., 1986. Sinémurien supérieur. DSDP Leg 70, site 547B. Ech. n° 22-3, 4-5.
 11. — *Lotharingius hauffii* GRUN & ZWEILLI in GRUN et al., 1986. Zone à Tenuicostatum. Toarcien inférieur, coupe de Valdorbia, Ombrie-Marches (Italie centrale). Ech. n° vr 373-45 ; MO, lumière polarisée.
 12. — *Lotharingius crucicentralis* (MEDD., 1971) GRUN & ZWEILLI, 1980. Callovien inférieur. Forage GPF Balazuc 1, Ardèche (SE de la France). Ech. n° Bal 314 ; MO, lumière polarisée.
 13. — *Biscutum finchii* CRUX, 1984. Zone à Tenuicostatum. Toarcien inférieur. Coupe de Valdorbia, Ombrie-Marches (Italie centrale). Ech. n° vr 381.1 ; MEB, x 4750, vue proximale.
 14. — *Discorhabdus ignotus* (GORKA, 1957) PERCH-NIELSEN, 1968. Zone à Erbaense. Toarcien supérieur. Coupe de Valdorbia, Ombrie-Marches (Italie centrale). Ech. n° vr 11c ; MEB, x 4800, vue distale.
 15. — *Carinolithus superbus* (DEFL., 1954) PRINS in GRUN et al., 1974. Zone à Erbaense. Toarcien supérieur. Coupe de Valdorbia, Ombrie-Marches (Italie centrale). Ech. n° vr 11c ; MEB, x 4575.

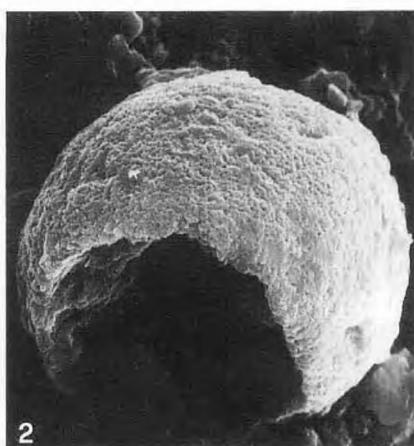
MO : microscope optique.

MEB : microscope électronique à balayage.

Toutes les figures au microscope optique sont au grossissement x 3600.



1



2



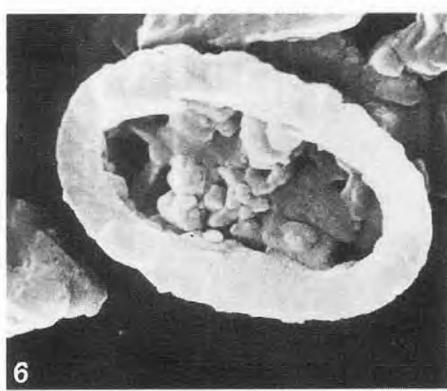
3



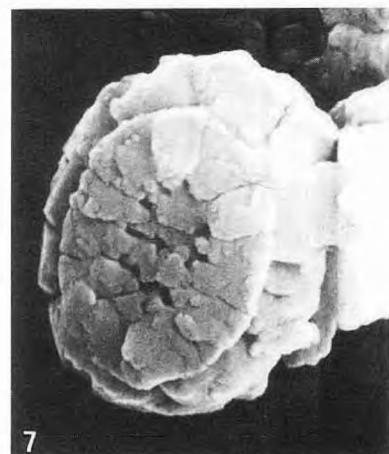
4



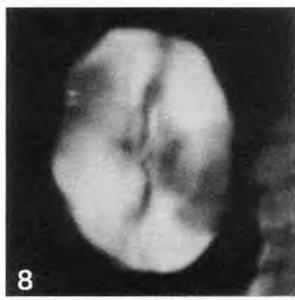
5



6



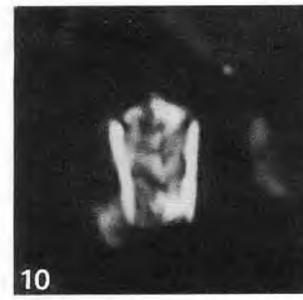
7



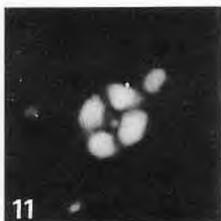
8



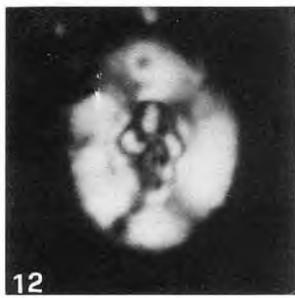
9



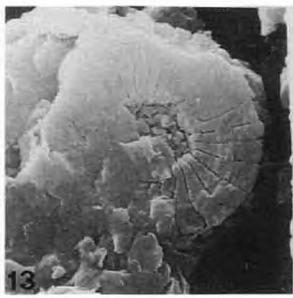
10



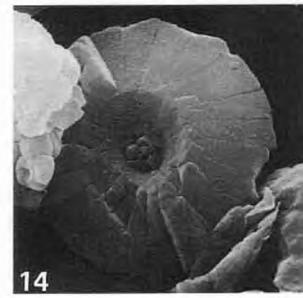
11



12



13



14



15

PLANCHE 41

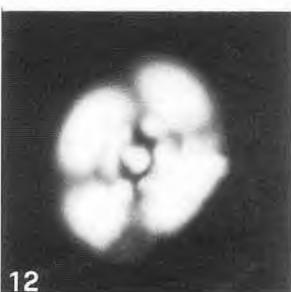
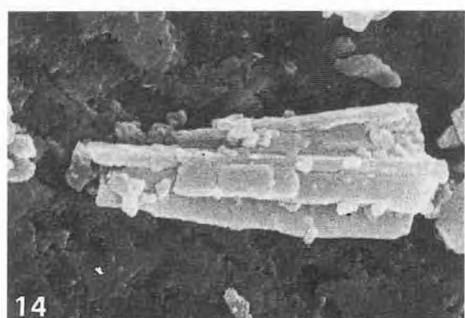
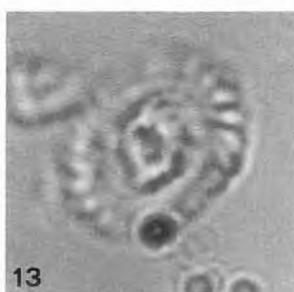
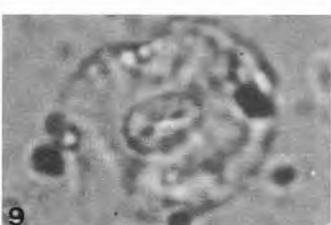
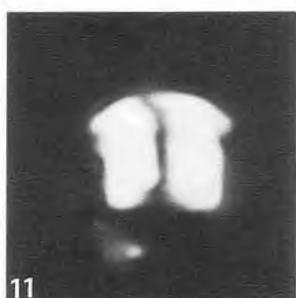
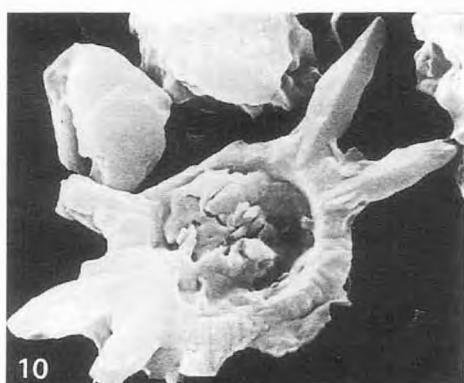
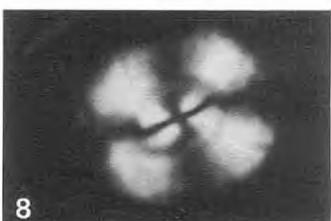
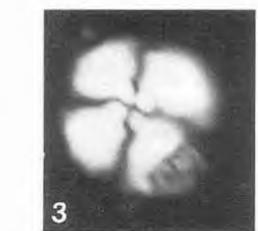
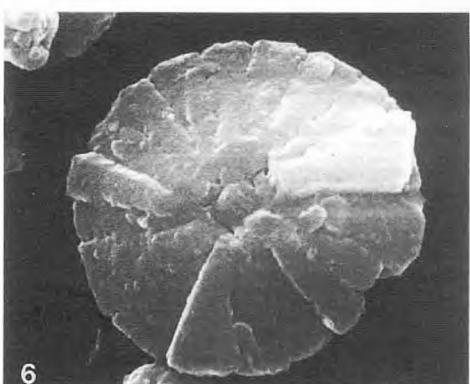
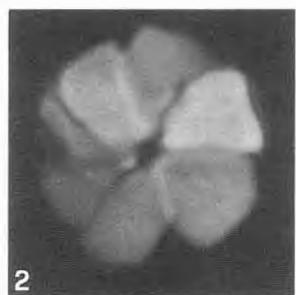
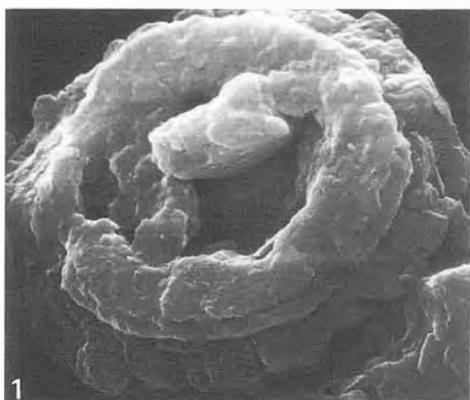
JURASSIQUE MOYEN

- Fig. 1. — *Triscutum* sp. DOCKERILL. Aalénien supérieur/Bajocien inférieur. DSDP Leg 79, site 547B. Ech. n° 8-3, 46; MEB, x 4650, vue proximale.
2. — *Carinolithus magharensis* (MOSHKOVITZ & EHRLICH, 1976) BOWN, 1987. Aalénien supérieur/Bajocien inférieur. DSDP Leg 79, site 547B. Ech. n° 8-3, 46. MO, lumière polarisée.
3. — *Cyclagelosphaera margerelii* NOËL, 1965. Callovien inférieur. Forage GPF Balazuc 1, Ardèche (SE de la France). Ech. n° Bal 314. MO, lumière polarisée.
- 4, 5. — *Watznaueria manivitae* BUKRY, 1973. Callovien inférieur. Forage GPF Balazuc 1, Ardèche (SE de la France). Ech. n° Bal 300 : 4 – MO, lumière polarisée ; 5 – MO, lumière naturelle.
6. — *Discorhabdus striatus* MOSHKOVITZ & EHRLICH, 1976. Zone à Opalinum. Aalénien. Coupe de Valdoria, Ombrie-Marches (Italie centrale). Ech. n° cv 160.7. MEB, x 7800, vue ventrale.
7. — *Stephanolithion speciosum* DEFL., 1954. Callovien inférieur. Forage GPF Balazuc 1, Ardèche (SE de la France). Ech. n° Bal 346 ; MO, lumière naturelle.
- 8, 9. — *Watznaueria barnesae* (BLACK in BLACK & BARNES, 1959) PERCH-NIELSEN, 1968. Callovien inférieur. Forage GPF Balazuc 1, Ardèche (SE de la France). Ech. n° Bal 314 : 8 – MO, lumière polarisée ; 9 – MO, lumière naturelle.
10. — *Stephanolithion bigoti maximum* MEDD, 1979. DSDP Leg 46, site 534 A. Ech. n° 119-1, 115-110 ; MEB, x 4950.
11. — *Ansulasphaera helvetica* GRUN & ZWEILI, 1980. Callovien inférieur. Forage GPF Balazuc 1, Ardèche (SE de la France). Ech. n° Bal 314 : MO, lumière polarisée.
- 12, 13. — *Watznaueria britannica* (STRADNER, 1963) REINHARDT, 1964. Callovien inférieur. Forage GPF Balazuc 1, Ardèche (SE de la France). Ech. n° Bal 314 : 12 – MO, lumière polarisée ; 13 – MO, lumière naturelle.
14. — *Conusphaera mexicana mexicana* TREJO, 1979. DSDP Leg 46, site 534 A, Hole 105 ; éch. n° 34-5, 50-51.

MO : microscope optique.

MEB : microscope électronique à balayage.

Toutes les figures au microscope optique sont au grossissement x 3600.



INTÉRÊT BIOSTRATIGRAPHIQUE DE QUELQUES ÉPONGES SILICEUSES DANS LE JURASSIQUE SUPÉRIEUR FRANÇAIS (Tab. LXVI)

Christian GAILLARD

TABLE DES MATIÈRES

1. — ÉPONGES ET STRATIGRAPHIE DANS LE JURASSIQUE SUPÉRIEUR	331
2. — LE MODÈLE JURASSIEN.....	331
3. — APPLICATION AUX DOMAINES VOISINS.....	334
Illustrations : Planche 42.....	336

Les éponges siliceuses sont ici prises en compte dans le cadre d'une réflexion d'ensemble sur l'intérêt biostratigraphique de divers groupes d'invertébrés du Jurassique. Compte-tenu de leur intérêt limité, c'est seulement dans ce contexte précis que cette contribution a sa place. Dans les faunes jurassiennes, qui sont les mieux connues, quelques espèces se dégagent comme ayant une valeur biostratigraphique locale pour le Jurassique supérieur (*Stauractinella jurassica*, *Verrucocoelia cf. major*, *Pachyteichisma gresslyi*). L'échelle proposée est sans doute inadaptée pour l'ensemble du domaine nord-téthysien où se développent d'importantes formations à spongiaires, mais semble pouvoir être utilisée avec succès en France.

1. — ÉPONGES ET STRATIGRAPHIE DANS LE JURASSIQUE SUPÉRIEUR

Les éponges jurassiennes ne sont pas considérées, à juste titre, comme ayant un intérêt biostratigraphique. Certaines sont à l'origine de gisements parfois très riches, certes souvent restreints à d'assez courtes périodes, mais également à des domaines paléogéographiques assez réduits. Il est clair que le contrôle environnemental est dominant. Le contrôle taphonomique doit également être pris en compte vu les conditions particulières exigées pour la fossilisation des éponges. Enfin, même si certaines éponges ont un quelconque intérêt biostratigraphique, elles n'ont que peu de chances d'être utilisées comme marqueurs, puisque les faciès à spongiaires jurassiennes sont généralement assez riches en ammonites.

Le développement des faciès à spongiaires a parfois été tel que certains auteurs leurs ont accordé un intérêt stratigraphique régional. C'est ainsi, par exemple, que ETALLON (1857) a créé le terme de « Spongitién » pour désigner une unité stratigraphique oxfordienne dont

l'extension géographique couvre une grande partie du domaine jurassien. La définition du Spongitién alors proposée est la suivante : « Calcaires compacts, un peu marneux, grisâtres, assez peu réguliers inférieurement, renfermant une immense quantité d'Amorphozoaires ». Il s'agit là de considérations purement lithostratigraphiques. ENAY (1966) a démontré par la suite que la formation en question, qu'il convient d'appeler « Couche de Birmensdorf », était iso-chrone dans tout le Jura méridional. Quant à l'association d'éponges qui la caractérise, elle se différencie assez nettement de celles des niveaux oxfordiens plus récents (GAILLARD, 1983). Il apparaît ainsi que certaines éponges ont un intérêt biostratigraphique, au moins à l'échelle d'un bassin. Elles méritent d'être présentées dans le cadre d'un travail de synthèse dont le but est l'élaboration d'échelles biostratigraphiques parallèles.

Les données concernant les faunes d'éponges jurassiennes sont en général soit inexistantes, soit anciennes. Dans ce dernier cas, elles ne peuvent être utilisées sans une révision paléontologique complète. Or un tel travail, rendu particulièrement difficile par la dispersion ou la disparition des collections, reste à faire. Pour ces différentes raisons, la contribution présentée se limite aux spongiaires siliceux en ce qui concerne la systématique, et au Jurassique supérieur en ce qui concerne la stratigraphie. Ce n'est que dans ce cadre restreint que les données peuvent être jugées comme significatives.

2. — LE MODÈLE JURASSIEN

Le Jura est la région française où les faunes à spongiaires siliceux sont les mieux documentées, du moins en ce qui concerne l'Oxfordien. Elles ont fait l'objet d'études essentiellement paléoécologiques, mais également systématiques (ETALLON, 1857, 1858, 1860; LAGNEAU-HERENGER, 1951; MORET, 1926, GAILLARD, 1972, 1983).

Dans le Jura, pris comme région de référence, les éponges siliceuses caractérisent des dépôts relativement profonds (étage circalittoral) et se font progressivement relayer par les éponges calcaires, puis par les madréporaires au fur et à mesure du comblement de la plate-forme et du talus jurassien (bibliographie in GAILLARD et al., 1984). Leur disparition a lieu au cours du Kimméridgien supérieur. Cette évolution générale se faisant en fait par à-coups dans le détail, sans doute sous l'influence des variations eustatiques, les faciès à spongiaires apparaissent à une

place bien déterminée dans l'évolution séquentielle. Schématiquement, les spongaires se développent au sein de plusieurs formations bien datées par les ammonites (ENAY, 1966). Ce sont, de bas en haut :

— les Couches de Birimensdorf, dans l'Oxfordien moyen (sommet de la zone à *Plicatilis* + zone à *Transversarium*) envahies en totalité par les spongaires,

— les Calcaires lités, dans l'Oxfordien supérieur (zone à *Bimammatum*) où les spongaires se développent dans plusieurs niveaux distincts, principalement à la base et au sommet de la formation,

— les Couches à Céphalopodes pro-partie et surtout les calcaires de Tabalcon, dans le Kimméridgien inférieur (de la zone à *Platynota* à la zone à *Eudoxus*).

Pour la stratigraphie plus détaillée, on se reportera à ENAY (1966), GAILLARD (1983) et ENAY *et al.* (1984) en ce qui concerne l'Oxfordien, BERNIER (1984) et ENAY *et al.* (1984) en ce qui concerne le Kimméridgien.

Les formations à spongaires siliceux sont les plus importantes et les mieux connues dans l'Oxfordien. Très fossilifères et isochrones, elles sont caractérisées par des associations différentes (GAILLARD, 1983, fig. 83 et 84). Parmi les 58 taxons inventoriés, 23 seulement se rencontrent indifféremment dans les niveaux de l'Oxfordien moyen et de l'Oxfordien supérieur. Le doute subsiste toutefois pour la plupart des autres, compte-tenu du faible nombre de spécimens récoltés et des difficultés de détermination. En fait, pratiquement, les associations peuvent s'individualiser assez facilement grâce à un nombre restreint d'espèces-indice. Ce sont ces espèces, à la fois assez abondantes et faciles à identifier pour le non spécialiste, qui offrent un intérêt dans le cadre de ce travail. Trois espèces seront présentées.

Du point de vue systématique, ces espèces se répartissent dans chacun des 3 principaux ordres qui constituent la classe des Hexactinellides.

Classe : HYALOSPONGEA VOSMAER, 1886
= HEXACTINELLIDA SOLLAS, 1887

Ordre LYSSAKIDA ZITTEL, 1877
Stauractinella jurassica ZITTEL, 1877
(PI. 42, fig. 3)

1877 – *Stauractinella jurassica* ZITT., p. 60.
1878 – *Baccispongia cidariformis* QUENST., p. 316, pl. 130, fig. 18.

1910 – *Stauractinella jurassica* ZITT. : KOLB, p. 153, pl. 11, fig. 1, 2.

1937 – *Stauractinella jurassica* ZITT. : SCHRAMMEN, p. 2.

1972 – *Baccispongia cidariformis* QUENST. : GAILLARD, p. 132, fig. 10, pl. 3, fig. 1-4.

1983 – *Baccispongia cidariformis* QUENST. : GAILLARD, p. 194, pl. 9, fig. 4.

1989 – *Stauractinella jurassica* ZITT. : TRAMMER, p. 67, pl. 7, fig. 4.

Cette espèce, que j'avais précédemment citée, à tort, sous le nom de *Baccispongia cidariformis* QUENST. est très caractéristique. Elle présente une forme, en sphère aplatie (diamètre équatorial de 6 à 10 cm), une ornementation

de tubercules, et, dans la partie sommitale, un large oscule légèrement proéminent. Le squelette spiculaire, toujours très mal conservé, ne montre que des spicules libres. Il s'agit, à ma connaissance, de la seule éponge de l'ordre des Lyssakida décrite dans les niveaux à spongaires du Jurassique supérieur. *S. jurassica* est souvent abondante dans les niveaux à spongaires de l'Oxfordien supérieur. En revanche, elle semble totalement absente dans ceux de l'Oxfordien moyen.

Ordre DICTYIDA ZITTEL, 1877

Verrucocoelia cf. *major* (SOLLAS, 1883)
(PI. 42, fig. 4)

1883 – *Plectospyris major* SOLLAS, p. 546, pl. 20, fig. 15, 16.

1893 – *Verrucocoelia major* (SOLLAS) : HINDE, p. 201, pl. 11, fig. 4.

1972 – *Plocoscyphia* aff. *labrosa* (SMITH & TOULMIN) : GAILLARD, p. 130, pl. 2, fig. 5, 6.

1983 – *Verrucocoelia* cf. *major* (SOLLAS) : GAILLARD, p. 185, pl. 9, fig. 10.

C'est une éponge d'assez grande taille (10 à 20 cm dans sa plus grande dimension) dont la morphologie complexe, de type méandriforme, est très caractéristique. L'espèce *V. major* n'étant connue que dans le Bajocien d'Angleterre, l'espèce jurassienne, à laquelle elle ressemble, est sans doute une espèce originale qui mériterait une description. Absente dans les niveaux à spongaires de l'Oxfordien moyen, elle n'est pas rare dans ceux de l'Oxfordien supérieur, notamment dans la « Couche à Hexactinellides » qui marque la base de la formation des Calcaires lités.

Ordre LYCHNISKIDA SCHRAMMEN, 1902

Pachyteichisma gresslyi (ETALLON, 1858)
(PI. 42, fig. 1, 2)

1858 – *Cephalocoelia gresslyi* ETALLON, p. 536.

1860 – *Cephalocoelia gresslyi* ETALLON : ETALLON, p. 145, pl. 1, fig. 11.

1907 – *Pachyteichisma gresslyi* (ETALLON) : OPPLIGER, p. 9, pl. 4, fig. 1 a-e.

1915 – *Pachyteichisma gresslyi* (ETALLON) : OPPLIGER, p. 49, pl. 8, fig. 2 a-e.

1926 – *Pachyteichisma gressly* (ETALLON) : MORET, p. 293.

1951 – *Pachyteichisma gressly* (ETALLON) : LAGNEAU-HERENGER, p. 68.

1972 – *Pachyteichisma gresslyi* (ETALLON) : GAILLARD, p. 126, fig. 7 a-c, 8 a-c, pl. 2, fig. 11 a,b, 12 a,b, 13, 14.

1983 – *Pachyteichisma gresslyi* (ETALLON) : GAILLARD, p. 188, pl. 9, fig. 1, 2.

1989 – *Pachyteichisma gresslyi* (ETALLON) : TRAMMER, p. 80.

Cette petite éponge, de forme caractéristique en toupie, présente une ornementation supérieure constituée de sillons rayonnants et un oscule terminal bien individualisé

(hauteur moyenne : 2,5 cm, diamètre moyen : 4 cm). Sa paroi épaisse montre un beau réseau d'hexactines à lychniques (= nœuds ajourés). L'espèce, très commune dans l'Oxfordien supérieur, se rencontre aussi, mais beaucoup plus rarement, dans l'Oxfordien moyen.

Le Tableau LXVI résume les principales considérations biostratigraphiques concernant les éponges siliceuses du

Jurassique supérieur français. La répartition des trois espèces-indices sélectionnées pour leur intérêt stratigraphique y est présentée en regard de la zonation adoptée par le Groupe Français d'Étude du Jurassique (échelles d'ammonites réactualisées à l'occasion du 3^e Symposium International de Stratigraphie du Jurassique - Poitiers, Septembre 1991).

TABLEAU LXVI
Répartition des trois espèces-index du Jurassique supérieur français

ÉTAGES		ZONES D'AMMONITES	FACIÈS A SPONGIAIRES	ESPÈCES - INDEX *
KIMMÉ RIDGIEN	TITHONIEN			
	supérieur	BECKERI		
		EUDOXUS	█	
		ACANTHICUM		
	inferieur	DIVISUM	█	
		HYPSELOCYCLUM	█	
		PLATYNOTA	█	---
	supérieur	PLANULA		
		BIMAMMATUM	█	█
		BIFURCATUS	█	█
OXFORDIEN	moyen	TRANSVERSARIUM	██████	---
		PLICATILIS	██████	---
	inférieur	CORDATUM		
		MARIAE		

Ces trois espèces ont été sélectionnées pour leur intérêt biostratigraphique dans le Jurassique supérieur français.

La zonation présentée est celle adoptée par le Groupe Français d'Étude du Jurassique. L'âge et l'importance des formations à spongiaires siliceux dans la région de référence (Jura français) sont précisés.

* Voir Pl. 42, p. 336.

3. — APPLICATION AUX DOMAINES VOISINS

L'échelle biostratigraphique proposée ne paraît utilisable que dans un secteur géographique relativement limité. En effet, les espèces-indice mises en évidence sont très rares (*Stauractinella jurassica*) ou absentes (*Verrucocoelia cf. major*) dans le vaste domaine nord-téthysien où se développent principalement les faciès à spongiaires du Jurassique supérieur (Suisse, Allemagne, Pologne, Roumanie).

Seule l'espèce *Pachyteichisma gresslyi* est encore assez abondante dans le Jura suisse, mais dans les couches de Birmensdorf datées de l'Oxfordien moyen (OPPLIGER, 1915). MULLER (1972) signale l'espèce en Souabe et TRAMMER (1989) en cite un seul exemplaire dans l'Oxfordien supérieur de Pologne.

S. jurassica est très rarement signalée en Allemagne, où elle est cependant connue, selon SCHRAMMEN (1937), de l'Oxfordien au Kimméridgien inférieur. Cette espèce est tout aussi rare plus à l'Est où elle a été récoltée en Pologne,

en quelques exemplaires seulement mais dans l'Oxfordien moyen à terminal (TRAMMER, 1989).

V. major n'a jamais été citée dans le Jurassique supérieur en dehors du domaine jurassien (GAILLARD, 1983). HINDE (1893) la décrit dans le Bajocien (zone à *Parkinsonia*) du Dorset. Il est vraisemblable que *V. major*, (ou l'espèce voisine qui en a dérivé), a une origine occidentale (Angleterre) et a abordé le domaine mésogénien par la France, à l'Oxfordien supérieur.

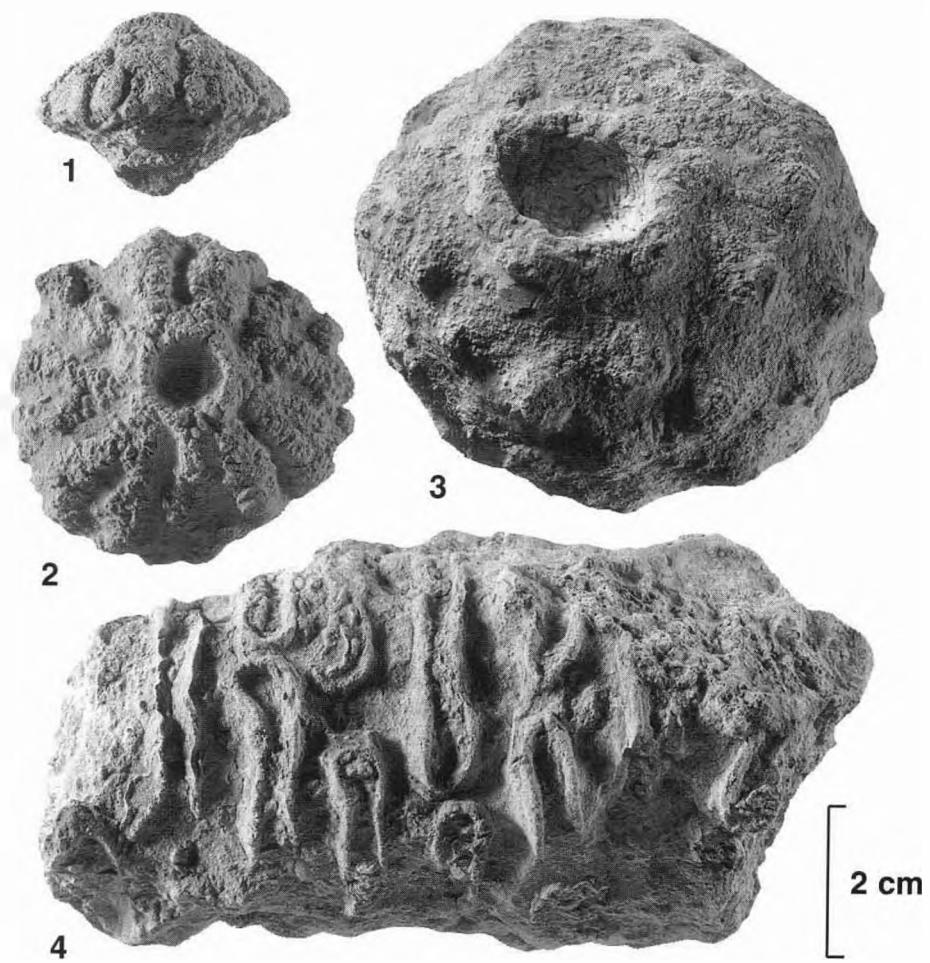
En revanche, en France, à l'ouest du Jura, les espèces-indice existent et ont toujours été rencontrées dans une situation stratigraphique conforme au modèle jurassien (Yonne, Berry, Poitou – observations personnelles). Par exemple, dans les affleurements de mauvaise qualité du Berry (labours), le passage Oxfordien moyen – Oxfordien supérieur, confirmé par les faunes d'ammonites, peut se mettre en évidence grâce à l'examen des faunes d'hexactinellides (DEBRAND-PASSARD, 1982, p. 45).

En conclusion, l'utilisation de certaines espèces d'hexactinellides comme marqueurs biostratigraphiques est envisageable, mais seulement à l'échelle locale, voire régionale. Il reste à tester ce modèle qui mérite certainement d'être complété.

PLANCHE 42

- Fig. 1. — *Pachyteichissma gresslyi* (ETAL.). Specimen vu de côté. Calcaires lités. Montalieu (Isère).
2. — *Pachyteichissma gresslyi* (ETAL.). Autre specimen vu de dessus. Calcaires lités. Montalieu (Isère).
3. — *Stauractinella jurassica* (ZITTEL). Specimen vu de dessus. Calcaires lités. Trept (Isère).
4. — *Verrucocoelia* cf. *major* (SOLLAS). Calcaires lités. Bouvesse-Quirieu (Isère).

Ech. coll. Ch. Gaillard, Fac. Sci. Lyon.



ALGUES DASYCLADALES

DISTRIBUTION DES PRINCIPALES ESPÈCES

(Tab. LXVII à LXIX)

Jean-Paul BASSOUILLET

TABLE DES MATIÈRES

1. — DISTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE DES PRINCIPALES ESPÈCES	339
1.1. Jurassique inférieur.....	339
1.2. Jurassique moyen	341
1.3. Jurassique supérieur.....	341
2. — CONCLUSIONS.....	341

Les Algues Dasycladales qui actuellement sont réparties dans les mers chaudes tropicales ou subtropicales ont trouvé, au Jurassique, dans les plates-formes carbonatées périthysienennes, des conditions favorables à leur développement et à leur diversification. Cette diversification est maximale au Tithonien, favorisée par la régression fini-jurassique. Les Dasycladales ont été utilisées comme marqueurs biostratigraphiques, seules ou associées en cénozones avec des foraminifères, dans les domaines où a perduré une sédimentation carbonatée de faible profondeur. C'est le cas, par exemple, de larges secteurs des régions italo-dinariques où manquent les repères par rapport aux zones d'ammonites définissant les étages. Les zones ou cénozones établies, bien que peu précises, ont le plus souvent une valeur locale ou régionale, mais certains taxons se retrouvent à grande échelle. Cette synthèse reprend seulement en la réactualisant une révision critique de la répartition des espèces présentée antérieurement (BASSOUILLET *et al.*, 1978).

La distribution des espèces dans le temps n'est pas régulière et montre trois groupements distincts :

- un groupe liasique isolé : environ 1/5 des espèces,
- un groupe du Jurassique moyen avec peu d'espèces : environ 1/8 des espèces et enfin
- un groupe du Jurassique supérieur : 2/3 des espèces connues au Jurassique.

Seules les espèces d'Europe, d'Afrique du Nord et du Proche et Moyen Orient ont été retenues ici.

1. — DISTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE DES PRINCIPALES ESPÈCES

1.1. JURASSIQUE INFÉRIEUR (Tab. LXVII)

Les Dasycladales du Jurassique inférieur ont une répartition paléogéographique beaucoup plus restreinte que celles du Trias supérieur. Sur la marge nord-téthysienne on les connaît uniquement dans le SW de la France et en Espagne, tandis que sur la marge sud, elles se distribuent depuis le NW de l'Afrique jusqu'à l'Himalaya ainsi que sur les plates-formes satellites : plate-forme apulo-dinarique, Gavrovo, Sud-Taurus. Sur cette marge sud une espèce prédomine, *Palaeodasycladus mediterraneus*, qui forme au Pliensbachien des biomasses considérables.

En Croatie, les travaux de NIKLER & SOKAC (1968) ont fourni un découpage du Jurassique inférieur qui reste valable à grande échelle. Ils distinguent trois divisions : les deux premières regroupées sous le nom de cénozone à *P. mediterraneus* et divisée en une sous-zone inférieure à *Petrascula heraki* avec *Palaeodasycladus barrabeii* (Sinémuro-Hettangien) et une sous-zone supérieure sans espèce-indice de Dasycladale mais correspondant à la zone d'extension d'*Orbitopsella* et une troisième zone sans Dasycladale, correspondant au Toarcien.

Le Toarcien paraît en effet une période de crise. Il n'est pas prouvé que *Palaeodasycladus mediterraneus* atteigne ce niveau comme on l'admet souvent depuis SARTONI & CRESCENTI (1962). En Sardaigne, FAURÉ & PEYBERNÉS (1983) ont montré la présence d'*Holosporella siamensis* PIA (sous le nom de *Sarfatiella dubari*) dans cet étage. Par ailleurs, les restes pyritisés de l'organisme décrit sous le nom de *Tersella querkyensis* (CUBAYNES & DELOFFRE, 1984) nous paraissent difficiles à interpréter comme Dasycladales.

Les Dasycladacées connues sur la marge nord-téthysienne – France et Nord de l'Espagne – ne dépassent pas le Sinémurien et sont principalement représentées par *Palaeodasycladus barrabeii* LEBOUCHE & LEMOINE, espèce du cortège de la sous-zone à *Petrascula heraki* de NIKLER & SOKAC.

TABLEAU LXVII
Algues dasycladales : répartition au Jurassique inférieur

	HETTANGIEN	SINÉMURIEN		PLIENSBACHIEN		TOARCIEN			ÉTAGES	TAXONS
		inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	moy.	sup.		
										<i>Heteroporella crosi</i>
										<i>Dissoclarella cretica</i>
										<i>Macroporella retica</i>
										<i>Tersela incompleta</i>
										<i>"Petrascula" illyrica"</i>
										<i>"Petrascula" heraki</i>
										<i>Palaeodasycladus barrabei</i>
										<i>Eodasycladus ogilviae</i>
										<i>Dinarella kochi</i>
										<i>"Linoporella" buseri</i>
										<i>Sestrosphaera liasina</i>
										<i>Palaeodasycladus mediterraneus</i>
										<i>Fanesella ana</i>
										<i>Fanesella dolomitica</i>
										<i>Tersella alpina</i>
										<i>Palaeodasycladus elongatus</i>
										<i>Heteroporella ellenbergeri</i>
										<i>Uragiella liasica</i>
										<i>Neomizzia elongata</i>
										<i>Holosporella siamensis</i>

— Présence certaine - - - Limite d'extension imprécise - - - Extension imprécise mais dans l'intervalle de temps considéré

TABLEAU LXVIII
Algues dasycladales : répartition au Jurassique moyen

	AALÉNIEN	BAJOCIEN		BATHONIEN		CALLOVIEN	OXFORDIEN	TAXONS
		supérieur	moyen	supérieur	moyen			
		inférieur	inférieur	supérieur	supérieur			
								<i>Holosporella siamensis</i>
								<i>Selliporella donzellii</i>
								<i>Petrascula arabica</i>
								<i>Coniporella clavaeformis</i>
								<i>Stichoporella stutterdi</i>
								<i>Stichoporella cylindrica</i>
								<i>Dobuniella coriniensis</i>
								<i>Neoteutoporella gallaeformis</i>
								<i>Salpingoporella annulata</i>
								<i>Salpingoporella croatica</i>
								<i>Uragiella ragusina</i>
								<i>Coniporella micromera</i>
								<i>Salpingoporella selii</i>
								<i>Trinocladus perplexus</i>

— Présence certaine - - - Extension imprécise mais se situant dans l'intervalle de temps considéré

1.2. JURASSIQUE MOYEN (Tab. LXVIII)

Les espèces du Jurassique moyen sont peu nombreuses. Les plus fréquentes sont *Selliporella donzelli* SARTONI & CRESCENTI qu'accompagne souvent *Neoteutloporella galiaeformis* RADOVIC. Leur distribution est restreinte à la marge sud-téthysienne. Ces deux formes, qui ont été encore séparées dans ce tableau, pourraient correspondre à une même espèce (BARATTOLO *et al.*, 1983).

Holoporella siamensis PIA, plus connue sous son synonyme plus récent de *Sarfatiella dubari* CONRAD & PEYBERNÉS, a été parfois utilisée comme espèce-indice de zone locale (PÉLISSIÉ & PEYBERNÉS, 1983) de la base du Jurassique moyen. Cependant la vaste extension de cette espèce qui apparaît au Jurassique inférieur en Sardaigne, sous des ammonites du Toarcien supérieur (FAURÉ & PEYBERNÉS, 1983) et se retrouve jusque dans l'Oxfordien supérieur (BERNIER, 1984), en fait un mauvais marqueur stratigraphique.

Récemment des espèces connues jusqu'alors dans le Jurassique supérieur (*Cylindroporella?* *arabica* ELLIOTT et *Megaporella boulangeri* DELOFFRE) ont été identifiées (Kuss, 1990) dans une formation (Hamanlei Fm.) d'Ethiopie, attribuée localement au Bajocien-Callovien. En l'absence de l'exposé des arguments de datation, cette répartition n'a pas été retenue ici, étant donné le diachronisme de cette formation dans les régions voisines (BOSELLINI, 1989).

1.3. JURASSIQUE SUPÉRIEUR (Tab. LXIX)

L'examen du tableau de répartition des espèces du Jurassique supérieur fait ressortir le petit nombre d'espèces de l'Oxfordien, surtout dans sa partie inférieure et moyenne et la diversification croissante à partir du Kimmeridgien inférieur et qui atteint son maximum au Tithonien. La limite Jurassique-Crétacé est très mal marquée par ces algues, et beaucoup d'espèces apparues au cours du Tithonien subsistent dans le Crétacé inférieur basal.

Dans le domaine italo-dinarique, persistent pendant tout le Jurassique supérieur des environnements de plate-

forme interne, propices au développement des Dasycladales. Des zonations souvent composites où sont associés des grands foraminifères ont été proposés pour subdiviser cette partie du Jurassique. Pour l'Apennin méridional, SARTONI & CRESCENTI (1962) distinguent à la base une « sous-zone » à « *Macroporella sellii* » et vers le haut une « Cénozone à *Clypeina jurassica* » surmontée d'une « Cénozone à *Salpingoporella apenninica* ». Des subdivisions voisines ont été créées dans les Dinarides depuis NIKLER & SOKAC (1968) et plus ou moins modifiées et adaptées depuis GUSIC, NIKLER & SOKAC (1971) et VELIĆ (1977). Ce dernier auteur, pour la Croatie, partage le Jurassique supérieur en trois cénozones : une cénozone à *Macroporella sellii*, une cénozone à *Cylindroporella anici* et une cénozone à *Clypeina jurassica*, elle-même subdivisée en sous-zone inférieure à *Clypeina jurassica* s. str. et une sous-zone supérieure à *Campbelliella striata*.

Au Portugal, RAMALHO (1981) utilise les Dasycladales dans une biozonation composite. Certaines espèces utilisées comme forme-indice, comme *Clypeina jurassica*, ont ici une répartition beaucoup plus limitée au Portugal que dans le reste de la Téthys. De telles zonations ont une valeur locale ou régionale certaine mais ne peuvent être utilisées à grande échelle.

2. — CONCLUSIONS

La réalisation d'une zonation générale précise pour ces algues se heurte à des problèmes multiples : corrélations souvent approximatives avec les zones d'ammonites. Longue durée des espèces les plus fréquentes dépassant souvent un étage, espèces de courte durée apparente mais rares, utilisation délicate des associations par suite de facteurs paléoécologiques intervenant sur la présence ou l'absence des espèces à un moment donné.

C'est pourquoi, il n'a pas paru opportun et utile de proposer une zonation générale formalisée pour les Dasycladales. Une telle zonation, toujours possible, aurait eu une valeur opérationnelle faible et une précision illusoire.

TABLEAU LXIX
Algues dasycladales : répartition au Jurassique supérieur

CALLOVIEN	OXFORDIEN			KIMMÉRIDGIEN		TITHONIEN	BERRASSEN	ÉTAGES	TAXONS
	inférieur	moyen	supérieur	inférieur	supérieur				
									<i>Holosporella siamensis</i>
									<i>Salpingoporella annulata</i>
									<i>Salpingoporella sethi</i>
									<i>Trinocladus perplexus</i>
									<i>Cylindroporella sugdeni</i>
									<i>Griphoporella minima</i>
									<i>Uragiella suprajurassica</i>
									<i>Linoporella capriotica</i>
									<i>Clypeina caliciformis</i>
									<i>Teutloporella obsoleta</i>
									<i>Neoteutloporella socialis</i>
									<i>Heteroporella lusitanica</i>
									<i>Heteroporella morillonensis</i>
									<i>Heteroporella anici</i>
									<i>Megaporella boulangieri</i>
									<i>Pseudoclypeina distomensis</i>
									<i>Goniolina geometrica</i>
									<i>Pseudoclypeina farinacciae</i>
									<i>Pseudoclypeina cirici</i>
									" <i>Petrascula</i> " <i>globosa</i>
									<i>Petrascula bursiformis</i>
									<i>Salpingoporella gradii</i>
									<i>Pseudoepimastopora jurassica</i>
									<i>Clypeina catinula</i>
									<i>Salpingoporella johnsoni</i>
									" <i>Sarfatiella</i> " <i>oblonga</i>
									<i>Cylindroporella arabica</i>
									<i>Coniporella valfinensis</i>
									<i>Heteroporella bifurcata</i>
									<i>Salpingoporella etalloni</i>
									<i>Salpingoporella enayi</i>
									<i>Petrascula guembeli</i>
									<i>Macroporella lazuriensis</i>
									<i>Campbelliella striata</i>
									<i>Clypeina jurassica</i>
									<i>Lagenoporella sardiniensis</i>
									<i>Radoiciciella ? bartheli</i>
									<i>Actinoporella maslovi</i>
									<i>Heteroporella lemumensis</i>
									<i>Montenegrorella tubifera</i>
									<i>Petrascula bugesiacae</i>
									<i>Pseudocymopolia jurassica</i>
									<i>Likanella kapellensis</i>
									<i>Zergabriella espicheleensis</i>
									<i>Heteroporella jaffrezoï</i>
									<i>Salpingoporella bucuri</i>
									<i>Montenegrorella florifera</i>
									<i>Urdiporella jurassica</i>
									<i>Clypeina martelli</i>
									<i>Triploporella remesi</i>
									<i>Actinoporella podolica</i>
									<i>Clypeina ? solkani</i>
									<i>Triploporella marsicana</i>
									<i>Clypeina inopinata</i>
									<i>Kopetdagaria dalmatiensis</i>
									<i>Radoiciciella ? iailensis</i>
									<i>Actinoporella durandelgai</i>
									<i>Macroporella praturloni</i>
									<i>Griphoporella perforatissima</i>
									<i>Griphoporella piae</i>
									<i>Clypeina zunetae</i>
									<i>Zergabriella ellenbergeri</i>

— Présence certaine
— — Limite d'extension imprécise
— — — Extension imprécise mais se situant dans l'intervalle de temps considéré

CHAPITRE III

SYNTHÈSES BIOCHRONOLOGIQUES

TABLE DES MATIÈRES

LE JURASSIQUE INFÉRIEUR	
INTRODUCTION	347
1. — LES ÉCHELLES STANDARD ET LA SÉQUENCE D'HORIZONS D'AMMONITES	347
2. — LES ÉCHELLES PARALLÈLES	349
3. — CONCLUSIONS.....	352
LE JURASSIQUE MOYEN	
INTRODUCTION	355
1. — AALÉNIEN	355
1.1. Province nord-ouest européenne	355
1.2. Province subméditerranéenne	357
2. — BAJOCIEN	357
2.1. Province nord-ouest européenne	357
2.2. Province subméditerranéenne et province sud-téthysienne	357
3. — BATHONIEN	357
3.1. Province nord-ouest européenne	359
3.2. Province subméditerranéenne.....	359
4. — CALLOVIEN.....	359
4.1. Province nord-ouest européenne.....	359
4.2. Province subméditerranéenne	359
LE JURASSIQUE SUPÉRIEUR	
INTRODUCTION	363
1. — LES ÉCHELLES STANDARD D'AMMONITES ..	363
2. — LES ÉCHELLES PARALLÈLES	365
3. — CONCLUSIONS	369

LE JURASSIQUE INFÉRIEUR

(Tab. LXX à LXXII)

Jean-Louis DOMMERGUES

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	347
1. — LES ÉCHELLES STANDARD ET LA SÉQUENCE D'HORIZONS D'AMMONITES	347
2. — LES ÉCHELLES PARALLÈLES	349
3. — CONCLUSIONS.....	352

INTRODUCTION

Avec des faunes d'ammonites relativement peu diversifiées mais essentiellement constituées de taxons à évolution rapide, se relayant brusquement au cours du temps et montrant de vastes extensions paléobiogéographiques, le Jurassique inférieur du nord-ouest de l'Europe et de ses confins téthysiens se prête particulièrement bien à l'établissement d'une biochronologie à haute résolution. Il n'est donc pas surprenant que l'objet de l'une des premières analyses ayant abouti à l'établissement d'une « échelle d'horizons » au sens moderne du terme, ait été l'un des étages du Jurassique inférieur, en l'occurrence le Toarcien de la région de Thouars et du Centre-Ouest de la France (GABILLY, 1976). Outre son intérêt intrinsèque, cette analyse a fourni aux chercheurs du Groupe Français d'Étude du Jurassique (G.F.E.J.) des bases conceptuelles et une méthode qui ont assuré une cohérence à leurs travaux d'exploration fine de la biostratigraphie de l'ensemble du Jurassique et notamment de sa partie inférieure.

Période essentiellement transgressive et succédant à la spectaculaire régression rhétienne, le Jurassique inférieur correspond à un épisode majeur d'expansion des mers épicontinentales. Si parallèlement à cette transgression, beaucoup de groupes ont montré au cours du Jurassique inférieur de remarquables diversifications morphologiques et taxinomiques, le phénomène a atteint avec les ammonites, outil de base de la biochronologie à haute résolution, une ampleur inégalée. Après avoir frôlé l'extinction à la limite Trias-Jurassique, ces céphalopodes ont en effet connu au cours du Jurassique inférieur une radiation évolutive foisonnante et inventive qui a affecté tous les niveaux taxinomiques, depuis les espèces jusqu'aux super-familles. On peut considérer qu'un tel régime s'est achevé progressivement au cours d'une période allant du Toarcien moyen à la base du Bajocien.

Après cet épisode marqué par l'implantation de plus en plus affirmée des Hammatoceratidae et de leurs descendants, l'évolution des ammonites et notamment celle des Ammonitina, s'est en effet limitée, au cours du Jurassique moyen et supérieur, à des cheminement contraints

au sein d'un cadre de super-familles non renouvelées. Ainsi, tant pour les dimensions géologiques que biologiques de son histoire, le Jurassique inférieur est un sous-système bien à part des périodes plus récentes du Jurassique. La prise en compte de ces particularités est nécessaire avant d'envisager toutes réflexions synthétiques et/ou comparatives impliquant la biochronologie du Jurassique inférieur.

1. — LES ÉCHELLES STANDARD ET LA SÉQUENCE D'HORIZONS D'AMMONITES

La comparaison des échelles standard et de la séquence d'horizons basée sur les ammonites et proposée pour le Jurassique inférieur dans le présent volume avec celles publiées en 1971 par le G.F.E.J., résume le chemin parcouru au cours des décades précédentes par les chercheurs du G.F.E.J. dans le domaine de la biochronologie des ammonites du Jurassique inférieur.

Envisagé sur un plan strictement quantitatif, le bilan de cette comparaison est résumé sur le Tableau LXX. Une telle approche, qui ignore nécessairement beaucoup de subtilités propres à l'histoire de toute échelle biochronologique (ex. changements d'espèces-indice, révisions des extensions de certaines unités et/ou modifications de leur rang hiérarchique) reste néanmoins acceptable si l'on cherche uniquement à dégager des tendances générales. Le lecteur pourra toujours se référer aux textes correspondant à chaque étage pour trouver des informations complémentaires.

L'échelle des zones n'a pratiquement pas subi d'altération depuis la première synthèse du G.F.E.J.. On notera toutefois que, par souci d'homogénéisation avec les usages internationaux, le nombre de zones du Domérien a été réduit d'une unité correspondant à l'accrétion de l'ancienne zone à Stokesi (G.F.E.J., 1971) à la base de la zone à Margaritatus.

Avec l'échelle des sous-zones on note par contre, dans plus de la moitié des cas, des modifications parfois très sensibles. Certains changements, comme pour l'Hettangien et le Toarcien moyen, correspondent à de faibles diminutions du nombre des sous-zones retenues; plusieurs unités, traitées comme sous-zones en 1971 sont en effet maintenant reléguées au rang d'horizon au profit de l'extension de certaines des sous-zones restantes dont les acceptations ainsi émandées sont plus conformes aux usages internationaux. Il s'agit dans ces cas, plus de modifications de convention, que de changements imposés par l'acquisition des faits nouveaux. La situation est plus complexe pour les fortes augmentations du nombre des sous-zones du Sinémurien et du Carixien. Si quelques ajustements aux propositions de DEAN et al (1961) en sont

en partie la cause, l'acquisition de données nouvelles de plus en plus fiables et précises en est surtout à l'origine (CORMA, 1985, 1987; CORMA & MOUTERDE, 1988; DOMMERGUES, 1979, 1987, 1994; SCHLATTER, 1980; MEISTER, 1982, 1986, 1989; DOMMERGUES & MEISTER, 1985, 1987a b, 1990, 1991; CUBAYNES *et al.*, 1984; PHELPS, 1985). Par ailleurs, il est intéressant de souligner la stabilité ou le faible changement du nombre des sous-zones pour le Domérien et le Toarcien; ce fait suggère que dès 1971 la connaissance de ces périodes avait déjà acquis une bonne maturité pour la précision de la sous-zone.

C'est certainement en comparant les séquences d'horizons que l'on saisit au mieux l'ampleur et la localisation par rapport aux temps géologiques des progrès effectués depuis la synthèse de 1971. Les variations du nombre de ces unités biochronologiques élémentaires ne sont en effet que très peu affectées par des ajustements de convention du type de ceux évoqués plus haut pour les échelles de sous-zones et de zones. L'augmentation du nombre des horizon, est par contre étroitement corrélée à la précision biochronologique atteinte. Lors de l'établissement du Tableau LXX, seuls ont été pris en compte les horizons applicables aux successions françaises, les données concernant les régions plus méridionales et/ou occidentales étant encore trop partielles pour permettre des comparaisons.

Si l'on compare les échelles d'unités élémentaires, l'un des phénomènes les plus frappants est l'augmentation spectaculaire du nombres d'horizons décrit depuis 1971, pour le Sinémurien supérieur, le Carixien et le Domérien. Ce dernier sous-étage battant d'ailleurs tous les records avec un triplement (+200%) du nombre des unités élémentaires (Tab. LXX). Au contraire, l'Hettangien et le Sinémurien inférieur d'une part, et le Toarcien d'autre part, sont caractérisés par de faibles augmentations, 33% au maximum, de la précision biostratigraphique. Si l'on considère maintenant (Tab. LXX, colonne de droite) les durées (estimées par rapport aux échelles radiochronologiques) des unités élémentaires de chaque étage ou sous-étage, on note une tendance bien différente. Avec une durée moyenne particulièrement longue de 0,54 Ma par horizon, l'Hettangien s'oppose nettement à l'ensemble des autres étages dont les durées moyennes des horizons sont comprises entre 0,18 et 0,27 Ma au maximum. Une analyse plus fine des données montre par ailleurs une tendance discrète mais très régulière à la diminution de la durée moyenne des horizons en allant du Sinémurien inférieur jusqu'au Domérien. Avec 0,18 Ma, ce sous-étage est la période la plus finement résolue. La tendance ne s'inverse légèrement qu'avec le Toarcien. A partir de la synthèse de l'ensemble de ces données (nombre d'unités élémentaires nouvelles et durée moyenne des horizons), il est possible de distinguer quatre entités principales :

a) un Hettangien dont la durée moyenne des horizons est particulièrement longue et dont le nombre d'unités biochronologiques élémentaires a peu augmenté au cours des vingt dernières années,

b) un Sinémurien inférieur résolu de façon nettement plus fine mais pour lequel un nombre déjà élevé de divisions élémentaires était proposé en 1971,

c) un ensemble comprenant le Sinémurien supérieur, le Carixien et le Domérien, caractérisé par des horizons aux durées moyennes très courtes et dont le nombre des unités élémentaires a considérablement augmenté depuis le début des années soixante-dix,

d) un Toarcien dont la durée moyenne des horizons est également très courte mais dont le nombre d'unités élémentaires n'a que peu augmenté depuis la dernière synthèse du G.F.E.J.

Les différences notées entre les entités «c» (Sinémurien supérieur - Domérien) et «d» (Toarcien) résultent essentiellement de l'histoire récente de la biochronologie en France et relativement peu de contraintes géologiques

TABLEAU LXX

Comparaison pour les zones, les sous-zones et les horizons des échelles d'ammonites du Jurassique inférieur proposées par le G.F.E.J. en 1971 et dans le présent travail

ÉTAGES	Sous-étages	# ZONES (1971)	# ZONES (présent travail)	Δ en %	# Sous-zones (1971)	# Sous-zones (présent travail)	Δ en %	# Div. min. (1971)	Horizons (présent travail)	Δ en %	DURÉES MOYENNES (en Ma)	
											mini	maxi
TOARCIEN	sup.	4	4	00	10	10	00	13	16	+23	-0,1 Ma	
	moy.	2	2	00	6	5	-17	8	10	+20	0,18	
	inf.	2	2	00	4	4	00	6	8	+33	0,20	
PLIENSBACHIEN	Domérien	3	2	-33	5	5	00	6	18	+200	0,17	
	Carixien	3	3	00	5	10	+100	10	22	+120	0,18	
SINÉMURIEN	sup.	3	3	00	5	9	+80	7	14	+100	0,21	
	inf.	3	3	00	4	7	+75	15	17	+13	0,25	
HETTANGIEN		3	3	00	8	6	-25	11	12	+09	0,33	

Les données de base sont exprimées en nombre d'unités biochronologiques par étage ou sous-étage.

Les modifications survenues entre les deux publications sont indiquées en pourcentage de changement.

Ces informations sont complétées par les valeurs des durées moyennes des horizons calculées à partir des différentes échelles radiochronologiques disponibles.

et/ou fauniques. Avec les travaux d'avant-garde de GABILLY (1964, 1976), GABILLY *et al.* (1961b) consacrés au Toarcien, la connaissance du Jurassique inférieur français a en effet bénéficié, dès le début des années soixante-dix, de l'établissement d'une véritable échelle d'horizons au sens moderne du terme. Il n'est ainsi pas surprenant que le nombre des horizons attribués au Toarcien dans le présent travail ait relativement peu augmenté par rapport à la synthèse de 1971. En biochronologie comme en sport, les écarts entre les records successifs tendent à s'amenuiser au cours du temps. L'affinement spectaculaire de la résolution des échelles d'horizons proposé ici pour le Pliensbachien et le Sinémurien supérieur (entité « c ») doit être compris comme l'aboutissement logique d'études plus récentes de séries fossilières très favorables, en Bourgogne et dans les Causses ; ces travaux qui ont débuté dans le courant des années soixante-dix ou au début des années quatre-vingt ont maintenant pour l'essentiel abouti et il est probable que, comme ce fut le cas pour le Toarcien, l'on constate à l'avenir un net tassement du rythme d'accroissement du nombre des horizons.

Le cas du Sinémurien inférieur (entité « b ») est d'interprétation plus délicate car ce sous-étage vient de faire l'objet d'une étude régionale menée avec la précision de l'horizon dans le Jura méridional (CORMA, 1985, 1987), et il est surprenant que le nombre des unités élémentaires finalement retenues n'ait que peu augmenté par rapport à celui de la publication de 1971. Les travaux récents ont en fait surtout permis d'éliminer beaucoup des ambiguïtés qui obscurcissaient encore récemment, la biochronologie de ce sous-étage. Les conditions ardues d'exploitation du « Calcaire à Gryphées », la fréquence des particularismes régionaux (très sensibles dans certains niveaux, même à l'échelle de la France) ainsi que la difficulté de cerner la variabilité et/ou l'ontogenèse des espèces, sont certainement en grande partie responsables de cette relative lenteur dans la progression de nos connaissances. Il est néanmoins surprenant de constater que malgré ce contexte difficile, la durée moyenne d'un horizon atteint 0,27 Ma, ce qui comparé à l'ensemble du Jurassique inférieur, est plutôt court. Il faudra donc sans doute encore beaucoup d'efforts avant de pouvoir améliorer sensiblement ce résultat, et surtout avant de pouvoir disposer d'outils de corrélation aussi fiables à l'échelle du Nord-Ouest européen, que pour des périodes plus récentes. Dans tous les cas et malgré des contextes fauniques et géologiques moins favorables que dans les niveaux sus-jacents, c'est certainement le Sinémurien inférieur qui offre pour le Jurassique inférieur de France le plus de promesses de développement dans le domaine de la biochronologie à haute résolution.

Enfin, avec une très faible amélioration de la précision biochronologique depuis 1971, peu de remise en cause des unités élémentaires proposées à cette époque, et une durée moyenne des horizons particulièrement longue de 0,54 Ma, l'Hettangien (entité « a ») semble l'étage du Jurassique inférieur le plus mal connu. Le faible nombre, en France, de séries riches en fossiles et raisonnablement continues en est probablement la cause principale mais on ne peut exclure, au moins pour les faunes du Nord-Ouest de l'Europe, des rythmes d'évolution et/ou de renouvellement faunique plus lents au cours de ce premier étage du Jurassique que dans les périodes plus récentes ; si cela est le cas, il serait illusoire d'espérer une amélioration sensible de la précision de l'échelle des horizons.

2. — LES ÉCHELLES PARALLÈLES

Si la publication du G.F.E.J. de 1971 se limitait à une synthèse des zones, sous-zones et horizons reconnaissables grâce aux faunes d'ammonites, le présent travail s'est considérablement enrichi en prenant en compte d'autres groupes de macrofossiles, de microfossiles et de nannofossiles, pour l'essentiel marins. Il s'agit surtout d'invertébrés, et dans une moindre mesure de végétaux. Selon les avancements des connaissances, très différents d'un groupe à l'autre, selon les conceptions des auteurs et/ou selon les contraintes matérielles, on est en présence de travaux d'ampleur et de signification bien différentes. Seuls trois groupes, les bivalves, les brachiopodes et les ostracodes marins ont fait l'objet de synthèses originales formalisées en termes d'échelles hiérarchisées et exprimées en zones, sous-zones voire en horizons. Des échelles zonales sont également données pour les dinoflagellés et les nannofossiles calcaires, mais il s'agit alors de rappels de travaux d'auteurs étrangers (RIDING & THOMAS, 1992; DAVIES, 1985; BOWN *et al.*, 1988) et non de propositions nouvelles propres au G.F.E.J. Le cas des foraminifères est plus ambigu car les spécialistes de ce groupe ont proposé une séquence originale et déjà très élaborée, d'« associations » et « sous-associations » imbriquées. Il s'agit d'une étape décisive vers l'établissement d'une véritable échelle de zones et sous-zones. Pour les échinides enfin, aucune proposition de regroupement en unités biochronologiques n'est envisagée et selon les auteurs, seul un tableau de distribution de type « range chart » peut être raisonnablement proposé si l'on tient compte de l'enregistrement très discontinu, très dépendant des facteurs écologiques et encore très incomplet des oursins au Jurassique inférieur : la simple analyse des séquences d'apparitions « FAD » et de disparitions « LAD » des principaux taxons permet toutefois de suspecter des bioévénements remarquables qui, s'ils sont confirmés par des études ultérieures, pourraient servir de base à l'établissement d'une future zonation.

Dans un autre d'ordre d'idée, il faut souligner que presque toutes les limites d'unités ou localisations de bioévénements à échinidés, s'ajustent exactement avec celles des limites des sous-zones de l'échelle standard. Les seules exceptions (lignes tiretées horizontales des Tab. LXXI et LXXII) sont quelques limites de zones et de sous-zones du Domérien et du Toarcien, données pour les échelles de brachiopodes et de nannofossiles calcaires. Peut-on alors vraiment parler d'« échelles parallèles » établies à l'origine en toute indépendance, puis ultérieurement corrélées avec l'échelle standard d'ammonites ou s'agit-il davantage de séquences d'unités permettant, grâce à l'usage de taxons alternatifs, de se repérer par rapport à un cadre biochronologique standard d'ammonites, *a priori* non discuté ?

Pour analyser les potentialités de résolution biostratigraphiques des « échelles parallèles », il est nécessaire de définir au préalable un élément de comparaison invariant. L'échelle des 56 sous-zones standard à ammonites comportant 57 limites (y compris celle marquant la base de l'Hettangien et celle indiquant le toit du Toarcien), c'est cette dernière valeur (57) qui sera retenue ici comme base de comparaison. Chaque « échelle parallèle » ou groupe d'« échelles parallèles » peut être caractérisé par un nombre précis de limites biochronologiques et/ou de bioévé-

TABLEAU LXXI

Corrélation de l'échelle des sous-zones standard à ammonites du Jurassique inférieur avec les « échelles parallèles » établies d'après les bélémnites, les brachiopodes et les ostracodes marins

ÉCHELLE STANDARD NW EUROPÉENNE				BÉLEMNITES NW Europe		BRACHIOPODES				OSTRACODES MARINS Europe								
ÉTAGES	Sous- étages	ZONES	Sous-zones	Zones	Sous-zones	NW Europe		N Téthys		Zones	Sous-zones	Horizons						
						Zones	Sous-zones	Zones	Sous-zones									
TOARCIE	supérieur	AALENSIS	Lugdunensis 2 Mactra 3	Brevibelus breviformis et Acrocoelites curtus	Acrocoelites breviformis	S. infraoolithica et Zeilleria (Z.) lycetti	Homeo- cynocephala cynocephala	Stroudithyris infraoolithica et S. stephanoides	Homeo. cynocephala et Zeilleria (Z.) lycetti	UNDULATA - VENTRIOSA PRAECOX - KUHN								
		PSEUDORADIOSA	Pseudoradiosa 1 Levesquei 2							BERNIERENSIS								
		DISPANSUM	Gruneri 1 Insigne 2							BUCKI-RUGOSA								
		THOUARSENSE	Fallaciosum 1 Fascigerum 1 Thouarsense 2 Bingmanni 1							ARCUATOCOSTATA- TENUICOSTATI								
		VARIABILIS	Vitiosa 1 Illustris 2 Variabilis 1							AMALTHEI								
	inférieur	BIFRONS	Bifrons 3 Sublevisoni 3	Acrocoelites ilmenstrensis	Acrocoelites striolatus et Acrocoelites trisulcatus	Telothy. jauberti, Telothy. pyrenaica	Sphero. vari et decipiens S. perfida	Homeo. meridio. telothy. jauberti	S. vari, S. decipiens S. perfida H. m. T.j. Stomphy. bouchardi	Anningi- Apostoliscui								
		SERPENTINUS	Falciferum 2 Elegantulum 2							Tubulosa serratina								
		TENUICOSTATUM	Semicelatum 3 Palitus 1							Vermiculata- Ubiquita- Hoerida								
		SPINATUM	Hawkerense 2 Apyrenum 3							?								
		MARGARITATUS	Gibosus 7 Subnodosus 2 Stokesi 4							Harpa								
PLIENSBACHIEN	Carxiem	DAVOEI	Vigilinum 2 Capricornus 3 Maculatum 2	Hastites clavatus	Palassoteuthis apicicurvatus	Zeilleria (Cincta) numismalis	Gibbirhynchia curviceps	Quadratirhynchia quadrata, Zeilleria (Z.) quadrifida	Quadratirhynchia quadrata, Z. (Z.) quadrifida	Plicata								
		IBEX	Luridum 3 Valdani 5 Massenium 1							?								
		JAMESONI	Jamesoni 1 Brevispina 2 Polymorphus 1 Taylori 2							?								
		RARICOSTATUM	Aplanatum 1 Macdonelli 1 Raricostatum 4	Nannobelus acutus	Nannobelus oppeli	Piarorhynchia juvensis et Zeilleria (cincta) cor	Spiriferina betacalcis, Piarorhynchia juvensis et Zeilleria (cincta) cor	HAGENOWI			?							
		OXYNOTUM	Oxynotum 1 Simpsoni 1					?										
	inférieur	OBTUSUM	Denotatus 2 Stellare 1 Obtusum 1					Frequens- normaniae										
		TURNERI	Turneri 2					Pumicosa										
		SEMICOSTATUM	Sauzeanum 1 Sciptonianum 3 Charlesi 3		Nannobelus acutus	Zeilleria (Z.) vicinalis et Spiriferina walcotti	?	Calcirhynchia calcaria	Cuneirhynchia oxynoti et Zeilleria (Z.) vicinalis	?								
		BUCKLANDI	Bucklandi 3 Rotiforme 2 Conybeari 3							Convergens- Carinata								
HETTANGIEN	ANGULATA	Complanata 2 Extranososa 1	Zone d'intervalle				Zone d'intervalle				Praeluxuriosa							
	LIASICUS	Laqueus 3 Portlocki 1	Zone d'intervalle				Zone d'intervalle				Samriensis- Translucens- Hettangica							
	PLANORBIS	Johnsoni 2 Planorbis 3	Schwegleria				Zone d'intervalle				Buisensis							

Les nombres qui suivent les noms des sous-zones standard, correspondent au nombre d'horizons d'ammonites de chaque sous-zone. Les lignes tiretées horizontales correspondent à des limites d'unités d'"échelles parallèles" qui ne s'ajustent pas à des limites de sous-zones standard.

TABLEAU LXXII

Corrélation de l'échelle des sous-zones standard à ammonites du Jurassique inférieur avec les « échelles parallèles » établies pour les petits foraminifères, les dinoflagellés (d'après RIDING & THOMAS, 1992 ; DAVIS, 1985), les nannofossiles calcaires (d'après BOWN *et al.*, 1988) et avec le tableau de répartition des échinides

ÉCHELLE STANDARD NW EUROPÉENNE		Petits Foraminifères		Échini-des	Dinoflagellés		Nannofossiles calcaires		# de groupes taxonomiques		
ÉTAGES		ZONES			NW Europe	Portugal	Zone	Sous-zones			
				Év. maj.	Év. min.	Zone	Sous-zones	Zone	Sous-zones		
TOARCien	supérieur	AALENSIS	<i>L. darbignyi</i> <i>L. tenuistrigata</i> <i>C. fasciata</i> et <i>C. fallax</i>		Nanocera-topsis gracilis	Scrinocassis weberi	Biscutum intermedium NJ 8	Reicapsa incompta NJ 8a	5	Lugdunensis	
		PSEUDORADIOSA								Macra	
		DISPANSUM								? Pseudoradiosa	
		THOUARSENSE								Levesquei	
	moyen	VARIABILIS	<i>L. clivichervi</i> <i>L. pennensis</i> ing M. <i>D. urticulata</i> <i>C. iberica</i>		Eyachia prisca	Discorhabdus striatus NJ 7	?	? Insigne		Gruneri	
		BIFRONS								Fallosium	
		SERPENTINUS								Fascigerum	
	inférieur	TENUICOSTATUM	<i>L. oblongensis</i> ing P. <i>L. aragonensis</i> mg S. <i>L. praeb.</i> , <i>L. subla</i>		Rosswangia holostabulatum	?	Carinolithus superbus NJ 6	?		Thouarsense	
		SPINATUM								Bingmanni	
PLIENSBACHien	Domérien	MARGARITATUS	<i>L. speciosa</i> mg M. <i>L. carina</i> . <i>D. terqu.</i> <i>D. obscura</i>		Luehndea sp. A	Lotharingius hauffi NJ 5	Crepidolithus ceras NJ 5a	?	Vitiosa	Illustris	
		DAVOEI								Variabilis	
		IBEX								Bifrons	
		JAMESONI								Sublevisoni	
	Carikién	RARICOSTATUM	<i>L. radiata</i> <i>M. spinata</i> <i>I. muelensis</i>		Luehndea spinosa	Mendicodinium reticulatum	Biscutum novum NJ 4	Crepidolithus granulatus NJ 4a		Falciferum	
		OXYNOTUM								Elegantulum	
		OBTUSUM								Semicelatum	
SINÉMURIEN	supérieur	TURNERI	<i>L. quadrata</i> mg M. <i>L. radiata</i> mg M. <i>D. matutina</i> <i>D. primaeva</i>		Liasidium variable	Mendicodinium woodhamense	?	Crepidolithus crassus NJ 3		Paltus	
		SEMICOSTATUM								Hawskerense	
		BUCKLANDI								Apyrenum	
	inférieur	ANGULATA	<i>L. quadrata</i> mg M. <i>L. tenuistrigata</i>		Dapcodinium priscum	Indifférencié	Parhabdolithus liasicus NJ 2	Mitolithus elegans NJ 2a		Gibbosus	
		LIASICUS								Subnodosus	
		PLANORBIS								Stokesi	

Les flèches pointillées verticales indiquent la prolongation d'unités biochronologiques au-delà de la limite Toarcien-Aalénien. Les lignes tirées horizontales correspondent à des limites d'unités d'« échelles parallèles » qui ne s'ajustent pas à des limites de sous-zones standard. Les doubles flèches de la colonne réservée aux échinides correspondent à des bioévénements (grandes flèches pour les événements majeurs, petites flèches pour les événements mineurs) extrapolés à partir du tableau de répartition des espèces (=range chart) donné pour ces échinoderms.

nements significatifs ; pour comparer les différentes résolutions biochronologiques à celle des ammonites, il est aisément d'exprimer ces valeurs en pourcentage des 57 limites de l'échelle des sous-zones standard.

Par ordre décroissant de résolution, on reconnaît :

- 1) les brachiopodes nord-téthysiens et les ostracodes marins avec 32% de la résolution moyenne de l'échelle des sous-zones standard,
- 2) les échinides avec 30%,
- 3) les brachiopodes nord-ouest européens et les petits foraminifères avec 28%;
- 4) les bélémnites avec 24%,
- 5) les nannofossiles calcaires avec 18%,
- 6) les dinoflagellés du Portugal et ceux du Nord-Ouest de l'Europe avec respectivement 16 et 14%.

Au sein de cet ensemble, on peut donc reconnaître deux groupes. Le premier comprend les brachiopodes, les ostracodes marins, les échinides et les petits foraminifères, tous taxons qui permettent un découpage biochronologique relativement précis (bien qu'en moyenne inférieur à celui des zones d'ammonites). Un peu moins performantes, les bélémnites peuvent néanmoins être rapprochées. Le second groupe comprend les nannofossiles calcaires et les dinoflagellés qui sont caractérisés par de faibles résolutions biochronologiques. Il faut toutefois souligner que pour le Jurassique inférieur, la biostratigraphie de ces formes reste encore une science jeune et que les résultats déjà obtenus sont dans ce contexte très prometteurs.

Enfin, si l'on considère les groupes alternatifs dans leur ensemble (Tab. LXXII, colonne de droite) on obtient une somme de 34 limites non ambiguëes qui correspondent à 60% de la précision moyenne des sous-zones standard. Ce pourcentage ainsi que ceux donnés plus haut pour les différentes « échelles parallèles » ne sont que des valeurs moyennes qui ne tiennent aucunement compte d'éventuelles irrégularités de la distribution des limites biochronologiques au cours du temps. De telles hétérogénéités sont pourtant parfois sensibles à l'échelle de l'ensemble du Jurassique inférieur. C'est par exemple le cas pour les brachiopodes qui montrent une spectaculaire augmentation de la résolution biochronologique entre le Domérien inférieur et le Toarcien moyen ou encore pour les ostracodes marins qui sont relativement mieux résolus au cours du Jurassique inférieur que durant les périodes plus récentes.

Même si l'on considère la totalité des limites biochronologiques ou des événements significatifs de l'ensemble des échelles parallèles (Tab. LXXII, colonne de droite), on constate que, même à ce degré de regroupement, les distributions ne sont pas homogènes dans le temps. L'intervalle allant du Domérien (inclus) au Toarcien moyen (inclus) est ainsi caractérisé par une remarquable accumulation de limites biochronologiques qui permettent (tous groupes taxinomiques confondus) une résolution se rapprochant de celle des sous-zones d'ammonites admises pour la même période. Ce résultat est d'autant plus intéressant que beaucoup de ces limites sont caractérisées par plusieurs groupes taxinomiques. Une telle résolution biochronologique n'est cependant pas la règle et, mis à part le Sinémurien inférieur qui est un autre épisode relativement privilégié, on constate qu'en général l'ordre de grandeur de la pré-

cision biochronologique reste comparable à celui des zones d'ammonites. En outre, les limites caractérisées par plus de deux groupes taxinomiques ne sont pas nombreuses.

Enfin, s'il est important de reconnaître les irrégularités de distribution des limites pour pouvoir orienter les futures recherches vers les périodes les plus mal résolues, leur mise en évidence pose également des problèmes théoriques originaux. On est en fait en présence de fluctuations, probablement non fortuites et fondamentales, de la résolution du signal biochronologique. Comment les interpréter ? Existe-t-il une relation déterministe entre d'éventuelles modifications des facteurs de l'environnement et ces fluctuations ? Autant de questions qui nous éloignent du champ d'application traditionnel de la biochronologie et qui souligne la richesse intrinsèque de cette discipline.

3. — CONCLUSIONS

Uniquement consacrée aux échelles d'ammonites, la première synthèse, publiée en 1971 par le G.F.E.J. fut l'expression d'une période marquée par la généralisation de l'usage des sous-zones, et caractérisée par les premières études (surtout celle du Toarcien) explorant les potentialités du concept d'horizon. L'essentiel des résultats originaux présentés aujourd'hui peut en fait être vu, au moins pour les ammonites, comme résultant de la banalisation de l'usage des horizons dans les études concernant le Jurassique inférieur et moyen. Il existe donc une remarquable continuité conceptuelle dans l'ensemble de ces travaux. Si l'on fait abstraction de leur rang hiérarchique inférieur, la conception des horizons est pour les ammonitologues du G.F.E.J., voisine de celle de la sous-zone, et la notion de zonules, telle que PHELPS (1985) l'a utilisée lui est en fait presque analogue. Rien ne s'oppose, au moins en théorie, à ce que soit définie, dans l'avenir, une véritable échelle standard d'horizons. Il n'est toutefois pas certain qu'une telle formalisation soit souhaitable, car en figeant l'actuelle échelle d'unités élémentaires, elle risquerait, soit d'enfermer la biochronologie dans un carcan, soit de provoquer un nouvel éclatement hiérarchique dont l'intérêt n'est pas évident. Dans tous les cas le concept d'horizon utilisé dans le présent travail est sensiblement différent de celui développé, à la suite de CALLOMON (1985), par certains auteurs anglais (ex. PAGE, 1992 pour une application au Sinémurien) et qui reste assez proche de l'idée d'héméra telle que l'avait énoncée BUCKMAN (1893, 1902). Notons aussi que jusqu'à présent, les méthodes de biostratigraphie automatique n'ont pratiquement pas été utilisées lors de l'élaboration des échelles standards ou parallèles. Parmi ces méthodes, l'analyse des associations unitaires a toutefois été mise en œuvre pour tester la pertinence de l'échelle d'ammonites du Carixien (DOMMERGUES & MEISTER, 1987b). La généralisation de l'emploi de ces techniques est à encourager notamment pour les groupes de microfossiles ou de nannofossiles qui véhiculent une information biochronologique riche mais souvent complexe et très difficile à déchiffrer intuitivement.

L'établissement au cours des dernières décennies d'un cadre biochronologique standard, performant et fiable, pour l'ensemble du Jurassique, a certainement été l'élément moteur du développement des recherches qui se concrétisent aujourd'hui par plusieurs propositions d'« échelles parallèles » intéressant une palette de taxons bien distincts. Si aucune de ces échelles ne permet, sauf exception et pendant de brèves périodes, d'approcher la résolution des sous-zones standard, elles constituent néanmoins un ensemble cohérent d'outils complémentaires qui élargissent significativement les potentialités d'application de la biochronologie. Leurs résolutions moyennes sont au minimum égales à celle des sous-étages mais pour certains groupes (brachiopodes, ostracodes marins), elles tendent à se rapprocher de celle des zones standard.

En conclusion, si l'amélioration de la précision des échelles d'ammonites reste une priorité, tout particulièrement pour le Sinémurien inférieur et l'Hettangien, c'est probablement le développement des « échelles parallèles » qui apportera à l'avenir le plus d'éléments nouveaux et contribuera à faire de la biochronologie une discipline scientifique à la fois plus ouverte et plus unitaire. Cette future biochronologie devrait permettre d'établir des liens entre des objets aussi différents que les macrofossiles et les nannofossiles et/ou qu'entre les taxons néritiques et les groupes pélagiques. Enfin, préoccupation marginale dans la présente synthèse, l'établissement de corrélations entre les échelles Nord-Ouest européennes et téthysiennes devrait dans l'avenir connaître un important développement.

LE JURASSIQUE MOYEN

(Tab. LXXXIII àLXXVI)

Charles MANGOLD

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	355
1. — AALÉNIEN	355
1.1. Province nord-ouest européenne	355
1.2. Province subméditerranéenne	357
2. — BAJOCIEN	357
2.1. Province nord-ouest européenne	357
2.2. Province subméditerranéenne et province sud-téthysienne	357
3. — BATHONIEN	357
3.1. Province nord-ouest européenne	359
3.2. Province subméditerranéenne	359
4. — CALLOVIEN	359
4.1. Province nord-ouest européenne	359
4.2. Province subméditerranéenne	359

INTRODUCTION

Par rapport à la première synthèse biochronologique réalisée en 1971 par le Groupe français d'étude du Jurassique, ce deuxième travail, non seulement fournit de meilleures précisions dans la biochronologie des ammonites, mais apporte de nouvelles données relatives à d'autres macrofaunes, à des micro et nannofossiles surtout de milieux marins et appartenant pour l'essentiel aux invertébrés.

Trois groupes seulement, bélémnites, brachiopodes et ostracodes marins, débouchent sur de véritables zonations nouvelles. D'autres, dinokystes, nannofossiles et ostracodes limniques, reprennent, parfois en les modifiant, des échelles zonales déjà établies. Enfin, les foraminifères benthiques permettant de reconnaître des associations de taxons alors que les grands foraminifères et les échinides aboutissent à d'utiles tableaux d'extension des principales espèces.

Réaliser la synthèse des échelles biochronologiques basées sur différents groupes systématiques permet, au moins pour les milieux marins par référence aux successions d'ammonites, de mettre en évidence des synchronismes qui pourraient se rapporter à des bioévénements. Mais les corrélations qui apparaissent précises sur les

quatre tableaux, reflètent d'avantage le calage des prélèvements effectués dans les successions déjà datées par ammonites, que l'enchaînement évolutif à l'intérieur du groupe considéré. Il n'y a *a priori* aucune raison pour que les limites des unités biochronologiques d'un groupe donné coïncident avec celles d'autres groupes, puisque chacun d'eux possède sa propre vitesse d'évolution.

Pour chaque étage nous distinguerons les biochronologies nord-ouest européennes plus complètes et plus détaillées de celles des provinces subméditerranéenne et sud-téthysienne.

1. — AALÉNIEN

L'unique échelle d'ammonites sert de référence pour les provinces nord-ouest européenne et subméditerranéenne (Tab. LXXXIII).

1.1. PROVINCE NORD-OUEST EUROPÉENNE

— Aalénien inférieur (zone à Opalinum)

La base du sous-étage n'est pas marquée par un important changement des faunes et microfaunes. Elle peut néanmoins être reconnue par les bélémnites, les brachiopodes, les dinokystes et les foraminifères benthiques dégagés.

Un événement particulier est souligné par les dernières apparitions des dinokystes toarciens à la limite des sous-zones à Opalinum et à Bifidatum.

Les tableaux de répartition des oursins n'apportent guère de données utilisables, l'Aalénien correspondant à une période de récession pour ce groupe. Seule une espèce d'oursin régulier est restreinte à la partie inférieure de l'étage.

— Aalénien moyen (zone à Murchisonae)

Sa limite inférieure, à l'exception des dinokystes, algues et oursins, correspond à la base de zones ou de sous-zones des autres groupes. Brachiopodes et ostracodes marins précisent les équivalents de la sous-zone à Haugi et pour ces derniers offrent un remarquable calibrage avec l'horizon à Staufensis.

TABLEAU LXXIII
Échelles parallèles de l'Aalénien

SUBMÉDITERRANÉEN				NW EUROPÉEN						
Nanno-fossiles Portugal	Dino-kystes Portugal	Brachiopodes	AMMONITES	Bélemnites	Brachiopodes	Ostracodes marins	Foraminifères benthiques dégagés	Dinokystes	Nannofossiles	
W. manivitae		Conarothyris opima ↑ C. opima et Rhynchonelloidella subangulata	CONCA-VUM Formosum (Limitatum) Concavum (Cornu)	2 Homaloteuthis spinatus	Conarothyris opima ↑ C. opima et Rhynchonelloidella subangulata	Pusilla	Planiovoluta carinata		L. contractus NJ 8b	
W. barnesae		Pseudoglossothyris brebissoni et Monsardithyris trilineata ↓ Stroudithyris pisolithica Ferrythyris elianae	MURCHISONAE BRAD-FORDEN-SIS MURCHISONAE Haugi	2 Belemnopsis brevicanalis	Pseudoglossothyris brebissoni Ferrythyris elianae	Obtusa	Spectre L. dorbignyi + Spectre I. tenuistriata	Ngr	B. intermedium NJ 8 d	
	Scrinio-cassis weberi ↓	Rhynchonelloidella ruthenensis et Globirhynchia prava	OPALINUM Bifidatum (Comptum) Opalinum	1 Brevibulus subaduncus	Modesta Undulata ventricosa praecox-kuhni ↓ Conarothyris conglobata		Reophax sterckii Lagenammina jurassica + Reophax metensis	c	R. incompta NJ 8a ↓	

— Aalénien supérieur (zone à Concavum)

De bonnes correspondances sont possibles avec les brachiopodes, les ostracodes marins et les foraminifères benthiques dégagés.

C'est à cette époque qu'apparaissent les premiers oursins de la radiation du Jurassique moyen, dont le plus précis est restreint à l'Aalénien supérieur, alors que les autres taxons se poursuivent dans le Bajocien inférieur. La rareté des oursins n'est en fait qu'apparente car, comme le soulignent les auteurs, l'Aalénien et le passage au Bajocien sont marqués par de nombreuses lacunes ou condensations peu propices à la conservation des faunes échinologiques.

1.2. PROVINCE SUBMÉDITERRANÉENNE

Les données sont ici peu nombreuses. Les brachiopodes apparaissent là encore comme d'excellents marqueurs permettant l'identification de la base de l'étage. Leur zonation aboutit à des corrélations avec certaines zones ou sous-zones d'ammonites.

2. — BAJOCIEN

L'échelle biochronologique des ammonites s'applique à la fois, comme pour l'Aalénien, aux régions nord-ouest européennes et aux régions subméditerranéennes.

2.1. PROVINCE NORD-OUEST EUROPÉENNE

Le tableau des corrélations met en évidence cinq coupures principales (Tab. LXXIV).

— Bajocien inférieur

Il est marqué par la transgression bajocienne (ARKELL, 1956) qui favorise un renouvellement majeur des invertébrés benthiques et nectobenthiques peuplant les plates-formes carbonatées. C'est ainsi que la base correspond à une première coupure, reconnaissable par les bélémniites, brachiopodes, ostracodes marins et nannofossiles. C'est à ce niveau qu'apparaît *Protopeneroplis striata*, grand foraminifère, alors qu'aucune forme dégagée de foraminifère benthique n'est connue pendant la zone à Discites.

La radiation échinologique s'accentue avec les derniers oursins aaléniens et les premiers échinides du Bajocien. Enfin, parmi les algues dasycladales c'est la première apparition de *Sellipora douzelli*.

Une deuxième coupure (Discites/Laeviuscula) est lisible dans les échelles de brachiopodes, d'ostracodes, de foraminifères benthiques et de nannofossiles, indiquée aussi par la première apparition des dinokystes *S. asymmetricum* et *C. continuum*.

La coupure la plus importante, la troisième, se place au mur de la sous-zone à Humphriesianum; son importance est sans doute exagérée par l'utilisation encore as-

sez répandue du Bajocien moyen couvrant la seule zone à Humphriesianum. Cette coupure est claire pour les brachiopodes, les foraminifères benthiques et pour les ostracodes marins et coïncide chez les dinokystes avec la dernière occurrence de *E. prisca*, *S. weberi* et la première apparition de *A. aldorfensis*, *M. valensi*, *A. crispa*.

— Bajocien supérieur

La transgression vésulienne suit la quatrième coupure de l'étage à la base de la zone à Niortense. Son importance est aussi exagérée par l'ancienne limite Bajocien moyen-Bajocien supérieur. Elle est révélée par les brachiopodes, les ostracodes marins, les foraminifères benthiques et les dinokystes. Parmi les oursins débutent *Clypeus ploti* (irréguliers) et les deux premières espèces d'*Acrosalenia* (réguliers).

Une cinquième et dernière coupure, moins bien exprimée, se place à la base de la zone à Garantiana. Elle intéresser les brachiopodes, les ostracodes marins et les foraminifères benthiques. Un important renouvellement faunique, générique et spécifique, apparaît chez les échinides irréguliers, traduisant le remplacement momentané des grandes plates-formes carbonatées par des sédiments argileux et calcaréo-argileux.

A souligner enfin, l'apparition des premières ostracofaunes limniques du Jurassique moyen au niveau de l'équivalent de la zone à Parkinsoni.

2.2. PROVINCE SUBMÉDITERRANÉENNE ET PROVINCE SUD-TÉTHYSIENNE

Les successions de brachiopodes apportent d'intéressantes précisions dans le Bajocien inférieur, en particulier dans les corrélations avec l'utilisation du même index qu'en province nord-ouest européenne. Plus haut, les équivalents des zones à Laeviuscula et à Propinquans peuvent être reconnus. Le début du Bajocien supérieur (zone à Niortense) et le sommet du sous-étage (sous-zone à Bomfordi) apparaissent comme de bonnes coupures dans les faunes de brachiopodes.

A noter que *Callorbis minor*, grand foraminifère, couvre l'extension de la zone à Humphriesianum.

En Sud Téthys, l'échelle des dinokystes établie en Israël permet de reconnaître la coupure entre le Bajocien inférieur et le Bajocien supérieur.

3. — BATHONIEN

Les échelles d'ammonites diffèrent légèrement entre les deux provinces, en particulier à la limite Bathonien moyen-Bathonien supérieur, limite fluctuante selon l'acception donnée à la zone à Hodsoni (Tab. LXXV).

TABLEAU LXXIV
Échelles parallèles du Bajocien

S. TÉTHYS	SUBMÉDITERRANÉEN						NW EUROPÉEN							
Dinokystes Israël	Brachiopodes		AMMONITES		Bélemnites		Brachiopodes		Ostracodes marins		Foraminifères benthiques dégagés	Nanno-fossiles	Dinokystes	Ostracodes limniques
Ch. MANGOLD	A	D. sellwoodi	Formaxirynchia dumortieri Gnathorynchia voulensis		PARKIN-SON	Bomfordi	3	3b	«T.» move-lierensis	Bessinen sis	<i>L. quen-stedti</i> mg. L. + <i>L. galeata</i> mg. L. + <i>L. polymorpha</i> mg. P. + <i>L. argonau-ta</i> mg. A. <i>P. punctata</i>	P. enigma NJ 11	C. post-elongata	b
			Ferrythyris ferryi et Aulacothyris carinata			Acris			Regularis richteri					
		C ?	Tetragona		GARANTIANA	Subgaranti	Lissajousithyris matisconensis	NIORTENSE	Lissajou-sithyris matis-conensis	Gigantea	<i>L. pseudo-radiata</i> mg. P.	S. speciosum NJ 10	Acr	a
			Dichotoma			Baculata			Goniothyris cranea					
		K. kettonense	Polygyralis		HUMPHRIESIANUM	Blagdeni	Parvirhynchia parvula	Belennopsis canaliculatus	Horrida	Scitura	<i>L. bicostata</i> mg. M. + <i>L. nodorisaria</i>	W. britannica NJ 9	Ngr	e
			Banksi			Humphrie-sianum			Gigantea					
		B	Romani		PROPIN-QUANS	Hebridica	Monsardi-thyris cortonensis	Ecyclodreuthis scholdi	Polita	Carinata	<i>N. regularis</i> + <i>A. tolypa</i>	B. intermedium NJ 8	L. contractus NJ 8b	↓
			Monsardi-thyris phillipsiana			Patella			Monsardi-thyris cortonensis					
		A	Monsardi-thyris cortonensis et Cymatothyria gigensis		LAEVIUS-CULA	Laeviuscula	Conaro-thyris opima	Megateuthis elliptica	Triangula decorata	Comica-reticulata	B. intermedium NJ 8	L. contractus NJ 8b	↓	↓
			Trigonalis			Ovalis			Conaro-thyris opima					
		C ?	Discites		DISCITES	Dominans Subsectum	Loboidothyris perovalis	Ecyclodreuthis scholdi	Carinata	Comica-reticulata	B. intermedium NJ 8	L. contractus NJ 8b	↓	↓
			Walkeri Acanthodes											

3.1. PROVINCE NORD-OUEST EUROPÉENNE

— Bathonien inférieur

La base de l'étage est identifiable par les bélémnites, par les brachiopodes, les ostracodes marins et limniques ainsi que par la première apparition des dinokystes *E. cinctum* et *G. eisenackii*. La limite Bajocien-Bathonien est soulignée par un renouvellement de la faune échinologique, particulièrement celle des oursins irréguliers, révélant le développement de fonds meubles, vaseux, en tous cas moins carbonatés que ceux du Bajocien supérieur.

Une coupure mineure apparaît sous la zone à *Tenuiplicatus*, reconnaissable seulement par les ostracodes marins.

— Bathonien moyen

Aucune césure n'existe à la limite inférieure du Bathonien moyen, sans doute en raison de la difficulté de reconnaître la zone à *Progracilis* en dehors des régions anglo-normandes. En revanche, brachiopodes et dinokystes permettent de reconnaître la zone à *Subcontractus*. Aucun échinide ne permet de distinguer le sous-étage.

— Bathonien supérieur

Une coupure intéressante pour les ostracodes marins et limniques se situe à la base de la zone à *Hodsoni*, début du Bathonien supérieur au sens anglais. Puis, une coupure majeure marque la base de la zone à *Orbis*, identifiable par les brachiopodes, les ostracodes marins et limniques, et par les nannofossiles.

Le Bathonien terminal (zone à *Discus*) peut-être reconnu et subdivisé grâce aux brachiopodes.

3.2. PROVINCE SUBMÉDITERRANÉENNE

Ce sont encore les brachiopodes qui apportent le maximum de précision. Ainsi, la limite des sous-zones à *Parvum* et à *Macrescens* et celle entre le Bathonien inférieur et le Bathonien moyen peuvent être saisies.

Les ostracodes limniques de Sardaigne permettent de séparer les parties inférieures et supérieures de l'étage. Cette coupure ressort également chez les foraminifères benthiques, alors que chez les grands foraminifères de nombreuses espèces débutent au voisinage de cette limite, certaines d'entre elles étant d'ailleurs restreintes au Bathonien supérieur.

Les *FAD* et *LAD* chez les dinokystes ponctuent le sommet du Bathonien moyen (zone à *Bremeri*) et le Bathonien supérieur, où curieusement certains de ces bioévenements sont parallélisés avec la zone à *Discus* qui pourtant n'a jamais pu être mise en évidence.

4. — CALLOVIEN

Les biochronologies basées sur les ammonites sont nettement différentes pour les deux provinces (Tab. LXXVI).

4.1. PROVINCE NORD-OUEST EUROPÉENNE

— Callovien inférieur

L'étage débute avec la base de la zone 5 et de la sous-zone 5a des bélémnites. Le Callovien basal peut aussi être reconnu par les ostracodes marins et les foraminifères benthiques. En revanche à l'intérieur du sous-étage, aucune coupure majeure ne s'impose au travers des échelles parallèles.

— Callovien moyen

La coupure de base (sous-zone à *Medea*) apparaît clairement dans les échelles de brachiopodes, d'ostracodes marins, de foraminifères benthiques et de nannofossiles. Son importance doit être mise sur le compte des corrélations au niveau des sous-étages. Si les brachiopodes permettent de séparer les équivalents des zones à *Jason* et « *Coronatum* », aucun autre bioévenement ne s'impose.

— Callovien supérieur

La base du sous-étage correspond à la limite des sous-zones 5a et 5b des bélémnites ; elle peut également être identifiée par l'ostracofaune marine et les dinokystes. La coupure se place plus haut pour les foraminifères benthiques et plus encore (*Proniae-Spinosum*) pour les brachiopodes.

4.2. PROVINCE SUBMÉDITERRANÉENNE

Seuls les brachiopodes et les dinokystes fournissent des indications. Pour les premiers les coupures se placent à la base des zones à *Gracilis*, à *Anceps* et à *Athleta*. Les dinokystes sud-téthysiens du Maroc apportent d'utiles précisions pour la reconnaissance de la limite *Coronatum-Athleta* et de celle du toit de l'étage.

Les échelles parallèles du Jurassique moyen, dont certaines sont nouvelles, alors que d'autres ont simplement été reprises, mettent en lumière les points suivants :

— l'inégalité des traitements, biozonation ou tableau de répartition, revient à exprimer l'avancement des travaux ou encore, pour le moment, l'impossibilité d'établir des zonations fiables,

— dans la grande majorité des cas, la correspondance des zonations avec l'échelle des ammonites repose d'avantage sur le calibrage des prélèvements dans des successions datées par ammonites, plutôt qu'elle n'exprime de véritables bioévenements dont la réalité reste encore à établir puis à comprendre par des recherches ultérieures,

— ces corrélations interéchelles, souvent isochrones pour chaque étage, s'appuient sur des coupures majeures et délimitent des unités biostratigraphiques dont le degré

TABLEAU LXXV
Échelles parallèles du Bathonien

OSTRA-CODES LIMNI-QUES		Dinokystes		Forami-nifères benthiques dégagés	Brachio-podes	AMMONITES				Bélémmites	Brachiopodes		Ostracodes marins	Dinokystes	Nanno-fossiles		Ostracodes limniques	
						ZONES	Sous-zones	Sous-zones	ZONES						G.B.	F.		
T. macker-roni et F. batho-nica		K. pachyderma C. varispinosum C. canterensis M. reticulata C. ehrbergii N. pellicula V. ovalum K. goettschi E. acutangulus C. polytrichum	C. varispina C. combavařii S. jurassica W. pellicula V. vermiculata	L. quenstedti ing. I. L. galatæ ing. I. W. circumdata et A. diplycha T. acutangulata	DISCUS	Discus	Discus	DISCUS	Burmi-rhynchia elegantula	B. proteiformis	Blakeana	M. reticulata	A. helvetica NJ 12	S. hexum NJ 12a	Th. anglica	Th. kriking-sonense		
		C. combavařii C. sellowii E. cinctum R. ceratopora C. valderyi		L. quenstedti ing. L. T. galatæ ing. L. T. acutangulata	RETRO-COSTATUM	Hannoveranus (Histicoides) B. turgida et T. globata	Hannoveranus	ORBIS (OPPELI)	Wattoni-thiris circumdata	Gontiorhynchia boueti	Falcata	C. ornatum S. grossii R. aemula C. varispinosum V. spinosum	P. enigma NJ 11					
F. sarda et Th. ? pusilla		I. polymorphum ing. P. T. acutangulata	F. dumortieri	R. cekanensis et T. wiedenensis G. vogliensis	A. bivalvata	SUBCONTRACTUS	SUBCONTRACTUS	PROGRA-CILIS	Duvalia disperabilis et Belémopis fusiformis	- B. decorata - B. turgida - K. concinna	Quasicistrælla	M. valensi	E. cinctum G. eisenackii					
		I. burmanni		ZIGZAG	AUR-GERUS	Tenuiculus	TENUPLICATUS	PROGRACILIS	a	Rugitella cadomensis	Levis Bathonica	C. predæ						
					ZIGZAG	Recinetus	Yeovilensis	Orbignyi		M. aurierenensis	Bessinensis Malzi Bessinensis							
						Macrescens	Macrescens											
						Parvum	Convergens											

D cf. legrandelle, Th. seminigra, K. levis, E. rubronica

de résolution, variable à l'intérieur des groupes, demeure inférieur à celui des ammonites.

Ainsi, les coupures majeures se placent pour huit groupes paléontologiques à la base de la zone à *Murchisonae* pour l'Aalénien, pour six groupes à la base de la zone à *Humphriesianum* pour le Bajocien, pour six groupes à la base de la zone à *Zigzag* pour le Bathonien et pour cinq groupes à la base de la zone à *Anceps/Jason* et au sommet de la zone à *Lamberti* pour le Callovien.

En considérant, pour chaque étage, le nombre moyen des divisions par groupe paléontologique (NB) rapporté

au nombre moyen des sous-zones d'ammonites des deux provinces (NA), le degré de résolution moyen de ces groupes s'établit à 0,35 pour l'Aalénien, 0,26 pour le Bajocien, 0,32 pour le Bathonien et le Callovien. Les échelles des autres groupes atteignent donc une précision 3 à 4 fois inférieure à celle des ammonites.

Les échelles parallèles ou les tableaux d'extension apportent des résultats utiles au plan biochronologique et à la connaissance des milieux. Des études sur les milieux de vie, sur la taphonomie aideront, dans un avenir proche, à mieux comprendre certaines coupures qui prendront valeur de bioévénements.

TABLEAU LXXVI
Échelles parallèles du Callovien

S. TÉTHYS		SUBMÉDITERRANÉEN		NW EUROPÉEN														
Dinoflagellés		Brachiopodes		AMMONITES					Bélemnites		Brachiopodes		Ostracodes marins		Foraminifères benthiques dégagés		Dino-kystes	Nanno-fossiles
Israël	Maroc			Lamberti	LAMBERTI	LAMBERTI	Lamberti	5b	Rhop. gillieronii	Aromasi-thyrus dreyfussi			Calloevica	L. quenstedti mg. L. L. müllerii L. nikitini E. franconica	Wth.	▲ S. bigotii max NJ 14		
E P. calathus	III M. caytonensis + W. thyssanota	Dorsoplicathyris dorso-plicata	Lamberti	LAMBERTI	LAMBERTI	Lamberti	5b	Rhop. gillieronii	Aromasi-thyrus dreyfussi				Calloevica	L. quenstedti mg. L. L. müllerii L. nikitini E. franconica	Wth.	S. bigotii max NJ 14		
			Poculum			Henrici												
			Collotiformis	ATHLETA		Spinosum												
			Trezeense	ATHLETA	«ATHLETA»	Proniae												
			Rota	CORONA-TUM		Phacinum												
	II C. continuum + M. caytonensis	Robustirhynchia tenuiformis et Aromasi-thyrus almerasi	Leuthardi	CORONA-TUM	«CORONATUM»	Grossouvrei												
			Baylei			Obductum												
			Tyranniformis	ANCEPS	JASON	Jason												
			Stuebeli			Medea												
			Patina	GRACILIS	CALLO-VIENSE	Enodatum												
Ch MANGOLD	P. calathus	BULLATUS (Macrocephalus)	Michalskii	GRACILIS	KEO-NIGI	Calloviense												
			Voulensis		CALLO-VIENSE	Callicai												
			Grossouvrei			Curtilobus												
			Prahequense			Gowerianus	Koe-nigii											
						Kamptus	Kamptus											
						Terebratus												
						Keppleri	Macrocephalus											
C. sellwoodi + C. com. bazin		C. vari-spinosum																

LE JURASSIQUE SUPÉRIEUR

(Tab. LXXVII à LXXIX)

Raymond ENAY

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	363
1. — LES ÉCHELLES STANDARD D'AMMONITES ..	363
2. — LES ÉCHELLES PARALLÈLES	365
3. — CONCLUSIONS	369

INTRODUCTION

Dans l'histoire générale des ammonites, le Jurassique supérieur représente une période de maturité dans le prolongement du Jurassique moyen. Dans un cadre paléogéographique et paléobiogéographique de plus en plus différencié, la diversification des faunes d'ammonites correspond à l'exploitation des potentialités évolutives et adaptatives de seulement trois superfamilles, les *Stephanocerataceae*, les *Perisphinctaceae* et les *Haplocerataceae*. Issues de la grande phase de diversification de la limite Jurassique inférieur-Jurassique moyen (Toarcien supérieur à Bajocien inférieur), elles persisteront dans le Crétacé inférieur, jusqu'à la phase de diversification de l'Hauterivien, la véritable coupure entre les faunes d'ammonites « jurassiques » et « crétacées ».

Sans lui être spécifique, le Jurassique supérieur est marqué par un provincialisme croissant des faunes jusqu'à la fin du Jurassique (et au-delà), au point qu'encore actuellement il n'existe pas de corrélations fiables entre les régions (et les faunes) boréales et téthysiennes pour le Tithonien (au-dessus des dernières formes communes que sont les *Gravesia*) et pour la limite Jurassique-Crétacé. Ces difficultés de corrélation apparaissent déjà à l'Oxfordien et, malgré les progrès réalisés depuis la synthèse de 1971, elles restent encore importantes pour l'Oxfordien supérieur et la limite Oxfordien-Kimméridgien, dont la place actuelle dans les régions téthysiennes devra certainement être revue.

Ce provincialisme croissant rend nécessaire des échelles standard d'ammonites distinctes pour ces deux grands domaines, boréal et téthysien, entre lesquels les corrélations ne sont pas encore complètement établies. D'autres échelles sont nécessaires également pour les provinces reconnues dans chaque domaine, plus ou moins nettement selon les périodes, et distinguées sur la présence dominante ou exclusive de certains taxons contrôlée par des environnements différents. Ainsi, la Téthys comprend deux provinces, une province méditerranéenne (ou téthysienne s. str.) correspondant à la partie distale des marges (talus, bassins et hauts fonds ou plateaux pélagiques) et une province subméditerranéenne plus ou moins largement étendue

sur les plates-formes épicontinentales en relation avec la tectonique et les variations du niveau marin. Parallèlement, dans le domaine boréal sont reconnues une faune ou province boréale s. str. et une faune ou province subboréale, en situation marginale et à des latitudes plus basses.

Les faunes des deux domaines interfèrent parfois et plus ou moins largement, en particulier les faunes des provinces subboréale et subméditerranéenne, jusqu'à développer une large zone de recouvrement à faune « mixte » permettant ainsi de corrélérer les échelles de zones correspondantes. A ce titre l'Europe occidentale occupe une place privilégiée. C'est la situation réalisée à l'Oxfordien avec la large extension vers le nord des éléments téthysiens (périssphinctidés, aspidocératidés...) et l'avancée vers le sud des cardiocératidés, au moins à l'Oxfordien inférieur et moyen (*paris*).

Le domaine « intermédiaire » qui, au Kimméridgien, a permis des corrélations longtemps incertaines, est d'une autre nature. Dès l'Oxfordien supérieur, l'évolution paléogéographique développe un vaste territoire peu profond qui, déjà, préfigure l'émersion purbeckienne et la séparation entre la Téthys et le bassin arctique au Tithonien. Ce territoire ou « biome franco-germanique » est caractérisé par des conditions de milieux et des faunes particulières, d'origine ou d'affinité subméditerranéenne ou subboréale, adaptées à des environnements peu profonds et contraignants. L'échelle des horizons et des sous-zones se rattache préférentiellement à celle des zones subboréales.

Cette évolution des rapports entre faunes et provinces subméditerranéenne et subboréale explique la dissymétrie des deux tableaux rassemblant les échelles parallèles. En particulier pour les faunes benthiques (ostracodes, brachiopodes, foraminifères dégagés), essentiellement corrélées avec le standard subméditerranéen à l'Oxfordien, avec le standard subboréal, via le biome franco-germanique, au Kimméridgien. Au Tithonien, après le dernier « pont » des *Gravesia* du biome franco-germanique, la séparation est totale.

1. — LES ÉCHELLES STANDARD D'AMMONITES

La comparaison avec les échelles publiées en 1971 n'est possible qu'avec les deux seules échelles, subboréale et subméditerranéenne, données dans la première synthèse. Les échelles méditerranéenne et boréale étaient alors pratiquement inexistantes ou utilisaient des marqueurs traditionnels sans véritable base stratigraphique fiable. Les échelles standard du Kimméridgien et du Tithonien méditerranéens, ainsi que l'échelle boréale de Cardiocératidés de l'Oxfordien illustrent les progrès également réalisés, mais ne seront pas considérées ici.

Les successions des **zones** des échelles standard déjà présentées en 1971 n'ont pas subi de grands changements, sauf le Tithonien subboréal où la zonation a été poursuivie pour la partie supérieure de la *Kimmeridge Clay* et les *Portland Beds*. Les autres modifications (pour l'Oxfordien supérieur subboréal et le Tithonien subméditerranéen) sont de simples ajustements de nomenclature ou de rang dans un souci d'harmonisation des usages internationaux.

Les échelles de **sous-zones** montrent des changements plus nombreux portant sur la moitié des sous-zones admises, en particulier pour l'Oxfordien moyen et supérieur et le Kimméridgien inférieur subméditerranéens, ainsi que le Kimméridgien du biome franco-germanique (aucune sous-zone reconnue en 1971), évolution qui résulte directement de l'augmentation du nombre des horizons identifiés. Ici, les changements ne sont pas liés seulement à des modifications des conventions ou à des ajustements pour assurer une homogénéisation des usages, mais traduisent bien l'acquisition de données nouvelles à partir de séries favorables du Jura suisse, d'Aquitaine, du bassin du Sud-Est et d'Espagne.

Les acquis concernant l'Oxfordien inférieur subméditerranéen sont de moindre ampleur et ne permettent pas encore de proposer une zonation à partir de taxons téthys-

siens. Est donc conservé (provisoirement?) le standard basé sur les Cardiocératidés boréaux, assez nombreux localement à certains niveaux (bassins de Paris et du Sud-Est), mais rares ou absents dans une grande partie de la province subméditerranéenne. Réaliser un standard parallèle indépendant reste le but recherché, amorcé par l'essai de zonation à partir des Oppéliidés, pas toujours ni partout présents ou fréquents. Il y a sans doute plus d'espoir d'arriver à un résultat avec les Pellocératinés qui montrent une distribution plus étendue.

Avec les **horizons**, divisions ultimes actuelles (et probablement à la limite de ce qu'il est possible avec les ammonites), est réalisée une biochronologie réellement à haute résolution. Par rapport à 1971, les progrès sont spectaculaires, comparables à ceux obtenus dans le Jurassique inférieur ou le Callovien, réputés finement résolus. Ces horizons représentent les unités biochronologiques élémentaires, et leur individualisation traduit la précision biochronologique atteinte dans l'analyse des successions de faunes, sans qu'interviennent ici les conventions et ajustements évoqués précédemment pour les zones et les sous-zones.

Depuis 1971, le nombre des horizons a presque décliqué. Paradoxalement l'échelle des horizons de Cardiocératidés boréaux de l'Oxfordien inférieur (qui n'en

TABLEAU LXXVII
Comparaison des zones, sous-zones et horizons des échelles standard d'ammonites du Jurassique supérieur en 1971 et dans le présent travail (1994)

PROVINCE SUBBORÉALE				ZONES			Sous-zones			Horizons			DURÉES MOYENNES (en Ma)	
		1971	1994	D %	1971	1994	D %	1971	1994	D %	mini.	maxi.		
	TITHONIEN			10	16	+60	6	6	00	-	-	-	(0.32)	0.33 (0.34)
KIMMÉ-RIDGIEN	supérieur	Biome franco-germanique	3	3	00	-	4	-	-	16	-		{}	0.19
	inférieur		2	2	00	-	7	-	-	11	-			
	inférieur subboréal s. s.			2	2	00	-	-	-	-	7	-	(0.12)	0.18 (0.23)
OXFORDIEN			supérieur	3	2	-33	-	6	-	-	-	-	-	-
			moyen	2	2	00	3	5	+33	-	-	-	-	-
			inférieur	2	2	00	5	5	00	-	9	-	(0.26)	0.28 (0.30)
	TITHONIEN			7	8	+14	8	-	-	-	-	-	-	-
KIMMÉ-RIDGIEN			supérieur	3	3	00	-	3	-	-	-	-	-	-
			inférieur	3	3	00	3	6	+100	-	12	-	-	0.21 -
OXFORDIEN			supérieur	3	3	00	3	8	+165	6	12	+100	(0.23)	0.25 (0.26)
			moyen	2	2	00	4	6	+50	2	10	+400		
			inférieur	2	2	00	5	5	00	-	9	-		

Les pourcentages de changement indiquent les modifications intervenues entre les deux publications. Les valeurs des durées moyennes des horizons ont été calculées à partir des trois échelles radiométriques de HAQ *et al.* (1987), ODIN *et al.* (1990), et HARLAND *et al.* (1990), sauf l'Oxfordien et le Kimméridgien pour lesquels les données de HARLAND *et al.* sont trop différentes de celles des autres échelles.

comportait aucun en 1971) a été défini dans le bassin du Sud-Est où l'association avec les faunes téthysiennes assure une bonne corrélation entre la province subméditerranéenne et le domaine boréal. L'augmentation est également importante pour l'Oxfordien moyen et supérieur subméditerranéens (avec changement de rang de certains horizons reconnus en 1971), le Kimméridgien inférieur subméditerranéen et le Kimméridgien du biome franco-germanique.

Ce dernier y occupe une place à part, comparativement aux autres échelles d'horizons formées d'une succession d'unités fauniques élémentaires insécables par les critères paléontologiques habituels. Les horizons du biome franco-germanique, souvent *mono* ou *paucispécifiques*, possèdent bien l'unité faunique associée au concept d'horizon, mais sont autant d'épisodes fossilifères, d'épaisseur (et de durée) faible, discontinus et séparés par des « stériles » beaucoup plus épais, correspondant à autant de peuplements épisodiques, contrôlés directement ou indirectement (caractéristiques physico-chimiques des eaux marines, fluctuations du niveau marin) par la paléogéographie.

Par contre, une telle échelle d'horizons manque encore totalement pour le Kimméridgien supérieur et le Tithonien de la Téthys, souvent représentés par des séries calcaires épaisses à faunes rares ou localisées, toujours d'exploitation difficile, ou des séries condensées de calcaires noduleux ou de type *ammonitico rosso*; également pour le Kimméridgien supérieur et le Tithonien subboréaux, à faune beaucoup moins diversifiée. Aussi, la succession standard du Tithonien est peut-être bien celle des unités élémentaires à valeur d'horizons, non hiérarchisée pour sa partie supérieure (à partir de Pallasioides) ou seulement en zones et sous-zones au-dessous.

Il n'existe donc pas pour le Jurassique supérieur d'échelle standard des horizons pouvant servir de référentiel unique, ni une échelle d'horizons, même incomplète, pour les trois étages, dans l'un ou l'autre domaine. L'appréciation de la durée moyenne d'un horizon par rapport aux échelles radiométriques, pour chaque étage ou sous-étage, et des variations éventuelles au cours du Jurassique supérieur (comme cela a pu être fait pour le Jurassique inférieur) n'est donc pas possible. Peuvent seulement être testées les quelques intervalles pour lesquels existe une résolution suffisante jusqu'à l'horizon (Tab. LXXVII). Dans ces estimations ne sera pas prise en compte l'échelle radiométrique de HARLAND *et al.* (1990) qui donne des durées à la fois trop différentes de celles des autres échelles et beaucoup trop courtes pour l'Oxfordien (2,4 Ma) et le Kimméridgien (2,6 Ma).

Cependant, une estimation de cette durée moyenne sera donnée à partir de l'artifice d'une échelle d'horizons composite associant les portions les mieux résolues des deux échelles standard subméditerranéenne et subboréale. Il n'apparaît pas de différences significatives dans les durées moyennes des horizons, compte tenu des incertitudes initiales sur les âges radiométriques et celles introduites par cet artifice. Avec 0,18 Ma par horizon, le Kimméridgien du biome franco-germanique est le plus finement résolu; seul le Kimméridgien inférieur subméditerranéen, avec 0,17 Ma par horizon fait mieux, la combinaison des deux échelles (Kimméridgien inférieur subméditerranéen + Kimméridgien supérieur du biome franco-germanique) donnant la valeur intermédiaire de

0,18 Ma par horizon. L'Oxfordien est un peu moins finement résolu avec 0,25 Ma par horizon pour l'échelle composite associant l'Oxfordien inférieur subboréal (0,28 Ma par horizon) et l'Oxfordien moyen-supérieur subméditerranéen (0,23 Ma par horizon). Le déplacement dans cette échelle de la limite Oxfordien-Kimméridgien sous la zone à Planula, selon une des corrélations (la plus extrême) actuellement proposées avec cette même limite dans l'échelle subboréale, modifie peu ces chiffres: 0,27 Ma par horizon pour l'Oxfordien et 0,19 Ma pour ceux du Kimméridgien.

La comparaison des durées moyennes des horizons des deux échelles standard semble indiquer un degré de résolution supérieur de l'échelle subméditerranéenne par rapport à celle de la province subboréale, le biome franco-germanique mis à part. Celui-ci occupe une position singulière entre les deux domaines et son rattachement à l'échelle des zones subboréale est justifié; mais la succession de ses horizons renferme de nombreux index d'origine subméditerranéenne et elle se comporte comme une sorte d'échelle composite naturelle. Enfin, si l'échelle du Tithonien subboréal, comme cela a été envisagé plus haut, est au niveau des unités élémentaires malgré la hiérarchisation en usage, le constat est le même: 0,33 Ma par unité pour l'ensemble du Tithonien, 0,40 Ma pour les « sous-zones » de la partie inférieure (sous Pallasioides) et 0,30 Ma pour les « zones » à partir et au-dessus de Pallasioides.

Pour terminer, il convient de souligner que les valeurs données ci-dessus pour des échelles composites ne doivent pas masquer la réalité de l'absence de découpage fin, au niveau de l'horizon, pour des portions encore importantes de l'une ou l'autre échelle standard: l'Oxfordien inférieur subméditerranéen, le Kimméridgien supérieur subméditerranéen et subboréal (autre que le biome franco-germanique), le Tithonien téthysien dans son ensemble.

2. — LES ÉCHELLES PARALLÈLES (Tab. LXXIII, LXXIX)

Ces échelles représentent l'autre élément nouveau par rapport à 1971. Elles sont même à l'origine de cette nouvelle synthèse et aussi de la réactualisation, comme préalable nécessaire, des échelles standard d'ammonites. Sont considérés d'autres groupes de macro-, micro- et nannofossiles, animaux et végétaux (dasycladales, dinoflagellés, calpionelles), surtout marins, mais aussi limniques (ostracodes). Ils diffèrent aussi par leur signification en biochronologie qui tient au potentiel évolutif et aux contraintes écologiques propres à chaque groupe, également aux concepts biochronologiques mis en œuvre par les spécialistes correspondants.

Pour trois groupes, les bélémnes, les brachiopodes et les ostracodes, il s'agit de contributions originales, réalisées pour la présente synthèse, et formalisées par des échelles zonales hiérarchisées, parfois jusqu'à l'horizon (brachiopodes), comparables aux échelles standard d'ammonites, avec un pouvoir de résolution variable. L'autre aspect commun est l'usage d'associations plus ou moins larges d'espèces caractéristiques des unités reconnues,

TABLEAU LXXVIII

Corrélation de l'échelle standard des sous-zones d'ammonites du Jurassique supérieur de la province subméditerranéenne (et méditerranéenne pour le seul Tithonien) avec les « échelles parallèles » des bélémnites, ostracodes, brachiopodes, petits foraminifères, calpionnelles, nannofoissiles et dinoflagellés

ÉCHELLE STANDARD D'AMMONITES			BÉLEMNITES		OSTRACODES		CALPIONNELLES		NANNOFOSSILES CALCAIRES		DINOFLAGELLÉS		
Méditer. (Tith.) et Subméditer.			Sous-zones	Zones		Zones	Sous-zones	Zones	Sous-zones	Zones	Bioévéne-ments	Zones	
FUXI-NUS GRANDIS JACOBI	FUXI-NUS TRANSITO-RIUS	EUXINUS CHAPERI	Durania lata				Calpionella = B		N. steinmanni stein. N. steinm. minor N. lafitei	C. cuvillieri R. latithei P. heckmannii U. granulosa granulosa			
DURANGITES		TRANSITORIUS / MICROCANTHUM				A3 Crassicol.		U. granulosa granulosa					
MICRO-CANTHUM						A2 Intermedia		H. noelae	M. chiaistus				
PONTI / BURCK-HARDTICERAS		SIMPLIS-PHINCTES	SCRUPOSUS			A1 Tintinnops. remanei				U. granulosa minor H. noelae P. scenario M. chiaistus			
FAL-LAUXI	RICHTERI	ADMIRANDUM / BIRUNCINATUM	PALMATUS								P. beckmannii		
SEMIFORME / VERRUCIFERUM			CILIATA								C. mexicana		
DARWINI / ALBERTINUM		PENICILLATUM / ROTHPLETZI	PALATINUS							V. quadrisulcata S. bigoti			
			VIMINEUS										
			MUCRONATUM / TRPLICATUS										
			HYBONOTUM / LITHOGRAPHICUM										
	BECKERI		Setatum Subeumela Pedinopleura										
			EUDOXUS										
			ACANTHICUM										
DIVISUM			Uhlandi Tenuicostatum										
HYPSELOCYCLUM			Lothari Hippolytense										
PLATYNOTA			Guilherandense Desmoides Polygyrus										
PLANULA			Galar Planula							L. polypora mg. S.		?	
BIMAMMATUM			Hauflianum Bimammatum Berrense Semimammatum										
BIFURCATUS			Grossouvrei Stenocyloides										
TRANSVERSARIUM			Rotoides Schilli Luciaeformis Parandieri	Duvalia dumortieri + Rhopaloteuthis spissus			Pulchra pulchra (Macrodentina) + Postrotunda (Gallacytheridea)		Zeillerina astartina	Postepithyris cineta Dorsoplicothyris subinsignis M. engeli	L. triquetra mg. S. ?	Epiplosphaera reticulospinosa (G)	
PLICATILIS			Antecedens Vertebrale						Juralina bauhini Galliennithyris bourgueti	Dorsiptylithyris lobonica Moestachia alata	H. maynci V. pasquetae L. angustissima mg. A Conurboides marginata	H. maynci + H. turgida	
CORDATUM			Cordatum Costicardia Bukowskii				Multipunctata (Progonocythere)		Galliennithyris galliennei		H. maynci + H. planus	Aptendinium nuciforme (F)	
MARIAE			Praeccordatum Scarburgense	Rhopaloteuthis bzoviensis					Aulacothyris impressa	Caryona oxfordiana	I. polypora mg. P. H. carni G. oxfordiana	CONWAY HSSAIDA Systematophora arcolata et Wanaea thysanota	
					Oertlii (Terquemula)							Waenea thysanota + Liesbergia liesbergensis	

Le trait discontinu indique une limite d'unité d'une « échelle parallèle » qui ne coïncide pas avec une limite de zone ou de sous-zone standard

parmi lesquelles sont choisies une ou plusieurs espèces indicielles.

Avec les nannofossiles calcaires et les dinoflagellés, la différence se situe sur deux plans. D'une part, si des zonations existent, elles ne correspondent pas à des propositions nouvelles originales, mais elles sont reprises de travaux déjà publiés, souvent étrangers et dans des régions éloignées ou en dehors des territoires où s'appliquent les zonations d'ammonites servant de référence (Israël). D'autre part, ces zones ne sont pas basées sur des associations mais sur les bioévénements que sont les premières apparitions ou *FAD* (*First Appearance Datum*) et dernières apparitions ou *LAD* (*Last Appearance Datum*) d'espèces qui définissent des intervalles ne correspondant qu'exceptionnellement au biochron de l'espèce ou des espèces choisie(s) comme index, d'extension verticale souvent plus grande.

L'échelle des calpionnelles se distingue des précédentes, déjà parce qu'elle ne concerne qu'une partie du Jurassique terminal, le Tithonien supérieur, des seules régions téthysiennes. Elle est reprise également de travaux publiés, développés à partir de ceux de J. Remane qui en a posé les fondements à partir des séries du Sud-Est de la France. Les zones et sous-zones sont basées à la fois sur des associations d'espèces (et leur fréquence relative) et sur les bioévénements qui en définissent les limites. A noter aussi, qu'après le nécessaire « nettoyage » des trop nombreuses « espèces » existantes grâce à une étude morphologique permettant de rattacher à une même espèce les nombreuses formes obtenues en lame mince en fonction de l'orientation de la section, ces morpho-espèces sont intégrées dans un schéma phylétique cohérent qui est le support réel de leur emploi en biochronologie.

Pour les foraminifères benthiques dégagés, l'échelle proposée est limitée à l'Oxfordien et au Kimméridgien basal. Ce n'est pas encore une zonation formalisée, mais elle constitue déjà une succession d'unités combinant des associations et des sous-associations.

Plusieurs groupes, les échinides, les grands foraminifères benthiques en lame mince, les algues dasycladales, n'ont pas permis l'établissement d'une biochronologie formelle. Les auteurs proposent seulement des tableaux de distribution des taxons reconnus. Si on laisse de côté les espèces à long ou très long biochron, les autres montrent dans leur distribution une lente « dérive » des *FAD* et/ou des *LAD* qui n'autorise pas une véritable zonation mais donne déjà des indications d'âge, si l'association réunie est suffisamment abondante et diversifiée. Des moments singuliers apparaissent aussi dans les répartitions qui sont peut-être la marque d'événements remarquables pour lesquels on peut supposer l'intervention de facteurs externes, par exemple le développement des plates-formes carbonatées à l'Oxfordien moyen et « l'apparition » de nombreuses espèces d'oursins réguliers. Parmi les foraminifères, des « relais » d'espèces d'un même genre, par exemple chez *Alveosepta* et *Anchispirocyclina*, sont susceptibles d'avoir une réelle signification biochronologique.

Enfin, très à part de tous les autres, les ostracodes limniques, en raison même des milieux dans lesquels ils sont rencontrés et de l'absence de corrélations fiables avec les faunes marines. Aucune zonation formelle n'est proposée en raison du caractère disjoint des régions pour lesquelles des études sont disponibles. Cependant, une

unité faunique apparaît clairement pour les faciès purbeckiens avec deux espèces caractéristiques à très large répartition. Le Kimméridgien inférieur montre une plus grande diversité faunique, associant à la fois des formes déjà connues à l'Oxfordien supérieur et des formes présentes ensuite dans le Kimméridgien-Tithonien jusqu'au « Purbeckerien ».

L'examen des tableaux LXXVIII et LXXIX montre une bonne correspondance des limites des unités ou des bioévénements utilisés dans les échelles parallèles avec les limites des zones et sous-zones de l'une ou l'autre des échelles standard d'ammonites, parfois les deux. Les rares exceptions sont soulignées par un trait discontinu. Elles concernent certaines unités de brachiopodes à l'Oxfordien, moins nettement les ostracodes au Kimméridgien et surtout, au Tithonien, les nannofossiles calcaires et les calpionnelles.

Concernant ces dernières, limitées aux niveaux qui encadrent la limite Jurassique-Crétacé dans la Téthys, il est tout aussi remarquable qu'historiquement la première véritable zonation de calpionnelles ait été réalisée indépendamment des faunes et de la succession des ammonites, rares et discontinues, au moins pour le Tithonien supérieur, dans le Sud-Est de la France où cette zonation a vu le jour. Ce n'est que plus tard que les deux échelles seront reliées l'une à l'autre à partir de sites où les deux groupes de marqueurs coexistent sans que les bioévénements ou les moments évolutifs propres à chacun coïncident toujours ou parfaitement.

Pour les autres microfossiles planctoniques, les nannofossiles calcaires et les dinoflagellés, sauf au Tithonien supérieur où un certain ajustement apparaît avec les zones et sous-zones de calpionnelles (ce qui renvoie au cas suivant), les *FAD* et les *LAD* s'ajustent plus souvent avec les limites des zones et/ou des sous-zones de l'une ou l'autre des échelles standard d'ammonites. Il est possible que cette situation soit seulement due à la sélection comme espèces-indice (bien qu'aucune ou presque, soit limitée à sa zone ou sous-zone) de taxons dont le *FAD* ou le *LAD* coïncide avec des limites de zones ou de sous-zones d'ammonites. Plus vraisemblablement, cela signifie que les *FAD* et les *LAD* ont été observés dans des niveaux attribués à telle zone ou sous-zone d'ammonites dans les régions étudiées.

C'est, semble-t-il, la situation d'à peu près tous les groupes ou échelles parallèles, que les constructions proposées soient fondées sur des travaux originaux ou d'autres auteurs, après examen critique des données utilisées. Ainsi, sauf pour les calpionnelles, le qualificatif « d'échelles parallèles » n'a pas le sens d'échelles indépendantes élaborées sur les seuls changements ou événements propres au groupe étudié et corrélées ultérieurement avec l'échelle standard des ammonites, mais d'un découpage en unités successives permettant de se situer dans le cadre biochronologique de référence des ammonites.

Le nombre de ces unités pour chaque échelle parallèle par rapport à celui des sous-zones standard d'ammonites fournit un ordre de grandeur du pouvoir de résolution de chacune. Il est commode de l'exprimer en % des limites des sous-zones d'ammonites, mais ce mode d'expression est compliqué ici par :

— la coexistence de plusieurs échelles standard d'ammonites dont deux servent habituellement de référence

TABLEAU LXXIX

Corrélation de l'échelle standard des sous-zones d'ammonites du Jurassique supérieur de la province subboréale (et boréale pour le seul Oxfordien) avec les « échelles parallèles » des bélémnites, ostracodes, brachiopodes, nannofossiles calcaires et dinoflagellés

ÉCHELLES STANDARD D'AMMONITES			BÉLEM-NITES	OSTRACODES	BRACHIOPODES	NANNOFOSSILES CALCAIRES	DINOFLAGELLÉS			
Subboréale et boréale (Oxfordien seulement)			Z. S-z	Zones	Sous-zones	Zones	-Horizons-	Zones	Sous-zones	Zones
RUNCTONI		Pachyteuthis explanatoïdes								Vilosa (Gvi)
LAMPLUGHI										Culmula (Dpa)
PREPLICOMPHALUS										Dimorphum (Gdi)
PRIMITIVUS										
OPPRESSUS										
ANGUIFORMIS										
KERBERUS										
OKUSENSIS										
GLAUCOLITHUS										
ALBANI										
FITTONI										
ROTUNDA										
PALLASIOIDES		Pachyteuthis souichii								
PECTINATUS	Paravirgatus Eastecottensis									
HUDLESTONI	Encombensis Reisiformis									
WHEATLEYENSIS	Wheatleyensis Smedmorensis									
SCITULUS										
ELEGANS							"T." portlandica			
AUTISSIODORENSIS	Irius Autissiodorensis									
EUDOXUS	Contejeani Caletanum Orthocera									
MUTABILIS	Lallierianum Mutabilis									
CYMODOCÉ	Chatclaiionensis Achilles Cymodoce									
BAYLEI	Rupellense									
CAUTIS-NIGRAE	Evoluta Pseudocordata Pseudoyeo Caledonica	Bauhini Marstonense	ROSEN-KRANTZI							
PUMILUS	Variocostatus	Regulare								
	Cautisnigrae	Serratum Koldeweyense	SERRATUM LM							
		Glosense	GLOSENSE							
	Nunningtonense	Hovaikii								
	Parandieri	Blakei								
	Antecedens	Tenuiserratum	TENU-SERRATUM							
		Maltonense	MA-LTON-SE							
	Vertebrale	Vertebrale	VERTE-BR-AL-E							
	CORDATUM	Cordatum Costicardia Bukowskii								
	MARIAE	Praecordatum Scarburgense								

Le trait discontinu indique une limite d'unité d'une « échelle parallèle » qui ne coïncide pas avec une limite de zone ou de sous-zone standard.

pour les échelles parallèles, ce qui interdit de disposer d'un référentiel unique,

— les échelles parallèles « mixtes », reliées à l'une ou l'autre des échelles standard d'ammonites à différents moments du Jurassique supérieur, par suite des fluctuations des limites entre provinces paléobiogéographiques,

— les échelles trop incomplètes pour être prises en compte, par exemple les nannofossiles calcaires et les dinoflagellés subméditerranéens.

En conséquence, par ordre décroissant de leur pouvoir de résolution, le classement des groupes et des échelles parallèles qu'ils représentent est le suivant :

— brachiopodes (échelle « mixte »)	51 %
— ostracodes (échelle « mixte »)	29 %
— dinoflagellés subboréaux	25 %
— bélémnites subboréales	11 %
— bélémnites subméditerranéennes	10 %
— nannofossiles calcaires subboréaux	7 %

La séparation en deux groupes inégalement performants apparaît nettement. D'une part, les échelles « mixtes » de brachiopodes et d'ostracodes et les dinoflagellés subboréaux, dont la résolution moyenne par rapport aux sous-zones de l'échelle standard des ammonites est d'au moins 25 %. Ces groupes, en particulier les brachiopodes, autorisent une analyse biochronologique assez précise, bien qu'en net retrait par rapport aux échelles d'ammonites. D'autre part, les bélémnites, à peu près également dans les deux domaines, et les nannofossiles calcaires qui sont nettement moins performants.

Quelques groupes ne figurent pas dans la liste parce que d'utilisation limitée par leur biochron (calpionnelles) ou par l'état actuel des zonations. Au moins pour ces intervalles de temps, ils se révèlent aussi performants que ceux du premier ensemble reconnu plus haut :

— calpionnelles (Tithonien téthysien)	50 %
— nannofossiles calcaires du Tithonien	40 %
— foraminifères (Oxfordien-Kimméridgien basal)	38 %

L'utilisation parallèle d'au moins deux échelles de référence interdit de disposer d'un référentiel unique auquel serait comparé l'ensemble des échelles parallèles. Les corrélations entre les standards subboréaux et subméditerranéens, réalisées à plusieurs niveaux depuis la base de l'Oxfordien jusqu'aux niveaux à *Gravesia* de la base du Tithonien, inciteraient à dépasser cet obstacle. Mais des incertitudes subsistent, en particulier sur la limite Oxfordien-Kimméridgien et, donc, entre les échelles parallèles selon qu'elles se réfèrent à l'un ou l'autre standard. En conséquence, les limites communes à plusieurs échelles parallèles ont été recherchées séparément, en fonction de l'échelle standard des ammonites utilisée :

- échelle subméditerranéenne : 25 limites soit 66 %.
- échelle subboréale (ou nord-ouest européenne) : 21 limites soit 47 %.

Ceci tendrait à confirmer le meilleur pouvoir séparateur des échelles biochronologiques de la province subméditerranéenne, déjà évoqué à propos de la durée moyenne des horizons. Mais ces chiffres sont à tempérer du fait qu'à l'Oxfordien, qui compte le plus grand nombre d'échelles parallèles élaborées, beaucoup sont rattachées à une échelle standard des ammonites à dominante subméditerranéenne (au moins à partir de l'Oxfordien moyen), au contraire du Kimméridgien.

3. — CONCLUSIONS

La réactualisation des échelles standard d'ammonites fait apparaître les progrès vers une biochronologie haute résolution réalisés depuis 1971, soit en près de 25 années. Si on laisse de côté les échelles des provinces boréale s. str. et méditerranéenne (ou téthysienne s. str.), à peu près totalement nouvelles, l'évolution des échelles standard subboréale et subméditerranéenne n'est pas moins remarquable, à la fois sur le plan des corrélations entre domaines biogéographiques, et sur le plan du pouvoir de résolution. C'est d'abord la généralisation des sous-zones qui, en 1971, n'existaient que pour l'Oxfordien, avec déjà les premiers horizons identifiés dans le Jurassique supérieur. Près de 25 ans après, l'horizon est en voie de banalisation pour l'Oxfordien et le Kimméridgien, avec un avantage certain pour les échelles subméditerranéennes ou marquées d'influences subméditerranéennes. Sont encore en retrait dans cette évolution, pour les raisons déjà évoquées, le Kimméridgien supérieur et le Tithonien subméditerranéens, sur lesquels devraient porter les efforts futurs. L'absence des horizons (et des sous-zones) pour les termes les plus élevés du Tithonien subboréal tient plus aux environnements de ces derniers niveaux marins et à la faible diversité des faunes réduites aux seuls périphinctidés. Chaque zone correspond à une unité faunique élémentaire, ce qui ailleurs serait un horizon.

Dans le sillage des échelles standard d'ammonites un apport tout aussi important de cette synthèse est constitué par les propositions d'échelles parallèles pour un ensemble de groupes variés. Aucune de ces échelles n'atteint le pouvoir de résolution des échelles standard d'ammonites, même au niveau de leurs sous-zones, mais elles offrent un double intérêt. D'une part, elles représentent des outils biochronologiques complémentaires susceptibles de pallier, au moins partiellement, l'absence des ammonites (ou de tout autre marqueur); et à ce titre, on me permettra d'exprimer un regret : l'absence d'une échelle parallèle des nautilidés qui, en d'autres lieux (Arabie, Tunisie) ont fait la preuve de leur intérêt en biostratigraphie et biochronologie. D'autre part, ces échelles parallèles sont basées sur des groupes suffisamment divers pour couvrir des milieux très différents, depuis les séries pélagiques jusqu'aux plates-formes peu profondes, et permettre ainsi des corrélations en relais.

CONCLUSION

Elie CARIOU

L'accès à une meilleure définition du temps constitue pour les géologues une priorité permanente, car la validité des hypothèses dépend largement de la succession des événements et donc de la précision des échelles chronologiques. L'échelle de temps numérique, radiochronométrique est aujourd'hui peu précise pour le Jurassique, car largement interpolée, du fait de l'insuffisance de mesures fiables. Et encore, ces dernières présentent-elles une marge d'erreur relative de quelques millions d'années, c'est-à-dire souvent de l'ordre du demi-étage (ODIN *et al.*, 1994 ; GRADSTEIN *et al.*, 1995). Dans ces conditions la biochronologie apparaît comme l'outil premier de datation des terrains. Non seulement, il permet d'établir la relation de causes à effets des phénomènes dans des intervalles temps relativement brefs à l'échelle géologique (dans le meilleur des cas, actuellement de l'ordre de 0,1 Ma), largement hors de portée de la résolution radiochronométrique, mais de plus c'est le moins onéreux, le plus pratique et le plus immédiat pour l'acquisition rapide des données.

Cet outil est perfectible. Il l'est dans plusieurs directions :

— par l'accroissement du pouvoir de résolution des biozonations existantes dans les divers groupes. Prenons comme exemple le groupe le plus performant, de ce point de vue, celui des ammonites. Dans deux cas, l'analyse fine de successions favorables a permis d'atteindre un pouvoir séparateur estimé à 0,1 Ma. Il s'agit de l'échelle du Toarcien (voir Tab. I de DOMMERGUES) et de l'échelle des Kosmoceratidae établie par BRINKMAN (1929) dans le Callovien subboréal anglais (voir aussi HANTZPERGUE, 1993). Rien ne s'oppose théoriquement à ce qu'une telle précision puisse être obtenue dans les autres étages. Néanmoins, il semble bien qu'avec un tel ordre de grandeur, on ait atteint les limites de résolution du temps relatif par la biostratigraphie (CALLEMON, 1994, 1995). Bien que moins performantes, les échelles fondées sur les autres groupes sont également perfectibles pour des raisons évidentes. Ces progrès sont en effet doublement tributaires de ceux réalisés en paléontologie et de la découverte de successions relativement continues et très fossilifères. En paléontologie, le champ d'investigation est vaste et les rebondées particulièrement prometteuses en biostratigraphie, grâce à la nouvelle approche populationnelle des unités biologiques élémentaires que sont les espèces, et donc à une meilleure définition de ces dernières, qui permettent l'établissement de phylogénies plus précises et mieux fondées. En écho au propos de TINTANT (1994) nous exhortant à «faire une bonne paléobiologie, basée sur l'étude de la variabilité des populations dans l'espace et le temps et une bonne stratigraphie nous sera donnée de

surcroît», on pourrait ajouter en guise de corollaire : «faire une bonne stratigraphie et une bonne paléontologie nous sera accessible», tant il est vrai que les deux approches sont, non seulement complémentaires mais indissociables, pour une analyse biostratigraphique pertinente des faunes d'invertébrés et de micro-organismes dans les paléomilieux variés;

— par la mise en évidence de nouveaux bioévénements et leur calage dans le cadre biochronologique de référence fourni par les ammonites,

— par l'affinement des corrélations entre les différentes échelles zonaires, c'est-à-dire «leur mise en parallèles». Cette direction de recherche constitue certainement l'avenir de la **future biochronologie** dont parle DOMMERGUES (chapitre III, le Jurassique inférieur : bilan et perspectives). Elle augmente de façon considérable l'efficacité de l'outil biostratigraphique en étendant son champ d'application à la fois dans le temps et dans l'espace.

L'essor impressionnant qu'a connu la biochronologie ces dernières années, (malgré l'adversité d'un climat ambiant qui lui était globalement défavorable au sein des Sciences de la Terre), et surtout les potentialités de progrès qu'elle laisse entrevoir, coïncident de manière heureuse avec le développement parallèle de nouveaux concepts et d'une nouvelle méthode d'analyse des dépôts : la **stratigraphie séquentielle** (VAIL *et al.*, 1987) avec sa variante, la **stratigraphie génétique** (HOMWOOD *et al.*, 1994). La biochronologie est partie intégrante et occupe une place de choix, car indispensable, dans cette nouvelle approche multidisciplinaire d'une stratigraphie intégrée. Ce sont les études biostratigraphiques qui, les premières, ont montré l'existence, dans les séries jurassiennes, de surfaces de discontinuité sédimentaire remarquables, en permettant leur reconnaissance à très grande échelle géographique grâce à leur datation par ammonites (GABILLY *et al.*, 1985). L'identification des cycles tectono-eustatiques est également subordonnée à leur datation par l'outil biochronologique. En retour, la connaissance des cycles globaux transgressif-régressif éclaire d'un jour nouveau les modalités de l'évolution biologique dans les environnements marins, mais pas seulement marins, la dynamique des peuplements, la signification de nombre de bioévénements, la genèse de certains gîtes fossilifères, etc... Cette nouvelle approche méthodologique, par sa puissance explicative, permet un renouvellement de la biochronologie en lui offrant un cadre d'analyse cohérent. Cette nouvelle lecture de l'enregistrement biostratigraphique devrait aboutir à terme à une **biochronologie intégrée**, de très haute résolution, à la fois plus unitaire et très ouverte sur les autres disciplines.

RÉFÉRENCES

- AARTHUS, N., BIRKELUND, T. & SMELRØR, M. (1989). — Biostratigraphy of some Callovian and Oxfordian cores off Vega, Helgeland, Norway. — *Norsk geol. Tidssk.*, **69**, 39-56.
- AGARD, J. & DU DRESNAY, R. (1965). — La région minéralisée du J. Bou Dahar, près de Beni-Tajjite (Haut-Atlas oriental). — *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc*, **181**, 135-166.
- AGASSIZ, L. (1835). — Prodrome d'une monographie des Radiaires ou Echinodermes. — *Mém. Soc. Sci. nat.*, Neuchâtel, **1**, 168-199.
- AGASSIZ, L. & DESOR, E. (1847). — Catalogue raisonné des espèces et des familles d'échinides. — *Ann. Sci. nat.*, 3ème sér. (*Zoologie*), **6**, 305-374 ; **7**, 129-168 ; **8**, 1-35.
- AGER, D.V. (1956). — A monograph of the British Liassic *Rhynchonellidae*. Part. I. — *Paleontogr. Soc. London*, **110**, 1-50.
- AGER, D.V. (1958). — A monograph of the British Liassic *Rhynchonellidae*. Part. II. — *Paleontogr. Soc. London*, **112**, 51-84.
- AGER, D.V. (1962). — A monograph of the British Liassic *Rhynchonellidae*. Part. III. — *Paleontogr. Soc. London*, **116**, 85-136.
- AGER, D.V. (1965). — The adaptation of Mesozoic Brachiopods to different environments. — *Paleogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, Amsterdam, **1**, 143-172.
- AGER, D.V. (1967). — A monograph of the British Liassic *Rhynchonellidae*. Part. IV. — *Paleontogr. Soc. London*, **120**, 137-172.
- AGER, D.V. (1967). — Some Mesozoic Brachiopods in the Tethys region. — *Syst. Assoc. Publ.*, **7** - Aspects of Tethys Biogeography. — Adam & Ager (eds.): London, 135-151.
- AGER, D.V. (1979). — The stratigraphical distribution of Jurassic Brachiopoda. — *Rec. Res. Geol.*, Dehli, **4**, 6-21.
- AINSWORTH, N.R. (1987). — Pliensbachian Ostracoda from the Fastnet Basin, offshore Southwest Ireland. — *Bull. geol. Surv. Ireland*, **4**, **1**, 41-62.
- AINSWORTH, N.R. (1989). — Rhaetian, Hettangian and Sinemurian Ostracoda from the Fastnet Basin, offshore Southwest Ireland. — *Bull. geol. Surv. Ireland*, **4**, **2**, 107-150.
- AINSWORTH, N.R. (1990). — Uppermost Rhaetian to lower Bajocian Ostracoda from the Porcupine, Slyne, Erris and Donegal basins, offshore west Ireland. — *Bull. geol. Surv. Ireland*, **4**, **3**, 169-200.
- AINSWORTH, N.R. & HORTON, N.F. (1986). — Mesozoic micropalaeontology of exploration well Elf 55/30-1 from the Fastnet Basin, offshore southwest Ireland. — *J. Micropaleont.*, **5**, 19-29.
- AINSWORTH, N.R., O'NEILL, M., RUTHERFORD, M.M., CLAYTON, G., HORTON, N.F. & PENNEY, R.A. (1987). — Biostratigraphy of the Lower Cretaceous, Jurassic and uppermost Triassic of the North Celtic Sea and Fastnet Basins. — In: BROOKS, J. & GLENNIE, K. (eds.): *Petroleum Geology of North West Europe*, Graham & Trotman, London, 611-622.
- AINSWORTH, N.R., O'NEILL, M. & RUTHERFORD, M.M. (1989). — Jurassic and Upper Triassic biostratigraphy of the North Celtic Sea and Fastnet Basins. — In: BATTEN, D.J. & KEEN, M.C. (eds.): *Northwest European Micropalaeontology and Palynology*, Horwood, E., Chichester, 1-44.
- ALBERTI, G. (1961). — Zur Kenntnis mesozoischer und alttertiärer Dinoflagellaten und Hystrichospaerideen von Nord- und Mitteldeutschland sowie einigen anderen europäischen Gebieten. — *Palaeontographica, Abt. A*, **116**, 1-58.
- ALDINGER, H. (1945). — Zur Stratigraphie des Weissen Jura delta in Württemberg. — *Iber. Mitt. Oberrhein. geol. Ver.*, Stuttgart, **31**, 111-152.
- ALLEMANN, F., CATALANO, R., FARES, F. & REMANE, J. (1971). — Standard calpionellid zonation (Upper Tithonian-Valanginian) of the western Mediterranean Province. — *Proc. II Plankt. Conf. Roma* 1970, **2**, 1337-1340.
- ALLEMANN, F. & SCHROEDER, R. (1972). — *Spiraloconulus perconigi* n. gen. n. sp., a new Middle Jurassic Foraminifer of Oman and Spain. — *Rev. españ. Micropaleont.*, n° extraord., 199-208.
- ALMÉRAS, Y. (1971). — Les Terebratulidae du Dogger dans le Mâconnais, le Mont d'Or lyonnais et le Jura méridional. Etude systématique et biostratigraphique. Rapports avec la paléoécologie. — *Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, **39**, 690 pp.
- ALMÉRAS, Y. (1979a). — Etude morphologique et anatomique de *Rhynchonelloidea subangulata* (DAV.) (Brachiopoda, Rhynchonellidae). — *Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, **76**, 3-21.
- ALMÉRAS, Y. (1979b). — Etude morphologique et anatomique de *Rhynchonelloidea ruthenensis* (REYNES). Justification de la distinction des genres *Homoeorhynchia* BUCKMAN et *Rhynchonelloidea* BUCKMAN (Brachiopoda). — *Geobios*, Lyon, **12**, **2**, 187-221.
- ALMÉRAS, Y. & ELMI, S. (1984). — Fluctuations des peuplements d'ammonites et de brachiopodes en liaison avec les variations bathymétriques pendant le Jurassique inférieur et moyen en Méditerranée occidentale. — In: « Shallow Tethys » internat. Symp., Padova, 7-8 June 1982. — *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, Modena, **21**, 2-3, 169-188.
- ALMÉRAS, Y. & ELMI, S. (1987). — Evolution des peuplements de brachiopodes en fonction de l'environnement dans le Lias ardéchois. — *Cah. Inst. catho. Lyon*, sér. Sci., **1**, 21-56.
- ALMÉRAS, Y. & LATHUILIÈRE, B. (1984). — Paléontologie et paléoécologie de *Parvirhynchia parvula* (DESL.), Brachiopode récifal et périrécifal du Bajocien moyen. — *Geobios*, Lyon, **17**, **6**, 797-822.
- ALMÉRAS, Y. & MOULAN, G. (1979). — Biostratigraphie des Terebratulidae et des Zeilleriidae du Lias et du Dogger de la région toulonnaise (Var, France). — *Geobios*, Lyon, **12**, **6**, 893-897.

- ALMÉRAS, Y. & MOULAN, G. (1982). — Les Térébratulidés liasiques de Provence. Paléontologie, biostratigraphie, paléoécologie, phylogénie. — *Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, **86**, 365 pp.
- ALMÉRAS, Y. & MOULAN, G. (1983). — Influence des paléoenvironnements sur la phylogénie des Brachiopodes : exemple des Térébratulidés du Lias provencal (France). — *Geobios*, Lyon, **16**, 2, 243-248.
- ALMÉRAS, Y. & MOULAN, G. (1988). — Les Térébratulidés du Dogger Provençal (Paléontologie, Biostratigraphie, Phylogénie, Paléoécologie). — *Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, **101**, 277 pp.
- ALMÉRAS, Y. & PEYBERNÉS, B. (1979). — Les brachiopodes du Dogger des Pyrénées Navarro-Languedociennes. — *Doc. Lab. géol. Fac. Sc. Lyon*, **76**, 23-133.
- ALMÉRAS, Y., DELANCE, J.H., LAURIN, B. & MOULAN, G. (1984). — Brachiopodes du Dogger. — In: ELMI, S., chap. Dogger, Synthèse géologique du Sud-Est de la France. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Orléans, **125**, 181-183.
- ALMERAS, Y., ELMI, S., MOUTERDE, R., RUGET, C. & ROCHA, R.B. (1989). — Evolution paléogéographique du Toarcien et influence sur les peuplements. — 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Lisbonne, **2**, 687-698.
- ALMÉRAS, Y., BOULLIER, A. & LAURIN, B. (1991). — Les zones de Brachiopodes du Jurassique en France. — *Ann. Sci. Univ. Besançon. Géol.*, **4**, 10, 3-30.
- ALTINER, D. & SEPTFONTAINE, M. (1979). — Micropaléontologie, stratigraphie et environnement de dépôt d'une série jurassique à faciès de plate-forme de la région de Pinarbasi (Taurus oriental, Turquie). — *Rev. Micropaléont.*, **22**, 1, 3-18.
- AMÉZIFUX, J. (1972). — Associations de nannofossiles calcaires du Jurassique d'Aquitaine et du Bassin Parisien (France). — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, **77**, 143-151.
- AMEUR, M. (1988). — Histoire d'une plate-forme carbonatée de la marge sud-téthysienne : l'autochtone des Traras (Algérie occidentale) du Trias supérieur jusqu'au Bathonien moyen. — *Thèse Doct. d'Etat Univ. Claude-Bernard, Lyon*, 548 pp. (inédit).
- AMFUR, M. & ELMI, S. (1981). — Relations spatio-temporelles entre « Ammonitico Rosso », « calcaires à Zoophycos », et récifs coralliens dans le Toarcien et la base du Jurassique moyen (Monts des Traras, Dj. Fillaous-sens, Algérie NW). — *Technoscienza*, Italie, 9-25.
- ANDERSON, F.W. (1964). — Rhaetic Ostracoda. — *Bull. geol. Surv. G.B.*, **21**, 133-174.
- ANDERSON, F.W. (1973). — The Jurassic-Cretaceous transition; the non-marine ostracod faunas. — In: CASEY, R. & RAWSON, P.F. (eds.): The Boreal Lower Cretaceous. — *J. Geol. spec. iss.*, **5**, 101-110.
- ANDERSON, F.W. (1985). — Ostracod faunas in the Purbeck and Wealden of England. — *J. Micropaleont.*, **4**, 2, 1-68.
- ANDERSON, F.W. & BAZLE, R.A.B. (1971). — The Purbeck Beds of the Weald (England). — *Bull. geol. Surv. G. B.*, **34**, 1-174.
- ANTONIADIS, P.A. (1984). — On the biostratigraphy in the Liassic in the Northern Upper East Alpine (between Tiroler Ache and Weisser Traun). — *Doc. naturae*, München, **20**, 1-21.
- APOSTOLESCU, V. (1959). — Ostracodes du Lias du Bassin de Paris. — *Rev. Inst. franç. Pétrole*, **14**, 6, 795-826.
- APOSTOLESCU, V. (1961). — Ostracodes. — In: COUSIN, N., ESPITALIÉ, J. & SIGAL, J. (eds.): Contributions l'étude micropaléontologique du Lias du bassin de Paris (foraminifères et ostracodes); 4^e partie, Sud du Bassin, région d'Argenton-sur-Creuse et de la Châtre (départements du Cher et de l'Indre). — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Paris, **4**, 449.
- APOSTOLESCU, V., MAGNÉ, J., MALMOUSTIER, G. (1961). — Quelques espèces nouvelles d'ostracodes du Toarcien de Thouars (Deux-Sèvres). Colloque sur le Lias français. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Paris, **4**, 399-406.
- ARCELIN, F. & ROCHE, P. (1936). — Les Brachiopodes baciens du Monsard. — *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, **30**, 25, 107 pp.
- ARDAENS, R. (1978). — A propos de la stratigraphie et de l'hydrogéologie de la vallée de la Bar (Ardennes, France). — *Ann. Soc. géol. Nord*, Villeneuve d'Ascq, **47**, 223-234.
- ARDAENS, R., LAURIN, B. & MARCHAND, D. (1977). — L'Oxfordien moyen de la région de Sy (Ardennes, France). Précisions stratigraphiques, paléontologiques et paléogéographiques. — *C.R. Acad. Sci. Paris*, **285**, D, 299-302.
- ARIAS, C. F. (1991). — Asociaciones de Ostracodos del Domeriense superior y Toaciense inferior de la Cordillera Iberica. — *Coloquios de Paleontología*, Madrid, **43**, 79-99.
- ARKELL, W.J. (1933). — The Jurassic System in Great Britain. — Clarendon Press, Oxford, 687 pp.
- ARKELL, W.J. (1935). — A Monograph on the Ammonites of the English Corallian Beds. Part.1. — *Paleontogr. London*, **88-89**, 1-30, 31-42.
- ARKELL, W.J. (1946). — Standard of the European Jurassic. — *Bull. geol. Soc. Amer.*, Washington, **57**, 1-34.
- ARKELL, W.J. (1948). — A Monograph on the Ammonites of the English Corallian Beds. Part.14. — *Paleontogr. Soc. London*, **102**, 379-420.
- ARKELL, W.J. (1956). — Jurassic Geology of the World. - Oliver & Boyd, Edinburgh and London, 806 pp.
- ARKELL, W.J. (1958). — A monograph on the English Bathonian Ammonites. — *Monogr. Palaeontogr. Soc.*, London, **1**, 209-264.
- ASCOLI, P. (1976). — Foraminiferal and Ostracod Biostratigraphy of the Mesozoic-Cenozoic Scotian Shelf, Atlantic Canada. — 1st Int. Symp. on Benthonic Foraminifera of continental margins. Part B; Palaeoecology and Biostratigraphy. — *Maritime Sediments*, spec. publ. **1**, 653-771.
- ASCOLI, P. (1988). — Mesozoic-Cenozoic foraminiferal, ostracod and calpionellid zonation of the north Atlantic margin of North America: Georges Bank-Scotian basins and northeastern Grand Banks (Jeanne d'Arc, Carson and Flemish Pass basins). Biostratigraphic correlation of 51 wells. — *Geol. Surv. Canada Open File*, **1791**, 1-41.
- ATHERSUCH, J. (1989). — On *Limnocythere hibernica* AETHERSUCH sp. nov. — *Stereo-Atlas Ostracod Shells*, **16**, 30, 148-151.

- ATROPS, F. (1974). — Le Bajocien inférieur et moyen de Beni Bahdel au Sud-Ouest de Tlemcem (Ouest algérien). — *Géol. méditerr.*, Marseille, 1, 2, 75-88.
- ATROPS, F. (1982). — La sous-famille des Ataxioceratinae (Ammonitina) dans le Kimmeridgien inférieur du Sud-Est de la France; systématique, évolution, chronostratigraphie des genres *Orthosphinctes* et *Ataxioceras*. — *Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, 83, 1-463.
- ATROPS, F. (1994a). — Présence d'ammonites du Tithonique inférieur dans les calcaires lithographiques de Canjuers (Var, France): conséquences stratigraphiques et paléogéographiques. — *Geobios*, Lyon, mém. spéc. n° 15, 137-146.
- ATROPS, F. (1994b). — Report of the Kimmeridgian group. — In: CARIOU, E. & HANTZPERGUE, P. (eds), 3rd Int. Symp. Strat., Poitiers 1991. — *Geobios*, Mém. spéc., 17, 768.
- ATROPS, F. & BENEST, M. (1984). — Les formations du Jurassique supérieur du Bou Rhedou au Nord de Tiaret (bordure sud tellienne, Algérie): âge et milieux de dépôts. — *Geobios*, 17, 2, 207-216.
- ATROPS, F. & MELENDEZ, G. (1991). — On the *Orthosphinctes* succession and the biostratigraphic subdivisions for the Upper Oxfordian of Submediterranean province (Southern Europe). — 3rd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Poitiers, abstr., 12 pp.
- ATROPS, F., BENZAGGAH, M. & BACHNOU, A. (1991). — Nouvelles données biostratigraphiques sur le Kimmeridgien de la zone prérifaine (Maroc). — 3rd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Poitiers, 1-10.
- ATROPS, F., GYGI, R., MATYJA, B. & WIERZBOWSKI, A. (1992). — The Amoeboceras faunas in the Oxfordian and lowermost Kimmeridgian of the Submediterranean succession and their correlation value. Oxford. — Kim. Work. Group Int. Subcom. Jur. Strat., Varsovie, abstr., 9 pp.
- ATROPS, F., GYGI, R., MATYJA, B. & WIERZBOWSKI, A. (1993). — The Amoeboceras faunas in the Middle Oxfordian - Lowermost Kimmeridgian Submediterranean succession and their correlation value. — *Acta geol. pol.*, Varsovie, 43, 1-12, 213-227.
- AUROUZE, G., BELLON, J., BIZON, J.J. & JOURNEL, C. (1956). — Sur la présence du genre *Kilianina* dans le bassin de Paris. — *Bull. Soc. géol. France*, 6, 6, 221-225.
- AUROUZE, G. & BIZON, J.J. (1958). — Rapports et différences des deux genres de Foraminifères: *Kilianina* (PFENDER) et *Meyendorffina* n. gen. — *Rev. Micropaléont.*, 1, 2, 67-74.
- BAGUE, M. (1951). — Les *Zeilleridae* de la zone à « *Terebratula* » digona var. *minor* MARTIN en Côte d'Or. — *Bull. Sci. Univ. Bourgogne*, Dijon, 13, 13-38.
- BAGUE, M. (1954). — Contribution à l'étude des Brachiopodes du Bathonien supérieur et du Callovien de la Côte d'Or. — *Bull. Sci. Univ. Bourgogne*, Dijon, 15, 213-240.
- BAILEY, D. (1987). — *Durotrigia daveyi* gen. et sp. nov., an Early Bajocian dinocyst with a variable precingular archaeopyle. — *J. Micropalaeont.*, 6, 89-96.
- BALDANZA, A., CRESTA, S., MATTIOLI, E. (1990). — Bajocian calcareous nannofossils from Umbro-Marchean Apennines (Monte Nerone Area). — In: CRESTA, S. & PAVIA, G. (eds), Proc. « Meeting on Bajocian stratigraphy ». — *Mem. Descr. Carta geol. Ital.*, 40, 225-236.
- BALDANZA, A. & MATTIOLI, E. (1992a). — Biozonazione a nannofossili calcarei del Girassico inferiore-medio della Provincia Mediterranea (Dominio Tetideo): revisione ed ampliamento. — *Paleopelagos*, 2, 69-79.
- BALDANZA, A. & MATTIOLI, E. (1992b). — Biostratigraphical synthesis of nannofossils in the Early Middle Jurassic of southern Tethys. — In: Nannoplankton Research, Proc. IVth INA Meeting, Prague 1991, 111-143.
- BANNER, F.T. (1970). — A Synopsis of the Spirocyclinidae. — *Rev. españ. Micropaleont.*, 2, 3, 243-290.
- BANNER, F.T. & HIGHTON, J. (1990). — On *Everticyclammina REDMOND* (Foraminifera), especially *E. kelleri* (HENSON). — *J. Micropaleont.*, 9, 1, 1-14.
- BANTZ, H.U. (1970). — Der Fossilinhalt des Treuchtlinger Marmors (Mittleres - Unter Kimmeridge der Südlichen Frankenalb). — *Erlanger geol. Abh.*, 82, 1-86.
- BARATTOLO, F., DE CASTRO, P. & RADOICIC, R. (1988). — Notes on the genus *Selliporella* SARTONI & CRESCENTI 1963 (Chlorophyta, Dasycladales). — Atti 74^e Congr. Soc. Geol. Ital., Sorrente, A35-A38.
- BARKER, D. (1966a). — Ostracods from the Portland Beds of Dorset. — *Bull. brit. Mus. nat. Hist. (Geol.)*, 11, 447-457.
- BARKER, D. (1966b). — Ostracods from the Portland and Purbeck Beds of the Aylesbury district. — *Bull. brit. Mus. nat. Hist. (Geol.)*, 11, 459-487.
- BARNARD, T. & HAY, W.W. (1974). — On Jurassic coccoliths: a tentative zonation of the Jurassic of Southern England and Northern France. — *Eclogae geol. Helv.*, 67, 563-585.
- BARNARD, T. & SHIPP, D.J. (1931). — Kimmeridgian Foraminifera from the Boulonnais. — *Rev. Micropaleont.*, 24, 1, 3-26.
- BARNARD, T., CORDEY, W.G. & SHIPP, D.J. (1981). — Foraminifera from the Oxford Clay (Callovian-Oxfordian of England). — *Rev. españ. Micropaleont.*, 13, 3, 383-462.
- BARTHEL, K.W. (1962). — Zur Ammonitenfauna und Stratigraphie der Neuburger Bankkalke. — *Abh. bayer. Akad. Wissensch., math.-naturw. Kl.*, München, (N.F.), 105, 1-30.
- BARTHEL, K.W. (1964). — Die Verteilung der Cephalopoden in der Neuburger Bankkalken, ihr Vergleich mit der Ammonitenfauna von St. Concors und kurze Bemerkungen zum Zonenbegriff. — Coll. Jurassique Luxembourg 1962, et Mém. Inst. gr.-duc., Sci. nat., phys., math., 513-517.
- BASSOULLET, J.-P. (1994). — *Bosniella fontainei*, nov. gen. nov. sp., Foraminifère nouveau du Jurassique moyen de Thaïlande. — *Geobios*, 27 (4), 403-411.
- BASSOULLET, J.-P. & FOURCADE, E. (1979). — Essai de synthèse de répartition de Foraminifères benthiques du Jurassique carbonaté mésogénien. — *C.R. somm. Soc. géol. France*, 2, 69-71.
- BASSOULLET, J.-P., CHABRIER, G. & FOURCADE, E. (1976). — Données complémentaires sur la morphologie, la structure interne et la position stratigraphique de *Timidonella sarda* (Foraminifère, Lituolidae). — *Rev. Micropaléont.*, 19, 1, 3-18.

- BASSOULLET, J.-P., BERNIER, P., CONRAD, M.A., DELOFFRE, R. & JAFFREZO, M. (1978). — Les Algues Dasycladales du Jurassique et du Crétacé. — *Geobios*, Mém. spéc. 2, 1-330.
- BASSOULLET, J.-P., FOURCADE, E. & PEYBERNÈS, B. (1985). — Paléogéographie des Grands Foraminifères benthiques des marges néotéthysiennes au Jurassique et au Crétacé inférieur. — *Bull. Soc. géol. France*, 8, 5, 699-713.
- BASTIEN, M.T. & SIGAL, J. (1962). — Contribution à l'étude paléontologique de l'Oxfordien supérieur de Trept (Isère). — *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, n.s., 8, 83-123.
- BATE, R.H. (1963a). — Middle Jurassic Ostracoda from South Yorkshire. — *Bull. brit. Mus. nat. Hist. (Geol.)*, Londres, 9 (2), 19-46.
- BATE, R.H. (1963b). — Middle Jurassic Ostracoda from North Lincolnshire. — *Bull. brit. Mus. nat. Hist. (Geol.)*, Londres, 8 (4), 173-219.
- BATE, R.H. (1964). — Middle Jurassic Ostracoda from the Millepore Series, Yorkshire. — *Bull. brit. Mus. nat. Hist. (Geol.)*, Londres, 10 (1), 1-33.
- BATE, R.H. (1965). — Freshwater ostracods from the Bathonian of Oxfordshire. — *Palaeontology*, 8, 4, 749-759.
- BATE, R.H. (1967). — The Bathonian Upper Estuarine Series of Eastern England. — *Bull. brit. Mus. nat. Hist. (Geol.)*, Londres, 14 (2), 21-66.
- BATE, R.H. (1969). — Some Bathonian Ostracoda of England with a revision of the Jones 1884 and Jones & Sherborn 1888 Collections. — *Bull. brit. Mus. nat. Hist. (Geol.)*, Londres, 17 (8), 337-347.
- BATE, R.H. (1973). — On *Theriosynoecum kirklingtonense* BATE. — *Stereo-Atlas Ostracod Shells*, 1, 41, 221-228.
- BATE, R.H. (1977). — Jurassic Ostracoda of the Atlantic Basin. — In: SWAIN, F.M. (ed.): *Stratigraphic micropaleontology of Atlantic basin and borderlands*, Elsevier, Amsterdam, 231-244.
- BATE, R.H. (1978). — The Jurassic. Part II - Aalenian to Bathonian. — In: BATE, R.H. & ROBINSON, E. (eds): *A stratigraphical index of British Ostracoda*. — *J. Geol. spec. iss.*, 8, 213-256.
- BATE, R.H. & COLEMAN, B. E. (1975). — Upper Lias ostracoda from Rutland and Huntingdonshire. — *Bull. geol. Surv. G.B.*, 55, 1-42.
- BAYER, U. (1969). — Die Gattung *Hyperioceras* BUCKMAN (Ammonoidea, Graphoceratidae) aus dem Unter-Bajocium (*discites*-Schichten), insbesondere vom Wutachtal (Südbaden). — *Jb. Mitt. oberrhein. geol. Ver., neue Folge*, 51, 31-70.
- BAYLE, E. (1878). — Fossiles principaux des terrains jurassiques. — *Explic. Carte France*, Paris, 4, atlas, part I.
- BEJU, D. (1971). — Jurassic microplankton from the Carpathian Foreland of Roumania. — *Ann. Inst. géol. Publ. Hungarici*, 54, 275-302.
- BELLINI, R. (1900). — Les ammonites du calcaire rouge ammonitique (Toarcien) de l'Ombrie. — *J. Conchyl.*, Paris, 48, 122-164.
- BELOW, R. (1982). — Rigaudella, ein neues Genus von Dinoflagellaten Zysten. — *N. Jb. geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, 137-150.
- BELOW, R. (1987a). — Evolution und Systematik von Dinoflagellaten Zysten aus der Ordnung Peridiniales. I. Allgemeine Grundlagen und Subfamilie Rhaetogonyaulacoideae (Familie Peridiniaceae). — *Palaeontographica Abt. B*, 205, 1-164.
- BELOW, R. (1987b). — Evolution und Systematik von Dinoflagellaten Zysten aus der Ordnung Peridiniales. II. Cladopyxiaceae und Valvaeodiniaceae. — *Palaeontographica Abt. B*, 206, 1-115.
- BENECKE, E.W. (1866). — Über Trias und Jura in den Südalpen. — *Beitr. Geogr.-paläont.*, 1, 1, 1-205.
- BENEST, M. (1986). — Le Jurassique supérieur et le Crétacé basal de la plate-forme ouest-algérienne: âge des formations et corrélations stratigraphiques. — *Rev. Fac. Sc. Marrakech*, PICG Unesco, n° 183, Marrakech 1985, n° spéc. 2, 47-74.
- BENEST, M., COIFFAIT, P., FOURCADE, E. & JAFFREZO, M. (1975). — Essai de détermination de la limite Jurassique-Crétacé par l'étude des microfaciès dans les séries de plate-forme du domaine méditerranéen occidental. — Coll. int. limite Jurassique-Crétacé, Lyon Neuchâtel 1973. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Paris, 86, 169-181.
- BENEST, M., DUBEL, C. & ELMI, S. (1978). — Modalités de l'apparition de la sédimentation carbonatée de plate-forme interne sur la frange méridionale du domaine tlemcénien pendant l'Aalénien et le Bajocien: «les Dolomies du Tenouchfi». (Algérie Nord-occidentale). — In: «Livre jubilaire Jacques Flandrin». — *Doc. Lab. géol. Fac. Sc. Lyon*, H.S. 4, 29-69.
- BENSHILL, K. (1989). — Lias-Dogger du Moyen-Atlas plissé (Maroc, Sédimentologie, Biostratigraphie et évolution paléogéographique. — *Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, 106, 236 pp.
- BENTZ, A. (1928). — Über Strenoceraten und Garantianen, insbesondere aus dem mittleren Dogger von Bielefeld. — *Jb. preuss. geol. Landesanst.*, Hannovre, 49, 138-206.
- BERCKHÉMER, F. & HÖLDER, H. (1959). — Ammoniten aus dem Oberen Weissen Jura Süddeutschlands. — *Beitr. geol. Jb.*, 35, Hannover, 1-135.
- BERGEN, J.A. — Jurassic calcareous nannofossils from Portugal. — *Bull. amer. Paleont.* (sous presse).
- BERGER, J.P. (1986). — Dinoflagellates of the Callovian-Oxfordian boundary of the «Liesberg-Dorf» Quarry (Berner Jura, Switzerland). — *N. Jb. geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, 172, 331-55.
- BERNARD, F., BIZON, J.J. & OERTLI, H.J. (1957). — Ostracodes lacustres du Bathonien du Poitou (Bassin de Paris). — *Bull. Soc. géol. France*, 6, 6, 753-770.
- BERNIER, P. (1984). — Les formations carbonatées du Kimériddien et du Portlandien dans le Jura méridional. Stratigraphie, micropaléontologie, sédimentologie. — *Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, 92, 1-2, 443-803.
- BERNIER, P. & NEUMANN, M. (1970). — *Alzonella cuvilli* n. gen., n. sp., nouveau genre de Foraminifère du Bathonien de la bordure méridionale des Cévennes. — *Rev. Micropaléont.*, 13, 1, 3-12.
- BERNIER, P., FLEURY, J.J. & RAMALHO, M. (1979). — Description d'une nouvelle espèce de Foraminifère: *Anchispirocyclina neumannae* n. sp. du Jurassique supérieur

- du Portugal et de Grèce. — *Rev. Micropaléont.*, 21, 4, 175-180.
- BERTELSEN, F. & MICHELSEN, O. (1970). — Megaspores and ostracods from the Rhaeto-Liassic section in the Boring Rodby no. 1, southern Denmark. — *Danm. geol. Unders.*, 2, 94, 1-60.
- BEURLEN, K. (1926). — Stratigraphische Untersuchungen im Weissen Jura Schwabens. Ein Beitrag zur Kenntnis der epirogenen Bodenbewegungen und der paläogeographischen Entwicklung des Weissen Jura. — *N. Jb. Miner. Geol. Paläont.*, 56B, 78-124, 161-229.
- BEURLEN, K. (1927). — Stratigraphische Untersuchungen im Weissen Jura Swabens. Ein Beitrag zur Kenntnis der epirogenen Bodenbewegungen und der paläogeographischen Entwicklung des Weissen Jura. — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, 56, 1, 78-124.
- BEURLEN, K. (1934). — Monographie der Echinoiden Familie-Collyritidae d'Orbigny. — *Palaeontographica Abt. A*, 80, 44-194.
- BIELECKA, W. (1975). — Foraminifera and brackish ostracoda from the Portlandian of Polish lowlands. — *Acta palaeont. pol.*, 20, 3, 295-393.
- BIELECKA, W. & STYK, O. (1981). — Biostratigraphy of the Bathonian and Callovian deposits of North-Western Poland based on occurrence of Foraminifers and Ostracods. — *Prace Inst. geol.*, 56 pp.
- BIRKELUND, T. & CALLOMON, J.H. (1985). — The Kimmeridgian ammonite faunas of Milne Land, central East Greenland. — *Gronl. geol. Unders.*, Kobenhavn, 153, 1-56.
- BIRKELUND, T., THUSU, B. & VIGRAN, J. (1978). — Jurassic-Cretaceous biostratigraphy of Norway, with comments on the British *Rasenia cymodoce* Zone. — *Palaeontology*, 21, 31-63.
- BIRKELUND, T., CALLOMON, J.H., CLAUSEN, C.K., NOHR HANSEN, H. & SALINAS, I. (1983). — The Lower Kimmeridge clay at Westbury, Wiltshire, England. — *Proc. geol. Assoc.*, London, 94 (4), 289-309.
- BIRKELUND, T., CALLOMON, J.H. & FURSICH, F.T. (1984). — The stratigraphy of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous sediments of Milne Land, central East Greenland. — *Bull. Gronl. geol. Unders.*, Kobenhavn, 147, 1-56.
- BIZON, J.-J. (1958). — Foraminifères et ostracodes de l'Oxfordien de Villers-sur-Mer (Calvados). — *Rev. Inst. franç. Pétrole*, 13 (1), 3-45.
- BIZON, G. & OERTLI, H. (1961). — Contributions à l'étude micropaléontologique (Foraminifères - Ostracodes) du Lias du Bassin de Paris (Septième partie : Conclusions). Colloque sur le Lias français. — *Mem. Bur. Rech. géol. Min.*, Paris, 4, 107-119.
- BJERKE, T. (1980). — Mesozoic palynology of Svalbard IV. Toarcian dinoflagellates from Spitsbergen. — *Palynology*, 4, 57-77.
- BLAINVILLE, H.M.D. de (1827). — Mémoire sur les bivalves considérées zoologiquement et géologiquement. — Levraud, F.G. (ed.): Paris, 136 pp.
- BLAKE, J.F. (1905-07). — A monograph on the fauna of the Cornbrash. — *Monogr. palaontogr. Soc. (London)*, I, 1-100; II, 101-106.
- BLASZYK, J. (1959). — Two new Bathonian Ostracods of the genus *Progonocythere*. — *Acta palaeont. pol.*, Varsovie, 4 (4), 431-447.
- BLASZYK, J. (1967). — Middle Jurassic Ostracods of the Czestochowa Region (Poland). — *Acta palaeont. pol.*, Varsovie, 12 (1), 3-75.
- BLASZYK, J. & MALZ, H. (1965). — *Terquemula* n. g., eine neue Ostracoden-Gattung aus dem Ober-Bathonien. — *Senckenb. lethaea*, Frankfurt, 46 (4/6), 443-451.
- BLIND, W. (1963). — Die Ammoniten des Lias alpha aus Schwaben, vom Fronsjoch und Breitenberg (Alpen) und ihre Entwicklung. — *Palaeontographica*, 121, 38-131.
- BLOOS, G. (1978). — Ein vorkommen von Jura in Wiesloch bei Heidelberg (Baden-Württemberg). — *Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver.*, Stuttgart, NF, 60, 135-144.
- BLOOS, G. (1985). — Les couches basales du Sinémurien - une révision stratigraphique. — *Cah. Inst. catho. Lyon*, 14, 59-68.
- BLOOS, G. (1988). — On the Stage Boundary Hettangian/Sinemurian in North-West Europe and in the North-Eastern Alps. — 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Lisboa, 71-83.
- BÖDE, A. (1933). — *Chondrotheutis wunnenbergi* n.g., b.sp., eine neue Belemnoidenform, günstige Erhaltung. — *Jahr. Niedersächs. Geol. Vereins*, 25, 33-66.
- BODERGAT, A.-M. & DONZE, P. (1985). — Biostratigraphy scale in the Toarcian of the Paris Basin (France) by means of Ostracod Associations. — In: HANAI, T., IKEYA, N. & ISHIZAKI, K. (eds): Evolutionary Biology of Ostracoda. Its Fundamentals and Applications. Developments in Palaeontology and Stratigraphy. — Elsevier, Amsterdam, 11, 1261-1267.
- BODERGAT, A.-M., DONZE, P., NICOLLIN, J.-P. & RUGET, C. (1985). — Répartition biostratigraphique des microfaunes toaciennes (Foraminifères et Ostracodes) en bordure du Bassin de Paris. — *Cah. Inst. catho. Lyon*, 14, 103-123.
- BODERGAT, A.-M., CUBAYNES, R., COURTINAT, B. & RUGET, C. (1991). — Stratégies adaptatives K, r et A dans l'évolution des ostracodes du Toarcien quercynois (France). — *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 312 (2), 1177-1182.
- BODEUR, Y., DARDEAU, G., FAUCONNIER, D., GARDIN, S., LE STRAT, P., MARCHAND, D. & THIERRY, J. (1993). — Essai de corrélation zonale entre Ammonites subméditerranéennes, Dinoflagellés et Nannofossiles calcaires : l'exemple du Bathonien supérieur-Callovien inférieur de Quissac (Bordure cévenole, Bassin du Sud-Est de la France). — In: PICG 332, abstr.
- BONARELLI, G. (1895). — Fossili domeriani della Brianza. — *Real. Ist. lomb. Sci. Lett. Rendic.*, Milano, (2), 28: 326-347.
- BONNOT, A. (1990). — Les Peltoceratinés de la zone à *Athleta* (Callovien supérieur) de la Côte d'Or (structure de l'espèce, systématique, évolution). — *Dipl. Sup. Et. Rech. Univ. Bourgogne*, 155 pp. (inédit).
- BONNOT, A. & MARCHAND, D. (1991). — Biostratigraphie de la zone à *Athleta* (Callovien supérieur) en Côte d'Or. — *Bull. sci. Bourgogne*, 44 (1), 23-31.

- BOOMER, I. D. (1991). — Lower Jurassic ostracod Biozonation of the Mochras Borehole. — *J. Micropaleont.*, Londres, 9 (2), 205-218.
- BORDALO DA ROCHA, R. & TINTANT, H. (1975). — Sur l'extension du Genre *Kosmoceras* (Ammonitina, Jurassique) dans le Callovien supérieur du Portugal méridional. Ses conséquences paléogéographiques. — 3^e Réu. annu. Sci. Terre. Montpellier, 58 pp.
- 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. — *Geol. Zb.- Bratislava*, 35, 5, 539-550.
- BOSELLINI, (1989). — Dynamics of Tethyan carbonate platforms. — *SEPM Spec. Publ.* 44, 3-13.
- BOUAOUDA, M.S. (1987). — Les Foraminifères benthiques du Callovien des bassins d'Essaouira-Agadir (Maroc). — *Géol. Méditerr.*, 14, 167-170.
- BOUDCHICHE, L. (1986). — Etude micropaléontologique du Domérien, Toarcien et Bajocien du massif des Béni Snassen orientaux (Maroc nord-oriental). — *Thèse Doct. 3^e cycle, Univ. Lyon 1* (non publ.), 190 pp.
- BOULLIER, A. (1976). — Les Térébratulidés de l'Oxfordien du Jura et de la bordure sud du Bassin de Paris. — *Ann. Sci. Univ. Besançon, Géol.* 27, 457 pp.
- BOULLIER, A. (1980). — Essai de zonation de l'Oxfordien et du Kimméridgien français au moyen des Térébratulidés (Brachiopodes). — *Bull. Soc. géol. France*, Paris, (7), 22, 4, 599-606.
- BOULLIER, A. (1981). — Le genre *Postepithyris* MAKRIDIN (Térébratulidés, Brachiopodes) dans l'Oxfordien et le Kimméridgien français. — *Geobios*, Lyon, 14, 1, 29-67.
- BOULLIER, A. (1982). — Les faunes de Brachiopodes de l'Oxfordien moyen du Jura. — *Ann. Sci. Univ. Franche-Comté, Besançon*, 4^e sér., 3, 21-31.
- BOULLIER, A. (1984a). — Brachiopodes du Malm. — In: ENAY, R.: Malm, synthèse géologique du Sud-Est de la France. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Orléans, 125, 230-232.
- BOULLIER, A. (1984b). — Les associations de Brachiopodes de l'Oxfordien supérieur du Berry. — *Bull. Inf. géol. Bassin de Paris*, 21, 4, 9-20.
- BOULLIER, A. (1986). — Une nouvelle espèce de Térébratulidés (Brachiopodes) dans l'Oxfordien inférieur de la région du Mans, Ouest du Bassin de Paris. — *Bull. Inf. géol. Bassin de Paris*, 23, 4, 19-25.
- BOULLIER, A., ALMERAS, Y. & LEBERT, A. (1988). — Le genre *Caryona* COOPER, Brachiopode Térébratulidé jurassique du Haut-Maine Nord (France), paléontologie, biostratigraphie, évolution. — *Ann. Sci. Univ. Franche-Comté, Besançon*, 4^e sér., 8 (1987), 9-46.
- BOURQUIN, J. & CONTINI, D. (1968). — Données nouvelles sur la stratigraphie et la paléogéographie du Callovien du Jura franc-comtois. — *Bull. Soc. géol. France*, (7), 10, (3), 362-369.
- BOURSEAU, J.P. (1977). — L'Oxfordien moyen à nodules des « Terres noires » de Beauvoisin (Drôme). Ammonitina de la zone à *Plicatilis*, paléontologie et biostratigraphie, milieu de sédimentation et genèse des nodules carbonatés. — *Nouv. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon*, 15, 116 pp.
- BOUTAKIOUT, M. (1987). — Les Foraminifères « benthiques » de la limite Lias moyen-Lias supérieur dans les rôdes Sud-Rifaines (Maroc). Biostratigraphie et considérations paléobiogéographiques. — *Géol. Méditerr.*, 14, 2, 167-170.
- BOUTAKIOUT, M. (1988). — Les Foraminifères du Jurassique des Rides sud-rifaines et des régions voisines. — *Thèse Doct. Sci. Univ. Claude-Bernard, Lyon 1*, 258 pp.
- BOUTAKIOUT, M. (1990). — Les Foraminifères du Jurassique des Rides sud-rifaines et des régions voisines. — *Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, 112, 247 pp.
- BOWN, P.R. (1987). — Taxonomy, evolution and biostratigraphy of Late Triassic-Early Jurassic calcareous Nannofossils. — *Paleontology, spec. publ.*, 38, 1-118.
- BOWN, P.R., COOPER, M.K.E. & LORD, A.R. (1988). — A Calcareous Nannofossils Biozonation scheme for the Early to Mid-Mesozoic. — *Newsl. Stratigr.*, 20, 2, 91-114.
- BOYER, U. (1969). — Die Gattung *Hyperioceras* BUCH. (Ammonoidea, Graphoceratidae) aus dem Unter-Bajocian (Discites Schichten) ins besondere vom Wutachtal (Sudbaden). — *Jber. Mitt. ober. geol. Ver.*, Stuttgart., N.F., 51, 31-70.
- BRAGA, J.C. (1983). — Ammonites del Domeriense de la Zona subbética (Cordilleras béticas, Sur de España). — *Thesis Doctoral, Univ. Granada*, 410 pp. (non publ.).
- BRAGA, J.C. & RIVAS, P. (1985). — The Mediterranean *Tropidoceras* (Ammonitina) in the Betic Cordilleras. — *Ecdgae geol. Helv.*, Basel, 78, 3, 567-605.
- BRAGA, J.C., COMAS RENGIFO, M.J., GOY, A. & RIVAS, P. (1982). — Comparaciones faunísticas y correlaciones en el Pliensbachiense de la Zona subbética, Cordillera ibérica. — *Bol. R. Soc. españ. Hist. nat. (Geol.)*, 80, 221-244.
- BRAGA, J.C., MARTÍN-ALGARRA, A. & RIVAS, P. (1984). — Hettangian and Sinemurian of Baños de Alhama de Granada. Reference section for the West-Mediterranean Hettangian (Betic Cordillera, Southern Spain). — *Geobios*, Lyon, 17, 3, 269-276.
- BRALOWER, T.J., MONECHI, S. & THIERSTEIN, H. R. (1989). — Calcareous Nannofossil zonation of the Jurassic-Cretaceous boundary interval and correlation with the geomagnetic polarity timescale. — *Marine Micropaleont.*, 14, 153-235.
- BRAND, E. & MALZ, H. (1962). — Ostracoden-Studien im Dogger, 4, *Fuhrbergiella* n. g. — *Senckenb. lethaea*, 43 (1), 1-39.
- BRAND, E. & MALZ, H. (1966). — Ostracoden-Studien im Dogger, 6. Die Arten der Gattung *Glyptocythere* BRAND & MALZ 1962 im NW-deutschen Dogger. — *Senckenb. lethaea*, 47 (5-6), 481-535.
- BRASIL, L. (1895). — Observations sur le Bajocien de Normandie. — *Bull. Lab. géol. Fac. Sci. Caen*, (2) 5, 223-243.
- BRASIL, L. (1896). — Remarques sur la constitution du Toarcien supérieur dans le Calvados. — *Bull. Soc. linn. Normandie*, Caen, sér. 4, 9, 147-151.
- BREMER, H. (1966). — Ammoniten aus dem unteren Bajocium und unteren Bathonium in der Umgebung von Ankara (Türkei). — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, 125, 155-168.

- BRENNER, P. (1976). — Ostracoden und Charophyten des spanischen Wealden (Systematik, Ökologie, Stratigraphie, Paläogeographie). — *Palaeontographica*, A, 152, 4-6, 91-201.
- BRENNER, P. & WIEDMANN, J. (1975). — Nuevas aportaciones al conocimiento del «Weald» Céltibérico septentrional y sus relaciones paleogeográficas. — Act. 1^{er} Symp. sobre el Cretácico de la Cordillera Iberica, Cuenca 1974, 125-134.
- BRINKMANN, R. (1929). — Statistisch-Biostratigraphische Untersuchungen an mittel-jurassischen Ammoniten über Artbegriff und Stammesentwicklung. — *Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl.*, Göttingen, N.F., 13, (3), 249 pp.
- BROCHWICZ-LEWINSKI, W. (1976). — Oxfordian of the Czesztchowa area. I, Biostratigraphy. — *Bull Acad. Pol. Sci.*, 24, 1, 37-46.
- BROCHWICZ-LEWINSKI, W. (1981). — Early Oxfordian Perisphinctids of the Czesztchowa area; their stratigraphic value. — *Bull. Acad. pol. Sci.*, 28, 4, 233-242.
- BRONNIMANN, P. (1968). — Re-examination of the morphology of *Nautiloculina oolithica* MOHLER (1938). — *Arch. Sci. Genève*, 20, 2, 48-61.
- BRUN, L. (1969). — Etude biostratigraphique du Jurassique de la bordure atlantique nord-orientale et des plis marginaux (Maroc oriental). — Proc. 3rd African Micropal. Coll., 185-213.
- BRUN, P. de & MARCELIN, P. (1934). — Etude stratigraphique des Petits Causses des environs de Florac (Lozère). — *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 66, 3-4, 377-491.
- BRUN, P. de & VEDEL, L. (1919-1926). — Etude géologique et paléontologique des environs de Saint-Ambroix (Gard). 2^e partie: Lias inférieur et moyen. — *Bull. Soc. Et. Sci. nat. Nîmes*, 42 à 45, 134 pp.
- BRUN, P. de & VEDEL, L. (1935). — Etude géologique et paléontologique des environs de Saint-Ambroix (Gard). 4^e partie: Bajocien-Bathonien. — *Bull. Soc. Sci. Litt. Alès*, 47, 107 pp.
- BRUN, P. de (1932). — Etude géologique et paléontologique des environs de St-Ambroix (Gard). Troisième partie (Lias supérieur). — *Bull. Soc. Et. sci. nat. Nîmes*, 46-47, 84 pp.
- BUCKMAN, S.S. (1881). — A descriptive catalogue of some of the species of Ammonites from the Inferior Oolite of Dorset. — *Quart. J. Geol. Soc. London*, 37, 588-608.
- BUCKMAN, S.S. (1887-1907). — A monograph of the Ammonites of the «Inferior Oolite» Series. — *Palaeontogr. Soc. Monographs*, London, 1-456 & supplement I - CCLXII.
- BUCKMAN, S.S. (1888). — A monograph of the Inferior Oolite Ammonites of the British Islands. Part II. — *Palaeontogr. Soc. London*, 41, 25-56.
- BUCKMAN, S.S. (1891). — On certain ammonite-zones of Dorset and Somerset. — *Rept. Brit. Assoc. Adv. Sci.*, London, 1891, C(5), 655-656.
- BUCKMAN, S.S. (1893). — The Bajocian of the Sherborne district: its relation to subjacent and superjacent strata. — *Quart. J. geol. Soc. London*, 49, 479-522.
- BUCKMAN, S.S. (1895). — The Bajocian of the Mid-Cotswolds. — *Quart. J. geol. Soc. London*, 51, 388-562.
- BUCKMAN, S.S. (1902). — The term «Hemera». — *Geol. Mag.*, 9, 554-557.
- BUCKMAN, S.S. (1909-1930). — Yorkshire Type Ammonites. — *Wheldon & Wesley* (eds.): London & Thame, 1-7, 730 pl.
- BUCKMAN, S.S. (1910a). — Certain Jurassic (Lias, Oolite) strata of South Dorset, and their correlation. — *Quart. J. geol. Soc. London*, 66, 52-89.
- BUCKMAN, S.S. (1910b). — Yorkshire type ammonites. — 1, London, 9-22.
- BUCKMAN, S.S. (1913). — The «Kellaways rock» of Scarborough. — *Quart. J. geol. Soc. London*, 69, 152-158.
- BUCKMAN, S.S. (1917). — The *Brachiopoda* of the Namyau Beds, Northern Shan States, Burma. — *Mem. geol. Surv. India, Paleont. Indica*, Calcutta, n.s., III, 2, 299 p.
- BUCKMAN, S.S. (1918). — Jurassic chronology, 1 - Lias. — *Quart. J. geol. Soc. London*, 73, 257-327.
- BUCKMAN, S.S. (1918). — Yorkshire type ammonites. — 2, London, 109-116.
- BUCKMAN, S.S. (1921). — Yorkshire type Ammonites. — 4, Wesley & Son, London.
- BUCKMAN, S.S. (1922). — Jurassic chronology, 2 — Preliminary studies. Certain Jurassic strata near Eype-mouth (Dorset); the junction bed of Watton cliff and associated rocks. — *Quart. J. geol. Soc. London*, 78, 378-475.
- BUCKMAN, S.S. (1923). — Yorkshire type ammonites. — 5, London.
- BUCKMAN, S.S. & WILSON, E. (1896). — Dundry Hill: its upper portion, or the beds marked as Inferior Oolite in the maps of the Geological Survey. — *Quart. J. geol. Soc. London*, 52, 669-720.
- BUJAK, J.P. & DAVIES, E.H. (1983). — Modern and fossil Peridiniineae. — *Amer. Assoc. stratigr. Palynologists Contrib. Ser.*, 13, 1-203.
- BULLE, J., MARTIN, A. & ROLLET, M. (1963). — Etude micrographique du «Calcaire de la citadelle» Bathonier-Besançon. — *Ann. Sci. Univ. Besançon*, 2, Géol., 17, 157 pp.
- CALLOMON, J.H. (1955). — The ammonite succession in the Lower Oxford Clay and Kellaways Beds at Kidlington, Oxfordshire, and the zones of the Callovian Stage. — *Phil. Trans. r. Soc. London, Ser. B*, 239, (664), 215-264.
- CALLOMON, J.H. (1964). — Notes on the Callovian and Oxfordian Stages. — In: MAUBEUGE, P.L. (ed.): Colloque du Jurassique à Luxembourg, 1962. — *Publ. Inst. gr. duc. sect. sci. Nat. phys math.*, Luxembourg, 269-291.
- CALLOMON, J.H. (1965). — Notes on Jurassic Stratigraphical nomenclature. II. Subdivision of the Jurassic: The Middle-Upper Jurassic boundary. — In: Carpatho-Balkan Geological Association, VII Congress, Sofia, September 1965, Reports, Part II, 1, 87-90.
- CALLOMON, J.H. (1968). — The Kellaways beds and the Oxford clay. — In: SYLVESTER-BRADLEY, P.C. & FORD, T.C. (eds.): The Geology of the East Midlands, Leicester Univ. Press, 264-293.
- CALLOMON, J.H. (1971). — On the type species of *Macrocephalites* ZITTEL, 1884, and the type specimen of Am-

- monites macrocephalus* SCHLOTHEIM, 1813. — *Paleontology*, 14, 114-130.
- CALLOMON, J.H. (1980). — *Macrocephalites* (SUTNER MS) ZITTEL, 1884 and *Ammonites macrocephalus* SCHLOTHEIM, 1813 (Cephalopoda : Ammonoidea) : revised proposals. — *Bull. zool. Nom.*, 37, (2), 109-113.
- CALLOMON, J.H. (1984). — Report of the Callovian Working Group. — In: MICHELSSEN, O. & ZEISS, A. (eds.): International Symposium on Jurassic Stratigraphy, Erlangen, Geological Survey of Denmark, Copenhagen, 1, 77-86.
- CALLOMON, J.H. (1985). — The evolution of the Jurassic Ammonite family Cardioceratidae. — *Spec. Pap. Palaeont.*, 73, 49-90.
- CALLOMON, J.H. (1988a). — Reports of the Working Groups: Callovian. — In: ROCHA, R.B. & SOARES, A.F. (ed.): 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Lisbonne, 1, 20-25.
- CALLOMON, J.H. (1988b). — The ammonite successions and Subzones of the Transversarium Zone in the Sub-mediterranean Middle Oxfordian. — 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Lisbonne, 1, 433-444.
- CALLOMON, J.H. & CHANDLER, R.B. (1990). — A review of the ammonite horizons of the Aalenian, Lower Bajocian Stages in the Middle Jurassic of Southern England. — *Mem. descr. Carta geol. Ital.*, 40, 85-112.
- CALLOMON, J.H. & COPE, J.C.W. (1971). — The stratigraphy and ammonite succession of the Oxford and Kimmeridge Clay in the Warlingham borehole. — *Bull. geol. Surv. G.B.*, Willerby, 36, 147-176.
- CALLOMON, J.H. & DIETL, G. (1991). — Proposed definition of the Callovian stage. — In: 3rd Int. Symp. Jurassic Stratigr., Poitiers, September 22-24, 1991, abstr., 3, 20 pp.
- CALLOMON, J.H. & SYKES, R.M. (1980). — Callovian Correlation Chart: contribution on the subzones of the stage. — In: COPE, J.C.W., DUFF, K.L., PARSONS, C.F., TORRENS, H.S., WIMBLEDON, W.A. & WRIGHT, J.K. (eds.): A correlation of Jurassic rocks in the British Isles. Part two: Middle and Upper Jurassic, London, 45-60.
- CALLOMON, J.H., DIETL, G., GALACZ, A., GRADL, H., NIEDERHÖFER, H.J. & ZEISS, A. (1987). — On the stratigraphy of the Middle and early Upper Jurassic at Sengenthal, near Neumarkt/Opf. — *Stuttgarter Beitr. Naturk.*, 132, B, 1-53.
- CALLOMON, J.H., DIETL, G., NIEDERHÖFER, H.-J. (1989). — Die Ammonitenfaunen-Horizonte im Grenzbereich Bathonium/Callovium des Schwäbischen Juras und deren Korrelation mit W-Frankreich und England. — *Stuttgarter Beitr. Naturk.*, 148, B, 1-13.
- CALLOMON, J.H., DIETL, G., NIEDERHÖFER, H.-J. (1992). — On the true stratigraphic position of *Macrocephalites macrocephalus* (SCHLOTHEIM, 1813) and the nomenclature of the standard Middle Jurassic « Macrocephalus Zone ». — *Stuttgarter Beitr. Naturk.*, 185, B, 1-65.
- CALLOMON, J.H., DIETL, G., NIEDERHÖFER, H.-J. (1990). — Field Symposium in Swabia Stuttgart/Albstadt (16-21 September 1990). — Guide book, Int. Subcomm. Jur. Stratigr., Callovian Working Group, 16 pp. (inédit.).
- CALLOMON, J.H., DIETL, G. & PAGE, K.N. (1988). — On the Ammonite Faunal horizons and Standard zonations of the Lower Callovian stage in Europe. — In: ROCHA, R.B. & SOARES, A.B. (eds.): 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Lisbonne, 1, 339-356.
- CALOO, B. (1970). — Biostratigraphie de l'Aalénien et de la base du Bajocien dans la région de Digne (Basses-Alpes, France). — *C. R. Acad. Sci., Paris*, 271, 1938-1940.
- CALOO, B. (1970). — La sous-famille des Graphoceratinæ (Ammonitina) dans l'Aalénien au Nord de Digne, Basses Alpes France. — *Thèse 3^e cycle, Fac. Sci. Lyon*.
- CANAVARI, M. (1888). — Contribuzione alla Fauna del Lias inferiore di Spezia. — *Mem. Regio Comit. Geol. Italia*, Firenze, 3, 2, 173 p.
- CARBONEL, P., COLIN, J.P., DANIELOPOL, D.L., LÖFFLER, H. & NEUSTREVA, I. (1988). — Paleoecology of limnic ostracodes: a review of some major topics. — *Palaeogeogr. Palaeoceanogr. Paleoclimatol. Paleoecol.*, 62, 413-461.
- CARIOU, E. (1966a). — L'Oxfordien supérieur du synclinal de Lezay-Avon (Deux-Sèvres). — *C.R. Acad. Sci., Paris*, Sér. D, 262, 45-47.
- CARIOU, E. (1966b). — Les faunes d'ammonites et la sédimentation rythmique dans l'Oxfordien supérieur du seuil du Poitou. — *Trav. Inst. géol. Fac. Sci. Univ. Poitiers*, 7, 45-67.
- CARIOU, E. (1969). — Caractères de la faune et subdivisions du Callovien supérieur en Poitou. — *Ann. Inst. géol. Pub. Budapest*, 54, (2), 451-463.
- CARIOU, E. (1973). — Ammonites of the Callovian and Oxfordian. — In: HALLAM, A. (ed.): *Atlas of Palaeobiogeography*. — Elsevier Scient. Publ. Co., 287-295.
- CARIOU, E. (1974a). — La série callovienne du Nord-Ouest du Bassin d'Aquitaine. — *C. R. Acad. Sci., Paris*, Sér. D, 279, 307-310.
- CARIOU, E. (1974b). — Unités biochronologiques nouvelles dans le Callovien du Sud-Ouest de l'Europe (province subtéthysienne). — *C. R. Acad. Sci., Paris*, Sér. D, 279, 381-384.
- CARIOU, E. (1980). — L'étage Callovien dans le Centre-Ouest de la France. I, Stratigraphie. — *Thèse Doct. Sciences, Univ. Poitiers*, p. 1-37 (inédit).
- CARIOU, E. (1984). — Biostratigraphic subdivision of the Callovian stage in the Subtethyan province of ammonites, correlations with the Subboreal zonal scheme. — In: Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Erlangen. — ZEISS, A. & MICHELSSEN, O. (eds.): *Geol. Surv. Denmark, Copenhagen*, 2, 315-326.
- CARIOU, E. & HANTZPERGUE, P. (coord.) (1994). — 3^e Symposium International de Stratigraphie du Jurassique, Poitiers, 1991. — *Geobios*, mém. spéc. 17, 2 vol., 773 pp.
- CARIOU, E. & MELENDEZ, G. (1990). — A modified Perisphinctid zonation for the Middle Oxfordian of Southern Europe, Submediterranean Province, First Oxfordian Meeting, Zaragoza 1988. — *Publ. Sem. Paleont. Zaragoza*, 2, 129-151.
- CARIOU, E., ELMI, S., MANGOLD, C., THIERRY, J. & TINTANT, H. (1971a). — La succession des faunes dans le Callovien français. Essais de corrélation à l'échelle de la zone. — In: 2^e Colloque du Jurassique, Luxembourg 1967. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, 75, 665-692.

- CARIOU, E., ELMI, S., MANGOLD, C., THIERRY, J. & TINTANT, H. (1971b). — Zones de l'étage Callovien en France (Province subméditerranéenne). — *Bull. Soc. géol. France*, (7), **13** (1-2), 38-45.
- CARIOU, E., ENAY, R. & TINTANT, H. (1971c). — Les zones du Jurassique en France, Oxfordien (province subméditerranéenne). — *C.R. somm. Soc. géol. France*, **6**, 93-96.
- CARIOU, E., CONTINI, D., DOMMERGUES, J.-L., ENAY, R., GEYS-SANT, J. R., MANGOLD, C. & THIERRY, J. (1985). — Biogéographie des Ammonites et évolution structurale de la Téthys au cours du Jurassique. — *Bull. Soc. géol. France*, (8) I, (5), 679-697.
- CARIOU, E., MANGOLD, C., MOUTERDE, R., DA ROCHA, R. B., RUGET, C. & THIERRY, (1988a). — Biochronologie du Callovien de la province subméditerranéenne : apport de la coupe du Cap Mondego (Portugal). — In : DA ROCHA, R.B. & SOARES, A.F. (eds.) : *2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy*, Lisbonne, **1**, 407-418.
- CARIOU, E., MELENDEZ, G., SEQUEIROS, L. & THIERRY, J. (1988b). — Biochronologie du Callovien de la province d'ammonites subméditerranéenne : reconnaissance dans les Chaines Ibériques de subdivisions fines distinguées dans le Centre-Ouest de la France. — In : DA ROCHA, R.B. & SOARES, A.B. (eds.) : *2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy*, Lisbonne, **1**, 395-406.
- CARIOU, E., KRISHNA, J. & ENAY, R. (1990). — Dynamique biogéographique des ammonites téthysiennes au Callovien inférieur et corrélations stratigraphiques entre les marges indienne et européenne. — *C. R. Acad. Sci., Paris*, **311**, Sér. II, 373-379.
- CARIOU, E., MELENDEZ, G. & BRANGER, P. (1991). — Définition d'une échelle biochronologique fine pour une zone d'ammonites de l'Oxfordien moyen, zone à *Transversarium* (province subméditerranéenne). — *C.R. Acad. Sci., Paris*, **313**, 2, 703-708.
- CARIOU, E., BRANGER, P., GONNIN, C. & LEGENDRE, L. (1991). — Cross section in the classic Jurassic series of the Seuil du Poitou. — *3rd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy*, Poitiers. Pre-Symposium field trip, September 22-23, 1991, 85 pp. (inédit).
- CARTER, S.E. (1991). — Radiolarian faunal change across the Triassic-Jurassic boundary. — In : *3rd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy*, Poitiers, abstr., 24.
- CASEY, R. (1973). — The ammonite succession at the Jurassic-Cretaceous boundary in Eastern England. — In : CASEY, R. & RAWSON, P.F. (ed.) : *The Boreal Lower Cretaceous*. — *Geol. J. spec. iss.*, Liverpool, **5**, 193-266.
- CASTRO, P. de (1963). — *Kilianina* PFENDER ed *Orbitammina* BERTHELIN (?) (Foraminifera) nella zona a Pfenderina (Batoniano) dell'Appenino meridionale. — *Boll. Soc. Natur. in Napoli*, **72**, 93-95.
- CATALANO, R. & LIGUORI, V. (1971). — Facies a Calpionelle della Sicilia occidentale. — *Proc. II Plankt. Conf.*, Roma 1970, **1**, 167-210.
- CECCA, F. & ENAY, R. (1991). — Les ammonites des zones à Semiforme et à Fallauxi du Tithonique de l'Ardèche (Sud-Est de la France) : stratigraphie, paléontologie, paléobiogéographie. — *Palaeontographica*, Stuttgart. (A), **219**, 1-3, 1-87.
- CECCA, F. & REHANEK, J. (1991). — First correlation between late Jurassic ammonite and « microproblematic » biostratigraphic scales. Results from Marches Apennines (Central Italy). — *C.R. Acad. Sci.*, **313** (II), 1441 - 1446.
- CECCA, F. & SANTANTONIO, M. (1988). — Kimmeridgian and early Tithonian ammonite assemblages in the Umbria-Marches-Sabine Apennines (Central Italy). — *2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy*, Lisbonne, **1**, 525-542.
- CECCA, F., DOMMERGUES, J.-L., MOUTERDE, R. & PALLINI, G. (1987). — Ammonites méditerranéennes du Lotharingien de Gorgo à Cerbara (Monte Nerone, Apennin des Marches, Italie). — In : « Deuxième Colloque du Centre International d'étude du Lias », *Cah. Inst. catho. Lyon, Sci.*, **1**, 67-82.
- CECCA, F., ENAY, R. & LE HEGARAT, G. (1988). — The Tithonian of Ardeche (South-East France) : new stratigraphical data and significance of the Ardescian stage (or substage). — *2nd Int. Symp. Jurass. Stratigr.*, Lisbonne, **1**, 585-607.
- CECCA, F., ENAY, R. & LE HEGARAT, G. (1989). — L'Ardescien (Tithonique supérieur) de la région stratotypique : séries de référence et faunes (ammonites, calpionelles) de la bordure ardéchoise. — *Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, **107**, 115 pp.
- CECCA, F., AZÉMA, J., FOURCADE, E., BAUDIN, F., GUIRAUD, R. & DE WEVER, P. (1993). — Early Kimmeridgian Palaeoenvironments (146-144Ma). — In : DERCOURT, J., RICOU, L.E. & VRIELYNCK, B. (eds.) : *Atlas Tethys Palaeoenvironmental Maps*, Gauthier-Villars, Paris, 307 pp.
- CHABRIER, G. & FOURCADE, E. (1975). — Sur le Jurassique du Nord-Ouest de la Sardaigne. — *C.R. Acad. Sci. Paris*, **281**, D, 493-496.
- CHAPUIS, F. & DEWALQUE, G. (1853). — Description des fossiles des terrains secondaires de la province du Luxembourg. — *Mém. Cour. et Mém. Sav. étrang., Acad. roy. Belg.*, Bruxelles, **25**, 303 pp.
- CHATTA, S. (1980). — Jurassique supérieur du Nord de l'Anté-Liban (Syrie). Stratigraphie et Sédimentologie. — *Thèse 3^e cycle Univ. Pierre-et-Marie-Curie*, 101 pp. (inédit).
- CHERCHI, A. & SCHROEDER, R. (1982). — *Spiraloconulus giganteus* n. sp. a new lituolid foraminifer from the Dogger of NW Sardinia (Italy). — *Boll. Soc. Paleont. ital.*, **20**, 2.
- CHERCHI, A. & SCHROEDER, R. (1983). — Remarks on *Spiraloconulus giganteus* CHERCHI & SCHROEDER 1982 (Foraminifera, Lituolidae). — *Geobios*, **16**, 2, 249-250.
- CHEVALLIER, T. (1986). — Les formations carbonatées de la séquence ptérocéienne (Kimméridgien par) dans le Jura français et les régions voisines. — *Cah. Inst. catho. Lyon, sér. Sci.*, **2**, 194 pp.
- CHEVALLIER, T., TINTANT, H. & ENAY, R. (1987). — Nautilidés d'âge Kimméridgien dans le Jura français : conséquences stratigraphiques et paléogéographiques. — *Geobios*, **20**, 6, 713-723.
- CHEVET, P. & RIGOLLET, L. (1989). — Les oursins fossiles du Callovien de la Sarthe et des confins de l'Orne. — Section minéralogique, RENAULT, C.E. (ed.) : *Le Mans*, 64 pp.

- CHILDS, A. (1969). — Upper Jurassic rhynchonellid Brachiopods from Northwestern Europe. — *Bull. brit. Mus. nat. Hist., London*, 6, 119 pp.
- CHIOCCHINI, M., MANCINELLI, A., MOLINARI-PAGANELLI, V. & TILIA-ZUCCARI, A. (1979). — Répartition stratigraphique des Algues Dasycladales et Codiacées dans les successions mésozoïques de plate-forme carbonatée du Lazio centre-méridional. — *Bull. Cent. Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, 3, 2, 525-535.
- CHOFFAT, P. (1947). — Description de la faune jurassique du Portugal. Brachiopodes. — *Mém. Serv. géol. Port.*, Lisbonne, 46 pp.
- CHRISTENSEN, O.B. (1963). — Ostracods from the Purbeck-Wealden beds in Bornholm. — *Danm. geol. Unders.*, 2, 86, 1-58.
- CHRISTENSEN, O.B. (1974). — Marine communication through the Danish Embayment during Uppermost Jurassic and Lowermost Cretaceous. — *Geoscience and Man*, 4, 99-115.
- CHRISTENSEN, O.B. (1988). — Ostracod zones and dispersion of Mesozoic fossils in the Scandinavian North Sea area. — *Dev. Palaeontol. Stratigr.*, 11, 1269-1281.
- CHRISTENSEN, O. B. & KILENYI, T.I. (1970). — Ostracod Biostratigraphy of the Kimmeridgian in Northern and Western Europe. — *Danm. geol. Unders.*, II Series, 95, 65 pp.
- CIFELLI, R. (1959). — Bathonian Foraminifera of England. — *Bull. Mus. of Comparative Zoology*, 121, 2, 265-368.
- CLAVEL, B. (1984). — Echinides. — In : Synthèse géologique du Sud-Est de la France. — *Mém. Bur. Rech. Geol. min.*, 125, 127-130 (Lias), 183-185 (Dogger), 232-235 (Malm).
- CLAVEL, B. & FOUNIER, D. (1982). — *Cyclolampas kiliani* LAMBERT, le plus ancien Disasteroidea connu. — In : 2^e sémin. int. Echinodermes, Grenoble. Rés., 42.
- CLEMENTS, R.G. (1973). — On *Timiriasevia punctata* CLEMENTS sp. nov. — *Stereo Atlas of Ostracod Shells*, 1, 13, 69-76.
- COBIANCHI, M. (1990). — Biostratigrafia a nannofossili calcarei del passaggio Domeriano-Toarciano in Val Navezza (Brescia). — *Atti Tic. Sci. Terra*, 33, 127-142.
- COBIANCHI, M. (1992). — Sinemurian-Early Bajocian calcareous nannofossils biostratigraphy of the Lombardy basin (Southern calcareous Alps, Italy). — *Atti Tic. Sci. Terra*, 35 (sous presse).
- COBIANCHI, M., ERBA, E. & PIRINI, C. (1992). — Evolutionary trend of calcareous nannofossil genera Lotharingius and Watznaueria during the early and Middle Jurassic. — *Mém. Sci. géol.*, 42, 61-106.
- COLIN, J.P. & DANIELOPOL, D.L. (1980). — Sur la morphologie, la systématique, la biogéographie et l'évolution des ostracodes Timiriaseviinae (Limnocytheridae). — *Paléobiol. continent.*, 11, 1-51.
- COLIN, J.P. & OERTLI, H.J. (1985). — Purbeckien. — In : OERTLI, H.J. (ed.) : *Atlas des Ostracodes de France*. — *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, Mém. 9, 147-151.
- COLIN, J.P., LEHMANN, R. & MORGAN, B.E. (1981). — Cretaceous and Late Jurassic biostratigraphy of the North Celtic Sea basin, offshore southern Ireland. — In : NEA-
- LE, J.W. & BRASIER, M.D. (eds.). — Microfossils from recent and fossil shelf seas, Ellis Horwood Ltd., Chichester, 122-155.
- COLIN, J.P., CARBONEL, P. & OLTEANU, R. (1990). — A review of the paleobiogeography and paleoecology of the closest groups of *Cytherissa* : from the Mesozoic *Fabanella* and *Vernoniella* to the Cenozoic *Cyprideis*. — *Bull. Inst. géol. Bassin d'Aquitaine*, 47, 119-133.
- COLIN, J.-P., CUBAYNES, R., TAMBARÉAU, Y., BAUDELOT, S., BOJERGAT, A.-M. & GUERRERO, N. (1991). — Jurassique du Bas-Quercy et Oligocène de l'Albigeois. — In : TAMBARÉAU, Y. (ed.) : XIV^e Réunion des Ostracodologistes de langue française. Livret-guide des excursions, Univ. Paul-Sabatier, Toulouse, 3-13.
- COLIN, J.P., IOANNIDES, N.S. & Vining, B. (1992). — Mesozoic stratigraphy of the Goban Spur, offshore south-west Ireland. — *Marine and Petroleum Geol.*, 9, 5, 527-541.
- COLLENOT, J.-J. (1869). — Description géologique de l'Auxois. — *Bull. Soc. Sci. Hist. nat. Semur*, 5, 57-204.
- COLLENOT, J.-J. (1873). — Description géologique de l'Auxois. — *Semur-en-Auxois*, 1-660.
- COLLENOT, J.-J. (1879). — Description sommaire des terrains sédimentaires de l'Auxois. — *Bull. Soc. géol. France*, Paris, (3) 7, 781-804.
- COLLIGNON, (1954). — Essai de nomenclature stratigraphique des terrains sédimentaires de Madagascar. Haul Commissariat de Madagascar et Dépendances, Direction des Mines et de la géologie, Tananarive. — *Trav. Bur. Géol.*, 63, 67 pp. dactylo. (inédit).
- COLLIGNON, M. (1964). — Echelle chronostratigraphique proposée pour les domaines Indo-Africano-Malgache (Bathonien moyen à Tithonique). — In : MAUBEUGE, P.L. (ed.) : Coll. Jurassique Luxembourg, 1962. — *Publ. Inst. grand-ducal, Sect. Sci. nat., phys. et math.*, Luxembourg, 927-931.
- COMAS-RENGIFO, M.J. (1985). — El Pliensbachiene de la Cordillera Iberica. — Univ. Complutense Madrid, 591 pp.
- CONTINI, D. (1969). — Les Graphoceratidae du Jura franc-comtois. — *Ann. sci. Univ. Besançon*, 3^e sér., Géologie, 1-95.
- CONTINI, D. (1970). — L'Aalénien et le Bajocien du Jura franc-comtois. Étude stratigraphique. — *Ann. sci. Univ. Besançon*, (3) Géologie (11), 204 pp.
- CONTINI, D. (1990). — Les crises sédimentaires à la limite Lias-Dogger. — *Cah. Inst. catho. Lyon, Sci.*, 4, 19-28.
- CONTINI, D. & HANTZPERGUE, P. (1973). — Le Kimméridgien de la région de Montbéliard. — *Ann. Sci. Univ. Franche-Comté*, Besançon, Géol., 3^e sér., 18, 143-179.
- CONTINI, D. & HANTZPERGUE, P. (1975). — Le Kimméridgien de Haute-Saône. — *Ann. sci. Univ. Franche-Comté*, Besançon, Géol., 3^e sér., 23, 5-37.
- CONTINI, D. & ROLLET, A. (1970). — Sur quelques Térébratules du Bajocien supérieur et du Bathonien inférieur. — *Ann. sci. Univ. Franche-Comté*, Besançon, 3^e sér., Géol., 9, 28-44.
- CONTINI, D., ELMI, S. & MOUTERDE, R. (1971). — Les zones du Jurassique en France : Aalénien. — *C.R. Soc. géol. France*, 6, 84-85.
- CONTINI, D., BONNOT, A. & MARCHAND, D. (1990). — Le passage Dogger-Malm en bordure de la chaîne de l'Heute

- (Jura français). — *Ann. sci. Univ. Franche-Comté*, Besançon, 1989, Géol. (4), 9, 17-25.
- CONTINI, D., MOUTERDE, R. & RIOUT, M. (1991a). — Réactualisation des échelles d'ammonites Gr. Fr. Et. Jurassique : Aalénien. — 3rd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Poitiers, abstr., 128.
- CONTINI, D., ELMY, S., MOUTERDE, R. & RIOUT, M. (1991b). — La zonation du Bajocien. — 3rd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Poitiers, abstr., 129.
- CONWAY, B.H. (1990). — Paleozoic-Mesozoic Palynology of Israel. II Palynostratigraphy of the Jurassic succession in the subsurface of Israel. — *Geol. Surv. Israel B*, 82, 1-39.
- CONZE, R., ERRENST, C. & MENSINK, H. (1984). — Die Ammoniten des Ober-Callovium bis Unter-Kimmeridgium in den Nordwestlichen Keltiberischen Ketten. — *Palaeontographica*, A, 183 (4-6), 162-211.
- COOPER, G.A. (1983). — The *Terebratulacea* (*Brachiopoda*). Triassic to Recent : a study of the brachidia (loops). — *Smithson. Contrib. to Paleobiology*, Washington, 50, 445 pp.
- COOPER, M.K.E. (1988). — Nannofossil provincialism in the Late Jurassic/Early Cretaceous (Kimmeridgian to Valanginian) period. — *Nannofossils and their applications*. — *Brit. Micropal. Soc.*, 223-246.
- COPE, J.C.W. (1967). — The palaeontology and stratigraphy of the lower part of the Upper Kimmeridge Clay of Dorset. — *Bull. brit. Mus. nat. Hist. (geol.)*, London, 15, 1, 1-79.
- COPE, J.C.W. (1974). — Upper Kimmeridgian ammonite faunas of the Wash area and a subzonal scheme for the lower part of the Upper Kimmeridgian. — *Bull. geol. Surv. G.B.*, London, 47, 39-37.
- COPE, J.C.W. (1978). — The ammonite faunas and stratigraphy of the upper part of the Upper Kimmeridge Clay of Dorset. — *Palaeontology*, London, 21, 3, 469-533.
- COPE, J.C.W. (1980). — Kimmeridgian correlation chart. — In : COPE, J.C.W. (ed.) : A correlation of Jurassic rocks in the British Isles. Part 2 : Middle and Upper Jurassic. — *Spec. Rep. geol. Soc.*, London, 15, 76-85.
- COPE, J.C.W. (1984). — Report of the terminal Jurassic stage Working Group. — Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Erlangen, 111-116.
- 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 2, Middle and Upper Jurassic. — *Spec. Rep. geol. Soc.*, London, 15, 1-109.
- COPESTAKE, P. & JOHNSON, B. (1982). — Jurassic. The Hettangian to Toarcian. — In : JENKINS & MURRAY, Stratigraphical Atlas of Foraminifera, Ellis Horwood (ed.) : 81-105.
- CORNA, M. (1985). — Le Lias du Jura méridional. Paléontologie biostratigraphique du Sinémurien. Approche paléoécologique. — *Thèse 3^e cycle Univ. Lyon*, 1-255.
- CORNA, M. (1987). — Éléments de phylogénie des Ariétidés d'après les données du Jura méridional. — *Cah. Inst. catho.*, Lyon, Sciences, 1, 93-104.
- CORNA, M. (1987). — Les horizons sinémuriens du Calcaire à gryphées du Jura méridional français (zone à Conybeari - Zone à Obtusum). — *Geobios*, Lyon, 20, 4, 531-536.
- CORNA, M. & MOUTERDE, R. (1988). — Le Sinémurien de Semur (France) : essai de biozonation pour le Sinémurien inférieur et le Lotharingien inférieur du stratotype et du Jura méridional. — 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Lisbonne, 101-107.
- CORNA, M. & MOUTERDE, R. (1989). — Données nouvelles sur l'Hettangien des environs de Liernais (Côte-d'Or). — *Bull. sci. Bourgogne*, Dijon, 42, 1, 67-75.
- CORROY, G. (1933). — Le Callovien de la bordure orientale du Bassin de Paris. Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France. — Impr. natl. (éd.) : Paris, 337 pp.
- COTTEAU, G. (1849). — Études sur les Échinides fossiles du département de l'Yonne. — Baillière, Paris, 1-865.
- COTTEAU, G. (1867-1874). — Échinides irréguliers. — In : Paléontologie française. Description des animaux invertébrés. — Terrain Jurassique, 9 (2) : Masson (ed.) : Paris, 552 pp.
- COTTEAU, G. (1880-1885). — Échinides réguliers. Famille des Diadematidés et des Echinidés. — In : Paléontologie française. Description des fossiles de la France ; 1^{re} série - Animaux invertébrés. — Terrain Jurassique, 10 (2) : Masson (ed.) : Paris, 960 pp.
- COTTEAU, G. & TRIGER, (1855-1869). — Échinides jurassiques considérés du point de vue zoologique et stratigraphique. — Baillière & fils (éd.) : Paris, 457 pp.
- COX, B.-M., LOTT, G.K., THOMAS, J.E. & WILKINSON, I.-P. (1987). — Upper Jurassic stratigraphy of four shallow cored boreholes in the U.K. sector of the southern North Sea. — *Proc. Yorkshire geol. Soc.*, York, 46 (2), 97-109.
- CRESTA, S. (1988). — Associations d'ammonites et biostratigraphie de l'Aalénien et du Bajocien inférieur des Apennins d'Ombrie-Marches (Italie Centrale). — 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Lisbonne, I, 209-224.
- CRESTA, S. & GALACZ, A. (1990). — Mediterranean basal Bajocian Ammonite faunas. Examples from Hungary and Italy. — *Mem. descr. Carta geol. Ital.*, 40, 165-198.
- CRUX, J.A. (1984). — Biostratigraphy of early Jurassic calcareous nannofossils from southwest Germany. — *N. Jb. geol. Paläont. Abh.*, 169/2, 160-186.
- CRUX, J.A. (1987). — Early Jurassic calcareous nannofossils biostratigraphic events. — *Newsl. Stratigr.*, 17, 79-100.
- CUBAYNES, R. (1986). — Le Lias du Quercy méridional : étude lithologique, biostratigraphique, paléoécologique et sédimentologique. — *Strata*, Toulouse, sér. 1, 6, 574 pp.
- CUBAYNES, R. & DELOFFRE, R. (1984). — *Tersella quercensis* n.sp., algue dasycladacée du Toarcien du Quercy (France). — *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, 8, 2, 371-384.
- CUBAYNES, R. & FAURÉ, P. (1981). — Première analyse biostratigraphique du Lias supérieur du Sud du Quercy (bordure Nord-Est aquitaine). — *C.R. Acad. Sci. Paris*, D, 292, 14, 1031-1034.
- CUBAYNES, R. & FAURÉ, P. (1986). — Les Schistes carton du Quercy, témoins de la transgression toarcienne. — *Doc. Bur. Rech. geol. min.*, Orléans, 110, 215-230.

- CUBAYNES, R., FAURÉ, P., BOUTET, C. & DELFAUD, J. (1984). — La mégaséquence d'ouverture du Lias quercynois (bordure sud-ouest du Massif Central Français) : rapports entre environnements sédimentaires et palynofaciès, contexte climatique. — *C.R. Acad. Sci. Paris*, **298**, sér. II, 3, 83-88.
- CUBAYNES, R., BOUTET, C., DELFAUD, J. & FAURÉ, P. (1984). — La mégaséquence d'ouverture du Lias quercynois (bordure sud-ouest du Massif Central Français). — *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, **8**, 2, 330-370.
- CUBAYNES, R., FAURÉ, P., HANTZPERGUE, P., LEFAVRAIS-RAYMOND, A., PÉLISSIÉ, T. & REY, J. (1987). — Le Jurassique du Quercy. — *Strata*, Toulouse, **2**, 7, 161 pp.
- CUBAYNES, R., FAURÉ, P., HANTZPERGUE, P., PÉLISSIÉ, T. & REY, J. (1989). — Le Jurassique du Quercy : Unités lithostratigraphiques, stratigraphie et organisation séquentielle, évolution sédimentaire. — *Bull. Soc. géol. France*, **3**, 33-62.
- DAMES, W. (1872). — Die Echiniden der nordwestdeustchen Jurabildungen. — *Zeitsch. Deutsch. Geol. Ges.*, Abt 2, **24**, 615-648.
- DARDEAU, G. (1983). — Le Jurassique des Alpes-Maritimes (France). Stratigraphie, paléogéographie, évolution du contexte structural à la jonction des dispositifs dauphinois, briançonnais et provençal. — *Thèse Doct. d'Etat Univ. Nice*, 391 pp.
- DARDEAU, G. & LAURIN, B. (1982). — Les Rhynchonelles du Bathonien du domaine provençal : liaison entre l'installation des peuplements et les modalités de la transgression bathoniennne dans les Alpes-Maritimes. — *Geobios*, Lyon, **15**, 4, 469-489.
- DAVEY, R.J. (1979). — The stratigraphic distribution of dinocysts in the Portlandian (latest jurassic) to Barremian (Early Cretaceous) of northwest Europe. — *Amer. Assoc. stratigr. Palynologists, Contributions Series*, **5B**, 48-81.
- DAVEY, R.J. & WILLIAMS, G.L. (1966a). — The genera *Hystriophphaera* and *Achromosphaera*. — In : DAVEY, R.J., DOWNIE, C., SARJEANT, W.A.S. & WILLIAMS, G.L. (eds.) : Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts. — *Bull. brit. Mus. nat. Hist. Geol.*, Suppl. **3**, 28-52.
- DAVEY, R.J. & WILLIAMS, G.L. (1966b). — The genus *Hystriophphaeridium* and its allies. — In : DAVEY, R.J., DOWNIE, C., SARJEANT, W.A.S. & WILLIAMS, G.L. (eds.) : Studies on Mesozoic and Cenozoic dinoflagellate cysts. — *Bull. brit. Mus. nat. Hist. Geol.*, Suppl. **3**, 53-106.
- DAVID, B. & FOURAY, M. (1984). — Variabilité et disjonction évolutive des caractères dans les populations de *Micraster* (Echinoidea, Spatangoidea) du Crétacé supérieur de Picardie. — *Geobios*, **17** (4), 447-476.
- DAVIDSON, T. (1851). — A monograph of british oolitic and liasic Brachiopoda. Part III. — *Palaeont. Soc.*, London, **4**, 64 pp.
- DAVIDSON, T. (1878). — A monograph of the british fossil Brachiopoda. Supplement to the jurassic and triassic species. — *Palaeont. Soc.*, London, **32**, pt. II, 2, 145-241.
- DAVIES, E.H. (1983). — The dinoflagellate Oppelzonation of the Jurassic-Lower Cretaceous sequences in the Sverdrup Basin, Arctic Canada. — *Bull. geol. Surv. Canada*, **359**, 1-59.
- DAVIES, E.H. (1985). — The miospore and dinoflagellate cyst Oppelzonation of the Lias of Portugal. — *Palynology*, **9**, 105-132.
- DEAN, W.T., DONOVAN, D.T. & HOWARTH, M.K. (1961). — The Liassic ammonite Zones and Subzones of the North West European Province. — *Bull. brit. Mus. nat. Hist. Geol.*, London, **4**, 10, 435-505.
- DEBRAND-PASSARD, S. (1982). — Le Jurassique supérieur du Berry (Sud du Bassin de Paris). — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Orléans, **119**, 226 pp.
- DEBRAND-PASSARD, S., LORENZ, J. & TINTANT, H. (1974). — Précisions sur le passage Dogger-Malm et la série Jurassique supérieur dans le Sud du Bassin de Paris (région d'Issoudun, Indre). — *Bull. Soc. géol. France*, Paris (7), **16**, 4, 470-475.
- DEBRAND-PASSARD, S., ENAY, R., RIOLLET, M., CARIOU, E., MARCHANT, D. & MENOT, J.C. (1980). — Jurassique supérieur. — In : *Synthèse géologique du Bassin de Paris*. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Orléans, **101**, 195-253.
- DEBRAND-PASSARD, S., COURBOULEIX, S. & LIENHARDT, M.J. (1984). — Synthèse géologique du Sud-Est de la France. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Orléans, **125** et 126.
- DEFLANDRE, G. (1938). — Microplancton des mers jurassiennes conservé dans les marnes de Villers-sur-Mer (Calvados). Etude liminaire et considérations générales. — *Trav. Stat. Zool. Wimereux*, **13**, 147-200.
- DELANCE, J.H. (1974). — Zeilleridés du Lias d'Europe Occidentale (Brachiopodes). Systématique des populations, phylogénie, biostratigraphie. — *Mém. géol. Univ. Dijon*, **2**, 410 pp.
- DELANCE, J.H. & LAURIN, B. (1983). — Contrôle de l'évolution des brachiopodes mésozoïques par les facteurs de l'environnement. Modalités, Rythmes et Mécanismes de l'Evolution biologique. — *Coll. int. C.N.R.S.*, **330**, 91-99.
- DELANCE, J.H. & RUGET, C. (1989). — Foraminifères du Dogger nivernais. — *Rev. Micropaléont.*, **32**, 3, 195-214.
- DELANCE, J.H. & TINTANT, H. (1965). — Les *Dictyothryis* du Jurassique de Bourgogne. — *Ann. Paléont.*, Paris, Invertébrés, **51**, 2, 117-150.
- DELANCE, J.H., FAUCONNIER, D., JACOB, C., LAURIN, B., MARCHANT, D. & TINTANT, H. (1978). — Répartition des faunes d'ammonites, de brachiopodes, de foraminifères, d'ostracodes et des flores dans les principales formations lithologiques du Jurassique supérieur de la Champagne berrichonne, départements du Cher et de l'Indre. Comparaison des échelles ainsi obtenues avec les résultats de l'étude des argiles. — *Bull. Inf. Géol. Bassin de Paris*, **15**, 2, 33-51.
- DELANCE, J.H., FAURÉ, Ph. & LAURIN, B. (1982). — Distribution biostratigraphique des Brachiopodes du Lias des Corbières Orientales (Aude). — *9^e R.A.S.T.*, Paris 1982, Soc. géol. France (ed.) : Paris, 192 pp.
- DELANCE, J.H., ALMERAS, Y., LAURIN, B., MOULAN, G. (1984). — Brachiopodes du Lias. — In : MOUTERDE, R., Chapitre Lias, synthèse géologique du Sud-Est de la France. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Orléans, **125**, 127-128.
- DELFAUD, J. (1982). — Le passage plate-forme/continent sous Mangrove : les faciès à lignites du Dogger de la plate-forme occitane. — *Géol. Méditerr.*, **9**, 3, 185-191.

- DEPÈCHE, F. (1969a). — Description de quelques nouveaux ostracodes du Bathonien lorrain. — *Rev. Micropaléont.*, Paris, 12 (2), 107-118.
- DEPÈCHE, F. (1969b). — Etude micropaléontologique du Bathonien des Causses du Quercy (Région de Cajarc). — *Rev. Micropaléont.*, Paris, 11, (4), 210-216.
- DEPÈCHE, F. (1969c). — Les ostracodes du Callovien inférieur et moyen du sondage Chonville 1 (Meurthe et Moselle, France). — *Bull. Centre Rech. Pau - SNPA*, 3 (2), 259-285.
- DEPÈCHE, F. (1973). — Etude des Ostracodes du Dogger du Bassin Parisien I. Ostracodes du Bathonien inférieur et de la base du Bathonien moyen de Port-en-Bessin. — *Rev. Micropaléont.*, Paris, 15 (4), 213-226.
- DEPÈCHE, F. (1984). — Les Ostracodes d'une plate-forme continentale au Jurassique. Recherches sur le Bathonien du Bassin parisien. — *Thèse d'État, Université Pierre-et-Marie-Curie*, Paris, 8438, 419 pp.
- DEPÈCHE, F. (1985). — Lias supérieur, Dogger, Malm. — In : OERTLI, H.J. (éd.), *Atlas des Ostracodes de France*. — *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf Aquitaine*, 9, 119-145.
- DERCOURT, J., RICOU, L.E. & VRIELYNCK, B. (1993). — Tethys Palaeoenvironmental Maps. — Gauthier-Villars (ed.) : Paris, 307 pp.
- DERIN, B. & REISS, Z. (1966). — Jurassic Microfauna of Israel. — *Israel Inst. Petrol. Spec. Publ.*, 1-43.
- DESLONGCHAMPS-EUDES, E. (1857). — Description des couches du Système Oolithique inférieur, suivie d'un catalogue descriptif des Brachiopodes qu'elles renferment. — *Bull. Soc. linn. Normandie*, 2, 312-367.
- DESLONGCHAMPS-EUDES, E. (1859). — Note sur les Brachiopodes du Callovien de la Voulte et autres localités du département de l'Ardèche. — *Bull. Soc. linn. Normandie*, Caen, 4, 3-10.
- DESLONGCHAMPS-EUDES, E. (1862-1885). — Paléontologie française. Terrains jurassiques. VI : Brachiopodes. — Masson (éd.) : Paris, 448 pp.
- DESLONGCHAMPS-EUDES, E. (1877). — Etudes paléontologiques des divers niveaux jurassiques de la Normandie. Premier ordre des Mollusques. — In : « Le Jura normand » : Monographie VI, 32-78.
- DESOR, E. (1858). — Synopsis des Echinides fossiles. — Reinwald (éd.) : Paris, 490 pp.
- DFTRAZ, H. & MOJON, P.O. (1989). — Evolution paléogéographique de la marge jurassienne de la Téthys du Titonique-Portlandien au Valanginien : corrélations biostratigraphique et séquentielle des faciès marins à continentaux. — *Eclogae geol. Helv.*, Basel, 82, 37-112.
- DEVRIES, A. (1965). — Intérêt stratigraphique de l'évolution des caractères chez les échinides Spatangoidea au Crétacé inférieur (et au Crétacé en général). — In : Colloque sur le Crétacé inférieur (Lyon, septembre 1963). — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, 34, 419-427.
- DIETL, G. (1981a). — Über *Macrocephalites* (Ammonoidea) aus dem Aspidoides-Oolith und die Bathonium/callovium-Grenzschichten der Zollernalb (SW-Deutschland). — *Stuttg. Beitr. Naturk.*, Stuttgart, 68, B, 1-15.
- DIETL, G. (1981b). — Zur systematischen Stellung von *Ammonites subfurcatus* ZIETEN und deren Bedeutung für die *subfurcatum*-Zone (Bajocium, Middle Jura). — *Stuttg. Beitr. Naturk.*, Stuttgart, 81, B, 11 p.
- DIETL, G. (1987). — The Braunjura (Brown Jurassic) in Southwest Germany. — *Stuttg. Beitr. Naturk.*, Stuttgart, 25, B, 41 p.
- DIETL, G. (1991). — The Lamberti zone of the Swabian Jurassic : preliminary note. — In : 3rd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Poitiers, abstr., 34.
- DIETL, G. (1993). — Der punctulatum-Horizont ; ein neuer Ammonitenfaunen-Horizont aus dem schwäbischen Ornat-Ton (Ober-Callovium, Mittlerer Jura). — *Geol. Bl. Nordost-Bayern angrenz. Geb.*, 43, (1-3), 15-32.
- DIETL, G. & CALLOMON, J.H. (1988). — Der Orbis-Oolith (Ober-Bathonium, Mittl. Jura) von Sengenthal/Opf. Fränk. Alb, und seine Bedeutung für Korrelation und Gliederung der Orbis-zone. — *Stuttg. Beitr. Naturk.*, 142, B, 1-31.
- DIETL, G. & HAAG, W. (1989). — Über die « Sowerby-Zone » (Bajocium) in einem Profil bei Nennigen (östl. Schwäb. Alb). — *Stuttg. Beitr. Naturk.*, Stuttgart, 60, B, 11 pp.
- DIETL, G., BEMMERER, F. & NETH, G. (1979). — Zur Stratigraphie des Subfurcaten-Ooliths (Ober-Bajocium, Dogger) entlang der mittleren Schwäbischen Alb, Baden-Württemberg. — *Jahrg. Ges. Natkd. Württemb.*, Stuttgart, 134, 85-95.
- DODEKOVA, L. (1967). — Les dinoflagellés et acritarches de l'Oxfordien Kimméridgien de la Bulgarie du Nord-Est. — *Annu. Univ. Sofia, Fac. Géol. et Géogr.*, 60, Livre 1, Géol., 1965-1966, 9-30.
- DOMMERGUES, J.-L. (1979). — Le Carixien bourguignon : Biostratigraphie, Paléogeographie, Approches paléontologique et sédimentologique. — *Thèse Doct. 3^e cycle, Univ. Dijon* (5), 195 pp.
- DOMMERGUES, J.-L. (1983). — Les ammonites du Sinémurien supérieur de Bourgogne (France) : biostratigraphie et remarques paléontologiques. — *Rev. Paléobiol.*, Genève, 12, 1.
- DOMMERGUES, J.-L. (1984). — L'évolution chez les ammonitina du Lias moyen (Carixien, Domérien basal) en Europe occidentale. — *Thèse Doct. État, Univ. Lyon*, 1-303.
- DOMMERGUES, J.-L. (1987). — L'évolution chez les ammonitina du Lias moyen (Carixien, Domérien basal) en Europe occidentale. — *Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, 98, 297 pp.
- DOMMERGUES, J.-L. (1993). — Les ammonites du Sinémurien supérieur de Bourgogne (France) : biostratigraphie et remarques paléontologiques. — *Rev. Paléobiol.*, Genève, 12, 1.
- DOMMERGUES, J.-L. & MEISTER, C. (1985). — Précision sur la limite Carixien Domérien dans les Causses (France). — *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.*, Lausanne, 367, 77, 255-261.
- DOMMERGUES, J.-L. & MEISTER, C. (1986). — Une nouvelle espèce de *Fuciniceras* du Domérien des Causses : *Fuciniceras fontaneillesi* nov. sp. — *Geobios*, Lyon, 19, 5, 653-660.
- DOMMERGUES, J.-L. & MEISTER, C. (1987a). — La biostratigraphie des ammonites du Carixien (Jurassique inférieur) d'Europe occidentale : un test de la méthode des

- associations unitaires. — *Eclogae. geol. Helv.*, Basel, **80**, 3, 313-335.
- DOMMERGUES, J.-L. & MEISTER, C. (1987b). — Succession des faunes d'ammonites au Langenegrat (Préalpes médiannes, région de Toune, Suisse) : une série de référence dans le Sinémurien supérieur. — *Geobios*, Lyon, **20**, 3, 313-335.
- DOMMERGUES, J.-L. & MEISTER, C. (1989). — Succession des faunes d'ammonites du Sinémurien supérieur dans le Chablais méridional et les Klippes de Savoie (Préalpes médianes, Hautes Savoie, France). — *Geobios*, Lyon, **22**, 4, 455-483.
- DOMMERGUES, J.-L. & MEISTER, C. (1990a). — De la « Grosse Pierre des Encombres » aux Klippes de Suisse centrale : un test d'homogénéité des paléoenvironnements subbriançonnais et des contraintes paléobiogéographiques alpines par les ammonites du Lias moyen. — *Bull. Soc. géol. France*, Paris, (8) **6**, 4, 635-646.
- DOMMERGUES, J.-L. & MEISTER, C. (1990b). — Les faunes d'ammonites liasiques de l'Astroalpin moyen dans les Alpes rhétiques italiennes (région de Livigno) ; biostratigraphie et implications paléogéographiques. — *Rev. Paléobiol.*, Genève, **9**, 2, 291-307.
- DOMMERGUES, J.-L. & MEISTER, C. (1991a). — Area of mixed marine faunas between two major paleogeographical realms, exemplified by the Early Jurassic (Late Sinemurian and Pliensbachian) ammonites in the Alps. — *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, Amsterdam, **86**, 265-282.
- DOMMERGUES, J.-L. & MEISTER, C. (1991b). — Fréquence de présence des horizons et mise en évidence de fluctuations de l'environnement ; exemple dans le Lias nord-ouest européen. — *C. R. Acad. Sci.*, Paris, (2) **313**, 977-982.
- DOMMERGUES, J.-L. & MEISTER, C. (1992). — Late Sinemurian and Early Carixian ammonites in Europe with cladiistic analysis of sutural characters. — *N. Jb. geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, **185**, 211-237.
- DOMMERGUES, J.-L. & MOUTERDE, R. (1978). — Les faunes d'ammonites du Carixien inférieur et moyen des Cottard (Cher). — *Geobios*, Lyon, **11**, 3, 345-365.
- DOMMERGUES, J.-L. & MOUTERDE, R. (1982). — *Reynesocoeloceras praeincertum* nov. sp. (Ammonitina, Carixien moyen). Remarques sur l'origine du genre *Reynesocoeloceras*. — *Geobios*, Lyon, **15**, 5, 757-763.
- DOMMERGUES, J.-L., DONOVAN, D.T., CALLOMON, J.H. & HOWARTH, M.K. (1981). — Classification of the Jurassic Ammonitina. — In : HOUSE, M.R. & SENIOR, J.R. (eds.) : « The Ammonoidea ». — *Spec. Publ. Systematics Assoc.*, Academic Press, London, **18**, 101-155.
- DOMMERGUES, J.-L., FERRETTI, A., GECZY, B. & MOUTERDE, R. (1983). — Élément de corrélation entre faunes d'ammonites mésogéennes (Hongrie, Italie) et subboréales (France, Portugal) au Carixien et au Domérien inférieur. — *Geobios*, Lyon, **16**, 4, 471-499.
- DOMMERGUES, J.-L., FAURÉ, P. & MOUTERDE, R. (1984). — Le genre *Prodactylioceras* (Ammonitina, Pliensbachien inférieur) : biostratigraphie, paléobiogéographie et modalités évolutives. Description d'une espèce nouvelle *Prodactylioceras aurigeriense* nov. sp. — *Geobios*, Lyon, **17**, 1, 77-83.
- DOMMERGUES, J.-L., FAURÉ, P. & PFYBERNÈS, B. (1986). — Le Lotharingien inférieur du Djebel Oust (Tunisie) ; description d'ammonites nouvelles (Asteroceratinae, Arieticeratinae). — *C. R. Acad. Sci.*, Paris, (2) **302**, 1111-1116.
- DOMMERGUES, J.-L., MEISTER, C. & METTRAUX, M. (1990). — Succession des faunes d'ammonites du Sinémurien et du Pliensbachien dans les Préalpes médianes de Suisse romane (Vaud et Fribourg). — *Geobios*, Lyon, **23**, 3, 307-341.
- DONOVAN, D.T. & FORSEY, G.F. (1973). — Systematics of Lower Liassic Ammonitina. — *Univ. Kansas, Paleont. Contr.*, Lawrence, **64**, 1-18.
- DONOVAN, D.T. (1961). — The liassic Ammonite zones and subzones of the North-West european province. — In : DEAN, W.T., DONOVAN, D.T. & HOWARTH, M.K. (eds.). — *Bull. brit. Mus. nat. Hist.*, 4, 10, 437-505.
- DONOVAN, D.T., CURTIS, M.T. & CURTIS, A. (1989). — A psiloceratid ammonite from the supposed Triassic Penarth Group of Avon, England. — *Palaeontology*, London, **32**, 1, 231-235.
- DONZE, P. (1955). — Sur la répartition des zones de faciès et sur l'âge des dépôts purbeckiens dans le Jura français. — *C. R. Acad. Sci. Paris*, **241**, 1964-1965.
- DONZE, P. (1958). — Les couches de passage du Jurassique au Crétacé dans le Jura français et sur le pourtour de la « fosse vocontienne » (Massifs subalpins septentrionaux, Ardèche, Grands-Causses, Provence, Alpes-Maritimes). — *Thèse Fac. Sci. Univ. Lyon*, 1-221.
- DONZE, P. (1960). — Les formations du Jurassique terminal dans la partie NW de l'île d'Oléron (Charente-Maritime). — *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, **5**, 5-30.
- DONZE, P. (1962a). — Contributions à l'étude paléontologique de l'Oxfordien supérieur de Trept (Isère). — *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, n. sér., **8**, 125-142.
- DONZE, P. (1962b). — Etudes stratigraphique et micropaléontologique d'un sondage du Lias inférieur et moyen de Lorraine. Contribution à l'étude du stratotype du Lotharingien. — *Coll. Jurassique*, Luxembourg, 609-617.
- DONZE, P. (1966). — Ostracodes de l'Hettangien entre Aubenas et Privas (Ardèche). — *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, n. sér., **13**, 121-139.
- DONZE, P. (1967). — Les ostracodes du sondage de Lanueville-devant-Nancy (Lotharingien de la région-type). — *Sciences de la Terre*, Nancy, 71-92.
- DONZE, P. (1968). — Espèces nouvelles d'ostracodes du Lias inférieur normand. — *Bull. Soc. linn. Normandie*, Caen, 10^e série, **9**, 78-87.
- DONZE, P. (1985). — Lias inférieur et moyen. — In : OERTLI, H.J. (ed.) : *Atlas des Ostracodes de France*. — *Bull. Cent. Rech. Expl.-Prod. Elf-Aquitaine*, Pau, mém. **9**, 101-117.
- DONZE, P. & ENAY, R. (1961). — Les Céphalopodes du Tithonique inférieur de la Croix-de-Saint-Concors près Chambéry (Savoie). — *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, n. sér., **7**, 236 p.
- DONZE, P. & ENAY, R. (1962). — Les ostracodes de la limite Dogger-Malm dans l'île Crémieu. — *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, n. sér., **8**, 142-157.

- DONZE, P. & GAILLARD, C. (1978). — Répartition biostratigraphique des principaux ostracodes dans l'Oxfordien du Sud du Jura français. — *Rev. Micropaléont.*, Paris, **21** (3).
- DÖRHÖFER, G. & DAVIES, E.H. (1980). — Evolution of archeopyle and tabulation in Rhaetogonyaulacinean Dinoflagellate cysts. — *Royal Ontario Museum, Life Sciences Miscellaneous Pub.*, 1-91.
- DÖRING, H., EIERMANN, H., HALLER, W. & WIENHOLZ, E. (1976). — Biostratigraphische Untersuchungen im Malm und Wealden der Insel Rügen. — *Jb. geol.*, **5/6**, 711-783.
- DOUGLAS, J.A. & ARKELL, W.J. (1928). — The stratigraphical distribution of the Cornbrash. I. The South-Western Area. — *Quart. J. geol. Soc. London*, **84**, 117-178.
- DOUGLAS, J.A. & ARKELL, W.J. (1932). — The stratigraphical distribution of the Cornbrash. II. The North-Eastern area. — *Quart. J. geol. Soc. London*, **88**, 112-170.
- DOUGLAS, J. A. & ARKELL, W.J. (1935). — On a new section of fossiliferous Upper Cornbrash at Enslow Bridge near Oxford. — *Quart. J. geol. Soc. London*, **91**, 318-322.
- DOUVILLE, H. (1886). — Sur quelques Brachiopodes du terrain jurassique. — *Bull. Soc. Sci. Hist. nat. Yonne, Auxerre*, 43-102.
- DOUVILLE, R. (1881). — Note sur la partie moyenne du terrain jurassique dans le Bassin de Paris et sur le terrain corallien en particulier. — *Bull. Soc. géol. France*, Paris, **3**, 9, 439-474.
- DOWNIE, C. (1957). — Microplankton from the Kimmeridge Clay. — *Quart. J. geol. Soc., London*, **112**, 413-434.
- DOYLF, P. (1990). — The British Toarcian (Lower Jurassic) belemnites. Part 1. — *Paleontol. Soc.*, **144**, 1-49.
- DREXLER, E. (1958). — Foraminiferen und Ostracoden aus dem Lias - von Siebeldingen/Pfalz. — *Geol. Jb.*, Hannover, **75**, 475-537.
- DROMART, G. (1986). — Faciès grumeleux, noduleux et cryptalgare des marges jurassiennes de la Téthys nord-occidentale et de l'Atlantique central : genèse, paléoenvironnements et géodynamique associée. — *Thèse Doct., Univ. Lyon I*, 154 pp.
- DRUGG, W.S. (1978). — Some Jurassic dinoflagellate cysts from England, France and Germany. — *Palaontographica*, **168**, 61-79.
- DUBAR, G. (1925). — Etudes sur le Lias des Pyrénées françaises. — *Mém. Soc. géol. Nord*, Lille, **9**, 1, 332 pp.
- DUBAR, G. (1931). — Brachiopodes liasiques de Catalogne et des régions voisines. — *Bull. Inst. catalan. Hist. nat.*, Barcelone, sér. 2, **31**, 4, 103-180.
- DUBAR, G., MOUTERDE, R. & LLOPSIS LLADO, N. (1963). — Première récolte d'une ammonite de l'Hettangien inférieur dans les calcaires dolomitiques de la région d'Avides (Asturies, Espagne du Nord). — *C. R. Acad. Sci., Paris*, **257**, 2306-2308.
- DUBAR, G., ELMI, S., MOUTERDE, R. & PERROT, C. (1971). — Divisions et limites de l'Aalénien (SE de la France et quelques régions méridionales). — *2nd Coll. Jurassique, Luxembourg*, 1967. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Paris, **75**, 397-410.
- DUFRAURE, P. (1958). — Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique et du Néoco-
- mien de l'Aquitaine à la Provence. — *Rev. Micropaléont.*, **1**, 2, 87-115.
- DUGUE, G. (1989). — Géodynamique d'une bordure de massifs anciens. La bordure occidentale du Bassin anglo-parisien au Callovo-Oxfordien. Pulsations épilogéniques et cycles eustatiques. — *Thèse Univ. Caen*, 593 pp.
- DUMORTIER, E. (1867). — Etudes paléontologiques sur les dépôts jurassiques du Bassin du Rhône - Lias inférieur. — Savy, F. (éd.) : Paris, **2**, 1-252.
- DUMORTIER, E. (1869). — Etudes paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône. Lias moyen. — Savy, F. (éd.) : Paris, **3**, 351 pp.
- DUMORTIER, E. (1874). — Etudes paléontologiques sur les dépôts jurassiques du Bassin du Rhône. — Savy, F. (éd.) : Paris, **4**, 375 pp.
- DUMORTIER, E. & FONTANNES, F. (1875). — Description des Ammonites de la zone à *Ammonites tenuilobatus* du Crussol (Ardèche) et de quelques autres fossiles jurassiques nouveaux ou peu connus. — *Mém. Acad. Lyon, cl. Sci.*, **21**, 1-160.
- DUPIN, F. (1968). — Deux nouvelles espèces de Dinoflagellés du Jurassique d'Aquitaine. — *Cah. Micropaléont.*, **450**, sér. 1, n° 8, 1-5.
- DURAND-DELGA, M. & REY, M. (1982). — Découverte de Calpionelles dans le Jurassique terminal et le Crétacé basal de l'Algarve (Portugal). — *C.R. Acad. Sci. Paris*, **295**, 237-242.
- DURHAM, J.W. & MELVILLE, R.V. (1957). — A classification of Echinoids. — *J. Paleont.*, **31**(1), 242-272.
- DURHAM, J.W., FELL, H.B., FISCHER, A.G., KIER, P.M. & MELVILLE, R.V. (1966). — Echinoids. — In: MOORE, R.C. (ed.): *Treatise on Invertebrate Paleontology*; Kansas Univ. Press., Geol. Soc. Amer., Inc., Lawrence, Kansas, USA, Part U, Echinodermata **3**, 1, 2.
- DUXBURY, S. (1983). — A study of dinoflagellate cysts and acritarchs from the Lower Greensand (Aptian to Lower Albian) of the Isle of Wight, southern England. — *Palaontographica, Abt. B*, **186**, 18-80.
- EBRAY, Th. (1858). — Études paléontologiques sur le département de la Nièvre. — Paris, 52 pp.
- EHREMBERG, C.G. (1836). — Bemerkungen über feste mikroskopische, anorganische Formen in den erdigen und derben Mineralien. — *Ber. dtsch. Akad. Wiss. Berl.*, 84-85.
- EISENACK, A. (1935). — Mikrofossilien aus Doggergeschieben Ostpreußens. — *Z. Geschiebeforschung*, **11**, 167-184.
- ELMI, S. (1967). — Le Lias supérieur et le Jurassique moyen de l'Ardèche. — *Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, **19**, 507 pp.
- ELMI, S. (1971). — Les zones d'ammonites dans la série Bajocien supérieur - Callovien de l'Oranie (Ouest algérien). — *Bull. Soc. géol. France*, Paris, 7^e sér., **13**, (1-2), 28-37.
- ELMI, S. (1977). — Différences chronologiques dans l'évolution morphologique des dimorphes d'une même lignée (ammonoïdes jurassiques). Coll. « Polymorphisme chez les Mollusques ». Dijon, 1975. — *Haliotis*, Soc. franç. Malacol., Paris, **6**, 71-95.

- ELMI, S. & ALMERAS, Y. (1984). — Physiography, palaeotectonics and palaeoenvironments as controls of change in ammonite and brachiopod communities (an example from the Early and Middle Jurassic of Western Algeria). — *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, Amsterdam, 47, 347-360.
- ELMI, S. & BENSHILI, K. (1987). — Relations entre la structuration tectonique, la composition des peuplements et l'évolution; exemple du Toarcien du Moyen-Atlas méridional (Maroc). — *Boll. Soc. paleont. Italiana*, Torino, 26 (1-2), 47-62.
- ELMI, S. & CALOO-FORTIER, B. (1985). — Eléments essentiels des peuplements d'Ammonites du Toarcien terminal-Aalénien en Oranie (Algérie occidentale). — *Cah. Inst. catho. Lyon*, 14, 43-57.
- ELMI, S., FAUGÈRES, J. C. (1974). — Chronostratigraphie et interprétation séquentielle de la série Lias-Dogger du flanc NW du Dohar-en-Sour (Rides préfinales, Maroc sept.). — *Notes Serv. géol. Maroc*, 36 (264), 69-79.
- ELMI, S. & MOUTERDE, R. (1965). — Le Lias inférieur et moyen entre Aubenas et Privas (Ardèche). — *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, (NS) 12, 143-246.
- ELMI, S. & RULLEAU, L. (1991). — Le Toarcien des carrières Lafarge : cadre biostratigraphique de référence pour la région lyonnaise. — *Geobios*, 24-3, 315-331.
- ELMI, S. & RULLEAU, L. (1993). — Le Jurassique du Beaujolais méridional. — *Geobios*, mém. spéc. 15, 139-155.
- ELMI, S., ATROPS, F. & MANGOLD, C. (1974). — Les zones d'Ammonites du Domérien-Callovien de l'Algérie occidentale. — *Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, 61, 1-83.
- ELMI, S., GUERIN-FRANIATTE, S. & MOUTERDE, R. (1974). — Les subdivisions biostratigraphiques de l'Hettangien en France. — Coll. Jurassique, Luxembourg, 1967. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, 75, 1971, 513-520.
- ELMI, S., ALMERAS, Y., AMEUR, M. & BENHAMOU, M. (1985). — Précisions biostratigraphiques et paléoécologiques sur le Lias des environs de Tiffrif (Saïda, Algérie occidentale). — *Cah. Inst. catho. Lyon*, 14, 15-42.
- ELMI, S., BENSHILI, K. & RULLEAU, L. (1986). — Position stratigraphique et systématique des groupes de l'*Ammonites bayani* (Crassiceras) et de l'*Ammonites gruneri* (Gruneria) dans le Toarcien mésogénien. — Conv. Foss., Evol., Ambiente, Comm. R. Piccinini, Pergola 1984, PAL-LINI (éd.) : Pesaro, 93-109.
- ELMI, S., BROUDER, P., BERGER, G., GRAS, R., BUSNARDO, R., BERARD, P. & VAUTRELLE, C. (1989). — Notice explicative, carte géol. de France (1/50 000), feuille Bessèges. — *Bur. Rech. géol. min.* (éd.) : Orléans, 115 pp.
- ELMI, S., ALMERAS, Y. & BENSHILI, K. (1991). — Influence de l'évolution paléogéographique sur les peuplements au cours du Lias dans le Moyen-Atlas Marocain. — Coll. Géologie franco-marocain, Sci. Géol., Strasbourg, 83 (1989), 115-131.
- ELMI, S., DROMARD, G., GLOT, D., MANIVIT, H., COURTINAT, B., RUGET, C., STEINBERG, M., DEPÈCHE, F., FAUCONNIER, D., GARDIN, S., RAUSCHER, R., REALE, V. & SCHULER, M. (1991a). — La succession stratigraphique (Trias-Jurassique) du sondage Balazuc 1 (programme Géologie profonde de la France, Ardèche): un exemple d'épaisseissement remarquable le long d'une marge tectoniquement contrôlée. — *C.R. Acad. Sci. Paris*, 313, 2, 427-433.
- ELMI, S., GABILLY, J., MOUTERDE, R. & RULLEAU, L. (1991b). — Toarcien. — 3rd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Poitiers, rés., 127.
- ELMI, S., GABILLY, J., MOUTERDE, R., RULLEAU, L. & ROCHA, R. (1994). — L'étage toarcien de l'Europe et de la Tethys, divisions et corrélations. — CARIOU & HANTZPERGUE (eds.) : 3rd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Poitiers, 1991. — *Geobios*, Mém. sp. 17, 16-30.
- ENAY, R. (1963). — La nomenclature stratigraphique du Jurassique terminal, ses problèmes et sa normalisation. — *Bull. Rech. géol. min.*, Paris, 59, 1-9.
- ENAY, R. (1964a). — L'étage Tithonique. Coll. Jurassique, Luxembourg 1962. — *C.R. et Mém. Inst. gr.-duc., Sci. nat., phys., math.*, Luxembourg, 355-379.
- ENAY, R. (1964b). — Les faunes d'ammonites et la zonation de l'Oxfordien supérieur du Jura méridional. Coll. Jurassique, Luxembourg, 1962. — *C.R. et Mém. Inst. gr.-duc., Sect. Sci. nat. phys., math.*, 487-501.
- ENAY, R. (1966a). — L'Oxfordien dans la moitié sud du Jura français. Étude stratigraphique. — *Nouv. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon*, VIII, I (Stratigraphie), 324 pp.; II (Paléontologie), 300 pp.
- ENAY, R. (1966b). — Le genre *Gravesia* (Ammonitina jurassique) dans le Jura français et les chaînes subalpines. — *Ann. Paléont.*, Paris, 3, 1, 96-105.
- ENAY, R. (1971). — Tithonique/Portlandien (sens français). — In : MOUTERDE, R. (éd.) : Les zones du Jurassique en France. — *C. R. Soc. géol. France*, Paris, 1971, 6, 23-25.
- ENAY, R. (1980). — Portlandien. — In : MEGNIEN, C. (éd.) : Synthèse géologique du Bassin de Paris. I : Stratigraphie et paléogéographie. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Orléans, 101, 226-236.
- ENAY, R. (1983). — Spéciation phylétique dans le genre d'Ammonite téthysien *Semiformiceras Spath* du Tithonique inférieur des chaînes bétiques (Andalousie, Espagne). — Coll. int. CNRS, 330, Modalités, rythmes et mécanismes de l'évolution biologique, Dijon 1982, 115-123.
- ENAY, R. (1985). — Seuils et voies d'échanges : rôle dans la distribution et l'évolution des ammonites jurassiques. — In : La Géodynamique des seuils et des hauts-fonds. — *Bull. Sect. Sci. Biol. natl.*, Paris (éd.), 9, 203-215.
- ENAY, R. & BOULLIER, A. (1981). — L'âge du complexe récifal des Côtes de Meuse entre Verdun et Commercy et la stratigraphie de l'Oxfordien dans l'Est du Bassin de Paris. — *Geobios*, Lyon, 14, 6, 727-771.
- ENAY, R. & CECCA, F. (1986). — Structure et évolution des populations tithoniques du genre d'ammonites téthysien *Haploceras Zittel*, 1868. — Atti 1 Conv. Fossili, Evol., Ambiente, Pergola 1984, 37-67.
- ENAY, R. & ELMI, S. (1961). — Observations nouvelles sur le Lias supérieur et la limite Lias-Bajocien dans l'île Crémieu (Jura méridional tabulaire). Colloque sur le Lias français, C.R. Congrès Soc. savantes. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, 4, Chambéry 1960, 649-654.
- ENAY, R. & GEYSSANT, J. (1975). — Faunes d'ammonites du Tithonique des chaînes bétiques (Espagne méridionale). — In : Coll. limite Jurassique-Crétacé, Lyon, Neuchâtel 1973. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, 86, 39-55.

- ENAY, R. & MELENDEZ, G. (1984). — Report of the Oxfordian Working Group. — Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Erlangen; MICHELSSEN, O. & ZEISS, A. (eds.): 1, 87-103.
- ENAY, R., TINTANT, H. & CARIOU, E. (1971). — Les faunes oxfordiennes d'Europe méridionale, essai de zonation. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, 75, 635-664.
- ENAY, R., TINTANT, H., RIOLU, M. (1971). — Les zones du Jurassique en France : Kimméridgien. — *C.R. somm. Soc. géol. France*, Paris, 97-98.
- ENAY, R., MANGOLD, C., CARIOU, C., CONTINI, D., DEBRAND-PASSARD, S., DONZE, P., GABILLY, J., LEFAVRAIS-RAYMOND, A., MOUTERDE, R. & THIERRY, J. (1980). — Synthèse paléogéographique du Jurassique français. — *Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, 5, R. sér., 210 pp.
- ENAY, R. et al. (1984). — Jurassique supérieur : Malm. — In : DEBRAND-PASSARD et al., Synthèse géologique du Sud-Est de la France. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Orléans, 125, 223-286.
- ENAY, R., LE NINDE, Y.M., MANGOLD, C., MANIVIT, J. & VASLET, D. (1987). — Le Jurassique d'Arabie Saoudite centrale : nouvelles données sur la lithostratigraphie, les paléoenvironnements, les faunes d'Ammonites, les âges et les corrélations. — *Geobios*, Mém. spec., 9, 13-65.
- ENAY, R., CONTINI, D. & BOULLIER, A. (1988). — Le Séquanien-type de Franche-Comté (Oxfordien supérieur) : datations et corrélations ; nouvelles conséquences sur la paléogéographie et l'évolution du Jura et régions voisines. — *Eclogae. geol. Helv.*, Bâle, 81, 2, 295-363.
- ENGEL, T. (1883). — Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. Anleitung zum Erkennen der Schichten und zum Sammeln der Petrefakten. — Schweizerbart, E. (ed.) : Stuttgart, 1-326.
- ERBA, E. (1990). — Calcareous nannofossils biostratigraphy of some Bajocian sections from the Digne area (SE France). — *Mem. descr. Carta geol. Ital.*, 40, 237-256.
- ERBA, E. & QUADRI, B. (1987). — Biostratigrafia a nannofossili calcarei, calpionellidi e Foraminiferi planctonici della Maiolica (Titoniano superiore-Aptiano) nelle Prealpi Bresciane (Italia settentrionale). — *Riv. It. Paleont. Strat.*, 93/1, 3-108.
- ERKMEN, U. & SARJEANT, W.A.S. (1980). — Dinoflagellate cysts, acritarchs and tasmanitids from the uppermost Callovian of England and Scotland : with a reconsideration of the «*Xanthidium pilosum*» problem. — *Geobios*, 13, 45-99.
- ERNST, G. & SEIBERTZ, E. (1977). — Concepts and Methods of Echinoid Biostratigraphy. — In : KAUFFMANN & HAZEL : «Concepts and Methodes of Biostratigraphy», Dowdenn, Hutchinson & Ross (eds.) : Stroudsburg (Pennsylvania), 541-563.
- ETALLON, A. (1857). — Esquisse d'une description géologique du Haut-Jura, et en particulier des environs de St Claude. — *Ann. Soc. Agr.*, 2^e ser., 1, 247-354.
- ETALLON, A. (1858). — Etudes paléontologiques sur le Haut-Jura. Monographie du Corallien. Rayonnés. — *Mém. Soc. Emul. Doubs*, Besançon, 3, 153 pp.
- ETALLON, A. (1860). — Sur la classification des Spongiaires du Haut Jura et leur distribution dans les étages. — *Actes Soc. Jura Emul. Porrentruy*, 1858, 129-160.
- ETALLON, A. (1864). — Etudes paléontologiques sur le Jura graylois. — *Mém. Soc. Emul. Doubs*, Besançon (3), A, 221-507.
- ETZOLD, A., OHMERT, W. & BALLE, T. (1989). — Toarcium und unterstes Aalenium in Gebiet der Oberen Jagst nordöstlich Aalen. — *Jh. geol. Landesamt Bad. Württemb.*, 31, 23-68.
- EVITT, W.R. (1961). — *Dapcodinium priscum* n. gen., n. sp., a dinoflagellate from the Lower Lias of Denmark. — *J. Paleont.*, 35, 996-1002.
- EVITT, W.R. (1962). — Dinoflagellate synonyms : *Nannoeratopsis deflandrei* Evitt junior to *N. gracilis* Alberti. — *J. Paleont.*, 36, 1129-1130.
- EXTON, J. & GRADSTEIN, F.M. (1984). — Early Jurassic Stratigraphy and Micropaleontology of the Grand banks and Portugal. — In : WESTERMANN, G.E.G. (ed.) : Jurassic-Cretaceous Biochronology and Paleogeography of North America. — *Geol. Assoc. Canada*, spec. pap. 27, 13-30.
- FAUCONNIER, D. (1995). — Jurassic palynology from a borehole in the Champagne area France, with correlation of the Lower Callovian-Middle Oxfordian using Sequence Stratigraphy. — *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 87, 15-26.
- FAUCONNIER, D., COURTINAT, B., GARDIN, S., LACHKAR, G., & RAUSCHER, R. (1996). — Biostratigraphy of Triassic and Jurassic series in the borehole «Balazuc1» (GPF program). Stratigraphic context inferred from spores, pollen, dinoflagellate cysts and nannofossils. — *Marine and Petroleum Geol.*, 13, 6, 707-724.
- FAUGERAS, P. & BASSOULLET, J.P. (1988). — Découverte de foraminifères marqueurs biostratigraphiques dans le Dogger du Périgord (Nord du Bassin d'Aquitaine). — *C.R. Acad. Sci. Paris*, 306, II, 145-148.
- FAURÉ, P. (1981). — Le Lias de la Nappe des Corbières Orientales (Pyrénées navarro-languedociennes) (feuilles de Capendu, Leucate, Narbonne et Tuchan). — *Bull. Bur. Rech. géol. min.*, Orléans, 2^e sér., (1), 2, 135-151.
- FAURÉ, P. (1987). — Le Lias des Pyrénées Basco-Béarnaises Françaises. Approche biostratigraphique et sédimentologique. — *Strata*, Toulouse, (1), 3, 27-48.
- FAURÉ, P. & CUBAYNES, R. (1983). — La sous-zone à *Pleydellia celtica*, nouvel élément biostratigraphique de la zone à *Aalensis* dans le Toarcien du sud du Quercy. — *C.R. Acad. Sci. Paris*, 297, 681-686.
- FAURÉ, P. & PEYBERNÈS, B. (1983). — Le Lias de la Nurra (Sardaigne Nord-occidentale). Implications paléogéographiques. — *C.R. Acad. Sci. Paris*, 296, II, 1779-1802.
- FAVRE, A. (1867). — Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piedmont et de la Suisse voisine du Mont-Blanc. — Genève, 3 vol. + atlas.
- FAVRE, A. (1876). — Description des fossiles du terrain oxfordien des Alpes fribourgeoises. — *Mém. Soc. paléont. Suisse*, Genève, III, 2^e partie, 73 pp.
- FAVRE, E. (1880). — Description des fossiles des couches tithoniques des Alpes fribourgeoises. — *Mém. Soc. paléont. Suisse*, Genève, VI, 74 pp.
- FEIST-BURKHARDT, S. (1990). — Dinoflagellate cyst assemblages of the Haufen coreholes (Aalenian to Early Ba-

- jocian) Southwest Germany. — *Bull. Cent. Rech. Expl.-Prod. Elf Aquitaine*, 14, 2, 611-633.
- FEIST-BURKHARDT, S. (1992). — Palynological investigations in the Lower and Middle Jurassic of Switzerland, France and Germany : palynofacies and type of organic matter; dinoflagellate cyst morphology and stratigraphy. — *Thèse Doct. Univ. Genève*, 330 pp.
- FEIST, M. & SCHUDACK, M.E. (1991). — Correlation of chrysophyte assemblages from the nonmarine Jurassic-Cretaceous transition of NW Germany. — *Cretaceous Research*, 12, 495-510.
- FENSCOME, R.A. (1979). — Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Middle and Upper Jurassic of Jameson Land, East Greenland. — *Bull. Gront. geol. Unders.*, Kobenhavn, 132, 1-98.
- FENTON, J.P.G. (1981). — Taxonomic revision of selected dinoflagellate cysts from the Late Bajocian (Middle Jurassic) of northwest Germany. — *Rev. Palaeobot. Palynol.* 31, 249-260.
- FENTON, J.P.G. & FISHER, M.J. (1978). — Regional distribution of marine microplankton in the Bajocian and Bathonian of Northwest Europe. — *Palinologia*, num. extr., 1, 233-240.
- FENTON, J.P.G., NEVES, R., & PIEL, K.M. (1980). — Dinoflagellate cysts and acritarchs from Upper Bajocian to Middle Bathonian strata of central and southern England. — *Palaeontology*, 23, 151-170.
- FERNANDEZ-LOPEZ, S. (1985). — El Bajociense en la Cordillera Iberica. — *Tesis Doct. Fac. Ciencias Geologicas*, Univ. Compl. Madrid, 1-850.
- FERNANDEZ-LOPEZ, S., HENRIQUES, M.H., MOUTERDE, R., ROCHA, R.B. & SACKI, D. (1988). — Le Bajocien inférieur de Cap Mondego (Portugal). Essai de biozonation. — 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Lisbonne, 1987, 1, 301-313.
- FERRETTI, A. & MEISTER, C. (1994). — Composition des faunes d'ammonites dans l'Apennin des Marches et comparaison avec les principales régions téthysiennes et euroboréales. — In: PALLINI, G. (éd.): *Fossili, evoluzione, ambiente*, 3rd Pergola int. Symp., Pergola 1990, 143-153.
- FIELD, R. A. (1966). — Species of the family Cytherellidae (Ostracoda). — *Senckenb. lethaea*, 47 (1), 87-105.
- FIELD, R. A. (1967). — Cytherella drexlerae nom. nov., a replacement name for Cytherella inflata (Drexler, 1958). — *Senckenb. lethaea*, 48 (6), 534.
- FISCHER, J.C. (1969). — Géologie, paléontologie et paléo-écologie du Bathonien du Sud-Ouest du Massif ardennais. — *Mém. Mus. natl. Hist. nat. Paris*, sér. C. Sci. Terre, 20, 1-319.
- FISCHER, W. (1962). — Ostracoden der Gattungen Monoceratina ROTH 1926, Cytheropteron G. O. SARS 1865 und andere im Lias Zeta Schwabens. — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, 114 (3), 332-345.
- FISCHER, W. (1963). — Neue Arten der Ostracoden - Gattung Procytheridea PETERSON 1954 aus dem Oberen Lias Schwabens. — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* - Stuttgart, 6, 295-300.
- FISHER DE WALDHEIM, G. (1837). — *Oryctographie du Gouvernement de Moscou*: 202 pp.
- FLEURY, J.J. (1966). — Etude stratigraphique et micropaléontologique du Trias et du Jurassique de la région de Meyrueis (Lozère - Causses orientaux). — *Thèse doctorat 3^e cycle*, Paris (inédit).
- FLOQUET, A., LAURIN, B., LAVILLE, P., MARCHAND, D., MENOT, J.C., PASCAL, A. & THIERRY, J. (1989). — Les systèmes sédimentaires bourguignons d'âge Bathonien terminal-Callovien. — *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf Aquitaine*, 13, 1, 133-165.
- FORTWENGLER, D. & MARCHAND, D. (1994). — Nouvelles unités biochronologiques de la zone à Mariae (Oxfordien inférieur). — *Geobios*, mem. spéc. 17, 203-209.
- FOURAY, M. (1981). — L'évolution des *Micraster* (Echinides, Spatangoïdes) dans le Turonien-Coniacien de Picardie occidentale (Somme). Intérêt biostratigraphique. — *Ann. Paléont.* 67 (2), 81-127.
- FOURAY, M. & TARKOWSKI, R. (1991). — Intérêt biostratigraphique de *Micraster leskei* (Echinoidea, Spatangoidea) dans le Turonien de l'Europe. — *Bull. Bost. Pol. Acad. Sci., Earth Sci.*, 39 (3), 215-222.
- FOURCADE, E. (1963). — Etude micropaléontologique du Kimériddien des Charentes. — *C.R. somm. Soc. géol. France*, 227-228.
- FOURCADE, E. (1971). — Le Jurassique dans la partie orientale des zones externes des cordillères bétiques : les confins du Pénibétique et des chaînes ibériques entre le Rio Mundo et le Rio Jucar. Stratigraphie, zones à Foraminifères et Paléogéographie. — *Cuad. Geol. Iberica*, 2, 157-182.
- FOURCADE, E. & MICHAUD, F. (1987). — L'ouverture de l'Atlantique et son influence sur les peuplements des grands foraminifères des plates-formes péri-océaniques au Mésozoïque. — *Geodyn. Acta*, Paris, 247-262.
- FOURCADE, E. & NEUMANN, M. (1965). — A propos des genres *Labyrinthina* WEYNSCHENK, 1951 et *LITUOSEPTA* CATI, 1959. — *Rev. Micropaléont.*, 8, 4, 233-239.
- FOWLER, J. (1952). — Note. — In: *Proc. Dorset nat. Hist. archaeol. Soc.*, 73, 177.
- FRANCK, M. (1931). — Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des Lias alpha in Süddeutschland. — *Mitt. Geol. Abt. Würtemb.*, 13, 1-242.
- FUCINI, A. (1919). — Il Lias superiore di Taormina e i suoi fossili. — *Palaeontographia Ital.*, 25, 182.
- FURRER, U. & SEPTFONTAINE, M. (1977). — Nouvelles données biostratigraphiques (à l'aide des Foraminifères) dans le Dogger à faciès brianconnaise des Préalpes médiévales romandes (Suisse). — *Eclogae. Geol. Helv.*, Basel, 70, 3, 717.
- GABILLY, J. (1964a). — Le Jurassique inférieur et moyen sur le Littoral vendéen. — *Trav. Inst. géol. & Anthropol. préhist. Fac. Sci. Poitiers*, 5, 67-107.
- GABILLY, J. (1964b). — Stratigraphie et limite de l'étage toarcien à Thouars et dans les régions voisines. Coll. Jurassique, Luxembourg 1962. — *C.R. Mém. Inst. gr. duc., Sect. Sci. nat. phys. math.*, 193-201.
- GABILLY, J. (1973). — Le Toarcien du Poitou. — *Thèse Univ. Poitiers*, 546 pp, inédit.
- GABILLY, J. (1976). — Le Toarcien à Thouars et dans le Centre-Ouest de la France. — *Publ. Com. français Strat.*, (éd.) C.N.R.S., Paris, 3, 1-217.

- GABILLY, J. (1990). — La zone à *Variabilis* sur le littoral vendéen. — *Cah. Inst. Cath. Lyon*, (sér. Sci.), 4, 57-62.
- GABILLY, J., CONTINI, D., MOUTERDE, R. & RIOLU, M. (1971). — Les Zones du Jurassique en France : Bajocien. — *C.R. somm. Soc. géol. France*, Paris, 6, 10-13.
- GABILLY, J., ELMI, S., MATTEI, J. & MOUTERDE, R. (1971). — Les zones du Jurassique en France : Toarcien. — *C.R. somm. Soc. géol. France*, Paris, 2, 82-84.
- GABILLY, J., ELMI, S., MATTEI, J., MOUTERDE, R. & RIOLU, M. (1974). — L'étage toarcien. Zones et sous-zones d'ammonites. Coll. du Jurassique, Luxembourg 1967. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, 75, 605-634.
- GABILLY, J., CARIOU, E. & HANTZPERGUE, P. (1985). — Les grandes discontinuités eustatiques, biologiques et sédimentaires. — *Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris, 8, 1, 3, 391-401.
- GAILLARD, C. (1972). — Les éponges siliceuses des Calcaires lités du Jura méridional (Oxfordien supérieur). — *Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, 50, 103-141.
- GAILLARD, C. (1983). — Les biohermes à spongaires et leur environnement dans l'Oxfordien du Jura méridional. — *Doc. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, 80, 515 pp.
- GAILLARD, C. et al. (1984). — Bioconstructions jurassiennes. — In : Synthèse géologique du Sud-Est de la France. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Orléans, 125, 276-281.
- GALACZ, A. (1976). — Bajocien (Middle Jurassic) sections from the Northern Bakony (Hungary). — *Ann. Univ. Budapest, Sect. Géol.*, Budapest, 18, 117-191.
- GALACZ, A. (1980). — Bajocian and Bathonian ammonites of Gyenespuszta Mountains Bakony Hungary. — *Geol. Hung.*, Ser. Palaeont., Budapest, 39, 1-227.
- GALACZ, A. (1993). — Comparison of Hungarian Bathonian (Middle Jurassic) ammonite assemblages; suggestions on habitats. — *Disc. Palaeont.*, Budapest, 39, 25-33.
- GARCIA, J.P. (1992). — Les variations du niveau marin sur le bassin de Paris au Bathonien-Callovien; impact sur les communautés benthiques et sur l'évolution des Ornithellidés (Terebratellidina). — *Thèse Doct. Univ. Bourgogne*, Dijon, 296 pp. (inédit).
- GARDIN, S. & MANIVIT, H. (1994). — Biostratigraphie à Nannofoissiles calcaires du Toarcien du Quercy (Sud-Ouest de la France). Comparaison avec la coupe stratotypique de la cimenterie d'Airvault (Deux-Sèvres, France). — In : CARIOU & HANTZPERGUE (eds.) : 3^e Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Poitiers, 1991, *Geobios*, Mém. sp. 17, 229-244.
- GECZY, B. (1965). — Ammonoïdes jurassiques de Csernye, montagne Bakony, Hongrie. Part I. (Hammatoceratidae). — *Geol. Hungarica*, sér. Palaeont., Budapest, 34, 276 pp.
- GERARD, C. & CONTAUT, H. (1936). — Les ammonites de la zone à *Peltoceras athleta* du Centre-Ouest de la France. — *Mém. Soc. géol. France*, n.s. 29, 13, (2-3), 79 pp.
- GEYER, O.F. (1961). — Beiträge zur stratigraphie und Ammonitenfauna des Weissen Jura gamma (Unteres Unterkimeridgium) in Würtemberg. — *Jh. Ver. Naturkd. Württemb.*, Stuttgart, 116, 84-113.
- GEYSSANT, J. (1994). — Colonisation par des ammonites méridionales, des mers subboréales kimméridgiennes du Yorkshire (Angleterre). — *Geobios*, mém. sp. 17, 245-254.
- GEYSSANT, J.R. & ZEISS, A. (1978). — Une nouvelle forme de *Virgatosimoceras* (Ammonitina, Simoceratinae) dans le Tithonique de Neuburg (Donau), en Bavière (formation de Neuburg inférieure). — *Geobios*, Lyon, 11, 175-187.
- GILLIERON, V. (1873). — Aperçu géologique sur les Alpes de Fribourg en général et description spéciale du Monsalvens. — *Matér. Carte géol. Suisse*, Berne, 1, 12, 273 pp.
- GITMEZ, G.U. (1970). — Dinoflagellate cysts and acritarchs from the basal Kimmeridgian (Upper Jurassic) of England, Scotland and France. — *Bull. brit. Mus. nat. Hist. (geol.)*, 18, 231-331.
- GITMEZ, G.U. & SARJEANT, W.A.S. (1972). — Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Kimmeridgian (Upper Jurassic) of England, Scotland and France. — *Bull. brit. Mus. nat. Hist. (geol.)*, 21, 171-257.
- GLASHOFF, H. (1964). — Ostrakoden Faunen und Palaéogeographie im Oxford NW Europas. — *Paleont. Z.*, 38, 28-65.
- GOCHT, H. (1964). — Planktonische Kleinformen aus dem Lias/Dogger Grenzbereich Nord- und Süddeutschlands. — *Palaeontographica, Abt B*, 129, 125-165.
- GOCHT, H. (1979). — *Eyachia prisca* n.g. n. sp. (Dinoflagellata) aus dem Lias/Dogger Grenzbereich. — *N. J. Geol. Paläont., Monatshefte*, 305-319.
- GONNIN, C., CARIOU, E. & BRANGER, P. (1993). — Stratigraphie séquentielle des séries du Bajocien inférieur au Bathonien moyen du Seuil du Poitou et de son versant aquitain (France). — *C. R. Acad. Sci. Paris*, 316 (II), 209-215.
- GONZALES-DONOSO, J.M., LINARES, A. & RIVAS, P. (1977). — Sur la position stratigraphique du genre *Orbitopsella* dans le secteur central des chaînes bétiques. — Coll. Afr. Micropal. Tunis, 1974. — *Ann. Min. géol. Tunis*, 28, 253-259.
- GORKA, H. (1965). — Les microfossiles du Jurassique supérieur de Magnuszew (Pologne). — *Acta palaeont. pol.*, 10, 291-327.
- GOY, A. (1974). — El Lias de la mitad norte de la Rama Castellana de la Cordillera Iberica. — *Thèse Doct. Univ. Revista*, Madrid, 23, 94-1, 205-207.
- GOY, G. (1981). — Nannofoissiles calcaires des Schistes cartons (Toarcien inférieur) du bassin du Paris. — *Doc. de la RCP 459*, (éd.) : *Bur. Rech. géol. min.*, 1-86.
- GOY, A. & COMAS-RENGIFO, M.J. (1975). — Estratigrafia y Paleontología del Jurásico de Ribarredonda (Guadalajara). — *Estud. Geol.*, Madrid, 31, 3-4, 297-339.
- GOY, A. & MARTINEZ, G. (1990). — Biozonación del Toarcien en el área de la Almunia de Dona Godina Riela. — *Cuad. Geol. iber.*, 14, 11-53.
- GOY, A. & URETA, M.S. (1991). — The lower boundary of the Aalenian in the Fuentel soz section (Iberian Range, Spain). — Conference on Aalenian and Bajocian Stratigraphy, Isle of Skye, 33-47.
- GOY, A., COMAS-RENGIFO, M.J. & GARCIA-JORAL, F. (1984). — The Liassic Brachiopods of the Iberian Range (Spain) : stratigraphic distribution and biozonation. — *2^e Int.*

- Symp. Jurassic Stratigr., Erlangen, 1-8 sept. 1984, Geol. Surv. Denmark (ed.) : Copenhagen, I, 227-250.
- GOY, A., JIMENEZ, A., MARTINEZ, G. & RIVAS, P. (1988). — Difficulties in correlating the Toarcien ammonite succession of the iberian and betic Cordilleras. — 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigr., Lisbonne, 155-178.
- GRADSTEIN, F. (1976). — Biostratigraphy and biogeography of Jurassic Grand Banks Foraminifera. — *Maritime Sediments*, spec. publ., I, 557-583.
- GRADSTEIN, F. (1978). — Jurassic Grand Banks Foraminifera. — *J. foram. Res.*, 8, 2, 97-109.
- GRADSTEIN, F. & OGG, J. (1994). — Chronomagnetostratigraphy and the Numerical Time Scale. — In: JACQUIN, T., HARDENBOL, J. & VAIL, P.R. (eds.) : Mesozoic-Cenozoic sequence stratigraphy of Western European basins. — Exxon Prod. Res. Comp. edit. (sous-presse).
- GRAS, A. (1848). — Description des oursins fossiles du département de l'Isère. — Masson (éd.) : Paris, 97 pp.
- GREKOFF, N. (1953). — Sur l'utilisation des microfaunes d'ostacodes dans la stratigraphie précise du passage Jurassique-Crétacé (faciès continentaux). — *Rev. Inst. franç. Pétrole*, 8, 362-379.
- GRIFFON, J.-CI. & MOUTERDE, R. (1964). — Découverte de faunes hettangiennes au sud de Tétouan (Rif septentrional, Maroc). — *C.R. somm. Soc. géol. France*, Paris, 2, 61.
- GROSSOURE A. de (1918). — Bajocien-Bathonien dans la Nièvre. — *Bull. Soc. géol. Fr.*, 18 (4), 337-459.
- GROUPE FRANCAIS D'ÉTUDE DU JURASSIQUE (1971). — Les zones du Jurassique en France. — *C.R. somm. Soc. géol. France*, 2, 76-102.
- GRUNDEL, J. (1964). — Zur Gattung *Healdia* (Ostracoda) und zu einigen verwandten Formen aus dem unteren Jura. — *Geologie*, Berlin, 456-477.
- GUÉRIN-FRANIATTE, S. (1990). — Ammonites du Lias inférieur de France (II) : Psiloceratidae, Schlotheimiidae et premiers Arietitidae. — C.E.R.G.A. (éd.) : Mém. G.E.R.G.H., Montpellier, 29, 1-207.
- GUÉRIN-FRANIATTE, S. & MULLER, A. (1978). — Découverte, en Luxembourg belge de Schlotheimidae primitives (Ammonites) dans les Pré-Planorbis Beds (Hettangien inférieurs). — *Ann. Soc. géol. Belgique*, Bruxelles, 101, 399-403.
- GUÉRIN-FRANIATTE, S. & MULLER, A. (1986). — L'Hettangien dans le NE du Bassin de Paris : Biostratigraphie et évolution sédimentaire. — *Ann. Soc. géol. Belgique*, Bruxelles, 109, 415-429.
- GUEX, J. (1972). — Répartition biostratigraphique des ammonites du Toarcien moyen de la bordure sud des Causses (France) et révision des ammonites décrites et figurées par Monestier (1931). — *Eclogae geol. Helv.*, Basel, 65/3, 611-645.
- GUEX, J. (1973). — Observations sur la répartition biostratigraphique des ammonites du Toarcien supérieur de l'Aveyron (France). — *Bull. Lab. géol. Minér. Géophys. Mus. géol. Univ. Lausanne*, 207, 1-14.
- GUEX, J. (1975). — Description biostratigraphique du Toarcien supérieur de la bordure sud des Causses (France). — *Eclogae geol. Helv.*, Basel, 68, 1, 97-129.
- GUEX, J. (1980). — Remarques préliminaires sur la distribution stratigraphique des ammonites hettangiennes du New York Canyon (Gabbs Valley Range, Nevada). — *Bull. géol. Lausanne*, 250, 127-140.
- GUIFFRAY, A. & CORNA, M. (1989). — Faunes hettangiennes du Revermont (Ain, Jura méridional). — Acte 113^e Congr. natl. Soc. sav., Paris, (Sciences), 151-159.
- GUSIC, I. (1969). — Some new and inadequately known jurassic Foraminifers from Central Croatia. — *Géol. Vjesn.*, 22, 55-58.
- GUSIC, I. (1977). — A new Foraminiferal Family, Biokovinidae from the Jurassic of the Dinarids and its phylogenetic relationships. — *Palaeont. jugoslavica*, Zagreb, 18, 7-30.
- GUSIC, I., NIKLER, L. & SOKAC, B. (1971). — The Jurassic of the Dinaric Mountains of Croatia and the problems of its subdivision. — *Ann. Inst. Geol. Publ. Hungaria*, 54, 2, 165-183.
- GUTNIC, M. & MOULLADE, M. (1967). — Données nouvelles sur le Jurassique et le Crétacé inférieur du Barla Dag, au Sud de Senirkent (Taurus de Pisidie, Turquie). — *Bull. Min. Res. expl. Inst. Turkey*, 69, 60-78.
- GYGI, R.A. (1969). — Zur stratigraphie der Oxford-Stufe (oberes Jura-System) der Nordschweiz und des süddeutschen Grenzgebietes. — *Beitr. Geol. Karte Schweiz*, 136, 1-123.
- GYGI, R.A. (1977). — Revision der Ammonitengattung *Gregoryceras* (Aspidoceratidae) aus dem Oxfordian (Oberer Jura) der Nord-schweiz und von Süddutschland, Taxonomie, Phylogenie, Stratigraphie. — *Eclogae geol. Helv.*, Basel, 70, 2, 435-542.
- GYGI, R.A. (1990). — The ammonoid genus *Gregoryceras* (Oxfordian, Late Jurassic) in the Monti Lessini, Province of Verona, Italy. — *Eclogae geol. Helv.*, Basel, 83, 3, 789-812.
- GYGI, R.A. & PERSOZ, F. (1986). — Mineralostratigraphy, litho- and biostratigraphy combined in correlation of the Oxfordian (Late Jurassic formations of the Swiss Jura Range). — *Eclogae geol. Helv.*, Basel, 79, 2, 385-454.
- HAAS, H. (1891-93). — Kritische Beiträge zur Kenntniss der jurassischen Brachiopodenfauna des schweizerischen Jura Gebirges und seiner angrenzenden Landesteile. — *Mém. Soc. Paléont. Suisse*, Zürich, 16, 17, 18, 20, 103-147.
- HABIB, D. (1970). — Middle Cretaceous palynomorph assemblages from clays near the Horizon Beta deep-sea outcrop. — *Micropaleontology*, 16, 345-379.
- HAHN, W., WESTERMANN, G.E.G. & JORDAN, R. (1990). — Ammonite Fauna of the Upper Bathonian *hodsoni* Zone (Middle Jurassic at Lechstedt near Hildesheim, North-West Germany). — *Geol. Jb.*, A, 121, 21-63.
- HALL, R.L. & WESTERMANN, G.E.G. (1980). — Lower Bajocian (Jurassic Cephalopoda Faunas from Western Canada and proposed assemblage Zones for the Lower Bajocian of North America. — *Palaeontogr. Am.*, Ithaca, 52, 93 pp.
- HALLAM, A. (1971). — Facies analysis of the Lias in West Central Portugal. — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, 139 (2), 226-265.

- HALLOCK, P. (1985). — Why are larger Foraminifera large? — *Paleobiology*, 11 (2), 195-208.
- HAMILTON, G.B. (1977). — Early Jurassic calcareous nannofossils from Portugal and their biostratigraphic use. — *Elogae geol. Helv.*, Basel 70, 575-597.
- HAMILTON, G.B. (1979). — Lower and Middle Jurassic calcareous nannofossils from Portugal. — *Elogae geol. Helv.*, Basel, 72, 1-17.
- HAMILTON, G. B. (1982). — Triassic and Jurassic nannofossils. — In: LORD, A.R. (ed.): A Stratigraphical index of calcareous Nannofossils — *Brit. Micropal. Soc. Ser.* : 17-39.
- HANTZPERGUE, P. (1979). — Biostratigraphie du Jurassique supérieur nord-aquitain. — *Bull. Soc. géol. France*, Paris, (7), 21, 6, 715-725.
- HANTZPERGUE, P. (1983). — Précisions nouvelles sur la limite Kimméridgien-Portlandien *sensu gallico*. — *C.R. Acad. Sc. Paris*, 296, II, 1803-1805.
- HANTZPERGUE, P. (1987). — Biochronologie des dépôts kimméridgiens du haut-fond d'Europe occidentale : corrélation avec les zones d'ammonites des provinces subméditerranéenne et subboréale. — 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Lisbonne 1987, I (1988), 491-504.
- HANTZPERGUE, P. (1987). — Les ammonites kimméridgiennes du haut-fond d'Europe occidentale. — *Thèse Doct. Univ. Poitiers*, 568 pp.
- HANTZPERGUE, P. (1989). — Les ammonites kimméridgiennes du haut-fond d'Europe occidentale. Biochronologie, systématique, évolution, paléobiogéographie. — *Cah. Paléont.*, CNRS (éd.) : 1-428.
- HANTZPERGUE, P. (1991). — Biogéographie des ammonites et variations du niveau marin : apport de la stratigraphie séquentielle dans l'analyse des peuplements du Kimméridgien nord-aquitain. — *Geobios*, Lyon, 24, 1, 59-64.
- HANTZPERGUE, P. (1993). — Le seuil de résolution du temps est-il atteint par les Ammonites au Mésozoïque. — *Palaeovox*, 2, 31-42.
- HANTZPERGUE, P. & CARIOU, E. (1993). — Spéciation, longévité et modalités d'évolution des lignées d'ammonitinae avec les environnements au Jurassique. — *Geobios*, M.S. 15, 191-202.
- HANTZPERGUE, P. & DEBRAND-PASSARD, S. (1980). — L'Oxfordien supérieur et le Kimméridgien des Charentes (Bassin aquitain) et du Berry (Bassin parisien). — *Bull. Soc. géol. France*, Paris, (7), 22, 3, 369-375.
- HAQ, B.U., HARDENBOL, J. & VAIL, P.R. (1987). — Chronology of fluctuating sea-levels since the Triassic. — *Science*, 235, 1156-1167.
- HAQ, B.U., HARDENBOL, J. & VAIL, P.R. (1988). — Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level. — In: Sea-level Changes : an integrated approach. S.E.P.M., Tulsa (Oklahoma), sp. publ., 42, 71-108.
- HARLAND, W.B., ARMSTRONG, R.L., COX, A.V., CRAIG, L.E., SMITH, A.G. & SMITH, D.G. (1990). — A geological time scale 1989. — Cambridge Univ. Press, 1-244.
- HAUG, E. (1885). — Beiträge zu einer Monographie der Ammonitengattung Harpoceras. — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, 3, 5-143.
- HAUG, E. (1890). — Réponse à une note de A. TOUCAS. — *Bull. Soc. géol. France*, Paris, (3), 18, 630.
- HAUG, E. (1891). — Les chaînes subalpines entre Gap et Digne. — *Bull. Serv. Carte Géol. France*, Paris, 21, 142 pp.
- HAUG, E. (1892). — Sur l'étage Aalénien. — *C.R. somm. Soc. géol. France*, Paris, 174-177.
- HAUG, E. (1892). — Communication sur l'étage aalénien. — *C.R. Soc. géol. France*, 20, 174-177.
- HAUG, E. (1894). — Le Système Jurassique. — In: La Grande Encyclopédie, Paris, 21, 322-331.
- HAUG, E. (1898). — Portlandien, Tithonique et Volgien. — *Bull. Soc. géol. France*, Paris, 3, 26, 197-228.
- HAUG, E. (1908-1911). — Traité de Géologie. (2 vol.). — Colin, A. (éd.): Paris, 1-2024.
- HAUG, E. (1910). — Traité de Géologie. II. Les périodes géologiques. Fasc. 2, Jurassique et Crétacé. — Colin, A. (éd.): Paris, 929-1396.
- HEBERT, E. (1857). — Les mers anciennes et leurs rivages dans le bassin de Paris, ou classification des terrains par les oscillations du sol. Première partie : Terrain jurassique. — Hachette (éd.): Paris, 88 pp.
- HEBERT, E. (1860). — Du terrain jurassique supérieur sur les côtes de la Manche. — *Bull. Soc. géol. France*, Paris, Sér. II, 17, 300-316.
- HEDBERG, H.D. (1976). — International Stratigraphic Guide. A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure. — John Wiley & Sons (eds.): New Jersey, 200 pp.
- HEINZ, R.A. & ISENSCHMID, C. (1988). — Mikrofazielle und stratigraphische Untersuchungen im Massivkalk (Malm) der Préalpes Médianes. — *Elogae geol. Helv.*, Basel, 81, 1, 1-62.
- HELENES, J. (1984). — Morphological analysis of Mesozoic Cenozoic *Cribroperidinium* (Dinophyceae), and taxonomic implications. — *Palyontology*, 8, 107-137.
- HELDACH, F.F. (1971a). — Stratigraphy and ostracod-fauna from the coalmine Guimarota (Upper Jurassic). — *Mem. Serv. géol. Portugal*, 17, n.s., 1-88.
- HELDACH, F.F. (1971b). — Zur Gliederung limnisch-brackisher Sedimente des portugieschen Oberjura (ob. Callovien-Kimmeridge) mit Hilfe von Ostrakoden. — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, 11, 645-662.
- HELDACH, F.F. (1972). — Ontogenie und Ornamentierung einiger oberjurassischer Arten von *Bisulcocypris* (Ostracoda). — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, 141, 3, 286-300.
- HELDACH, F.F. (1974). — A contribution to the stratigraphical subdivision of nonmarine sediments of the Portuguese Upper Jurassic. — *Commuc. Serv. géol. Port.*, 57, 5-21.
- HELDACH, F.F. (1979). — Möglichkeiten der Verbreitung nichtmariner Ostrakodenpopulationen und deren Auswirkung auf die Phylogenie und die Stratigraphie. — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, 6, 378-384.
- HELDACH, F.F. & RAMALHO, M.M. (1976). — *Bisulcocypris algarbiensis* n.sp., un nouvel ostracode du Malm portugais. — *Rev. Micropaléont.*, 19, 3, 156-161.
- HENNIG, E. (1943). — Der Schwäbische obere Weiss Jura, eine Zusammenschau. — *N. Jb. Miner. Geol. Paläont.*, Stuttgart, 4, 81-100.

- HENRIQUES, M.H. (1992). — Biostratigrafia e paleontologia (Ammonoidea) do Aaleniano em Portugal. — *Thèse Univ. Coimbra*, 301 pp. (inédit).
- HERBIN, J.-P., GEYSSANT, J.R., EL ALBANI, A., COLBEAUX, J.-P., DECONINCK, J.-F., FERNANDEZ-MARTINEZ, J.-L., PROUST, J.-N. & VIDIER, J.-P. (1995). — Sequence stratigraphy of source rocks applied to the study of the Kimmeridgian/Tithonian in the north-west European shelf (Dorset/U.K., Yorkshire/U.K. and Boulonnais/France). — *Marine and Petroleum Geol.*, 12, 177-194.
- HERNGREEN, G.F.W., LISSENBERG, T. & WITTE, L.J. (1988). — Dinoflagellate, sporomorph, and macropaleontological zonation of Callovian to Ryazanian strata in the Central North Sea Graben, The Netherlands. — 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Lisbonne, 745-762.
- HERRIG, E. (1969a). — Ostracoden aus dem Ober-Domerien von Grimmen westlich Greifswald (Teil 1). — *Geologie*, Berlin, 18 (4), 446-471.
- HERRIG, E. (1969b). — Ostracoden aus dem Ober - Domerien von Grimmen westlich von Grifswald (Teil II). — *Z. geol. Wiss.*, Berlin, 1072-1101.
- HERRIG, E. (1979a). — Die Gattung Bairdia (Ostracoda, Crustacea) im Lias von Thüringen. Teil I. — *Z. geol. Wiss.*, Berlin, 7 (5), 641-661.
- HERRIG, E. (1979b). — Ostrakoden aus dem Lias von Thüringen, Die Gattungen Bairdia (Teil II), Fabalicypris und Bairdiacypris. — *Z. geol. Wiss.*, Berlin, 6 (7), 763-782.
- HERRIG, E. (1979c). — Weitere glattschalige Ostrakoden aus dem Lias von Thüringen. — *Z. geol. Wiss.*, Berlin, 7 (11), 1343-1361.
- HERRIG, E. (1980). — Ostrakoden der Gattungen Ledahia und Pseudoheldia (Familie : Healdiidae Harlton) aus dem Lias von Thüringen. — *Z. geol. Wiss.*, Berlin, 8 (12), 1539-1551.
- HERRIG, E. (1981a). — Die Ogmococonchella - Arten (Ostracoda) im Lias von Thüringen. --- *Z. geol. Wiss.*, Berlin, 9 (5), 561-579.
- HERRIG, E. (1981b). — Die polycopen Ostrakoden aus dem thüringischen Lias. — *Z. geol. Wiss.*, Berlin, 9, 6, 675-696.
- HERRIG, E. (1981c). — Ostrakoden aus dem Lias von Thüringen. Die Familien Bythocytheridae, Glorianellidae und Cytheruridae. — *Z. geol. Wiss.*, Berlin, 8 (9), 871-887.
- HILLEBRANDT, A. von (1990). — The Triassic-Jurassic boundary in northern Chile. — *Cah. Inst. catho. Lyon, (Sci.)* 3, 27-53.
- HILLEBRANDT, A. von (1991). — The Triassic/Jurassic boundary and Hettangian biostratigraphy in the area of the Utcubamba valley (Northern Perou). — 3rd Int. Symp. Jurassic stratigr., Poitiers , abstr., 70.
- HINDE, G.J. (1893). — A monograph of the british fossil sponges. Part III, Sponges of Jurassic strata. — *Palaearctogr. Soc.*, London, 47, 189-254.
- HOFFMANN, K. (1913). — Stratigraphie und Ammonitenfauna des unteren Doggers in Sehnde bei Hannover. — Stuttgart, 202 pp.
- HOFFMANN, K. (1944). — Eine neue Ammonitenfauna aus dem unteren Lias (Lias beta 2) Nordwestdeutschlands. — *Jb. Reichsamt. Bodenforsch.*, Berlin, 62, 288-337.
- HOFFMANN, K. (1948). — Lias und Dogger. — In : « Naturforschung und Medizin in Deutschland 1939-1946. — *Geol. Paleont. F.*, Wiesbaden, 48, 149-163.
- HOFFMANN, K. & MARTIN, G.P.R. (1960a). — Die Zone des *Dactylioceras tenuicostatum* (Toarcien, Lias) in NW und SW Deutschlands. — *Paläont. Zeit.*, Stuttgart, 26, 1-2, 15-29.
- HOFFMANN, K. & MARTIN, G.P.R. (1960b). — Die Zone des *Dactylioceras tenuicostatum* (Toarcien, Lias) in NW- und SW- Deutschland. — *Paläont. Zeit.*, Stuttgart, 34 (2), 103-149.
- HOMEWOOD, P., GUILLOCHEAU, F., ESCHARD, R. & CROSS, T.A. (1992). — Corrélations haute résolution et stratigraphie génétique : une démarche intégrée. — *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf Aquitaine*, 16, 2, 357-381.
- HOTTINGER, L. (1967). — Foraminifères imperforés du Mésozoïque marocain. — *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc*, 209, 3-129.
- HOTTINGER, L. (1983). — Processes determining the distribution of Larger Foraminifera in space and time. — *Utrecht Micropal. Bull.*, 30, 239-253.
- HOWARTH, M.K. (1955). — Domerian of the Yorkshire coast. — *Proc. York. geol. Soc.*, 30, 2, 147-175.
- HOWARTH, M. K. (1962). — The Jet Rock Series and the Alum Shale Series of the Yorkshire Coast. — *Proc. York. Geol. Soc.*, Hull, 33 (4), 381-422.
- HOWARTH, M. K. (1962). — The Yorkshire Type Ammonites and Nautiloids of Young and Bird, Phillips and Martin Simpson. — *Palaeontology*, 5, (1), 93-136.
- HOWARTH, M. K. (1964). — Whitbian, an Yeovilian Substage. Coll. du Jurassique, Luxembourg 1962. — *C. R. Mem. Inst. gr.-duc., Sect. Sci. nat. phys. math.*, 189-192.
- HOWARTH, M. K. (1978). — The stratigraphy and ammonite fauna of the Upper Lias of Northamptonshire. — *Bull. brit. Mus. nat. Hist. geol.*, London, 29 (3), 235-288.
- HOWARTH, M. K. (1980). — Toarcian correlation chart. — In : COPE, J.W.C. (ed.) : A correlation of Jurassic rocks in the British Isles. Part one : Introduction and Lower Jurassic. — *Geol. Soc. Spec. Pap.*, London, 14, 53-59.
- HOWARTH, M. K. (1992). — The ammonite family Hildoceratidae in the Lower Jurassic of Britain. part I et II. — *Monograph palaeont. Soc.*, London, 200 pp.
- HSSAIDA, T. (1990). — Etude palynologique, kystes de dinoflagellés du Jurassique (Bathonien-Callovien-Oxfordien) du bassin de Guercif, Maroc. — *Thèse Univ. Rennes I*, 215 pp.
- HUDSON, R.G.S. (1958). — The Upper Jurassic Faunas of Southern Israel. — *Geol. Mag.*, 95, 5, 415-425.
- HUF, W. (1968). — Über Sonninen und Dorsetensien aus dem Bajocium von Nordwestdeutschland. — *Beih. Geol. Jb.*, Hannovre, 64, 1-126.
- HUGUENIN, F. (1874). — Note sur la zone à *Ammonites tennilobatus* de Crussol (Ardèche). — *Bull. Soc. géol. France*, Paris, 3, 2, 519-527.
- ILLIES, H. (1956). — Der mittlere Dogger im badischen Oberrheingebiet. — *Ber. natf. Ges. Freiburg i. Br.*, 46, 5-52.
- IMLAY, R. W. (1973). — Middle Jurassic (Bajocian) ammonites from Eastern Oregon. — *Prof. Pap. U.S. geol. Surv.*, 756, 100 pp.

- INNOCENTI, M., MANGOLD, C., PAVIA, G. & TORRENS, H.S. (1988). — A proposal for the formal ratification of the boundary stratotype of the Bathonian stage based on a Bas Auran section (S.E. France). — 2nd Int. Symp. on Jurassic Stratigraphy, Lisboa, 1, 333-346.
- IOANNIDES, N.S., STAVRINOS, G.N. & DOWNIE, C. (1977). — Kimmeridgian microplankton from Clavel's Hard, Dorset, England. — *Micropalaeontology*, 22, 443-478.
- JACKSON, C.K. (1912). — Phylogeny of the echinids, with a revision of the Palaeozoic species. — *Mem. Soc. Nat. Hist. Boston*, 7, 1-490.
- JACOB, C. & FALLOT, P. (1913). — Etude sur les Rhynchonelles portlandiennes, néocomiennes et mésocrétacées du Sud-Est de la France. — *Mém. Soc. paléont. Suisse*, Genève, 39, 1-82.
- JAFFREZO, M. (1980). — Les formations carbonatées des Corbières (France) du Dogger à l'Aptien : Micropaléontologie stratigraphique, biozonation, paléoécologie. Extension des résultats à la Mésogée. — *Thèse Univ. Pierre-et-Marie-Curie*, Paris, 1-614 (inédit).
- JAN-DU-CHÈNE, R. & ADEDIRAN, S.A. (1985). — Late Paleocene to Early Eocene dinoflagellates from Nigeria. — *Cah. Micropaléont. C.N.R.S.*, 3, 5-38.
- JESIONEK-SZYMANSKA, W. (1970). — On a new Pygasterid (Echinoidea) from the Jurassic (Upper Lias) of Nevada, U.S.A. — *Acta Palaeont. Pol.*, 15 (4), 411-423.
- JESIONEK-SZYMANSKA, W. (1978). — On a new Galeropygid genus (Echinoidea) from the Jurassic (Upper Lias) of Morocco. — *Acta Palaeont. Pol.*, 23 (2), 187-193.
- JOUKOWSKI, E. & FAVRE, J. (1913). — Monographie géologique et paléontologique du Salève (Haute-Savoie). — *Mém. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, 37, 4, 295-523.
- JUDD, J.W. (1875). — The geology of Rutland and the parts of Lincoln, Leicester, Northampton, Huntingdon and Cambridge included in Sheet 64 of the One-inch map of the Geological Survey. — *Mem. geol. Surv. G.B.*, London, 320 pp.
- KAENEL, E. de (1990). — Etudes biostratigraphiques fondées sur les nannofossiles calcaires. Part II : Nannofossiles calcaires du Jurassique des marges Sud et Nord de la Téthys (marge sud : Haut Atlas, Maroc ; marge nord : Jura, Suisse). — *Thèse Univ. Neuchâtel*.
- KAENEL, E. de & BERGEN, J. A. (1996). — New Early and Middle Jurassic coccolith taxa and biostratigraphy from the eastern Protoatlantic (Morocco, Portugal and DSDP Site 547B). — *Eclogae geol. Helv.*, 86, 3, 861-907.
- KARVE-CORVINUS, G. (1966). — Biostratigraphie des Oxfordium und untersten Kimmeridgium am Mont Crussol, Ardèche, im Vergleich mit Süddeutschland. — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, 126, 2, 101-141.
- KEMPER, E. (1973). — Das Berrias (tiefere Unterkreide) in NW Deutschland. — *Geol. Jb.*, A 9, 47-67.
- KIER, P.M. (1962). — Revision of the Cassiduloid echinoids. — *Smithson. Miss. Contr.*, 144 (3), 262 pp.
- KIER, P.M. (1974). — Evolutionary trends and their functional significance in the post-palaeozoic echinoids. — *J. Palaeont.*, 48 (3) (part II), 90 pp.
- KIER, P.M. (1977). — The poor fossil record of the regular echinoids. — *Palaeobiol.*, 3 (1), 168-174.
- KIER, P.M. (1982). — Rapid evolution in echinoids. — *Palaeont.*, 25 (1), 1-19.
- KIER, P.M. & LAWSON, M.H. (1978). — Index of living and fossil Echinoids 1924-1970. — *Smithson. Contr. Palaeobiol.*, 34, 182 pp.
- KILENYI, T. (1978). — The Jurassic Part III Callovian-Portlandian. — In : BATE, R.H. & ROBINSON, E. (eds.) : A stratigraphical index of British Ostracoda. — *Geol. J., spec. iss.*, Liverpool, 8, 259-298.
- KILENYI, T. & NEALE, J.W. (1978). — The Purbeck/Wealden. — In : BATE, R.H. & ROBINSON, E. (eds.) : A stratigraphical index of British Ostracoda. — *Geol. J., spec. iss.*, Liverpool, 8, 299-324.
- KLINGLER, W. (1955a). — Mikrofaunistische und stratigraphisch fazielle Untersuchungen im Kimmeridge und Portland des Weser - Aller - Gebietes. — *Geol. Jb.*, 70, 167-246.
- KLINGLER, W. (1955b). — Nachtrag zur Arbeit W. Klingler. Mikrofaunistische und stratigraphisch - fazielle Untersuchungen im Kimmeridge und Portland des Weser - Aller - Gebietes. — *Geol. Jb.*, 70, 575-576.
- KLINGLER, W., MALZ, H. & MARTIN, G.P.R. (1962). — Malm NW-Deutschlands. — In : Leitfossilien der Mikropaläontologie. — Gebrüder Borntraeger, Berlin, 159-190.
- KLINGLER, W. & NEUWEILER, F. (1959). — Leitende Ostracoden aus dem deutschen Lias B. — *Geol. Jb., Hannovre*, 76, 373-410.
- KLUPFEL, W. (1918). — Über den Lothringen Jura. Inaugural Dissertation Strasbourg. — *Jb. Preuss. geol. Landesanst.*, Berlin, 38 (1), 252-346.
- KNEUPER-HAACK, F. (1966). — Ostracoden aus dem Wealden der Sierra de Los Cameros. — *Beih. geol. Jb.*, 4, 165-209.
- KNITTER, H. (1983). — Biostratigraphische Untersuchungen mit Ostracoden im Toarcien Süddeutschlands. — *Facies*, Erlangen, 8, 213-262.
- KNITTER, H. (1984). — Nomenklatorische Bemerkungen zu einigen Ostracodenarten aus dem Oberen Lias Süddeutschlands. — *Jb. geol. Landesanst.*, Freiburg im Breisgau, 26, 49-55.
- KNITTER, H. & OHMERT, W. (1983). — Das Toarcium an der Schwärze bei Badenweiler (Oberrheingebiet S. Freiburg). — *Jb. geol. Landesanst.*, Baden-Württemberg, 25, 233-281.
- KNITTER, H. & RIEGRAF, W. (1984). — Biostratigraphie (Cephalopoden, Ostracoden) des Oberen Toarcium von Blumberg-Achdorf/Wutach und Weilheim/Teck (Baden - Württemberg). — *Jb. geol. Landesanst.*, Freiburg im Breisgau, 26, 57-97.
- KOLB, R. (1910). — Die Kieselspongien des Schwäbischen Weissen Jura. — *Palaeontographica*, 57, 141-256.
- KOPIK, J. (1974). — Genus *Cadomites* MUNIER-CHALMAS (Ammonitina) in the Upper Bajocian and Bathonian of the Cracow-Wielun Jurassic range and the Gory Swietokrzyskie mountains (Southern Poland). — *Bull. geol. Inst.*, Varsovie, 276, 53 pp.
- KRYSTYN, L. (1972). — Die Ober-Bajocium und Bathonium-Ammoniten der Klaus-Schichten des Steinbruchs Neu-mühle bei Wien, Österreich. — *Ann. Nat. hist. Mus. Wien*, 76, 195-310.

- KUHN, O. (1939). — Die Ammoniten des fränkischen Calloviums. — *Nova Acta Leopoldina*, 6, 43, 449-532.
- KUMM, A. (1952). — Das Mesozoikum in Niedersachsen. Der Dogger. — *Geol. & Lagerstätten Niedersachsens*, Bremen, 2, 329-509.
- KUSS, J. (1990). — Middle Jurassic Algae from the Circum-Arabian area. — *Facies*, 22, 59-86.
- KUTEK, J. & ZEISS, A. (1988). — Further data on the correlation of the Middle/Upper Tithonian with the Lower/Middle Volgian boundary. — 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Lisbonne, 1, 623-639.
- LAGNEAU-HERENGER, L. (1951). — Sur les gisements à spongiaires siliceux du Jurassique supérieur français. — *Bull. Soc. géol. France*, Paris, sér. 6, 1, 67-74.
- LAMBERT, J. (1916). — Note sur un Collyrites du Lias supérieur (Toarcien) de l'Ardèche. — *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Univ. Grenoble*, 11, 30-32.
- LAMBERT, J. (1924). — Considérations sur quelques Échinides du Domérien. — *Bull. Soc. géol. France*, 4, 26, 604-614.
- LAMBERT, J. & THIÉRY, P. (1909-1925). — Essai de nomenclature raisonnée des Échinides (9 fascicules). — L. Ferrière (éd.) : Chaumont. 605 pp.
- LANG, W.D. (1913). — The Lower Pliensbachian - «Carixian» - of Charmouth. — *Geol. Mag.*, London, 5, 10, 401-412.
- LANG, W.D. (1914). — The geology of the Charmouth Cliffs, Beach and Foreshore. — *Proc. geol. Assoc.*, London, 25, 293-360.
- LANG, W.D. (1924). — The Blue Lias of the Devon and Dorset Coast. — *Proc. geol. Assoc. London*, 35, 169-185.
- LANG, W.D. (1926). — The Black Marl of Black Ven and Stonebarrow in the Lias of the Dorset Coast. — *Quart. J. geol. Soc.*, London, 82, 144-187.
- LANG, W.D. (1936). — The green ammonite Beds of the Dorset Lias. — *Quart. J. geol. Soc.*, London, 92, 423-437.
- LANGE, W. (1922). — Über dem untersten Lias der Herforder Mulde (Psilonoten und Angulaten-schichten). — *Jb. Preuss. geol. Landesanst.*, Berlin, 42, 461-471.
- LANGE, W. (1951). — Die Schlotheimiinae aus dem Lias alpha Norddeutschlands. — *Palaeontographica*, Stuttgart, 100, A, 1-128.
- LANGE, W. (1973). — Ammoniten und Ostreeen (Biostratigraphie, Ökologie, Zoogeographie) des Callovium/Oxfordium grenzbereichs im Wiehengebirge. — *Münster. Forsch. Geol. Paläont.*, 27, 209 pp.
- LANQUINE, A. (1929). — Le Lias et le Jurassique des Chaines provençales. Recherches stratigraphiques et paléontologiques. I. Le Lias et le Jurassique inférieur. — *Bull. Serv. Carte géol. France*, 33, 173, 385 pp.
- LANQUINE, A. (1935). — Le Lias et le Jurassique des Chaines provençales. — *Bull. Serv. Carte géol. France*, Paris, 38, 191, 1-135.
- LAURIN, B. (1979). — Convergence morphologique entre les Brachiopodes sulqués : *Septocrurella sanctaeclarae* (ROEMER), Rhynchonellacea, Erynnariidae et *Nucleata nucleata* (SCHLOTHEIM). Terebratulacea, Pygopidae dans l'Oxfordien de la région d'Aiglun (Alpes Maritimes). — *Géol. Méditerr.*, 6, 3, 417-422.
- LAURIN, B. (1984). — Les Rhynchonellidés des plates-formes du Jurassique moyen en Europe Occidentale. Dynamique des populations, évolution, systématique. — *Cah. Paléont. (sect. invertébrés)*, C.N.R.S. (éd.) : Paris, 465 pp.
- LAURIN, B. & MARCHAND, D. (1978). — Variations architecturales et morphologiques chez *Nucleolites scutatus* Lamarck (Echinoidea-Cassiduloidea) de l'Oxfordien moyen des Ardennes. — *Bull. Soc. géol. France*, 7, 20, 6, 895-906.
- LAURIN, B., MARCHAND, D. & THIERRY, J. (1979). — Variations morphologiques du test chez *Echinocardium cordatum* (Pennant) : étude qualitative et quantitative de cinq échantillons de Bretagne et de Normandie. — *Bull. Soc. géol. Normand. Amis Mus. Havre*, 65 (4), 89-104.
- LEBERT, A. & MARCHAND, D. (1982). — Le Callovien supérieur et l'Oxfordien inférieur de l'Orne et de la Sarthe. Nouvelles données stratigraphiques, paléontologiques et paléobiogéographiques. — *Bull. Bur. Rech. géol. min.*, (2), 1, 4, 239-254.
- LE HÉGARAT, G. & REMANE, J. (1968). — Tithonique supérieur et Berriasiens de la bordure cévenole. Corrélation des ammonites et des calpionelles. — *Geobios*, 1, 7-70.
- LENTIN, J.K. & WILLIAMS, G.L. (1976). — A monograph of fossil peridinioid dinoflagellate cysts. — *Bedford Inst. Oceanogr.*, rep. ser. BI-R-75-16, 1-237.
- LENTIN, J.K. & WILLIAMS, G.L. (1981). — Fossil dinoflagellates : index to genera and species, 1981 edition. — *Bedford Inst. Oceanogr.*, rep. ser. BI-R-81-12, 1-345.
- LENTIN, J.K. & WILLIAMS, G.L. (1985). — Fossil dinoflagellates : index to genera and species, 1985 edition. — *Canad. Tech. Report Hydr. ocean Sci.*, 60, 1-449.
- LESKE, N.G. (1778). — Additamenta ad Jacobi Theodori Klein Náturealem dispositronem echinodermatum et lucubratiunculam de aculeis echinorum marinorum : Leipzig.
- LETHIERS, F. (1966). — Contribution à la stratigraphie du Bathonien dans les départements de l'Aisne et des Ardennes entre Martigny et Aouste. — *D.E.S. Fac. Sci. Lille*, 74 pp. (non publ.).
- LEYMERIE, A. (1846). — Statistique géologique et minéralogique du département de l'Aube. — Bailliére (éd.) : Paris, 676 pp.
- LIEB, F. (1957). — Die Ammonitenhorizonte des Aalenien und unteren Bajocien im Tafeljura des oberen Baselbiets und des Aargaus. 2. Der Fazies-wechsel der Murchisonaeschichten zwischen Ormalingen (Baselland) und Wegenstetten (Aargau). — *Eclogae geol. Helv.*, Basel, 50, 2, 568-581.
- LINARES, A., URETA, M.S. & SANDOVAL, J. (1988). — Comparison between the Aalenian ammonite associations from the Betic and Iberian Cordilleras elements of correlation. — 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Lisbonne, 1, 193-208.
- LISSAJOUS, M. (1903). — Echinides jurassiques des environs de Mâcon. — *Bull. Soc. Hist. nat. Mâcon*, 2 (13), 97-111.

- LISSAJOUS, M. (1907-1912). — Jurassique Mâconnais. Description des fossiles caractéristiques et des espèces les plus communes. — *Bull. Soc. Hist. nat. Mâcon*, 3, 3, 67-78.
- LISSAJOUS, M. (1923). — Etude sur la faune du Bathonien des environs de Mâcon. — *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, 3 et 5, 3, 286 pp.
- LISSAJOUS, M. & ROMAN, F. (1925). — Répertoire alphabétique des bélémnites jurassiques précédé d'un essai de classification. — *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, 8, 7, 175 pp.
- LISSAJOUS, M. & ROMAN, F. (1927). — Description de quelques nouvelles espèces de Bélémnites jurassiques. — *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, 10, 7, 42 pp.
- LI YU-WEN (1988). — The application of ostracoda to the location of the non-marine Jurassic-Cretaceous boundary in the Sichuan basin of China. — In : HAINA, T., IKEYA, N. & ISHIZAKI, K. (ed.). — Evolutionary biology of ostracoda, Kodansha, Tokyo, Elsevier, Amsterdam, 1245-1260.
- LOEBLICH, A.R. Jr. & LOEBLICH, A.R. (1968). — Index to the genera, subgenera, and sections of the Pyrrhophyta, II. — *J. Paleontol.*, 42, 210-213.
- LOEBLICH, A.R. & TAPPAN, H. (1988). — Foraminiferal Genera and their classification. — Van Nostrand & Reinhold Publ., New York, 970 pp.
- LORD, A. (1971). — Revision of some Lower Lias Ostracoda from Yorkshire. — *Palaeontology*, 14 (4), 642-665.
- LORD, A. (1972). — Wicherella and Gramannella, two new genera of Lower Jurassic Ostracoda from England. — *Palaeontology*, Londres, 15 (2), 187-196.
- LORD, A. (1974). — Ostracods from the Domerian and Toarcian of England. — *Palaeontology*, 17 (3), 598-622.
- LORD, A. (1978). — The Jurassic Part 1 (Hettangian - Toarcian). — In : BATE, R.H. & ROBINSON, E. (eds.) : A stratigraphical index of British Ostracoda. — *Geol. J. S. I.*, Liverpool, 8, 189-212.
- LORD, A., COOPER, M.K.E., CORBETT, P.W.M., FULLER, N.G., RAWSON, P.F. & REES, A.J.J. (1987). — Microbiostratigraphy of the Volgian Stage (Upper Jurassic). Volga River, USSR. — *N. Jb. geol. Paläont. Mh.* 1987, 577-605.
- LORENZ, J. (1992). — Le Dogger du Berry. Contribution à la connaissance des plates-formes carbonatées européennes du Jurassique. — *Doc. Bur. Rech. géol. min.*, 212, 395 pp.
- LORIOL, P. de (1878). — Monographie paléontologique des couches de la zone à *Ammonites tenuilobatus* (Bader-Schichten) de Baden (Argovie). — *Mém. Soc. paléont. Suisse*, Genève, 3-5, 200 pp.
- LORIOL, P. de & COTTEAU, G. (1868). — Monographie géologique et paléontologique de l'étage portlandien du département de l'Yonne. — *Bull. Soc. Sci. Hist. nat. Yonne*, Paris, 2, 1, 437-696.
- LORIOL, P. de & GIRARDOT, A. (1902). — Etude sur les mollusques et brachiopodes de l'Oxfordien supérieur et moyen du Jura lédonien, accompagnée d'une notice stratigraphique. — *Mém. Soc. paléont. Suisse*, 29, 76 pp.
- LORIOL, P. de, ROYER, E. & TOMBECK, H. (1872). — Monographie des étages supérieurs de la formation jurassi- que de la Haute-Marne. — *Mém. Soc. linn. Normandie*, Caen et Paris, 1-484.
- LORIOL, P. de, ROYER, E. & TOMBECK, H. (1872). — Description géologique et paléontologique des étages jurassiques supérieurs de la Haute-Marne. — Libr. Savy, Paris, 542 pp.
- LOZAR, F. (1992). — Biostratigrafia a nannofossili calcarei nel Lias : risultati di alcune sezioni del Bacino' Lombardo e del Bacino Delfinese. — In : *Paleopelagos*, 2, 89-99.
- LUTZE, G. F. (1960). — Zur Stratigraphie und Paläontologie des Callovien und Oxfordien in Nordwest-Deutschland. — *Geol. Jb.*, Hannovre, 77, 391-532.
- LUTZE, G. F. (1966). — Glyptocythere obtusa n. sp. (Ostrac., Dogger). — *Senckenb. lethaea*, Frankfurt am Main, 47 (5/6), 536.
- MAGNÉ, J. (1966). — Contribution à l'étude micropaléontologique du Dogger de Muret-le-Château (Causse du Cantal, Aveyron). — *Eclogae. geol. Helv.*, Basel, 59, 1, 65-91.
- MAGNÉ, J., SÉRONIE-VIVIEN, R.-M. & MALMOUSTIER, G. (1961). — Colloque sur le Lias français. — B : Le Toarcien de Thouars. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Paris, 4, 357-397.
- MAIRE, P. (1983). — Le Jurassique supérieur charentais : plate-forme carbonatée et faciès de bassin : stratigraphie, sédimentologie, paléogéographie. — *Thèse Univ. Poitiers*, 151 pp.
- MALINOWSKA, L. (1966). — Potstaway stratigraffii dolnego i środkowego oksfor der połnacnej i połnocno-zachodniej Polski. — *Kwart. Geol.*, 10, 3, 786-800.
- MALZ, H. (1957). — Macrodentina maculata n. sp., ein stratigraphisch wichtiger Ostracod im Oberen Malm. — *Senckenb. lethaea*, Frankfurt am Main, 38 (3/4), 250.
- MALZ, H. (1958). — Nodophthalmocythere n. gen. (Ostrac., Ob. Jura), nebst einer Abgrenzung gegen ähnliche Gattungen. — *Senckenb. lethaea*, Frankfurt am Main, 39 (1/2), 119-133.
- MALZ, H. (1959a). — Ostracoden-Studien im Dogger, 1 : Marslatourella n. g. — *Senckenb. lethaea*, Frankfurt am Main, 40 (1/2), 19-23.
- MALZ, H. (1959b). — Ostracoden - Studien im Dogger, 2 : Fissocythere n. g. — *Senckenb. lethaea*, Frankfurt am Main, 40 (3/4), 317-331.
- MALZ, H. (1962). — Palaeocytheridea im oberen Dogger NW-Deutschlands (Ostracoda). — *Senckenb. lethaea*, Frankfurt am Main, 43 (3), 235-241.
- MALZ, H. (1966). — Zur Kenntnis einiger Ostracoden-Arten der Gattungen Kinkelinella und Praeschuleridea. — *Senckenb. lethaea*, Frankfurt am Main, 47 (4), 385-404.
- MALZ, H. (1971). — Zur Taxonomie, « glattschaliger » Lias - Ostracoden. — *Senckenb. lethaea*, Frankfurt am Main, 52 (5/6), 433-455.
- MALZ, H. (1975a). — Macrodentina maculata n. sp., ein stratigraphisch wichtiger Ostracod im Oberen Malm. — *Senckenb. lethaea*, Frankfurt am Main, 38 (3/4), 250.
- MALZ, H. (1975b). — Eine Entwicklungsreihe « vallater » Ogmocionchen (Ostracoda) im S.-deutschen Lias. — *Senckenb. lethaea*, Frankfurt am Main, 55 (6), 485-503.

- MALZ, H. (1975c). — Die Arten der Gattung *Lophocythere*, ihre stratigraphische und regionale Verbreitung. — *Senckenb. lethaea*, Frankfurt am Main, 56 (2/3), 123-145.
- MALZ, H., HOFMANN, K., RADTKE, G. & CHERCHI, A. (1985). — Biostratigraphy of the Middle Jurassic of N.W. Sardinia by means of ostracods. — *Senckenb. lethaea*, 68, 3/5, 299-345.
- MANGOLD, C. (1970). — Stratigraphie des étages Bathonien et Callovien du Jura méridional. — *Docum. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, 41, 1, 376 pp.
- MANGOLD, C. (1981). — Le Bathonien de l'Est du Subbétique (Espagne du Sud). — *Cuad. géol.*, 10, 271-281.
- MANGOLD, C. (1985). — Report of the Bathonian Working Group. — 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Erlangen 1984, 1, 67-75.
- MANGOLD, C. (1988). — Les *Pachyerymnoceras* (Pachyceratidés, Périssininctacés, Ammonites) du Callovien moyen et supérieur de la région de Saïda (Algérie occidentale). Origine phylétique et biogéographie des Pachyceratidés. — *Geobios*, 21, (5), 567-609.
- MANGOLD, C. (1990). — Le Bathonian du Cap Mondego (N de Figueira da Foz, Portugal), biochronologie et corrélations. — *Cah. Inst. catho. Lyon, Sci.*, 4, 89-105.
- MANGOLD, C. (1990). — Reports of the Working Groups : Bajocian/Bathonian boundary and Bathonian. — 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigr., Lisboa 1988, 1 (1989), 17-18.
- MANGOLD, C., ELMI, S. & GABILLY, J. (1971). — Bathonien. — In : Groupe Français d'étude du Jurassique : les zones du Jurassique en France. — *C.R. Soc. géol. France*, 2, 88-91.
- MANGOLD, C., ELMI, S. & GABILLY, J. (1974). — Les faunes du Bathonien dans la moitié sud de la France. Essai de zonation et corrélations. — Coll. Jurassique, Luxembourg 1967. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, 75, 103-132.
- MANGOLD, C., ELMI, S. & THOUARIA, A. (1978). — Le Callovien moyen et supérieur d'Oranie : corrélations entre les provinces subboréale et téthysienne. — 6^e R.A.S.T. Orsay, S.G.F. (éd.), rés., 264 pp.
- MANIVIT, J. (1987). — Biostratigraphie. — In : LE NINDE, Y.M., MANIVIT, J. & VASLET, D. (eds.) : Histoire géologique de la bordure occidentale de la plate-forme arabe du Cambrien au Crétacé inférieur : Lithostratigraphie, biostratigraphie, sédimentologie, paléogéographie et géodynamique. — *Thèse Univ. Pierre-et-Marie-Curie*, Livre 2, 1-262.
- MARCHAND, D. (1979). — Un nouvel horizon paléontologique : l'horizon à *Paucicostatum* (Oxfordien inférieur, zone à *Mariae*, base sous-zone à *Scarburgense*). — *C.R. Soc. Géol. France*, 3, 122-124.
- MARCHAND, D. (1984). — Découverte de l'horizon à *Paucicostatum* (Oxfordien inférieur, zone à *Mariae*, sous-zone à *Scarburgense*) dans les environs de Fabrègues (Sète à 1/50.000ème) ; conséquences paléogéographique et paléobiogéographique. — *Bull. sci. Bourgogne*, 37, (2), 61-69.
- MARCHAND, D. (1986). — L'évolution des Cardioceratininae d'Europe occidentale dans leur contexte paléobiogéographique (Callovien supérieur – Oxfordien moyen). — *Thèse Univ. de Bourgogne*, Dijon, 601 p. (inédit).
- MARCHAND, D. & RAYNAUD, D. (1993). — *Quenstedtoceras messiaeni*, index de l'Horizon de base de la zone à *Lamberti* (Callovien supérieur du domaine subboréal). — *Bull. Sci. Bourgogne* (sous presse).
- MARCHAND, D., ARDAENS, R. & LAURIN, B. (1979). — La « gaize oxfordienne » des Ardennes : réinterprétation stratigraphique et premières données paléobiogéographiques. — *C.R. Acad. Sci. Paris*, 288, D, 1259-1262.
- MARCHAND, D., FORTWENGLER, D., DARDEAU, G., GRACIANSKI, P.C. DE & JACQUIN, T. (1990). — Les peuplements d'ammonites du Bathonien supérieur à l'Oxfordien moyen dans les Baronnies (Bassin du Sud-Est) : comparaison avec la plate-forme nord-européenne. — *Bull. Centr. Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, 14, 2, 465-479.
- MARTIN, G.P.R. (1940). — Ostracoden des norddeutschen Purbeck und Wealden. — *Senckenb. lethaea*, 22, 275-361.
- MARTIN, G.P.R. (1957). — *Macrodentina maculata* n. sp., ein stratigraphisch wichtiger Ostracod im Oberen Malm. — *Senckenb. lethaea*, 38 (3/4), 250.
- MARTIN, G.P.R. (1958). — *Cetacella* eine neue Ostracoden-Gattung aus dem Kimmeridge Nordwestdeutschlands. — *Paläont. Z.*, 32 (3/4), 190-196.
- MARTIN, G.P.R. (1961). — Die Gattung *Fabanella* n. g. (Ostracoda) im NW- deutschen Malm und Wealden. — *Senckenb. lethaea*, 42 (3/4), 181-195.
- MARTIN, G.P.R. & WEILER, W. (1957). — Das Aldorfer Oolithen-Pflaster und seine Fauna (Mittelerer Münster Mergel, Malm). — *Senckenb. lethaea*, 38 (3/4), 211-249.
- MARTIN-COIFFAIT, B. (1974). — Contribution à l'étude des *Hemicidaris crenularis* des calcaires à chailles de Druyes (Yonne). — *Trav. Lab. Paléont. Univ. Paris, Fac. Sci. Orsay*, 106 pp.
- MARTINEZ, G. (1992). — Hammatoceratinae (Ammonitina) del Toarcense superior y Aalense en la Cordillera ibérica. — *Thèse Univ. Complutense*, Madrid, 323 pp. (inédit).
- MARTINI, E. (1971). — Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. — *Prol. 2nd Plankt. Conf.*, 2, Roma.
- MASCKE, E. (1907). — Die *Stephanoceras*-Verwandten in den Coronaten-Schichten von Norddeutschland. — *Inaug. Diss. Univ. Göttingen*, Alfeld, 38 pp.
- MATTEI, J. (1969). — Définition et interprétation de *Pseudopolyplectus*, nov. gen. (Harpoceratinae, Ammonoidea) du Toarcien d'après un matériel des Causses et du Bas-Languedoc. Application de la notion d'ensemble à l'étude de populations fossiles. — *Geobios*, Lyon, 2, 7-80.
- MATTEI, J. (1971). — Pliensbachien supérieur = Domérien. — In : « Les zones du Jurassique en France », G.F.E.J. (ed.). — *C.R. Soc. géol. France*, 6, 5-6.
- MATTEI, J. (1985). — Application de méthodes d'analyse globale à l'étude des Amaltheidae du Bassin sédimentaire des Causses (Carixien supérieur et Domérien). — *Cah. Paléont.*, CNRS (éd.), Paris, 146 pp.
- MATYJA, B.A. & WIERZBOWSKI, A. (1991). — Boreal-Subboreal ammonites in the Submediterranean Oxfordian in central Poland. — 3rd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Poitiers, abstr., 82.

- MATYJA, B.A. & WIERBOWSKI, A. (1994). — On correlation of Submediterranean and Boreal ammonite zonations of the Middle and Upper Oxfordian; new data from central Poland. — In : CARIOU, E. & HANTZPFERGUE, P. (eds) : 3rd Int. Symp. on Jurassic Stratigraphy, Poitiers 1991. — *Geobios*, ms. 17, 351-358.
- MATYJA, B.A. & WIERBOWSKI, A. (1995). — Biogeographic differentiation of the Oxfordian and Early Kimmeridgian ammonite faunas of Europe and its stratigraphic consequences. — *Acta geol. pol.*, 45, (1-2), 1-8.
- MAUBEUGE, P. L. (1967). — Catalogue des Ammonites du Jurassique inférieur et moyen (Hettangien à Bathonien) du Musée Cantonal de Bâle-Campagne. 2^e partie. — *Tätigk. Ber. Naturf. Ges. Basel*, 25, 43-130.
- MAUPIN, C. (1978). — Deux Ostracodes nouveaux du Toarcien de Vendée. — *Geobios*, Lyon, 11 (1), 107-111.
- MAYER, C. (1863). — Liste, par ordre systématique, des Bélemnites des terrains jurassiques, et diagnose des espèces nouvelles. — *J. Conchyliol.*, Paris, 11, 181-194.
- MAYER, C. (1866). — Diagnoses de Bélemnites nouvelles. — *J. Conchyliol.*, Paris, 6, 14, 358-369.
- MAYER-EYMAR, C.D.W. (1864). — Tableau synchronistique des terrains jurassiques. Zürich.
- MAYER-EYMAR, K. (1883). — Grundzüge der Classification der Belemniten. — *Z. dtsh. geol. Ges.*, Berlin, 35, 3.
- MAYER-EYMAR, K. (1884). — Die filiation der Belemnites acuti. — *Verh. natl. Ges.*, Zurich, 29, 41-56.
- MAYNC, W. (1959a). — Biocaractères et analyse morphométrique des espèces jurassiques du genre *Pseudocyammina* (Foraminifera). I. *Pseudocyammina lituus* (YOK.). — *Rev. Micropaléont.*, 2, 3, 153-172.
- MAYNC, W. (1959b). — *Torinosuella* n. gen. eine mesozoische Gattung der lituoliden Foraminiferen. — *Elogae. geol. Helv.*, Basel, 52, 1, 5-14.
- MAYNC, W. (1960). — Biocaractères et analyse morphométrique des espèces jurassiques du genre *Pseudocyammina* (Foraminifera). II. *Pseudocyammina jaccardi* (SCHRODT). — *Rev. Micropaléont.*, 3, 2, 103-118.
- MAYNC, W. (1964). — *Iberina praelusitanica* n. sp. from the Upper Oxfordian of Israel. — *Elogae geol. Helv.*, Basell, 57, 559-566.
- MAZENOT, G. (1939). — Les Palaehoplitiés tithoniques et berriasiens du Sud-Est de la France. — *Mém. Soc. géol. France*, Paris, 41, 303 pp.
- MCKINNEY, M.L. (1988). — Roles of allometry and ecology in echinoid evolution. — In : PAUL, G.R.C. & SMITH, A.B. (eds) : Echinoderm phylogeny and evolutionary biology. Oxford Univ. Press, 165-173.
- MEDD, A.W. (1979). — The Upper Jurassic coccoliths from the Haddenham and Gamlingay boreholes (Cambridgeshire, England). — *Elogae geol. Helv.*, Basel, 72, 19-109.
- MEDD, A.W. (1982). — Nannofossil zonation of the English Upper and Middle Jurassic. — *Marine Micropaleont.*, 7, 73-95.
- MEIGNEN, C. & MEIGNEN, F. (1980). — Synthèse géologique du Bassin de Paris. Vol. I : Stratigraphie et Paléogéographie. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Orléans, 101, 466 pp.
- MEISTER, C. (1982). — Distribution stratigraphique des ammonites carixiennes des Causses (France) : remarques préliminaires. — *Bull. géol. Lausanne*, 262, 73-83.
- MEISTER, C. (1984). — Les ammonites du Carixien des Causses (France). — *Thèse Univ. Lausanne*, 290 pp.
- MEISTER, C. (1986). — Les ammonites du Carixien des Causses (France). — *Mém. suisses Paléont.*, Basel, 109, 209 pp.
- MEISTER, C. (1987). — Comparaison des faunes d'ammonites au Domérien (Jurassique inférieur) entre le Bassin des Causses et les Cordillères Bétiques ; composition faunique et éléments de corrélation. — *C.R. Acad. Sci. Paris*, (2) 305, 425-428.
- MEISTER, C. (1988). — Ontogenèse et évolution des Amaltheidae. — *Elogae geol. Helv.*, Basel, 81, 3, 763-841.
- MEISTER, C. (1989). — Les ammonites du Domérien des Causses (France). Analyses paléontologiques et stratigraphiques. — *Cah. Paléont.* (CNRS éds.), Paris, 98 pp.
- MELEDINA, S.V. (1988). — Callovian. — In : KRYMHOLTZ, G.Y., MESEZHNIKOV, M.S. & WESTERMANN, G.E.G. (eds.) : The Jurassic Ammonite Zones of the Soviet Union, 33-38.
- MELENDEZ, G. (1984). — El Oxfordense en el sector central de la Cordillera ibérica (provincias de Zaragoza y Teruel). I. Biostratigrafía. — *These Univ. Complutense*, Madrid, 1-80.
- MELENDEZ, G. (1989). — El Oxfordense en el sector central de la Cordillera ibérica (provincias de Zaragoza y Teruel). — *Inst. Fernando el Católico, Institut. de Estudios Turoentes*, Zaragoza, 418 pp.
- MELENDEZ, G., OLORIZ, F. & SAEZ, A. (1983). — Nuevos datos bioestratigráficos sobre el Oxfordense superior en Moscardón (Teruel). — *Inst. geol. Min.*, Madrid, 3, 33-44.
- MELENDEZ, G., SEQUEIROS, L. & BROCHWICZ-LEWINSKI, W. (1983). — Lower Oxfordian in the Iberian Chain (Spain). Part II. Ammonite fauna. — *Bull. Acad. pol. Sci.*, 30 (3-4), 173-180.
- MERCIER, J. (1932). — Etude sur les Echinides du Bathonien de la bordure occidentale du Bassin de Paris. — *Mém. Soc. linn. Normandie*, nouv. sér., 2, 273 pp.
- MICHELSEN, O. (1975). — Lower Jurassic biostratigraphy and ostracods of the Danish Embayment. — *Geol. Surv. Denmark*, Copenhague, 2 (104), 287 pp.
- MIGNOT, Y. (1992). — Un problème de paléobiologie chez les ammonoïdes (Cephalopoda) : croissance et miniaturisation en liaison avec les environnements. — *Thèse Doct.*, Lyon, 98 pp. (inédit).
- MILLER, J.S. (1826). — Observations on Belemnites. — *Geol. Trans.*, London, 2, 45-62.
- MINTZ, L.W. (1966). — The origins, phylogeny, descendants of the Echinoid family Disasteridae A. GRAS, 1848. — *Dissert. Doct. Philos.*, Univ. California, Berkeley, 314 pp. (inédit).
- MINTZ, L.W. (1968). — Echinoids of the Mesozoic families Collyritidae d'ORBIGNY, 1853 and Disasteridae GRAS 1848. — *J. Paleont.*, 42 (5), 1272-1288.
- MOISSENET, D. (1972). — Calcaires et marnes du Bathonien à l'Ouest de Beaune (Côte d'Or), stratigraphie, sédimentologie. — *Thèse Doct. 3^e cycle*, Univ. Dijon, 94 pp. (inédit.).

- MOJON, P.O. (1991). — Charophytes et ostracodes laguno-lacustres du Jurassique de la Bourgogne (Bathonien) et du Jura septentrional franco-suisse (Oxfordien). Remarques sur les discontinuités émersives du Kimmeridgien du Jura. — *Rev. Paléobiol.*, vol. spéc. 3, 1-18.
- MONESTIER, J. (1922). — Sur la stratigraphie paléontologique du Toarcien inférieur et du Toarcien moyen dans la région Sud Est de l'Aveyron. — *Bull. Soc. géol. France*, Paris, sér. 4, 21, 322-344.
- MÖNNIG, E. (1989). — Stratigraphie und Facies des Calloviums im Raum Porta-Hannover-Hildesheim. — *Clausth. Geowiss. Diss.*, 37, 183 pp.
- MORET, L. (1926). — Note préliminaire sur les spongiaires jurassiques de La Voulte et de Trept. — *Assoc. fr. Av. Sci. Lyon*, 291-293.
- MORGENROTH, P. (1970). — Dinoflagellate cysts from the Lias Delta of Lühnde/Germany. — *Geol. paläont. Abh.*, Stuttgart, 136, 345-359.
- MORLEY-DAVIES, A. (1916). — The Zones of the Oxford and Amptill Clays in Buckinghamshire and Bedfordshire. — *Geol. Mag.*, ser. VI, 3 (9), 395-400.
- MORTON, N. (1972). — The Bajocian ammonite *Dorsetensis* in Skye, Scotland. — *Palaeontology*, London, 15 (3), 504-518.
- MORTON, N. (1975). — Bajocian Sonniniidae and other ammonites from Western Scotland. — *Palaeontology*, London, 18 (1), 41-91.
- MORTON, N. (1976). — Bajocian (Jurassic) stratigraphy in Skye, Western Scotland. — *Scott. J. Geol.*, 12, 23-33.
- MORTON, N. (1984). — Aalenian-Bajocian boundary at Bearreraig, Isle of Skye, Scotland. — 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Erlangen, 2, 341-351.
- MORTON, N. (1990). — Bearreraig (Isle of Skye, NW Scotland) as boundary stratotype for the base of the Bajocian stage. — *Mem. descr. Carta geol. Ital.*, 40, 23-48.
- MOSHKOVITZ S. & EHRLICH A. (1976). — Distribution of Middle and Upper Jurassic calcareous nannofossils in the north-eastern Negev, Israel, and in Gebel Maghara, northern Sinai. — *Bull. geol. Surv. Israel*, 69, 51-57.
- MOSHKOVITZ, S & EHRLICH, A. (1977). — Watznaueria manivitae BUKRY. Taxonomic problems and distribution in the Jurassic-Lower Cretaceous sediments of Israel and other Tethyan area. — *INA Newsletter*, 9, 110-115.
- MOUTERDE, R. (1953). — Etude sur le Lias et le Bajocien des bordures Nord et Nord-Est du Massif central français. — *Bull. Serv. Carte géol. France*, Paris, 50 (1952), 236, 63-521.
- MOUTERDE, R. (1965). — Sur quelques ammonites du Lias du Rif. Remarques paléontologiques. — *Notes Mém. Serv. géol. Maroc*, Rabat, 184, 227-243.
- MOUTERDE, R. (1967). — Le Lias du Portugal. Vue d'ensemble et division en zones. — *Communic. Serv. géol. Portugal*, Lisbonne, 52, 209-226.
- MOUTERDE, R. (1971). — Sinémurien. — In: MOUTERDE et al.: «Les zones du Jurassique en France». — *C.R. Soc. géol. France*, Paris, 1971, 6, 3-4.
- MOUTERDE, R. (1991). — Données paléontologiques sur les Ammonites de la limite Aalénien-Bajocien présentées à Piobicco (1988). — Conf. On Aalenian and Bajocian Stratigraphy, Isle of Skye, 125-129.
- MOUTERDE, R. & COADOU, A. (1971). — Hettangien moyen au Nord-Ouest de Digne (Basse-Alpes) : succession d'ammonites et repères lithologiques. — *Bull. Soc. géol. France*, Paris, (7) 13, 1-2, 13-16.
- MOUTERDE, R. & ELMI, S. (1991). — Caractères différentiels des faunes d'ammonites du Toarcien des bordures de la Téthys. — *Bull. Soc. géol. France*, Paris, 162 (6), 1185-1195.
- MOUTERDE, R. & RUGET, C. (1984). — Le passage Domérien-Toarcien dans le Lias portugais. — In: Recherche sur les Civilisations (éd.): volume en hommage à G. ZBYSZEWSKI, 203-211.
- MOUTERDE, R. & TINTANT, H. (1980). — Sinémurien. — In: «Les étages français et leur stratotypes». — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Orléans, 109, 50-58.
- MOUTERDE, R., ENAY, R., CARIOU, E., CONTINI, D., ELMI, S., GABILLY, J., MANGOLD, C., MATTEI, J., RIOLLET, M., THIERRY, J. & TINTANT, H. (1971). — Les zones du Jurassique en France. — *C.R. Soc. géol. France*, Paris, 6, 76-102.
- MOUTERDE, R., RUGET, C. & CALOO, B. (1972). — Les limites d'étages. Examen du problème de la limite Aalénien-Bajocien. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Orléans, 77, 59-68.
- MOUTERDE, R., ROCHA, R.B., RUGET, C. & TINTANT, H. (1979). — Faciès, biostratigraphie et paléogéographie du Jurassique portugais. — *Ciencias Terra*, Lisboa, 5, 29-52.
- MOUTERDE, R., DOMMERGUES, J.-L. & ROCHA, R.B. (1983). — Atlas des fossiles caractéristiques du Lias portugais; II Carixien. — *Ciencias Terra*, Lisboa, 7, 187-254.
- MOUTERDE, R., CORNA, M., OLIVIER, P. & MOURIER, T. (1986). — Ammonites d'affinités mésogéennes dans le Lias inférieur des blocs prédorsaliens du Rif (Maroc). — In: «PICG - UNESCO n° 183 Marrakech 1985». — *Rev. Fac. Sci. Marrakech*. (Sci. Terre), n° spec. 2, 349-367.
- MOUTERDE, R., SADKI, D., CHEVALLIER, T. & FERRY, S. (1989). — Sea-level changes and ammonite turnovers in the Bajocian of the Vocontian Trough (S.E. France). — 2^e Congr. franç. Sedim., Lyon 23-24 Nov. 1989. — Abstr., 48-50.
- MOUTERDE, R., CHEVALLIER, T., CORNA, M. & SADKI, D. (1990). — Variations eustatiques et évolution des ammonites au Lias et au Bajocien. — *Bull. Soc. géol. France*, 6 (6), 985-988.
- MULLER, S.W. (1941). — Standard of the Jurassic System. — *Bull. geol. Soc. Amer.*, 52 (9), 1427-1444.
- MULLER, W. (1972). — Beobachtungen an der hexactinelliden Jurasponge *Pachyteichisma lamellosum* (GOLDF.). — *Stuttg. Beitr. Nat.*, Stuttgart, ser. B, 2, 1-13.
- MUNK, C. (1978). — Feinstratigraphische und mikropaléontologische Untersuchungen am Foraminiferen-Faunen in Mittleren und Oberen Dogger (Bajocien-Callovien) der Frankenalb. — *Erlangen geol. Abh.*, 105, 72 pp.
- MUNIER-CHALMAS, E. (1892). — Etude préliminaire des terrains jurassiques de Normandie (2^e note). — *C. R. géol. France*, 20, 61-170.
- MUNIER-CHALMAS, E. & LAPAPPARENT, A. DE (1893). — Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires. — *Bull. Soc. géol. France*, Paris, (3), 21, 438-488.

- MÜNSTER, G.G. (1830). — Bemerkungen zur näheren Kenntnis des Belemniten. — BIRNER (éd.) : Bayreuth, 3-18.
- NEALE, J. W. & KILENYI, T. I. (1961). — New Species of Mandelstamia (Ostracoda) from the English Mesozoic. — *Palaeontology*, Londres, 3 (4), 439-449.
- NEAVERSON, E. (1924). — The zonal nomenclature of the Upper Kimmeridge Clay. — *Geol. Mag.*, 61, 4, 145-151.
- NEAVERSON, E. (1925). — Ammonites from the Upper Kimmeridge Clay. — *Pap. geol. Depart. Univ. Liverpool*, 53 pp.
- NEAVERSON, E. (1925). — The Zones of the Oxford Clay near Peterborough. — *Proc. geol. Assoc.*, 36, (1) : 27-37.
- NERAUDEAU, D. (1990). — Ontogenèse, paléoécologie et histoire des *Hemaster*, échinides irréguliers du Crétacé. — *Thèse Univ. de Bourgogne*, Dijon, 194 pp. (inédit).
- NERAUDEAU, D. (1991). — Influence du jeu des transgression-régression sur les chronomorphoclines d'échinides et leur interprétation phylogénétique. — *C. R. Acad. Sci. Paris*, 312 (3), 293-324.
- NERAUDEAU, D. (1992). — Transgression-regression and echinoids morphoclines. — *Lethaia*, 25, 219-220.
- NERAUDEAU, D. & FLOQUET, M. (1991). — Les échinides *Hemasteridae* : marqueurs écologiques de la plate-forme castillane et navarro-cantabre (Espagne) au Crétacé supérieur. — *Palaeoecol. Palaeobiogeogr. Palaeoclimatol.*, 88, 265-281.
- NERAUDEAU, D. & MOREAU, P. (1989). — Paléoécologie et paléobiogéographie des faunes d'échinides du Cénomanien nord-aquitain (Charente-Maritime, France). — *Geobios*, 313, 717-722.
- NEUMANN, M. (1967). — Manuel de Micropaléontologie des Foraminifères. Systématique, stratigraphie. — Gauthier-Villars, Paris, 297 pp.
- NEUMAYR, M. (1871). — Die Cephalopoden-Fauna der Oolith von Balin bei Krakau. — *Abh. k. k. geol. Reichsanst.*, Wien, 5, 2, 17-54.
- NEUMAYR, M. (1871). — Die Fauna der Schichten mit *Aspidoceras acanthicum* Oppel im Nagy Bagymas-Gebirge in Siebenburgen. — *Abh. k. k. geol. Reichsanst.*, Wien, 18, 1, 21-25.
- NEUMAYR, M. (1871). — Jurastudien. 5 – Der penninische Klippenzug. — *Abh. k. k. geol. Reichsanst.*, Wien, 21, 4, 451-536.
- NEUMAYR, M. (1873). — Die Fauna der Schichten mit *Aspidoceras acanthicum*. — *Abh. k. k. geol. Reichsanst.*, Wien, 5, 6, 141-257.
- NICOLESQ, C.P. (1927-1928). — Etude monographique du genre *Parkinsonia*. — *Mém. Soc. géol. France*, n.s. 4-5 (9), 84 pp.
- NICOLLIN, J.P. (1983). — Foraminifères du Lias moyen et supérieur du Bugey (Jura méridional). — *Thèse 3^e cycle Univ. Lyon I*, (inédite), 147 pp.
- NICOLLIN, J.P. (1992). — Les Foraminifères du Lias moyen et supérieur des Corbières (Pyrénées, France). Etude préliminaire. — *Cah. Inst. catho. Lyon*, sér. Sci., 5, 71-79.
- NICOLLIN, J.P. & RUGET, Ch. (1988). — Micrifaune du Toarcien (zone à *Tenuicostatum* et *Serpentinum*). — *Rev. Paléobiol.*, vol. spec. n° 2, *Benthos'* 86, 183-189.
- NIKLER, L. & SOKAC, B. (1968). — Biostratigraphy of the Jurassic of Velebit (Croatia). — *Geol. Vjesn.*, 21, 161-176.
- NOËL, D. & BUSSON, G. (1991). — Les calcaires fins pélagiques des temps liasiques sont primordialement faits d'une seule espèce du nannophytoplancton calcaire : la schizosphère *S. punctulata*. — *C. R. Acad. Sci. Paris*, 313, 2, 795-800.
- NOËL, D., BUSSON, G. & CORNÉE, A. (1991). — Les calcaires fins pélagiques du Jurassique moyen-supérieur sont essentiellement construits d'une nannoflore calcaire oligospécifique (coccolithes en « boutons de manchette »). — *C.R. Acad. Sci. Paris*, 313, 2, 1455-1462.
- NORRIS, G. (1965). — Archeopyle structures in Upper Jurassic dinoflagellates from southern England. — *New Zealand J. Geol. Geophys.*, 8, 792-806.
- NORRIS, G. (1978). — Phylogeny and a revised suprageneric classification for Triassic-Quaternary organic walled dinoflagellate cysts (Pyrrhophyta). Part II. Families and sub-orders of fossil dinoflagellates. — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 56, (1), 1-30.
- ODIN, G.S. & ODIN, C. (1990). — Echelle numérique des temps géologiques. — *Géochronique*, 35, 12-21.
- ODIN, G.S., GALBRUN, B. & RENARD, M. (1994). — Physico-chemical tools in Jurassic stratigraphy. — *Geobios*, Mém. spéc., 17, 507-518.
- OECHSLE, E. (1958). — Stratigraphie und Ammonitenfauna der Sonninen-Schichten des Filsgebietes, unter besonderer Berücksichtigung der Sowerbyi-Zone (Mittleren Dogger, Württemberg). — *Palaeontographica*, Stuttgart, (A), 111, 47-129.
- OERTLI, H.J. (1959a). — Les Ostracodes du Bathonien du Boulonnais. I. Les « Microostracodes ». — *Rev. Micropaléont.*, Paris, 2 (3), 115-126.
- OERTLI, H.J. (1959b). — Malm – Ostrakoden aus dem schweizerischen Juragebirge. — *Mém. Soc. helvét. Sci. nat.*, Zürich, 83 (1), 44 pp.
- OERTLI, H.J. (1957a). — Ostracodes du Jurassique supérieur du Bassin de Paris. — *Rev. Inst. franç. Pétrole*, Paris, 12 (6), 647-695.
- OERTLI, H.J. (1957b). — Ostrakoden als Salsgehalts – Indikatoren im obern Bathonien des Boulonnais. — *Eccologia geol. Helv.*, Basel, 50 (2), 279-283.
- OERTLI, H.J. (1963a). — Ostracodes du « Purbeckien » du Bassin Parisien. — *Rev. Inst. franç. Pétrole*, 18, 1, 5-39.
- OERTLI, H.J. (1963b). — Faunes d'Ostracodes du Mésozoïque de France. — Brill, E.J., Leiden (ed.) : 56 pp.
- OERTLI, H.J., BROTZEN, F. & BARTENSTEIN, H. (1961). — Mikropaläontologisch-Feinstratigraphische untersuchung der Jura-Kreide-Grenzschichten in Südschweden. — *Sveriges geol. Unders.*, C, 55, 3, 1-24.
- OERTLI, H. J. & GROSSEIDIER, E. (1961). — Ostracodes de quelques sondages du Lias du Bassin de Paris. Colloque sur le Lias français. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Paris, Mém. 4, 459-461.

- OERTLI, H.J. & PEYBERNÈS, (1972). — La série de passage au Crétacé dans le bassin sub-Pyrénéen (Espagne). — *C. R. Acad. Sci. Paris*, **274**, 3348-3351.
- OERTLI, H.J. & ZIEGLER, M. (1958). — Présence d'un Séquanien lacustre dans la région de Pontarlier (Département Doubs, France). — *Eclogae. geol. Helv.*, Basel, **51**, 2, 385-390.
- 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.
- OHMERT, W. (1976). — Das Toarcium-Profil von Ballrechten. — *J. geol. Landesam. Bad.* — *Württemb.*, **8**, 79-103.
- OHMERT, W. (1984). — Problems at the Toarcian/Aalenian boundary. — In : MICHELSSEN, O. & ZEISS, A. (ed.) : International Symposium on Jurassic Stratigraphy, Erlangen. — *Geol. Surv. Denmark*, **1**, 259-266.
- OHMERT, W. (1985). — Problems at the Toarcian-Aalenian boundary. — In : MICHELSSEN, O. & ZEISS, A. (eds) : Int. Symp. Jurassic Stratigr., Erlangen. — *Geol. Surv. Denmark*, **1**, 259-266.
- OHMERT, W. & ZEISS, A. (1980). — Ammoniten aus den Hangenden Bankkalken (Unter-Tithon) der Schwäbischen Alb (Südwestdeutschland). — *Abh. geol. Landesamt. Bad-Württemb.*, Freiburg im Breisgau, **9**, 5-50.
- OHMERT, W., PRAUSS, M. & WEISS, M. (1991). — The Toarcian-Aalenian boundary at Witnau (Oberrhein area, Southwest Germany), a possible boundary stratotype for the Aalenian. — Conference on Aalenian and Bajocian stratigraphy, Isle of Skye, 7-31.
- OKADA, H. & BUKRY, D. (1980). — Supplementary modification and introduction of code numbers to the low latitide coccolith biostratigraphic zonation (BUKRY, 1973, 1975). — *Marine Micropaleont.*, **5**, 321-325.
- OLIVIER, P. & MOUTERDE, R. (1979). — Découverte d'ammonites du Lias inférieur dans la zone prédorsaliennes de la région de Jebha (Rif, Maroc) et ses conséquences. — *Geobios*, Lyon, **12**, 4, 615-621.
- OLORIZ, F. (1978). — Kimmeridgiense-Titónico inferior en el Sector central de las Cordilleras Béticas (Zona subbética). Paleontología, Bioestratigrafía. — *Tesis Doct. Univ. Granada*, **184**, I, 1-758.
- OLORIZ, F. & TAVERA, J.M. (1979). — El transito Titónico inferior-Titónico superior en las Cordilleras Béticas (Zona subbética). — *Tectonite*, **29**, 6-15.
- OPPEL, A. (1856-58). — Die Juraformation Englands, Frankreichs und südwestlichen Deutschlands, nach ihren einzelnen gliedern eingetheilt und verglichen. — *Würt. nat. Jh.*, **12-14**, 857 pp.
- OPPEL, A. (1862). — Ueber jurassische Cephalopoden. — *Mitt. Mus. Koen. Palaeont.*, Stuttgart, 322 pp.
- OPPEL, A. (1865). — Geognostische Studien in dem Ardèche Department. — *Palaeont. Mittheil.*, Stuttgart, **1**, 5, 305-322.
- OPPLIGER, F. (1907). — Spongiens aus dem Argovien (Birmensdorferschichten) des Département du Jura, Frankreich. — *Abh. Schweiz. Paläont. Ges.*, Zurich, **34**, 19 pp.
- OPPLIGER, F. (1915). — Die spongiens der Birmensdorferschichten des Schweizerischen Jura. — *Abh. Schweiz. Paläont. Ges.*, Genève, **40**, 84.
- ORBIGNY, A. d' (1842-1850). — Paléontologie française. Description zoologique et géologique de tous les animaux mollusques et rayonnés fossiles de France. Terrains oolitiques ou jurassiques, T.I. — Masson (éd.), Paris, 642 pp. Atlas, I, 234 pl.
- ORBIGNY, A. d' (1845). — Paléontologie universelle des coquilles et des mollusques. — Delahays (éd.), Paris, 160 pp.
- ORBIGNY, A. d' (1849-52). — Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphique. — Masson (éd.), Paris, 1145 pp.
- ORBIGNY, A. d' (1850). — Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés. — Masson (éd.), Paris, **1**, 394 pp.
- ORBIGNY, A. d' (1852). — Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphiques. — Masson, (éd.), Paris, **II** (2), 383-847.
- ORBIGNY, A. d' (1852). — Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle. — Masson (éd.), Paris, 1-848.
- ORBIGNY, A. d' (1853-1855). — Echinodermes. — In : Paléontologie Française; Description des animaux invertébrés; Terrains crétacés. — Masson (éd.) Paris, **4** (2), 960 pp.
- PAGE, K.N. (1988). — The stratigraphy and Ammonites of the British Lower Callovian. — *Ph. D. Thesis Univ. Coll. London*. (inédit).
- PAGE, K.N. (1989). — A stratigraphical revision for the English Lower Callovian. — *Proc. geol. Assoc.*, **100**, (3), 362-382.
- PAGE, K.N. (1991). — Ammonite Zones and Subzones. — In : MARTILL, D.M. & HUDSON, J.D. (eds.) : Fossils of the Oxford Clay. Palaeontological Association Field Guide to Fossils : n° 4. — *Palaeont. Assoc.*, 15-19.
- PAGE, K.N. (1992). — The sequence of ammonite correlated horizons in the British Sinemurian (Lower Jurassic). — *Newsl. Stratigr.*, Stuttgart, **27**, 3, 129-156.
- PAIENDA, O. (1987). — Les dépôts carbonatés oxfordiens de la bordure occidentale du Bassin parisien. Lithostratigraphie, microfaciès, paléogéographie. — *Thèse Doct. Univ. Rouen*, 226 pp.
- PANG QIQING & WHATLEY, R. (1990). — The biostratigraphical sequence of Mesozoic non-marine ostracod assemblages in northern China. — In : WHATLEY, R. & MAYBURY, C. (eds.) : Ostracoda and global events., Chapman & Hall, London, 239-250.
- PARKINSON, J. (1811). — Organic remains of a former world. An examination of the mineralized remains of the vegetables and animals of the antediluvian world generally termed extraneous fossils. — Sherwood, Neely & Jones, Paternoster Row, London, **3**, 479 pp.
- PARNES, A. (1981). — Biostratigraphy of the Mahmal Formation (Middle and Upper Bajocian) in Maktesch Ramon (Negev, Southern Israël). — *Bull. geol. Surv. Israel*, Jerusalem, **74**, 55 pp.
- PARONA, C.F. (1896). — Contribuzione alla conoscenza delle Ammoniti liassiche di Lombardia. I - Ammoniti del

- Lias inferiore. — *Mém. Soc. paléont. Suisse*, Genève 23, 45 pp.
- PARONA, C.F. (1898). — Contribuzione alla conoscenza delle Ammoniti liassiche di Lombardia. III - Ammoniti del calcareo nero di Moltrasio, Careno civitate nel Bacino Lariano. — *Mém. Soc. paléont. Suisse*, 25, 25 pp.
- PARRON, C. (1975). — Etude des Foraminifères des formations marneuses du Bathonien supérieur et du Callovien de Bourgogne (Systématique-Stratigraphie-Ecologie). — *Thèse 3^e cycle Univ. Bourgogne*, Dijon, 58 pp. (inédit).
- PARSONS, C.F. (1974). — The sauzei and « so-called » soberyi Zones of the Lower Bajocian. — *Newsl. Stratigr.*, Leiden, 3 (3), 153-180.
- PARSONS, C.F. (1975). — Ammonites from the Doulling Conglomerate Bed (Upper Bajocian) of Somerset. — *Palaeontology*, London, 20 (1), 101-118.
- PARSONS, C.F. (1976). — A stratigraphical revision of the *humphriesianum/subfurcatum* Zone rocks (Bajocian Stage, Middle Jurassic) of Southern England. — *Newsl. Stratigr.*, Stuttgart, 5, 114-142.
- PARSONS, C.F. (1977). — Two new Bajocian microconch Otoiid ammonites and their significance. — *Palaeontology*, London, 20 (1), 101-118.
- PARSONS, C.F. (1979). — A stratigraphic revision of the Inferior Oolite of Dundry Hill, Bristol. — *Proc. geol. Assoc. London*, 90, 133-141.
- PARSONS, C.F. (1980). — Aalenian and Bajocian correlation chart. — In : A correlation of Jurassic rocks in the British Isles. Part Two : Middle and Upper Jurassic. — *Mem. geol. Soc. London*, spec. Rep. 15, 3-21.
- PASCAL, A. (1973). — Stratigraphie du Jurassique supérieur de la région de Dijon (Oxfordien moyen-Portlandien). — *Bull. Bur. Rech. géol. min.*, Orléans, (2), 1, 2, 99-111.
- PAVIA, G. (1973). — Ammoniti del Baiociano superiore di Digne (Francia SE, Dip. Basses Alpes). — *Boll. Soc. paleont. ital.*, Modena, 10/2 (1971), 75-142.
- PAVIA, G. (1983). — Ammoniti e biostratigrafia del Baiociano inferiore di Digne (France SE). — *Mus. Reg. Sci. Nat.*, 2, 254 pp.
- PAVIA, G. (1984a). — Bajocian. — 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Erlangen, 1, 55-65.
- PAVIA, G. (1984b). — Report of the Bajocian working Group. — In : MICHELSSEN, O. & ZEISS, A. (eds.). — 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Erlangen, 2, 55-85.
- PAVIA, G. & STURANI, C. (1968). — Etude biostratigraphique du Bajocien des chaînes subalpines aux environs de Digne (Basses-Alpes); note préliminaire. — *Bull. Soc. geol. ital.*, 87, 2, 305-316.
- PAVIA, G., BENETTI, A., MINETTI, C. (1987). — Il Rosso Ammonitico dei Monti Lessini Veronesi (Italia NE). Faune ad Ammoniti e discontinuità stratigrafiche nel Kimmeridgiano inferiore. — *Boll. Soc. paleont. Ital.* 26, 1-2, 63-92.
- PECK, R.E. (1951). — Nonmarine ostracodes - The subfamily Cyprideinae in the Rocky Mountain area. — *J. Paleont.*, 25, 307-320.
- PÉLISSié, T. (1982). — Le Causse jurassique de Limoges-en-Quercy : stratigraphie, sédimentologie, structure. — *Thèse 3^e cycle Univ. P. Sabatier*, Toulouse, 281 pp.
- PÉLISSié, T. & PEYBERNÉS, B. (1983). — Etude micropaléontologique du Jurassique moyen/supérieur du Causse de Limoges (Quercy). Description des Foraminifères *Trocholina gigantea* n. sp., *Parinvolutina aquitanica* n. gen., n. sp. et *Limognella dufaurei* n. gen., n. sp. — *Rev. Micropaléont.*, 25, 2, 111-132.
- PÉLISSié, T., PEYBERNÉS, B. & REY, J. (1983). — Tectonique des plaques et paléobiogéographie des grands Foraminifères benthiques et des Algues calcaires du Dogger à l'Aptien sur le pourtour de la Téthys. — *Bull. Soc. géol. France*, 7, 24, 5-6, 1069-1076.
- PÉLISSié, T., PEYBERNÉS, B. & REY, J. (1984). — Les Foraminifères benthiques du Jurassique moyen/supérieur du Sud-Ouest de la France (Aquitaine, Causses, Pyrénées). Intérêt biostratigraphique, paléoécologique et paléobiogéographique. — In : OERTLI, H.J. (éd.) : *Benthos' 83*, 2nd Int. Symp. on Benthic Foraminifera, Pau, April 1983, Elf Aquitaine, Esso REP. & Total CFP, Pau-Bordeaux.
- PELOSIO, G. (1968). — Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Part IV : generi *Hildoceras*, *Phymatoceras*, *Paroniceras* e *Frechiella*. Conclusioni generali. — *Mem. Soc. Ital. Sci. nat., Mus. civico St. nat. Milano*, 17 (3), 143-204.
- PEYBERNÉS, B. (1974). — Paracoskinolina occitanica n. sp., Orbitolinidé nouveau du Bathonien supérieur des Pyrénées françaises. — *Géol. Méditerr.*, 1, 27-34.
- PEYBERNÉS, B. (1976). — Le Jurassique et le Crétacé inférieur des Pyrénées franco-espagnoles entre la Garonne et la Méditerranée. — *Thèse Sci. Nat. Univ. Paul-Sabatier, Toulouse*, 459 pp.
- PEYBERNÉS, B. (1988). — Description d'*Ataxella* n. gen. (Générotype : *Paracoskinolina occitanica* PEYBERNÉS, 1974), nouveau genre d'Orbitolinidé du Bathonien supérieur ouest-téthysien. — *C.R. Acad. Sci. Paris*, 307, II, 1097-1100.
- PEYBERNÉS, B., ALMERAS, Y., BEN YOUSSEF, M., KAMOUN, F., MELLO, J., REY, J. & ZARGOUNI, F. (1985). — Nouveaux éléments de datation dans le Jurassique du Sud-Tunisien (Plate-forme Saharienne). — *C.R. Acad. Sci. Paris*, 300, II, 3, 113-118.
- PHELPS, M.C. (1982). — A facies and faunal analysis of the Carixian-Domerian boundary beds in NW Europe. — *Ph. D. Thesis Univ. Birmingham*, 1-660.
- PHELPS, M.C. (1985). — A refined ammonites biostratigraphy for the Middle and Upper Carixian (Ibex and Davœi Zones, Lower Jurassic) in North-West Europe and stratigraphical details of the Carixian-Domerian boundary. — *Geobios*, Lyon, 18, 3, 321-362.
- PHILLIPS, J. (1829). — Illustrations of the geology of Yorkshire. — John Murray (ed.) : London, 192 pp.
- PHILLIPS, J. (1863-1870). — A monograph of British Belemnitidae. — *Palaeontogr. Soc.*, London, 128 pp.
- PICTET, F.J. (1867). — Etude monographique des Térébratules du groupe de la *T. diphya*. — *Mélanges paléontol.*, 3^e livr., Impr. Ramboz & Schuchardt, Genève, 133-303.
- PICTET, F.J. (1868). — Etude provisoire des fossiles de Porte de France, d'Aizy et de Lémenc. — *Mélanges paléontol.*, 4^e livr., Impr. Ramboz & Schuchardt, Genève, 205-303.

- PIOTELAT, H. (1984). — Etude systématique et statistique des peuplements de Foraminifères et d'Ostracodes du Callovo-Oxfordien dans la région de Besançon. — *Thèse 3^e cycle Univ. Lyon I*, 141 pp. (inédit).
- PLUMHOFF, F. (1967). — Die Gattung *Aphelocythere* (Ostracoda) im NW-europäischen Jura und zur Entwicklung der Mikrofauna am Übergang/ Domerium. — *Senckenb. lethaea*, Frankfurt am Main, **48** (6), 549-577.
- PLUMHOFF, F. (1963). — Die Ostracoden des Oberaalenium und tiefen Unterbajocium (Jura) des Gifhorner Troges, Nordwestdeutschland. — *Abh. senckenb. natt. Ges.*, Verlag W., Kramer (ed.). 73 pp.
- POIROT, E. (1987). — Le terrain à chailles (Oxfordien inférieur et moyen) du Toulois (Lorraine). Biostratigraphie, paléontologie, paléoécologie. — *D.E.S Univ. Nancy*, 120 pp. (inédit).
- POP, G. (1974). — Les zones de calpionellidés tithoniques-valanginiennes du sillon de Résita (Carpates méridionales). — *Rev. roum. Géol. Géophys. Géogr.*, **18**, 109-125.
- POP, G. (1986). — Calpionellids and correlation of Tithonian-Valanginian formations. — *Acta Geol. Hungar.*, **29**, 93-102.
- POULSEN, N.E. (1994). — Dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Late Jurassic of Poland. — *Geobios*, m.s. **17**: 401-407.
- POULTON, T.P. & TIPPER, H.W. (1988). — Aalenian Ammonites, biostratigraphy and paleobiogeography of Canada. — *2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy*, Lisbonne, I, 181-192.
- POWERS, R.W., RAMIREZ, L.F., REDMOND, C.D. & ELEBERG, E.L. Jr. (1966). — Geology of the Arabian peninsula. Sedimentology Geology of Saudi Arabia. — *Prof. Pap. U.S. geol. Surv.*, **560 D**, 1-147.
- PRESTAT, B. (1971). — Etude micropaléontologique du passage Bathonien-Callovien dans le Centre-Ouest du bassin de Paris. Essai d'interprétation des dépôts dans cet intervalle. Colloque Jurassique Luxembourg, 1967. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, **75**, 133-145.
- PRINS, B. (1969). — Evolution and stratigraphy of Coccolithinids from Lower and Middle Lias. — *Proc. Intern. Conf. Planktonic Microfossils*, Genève, **2**, 475-485.
- PROUST, J.-N., DECONNINCK, J.-F., GEYSSANT, J.R., HERBIN, J.-P. & VIDIER, J.-P. (1993). — Nouvelles données sédimentologiques dans le Kimméridgien et le Tithonien du Boulonnais (Nord de la France). — *C.R. Acad. Sci. Paris*, **316**, II, 363-369.
- QUENSTEDT, F.A. (1845-49). — Petrefaktenkunde Deutschlands, Die Cephalopoden. — Tübingen, 580 pp. et Atlas.
- QUENSTEDT, F.A. (1846-1849). — Die Cephalopoden. — Ludwig Friedrich Fuess (ed.): Tübingen, 580 pp.
- QUENSTEDT, F.A. (1852). — Handbuch der Petrefaktenkunde. — Tübingen.
- QUENSTEDT, F.A. (1858). — Der Jura. — Laupp (ed.): Tübingen, 842 pp.
- QUENSTEDT, F.A. (1868-71). — Petrefaktenkunde Deutschlands. — Bd 2. Brachiopoden. — Fuess (ed.): 758 pp.
- QUENSTEDT, F.A. (1875). — Die Echiniden. Petrefaktenkunde Deutschlands. — Abt. 1, 3 (Echiniden) Fues's Verlag edit., Leipzig, 720 pp.
- QUENSTEDT, F.A. (1878). — Petrefaktenkunde Deutschlands. — Bd. 5, Die Schwamme. Liepzig, texte + atl., 612 pp.
- QUENSTEDT, F.A. (1883-88). — Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. — Stuttgart, 3 vol. texte et 3 vol. atlas.
- QUENSTEDT, F.A. (1885). — Handbuch der Petrefaktenkunde. — Tübingen, 978-993.
- RAMALHO, C.D. (1964). — The foraminiferal family Pfendelinidae in the Jurassic of Saudi Arabia. — *Micropal.*, **10**, 2, 251-263.
- RAMALHO, M. (1969). — Quelques observations sur les Lituolidae (Foraminifera) du Malm Portugais. — *Bul. Soc. geol. Port.*, **17**, 37-50.
- RAMALHO, M. (1971). — Contribution à l'étude micropaléontologique et stratigraphique du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur des environs de Lisbonne (Portugal). — *Mém. Serv. géol. Port.*, **19**, 1-221.
- RAMALHO, M. (1981). — Note préliminaire sur les microfaunes du Jurassique portugais. — *Communic. Serv. géol. Port.*, **67**, 1, 41-45.
- RAMALHO, M. (1985). — Considérations sur la biostratigraphie du Jurassique supérieur de l'Algarve oriental (Portugal). — *Communic. Serv. géol. Port.*, **71**, 1, 41-50.
- RAMALHO, M. & REY, J. (1969). — Corrélations stratigraphiques dans les couches de passage du Jurassique au Crétacé du Portugal. — *Bol. Soc. geol. Port.*, **17**, 31-36.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1969). — Síntesis estratigráfica y micropaleontológica de las facies Purbeckense y Wealdense del Norte de España. — CEPESA, S.A. (ed.): Madrid, 1-68.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1971). — Bioestratigrafía y microfaunas del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región cantábrica). — *Mem. Inst. geol. min. España.*, **78**, 354 pp.
- REALE, V., BALDANZA, A., MONECHI, S. & MATTIOLI, E. (1992). — Calcareous nannofossil biostratigraphic events from the Early-Middle Jurassic sequences of the Umbria-Marche area (Central Italy). — *Mem. Sci. geol.*, **42**, 41-75.
- REALE, V. & MONECHI, S. (1991). — New biostratigraphic data based on calcareous nannofossils of the Middle-Upper Jurassic interval in the Northwest Atlantic (Sites 534A and 105) and in the Umbria-Marche area. — *INA Newslet.*, **13**, 2, 65.
- REALE, V. & MONECHI, S. (1994). — *Cyclagelosphaera wiedmanni* new species: a marker for the Callovian. — *J. Nannopl. Res.*, **16**, 3, 117-119.
- REMANE, J. (1963). — Les Calpionelles dans les couches de passage Jurassique-Crétaçé de la fosse vocontienne. — *Trav. Lab. géol. Grenoble*, **39**, 25-82.
- REMANE, J. (1965). — Neubearbeitung der Gattung *Calpionellopsis* COL. 1948 (Protozoa, Tintinnina?). — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, **122**, 27-49.
- REMANE, J. (1985). — Calpionellids. — In: BOLLI, H.M., SAUNDERS, J.B. & PERCH-NIELSEN, K. (eds.): Plankton stratigraphy. — Cambridge Univ. Press (ed.): 555-572.

- REMANE, J. (1986). — Calpionellids and the Jurassic-Cretaceous boundary. — *Acta geol. Hungar.*, **29**, 15-26.
- REMANE, J., BAKALOVA-IVANOVA, D., BORZA, K., KNAUER NAGY, I., POP, G., TARDI-FILACZ, E. (1986). — Agreement on the subdivision of the standard calpionellid zones defined at the IIInd Planktonic Conference, Roma 1970. — *Acta geol. Hungar.*, **29**, 5-14.
- RENEVIER, E. (1864). — Notices géologiques et paléontologiques sur les Alpes vaudoises et les régions environnantes. Infralias et zone à *Avicula contorta* (ét. Rhaetien) des Alpes vaudoises. — *Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat.*, Lausanne, **8**, 39-97.
- REVERT, J. (1969). — Les Brachiopodes de quelques gisements du Lias moyen des Causses (Le Tournadous - Les Petits Causses au S-E de Florac). Etude biostratigraphique et paléontologique. — *Thèse 3^e cycle, Univ. Lyon*, **391**, 151 pp. (inédit.).
- REVERT, J. (1971). — Les Brachiopodes du Lias moyen du bassin des Causses : étude biostratigraphique. — *Geobios*, Lyon, **4**, 3, 199-222.
- REVERT, J. (1978). — Analyse mathématique des populations de *Gibbirhynchia amalthei* (QU.) du Lias des Causses. Un exemple de polymorphisme chez les Brachiopodes. — *Ann. Paléont.*, Paris, **4**, 2, 91-119.
- REVERT, J. & TCHOUMATCHENCO, P. (1973). — Les zones de brachiopodes du Lias en Bulgarie et dans le Sud de la France (Bassin des Causses) : essai de corrélation. — *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, **56**, 181-193.
- REY, J. (1972). — Recherches géologiques sur le Crétacé inférieur de l'Estramadura (Portugal). — *Lab. géol. Univ. Paul Sabatier*, Toulouse, 1-529.
- REY, J. (1986). — Micropaleontological assemblages, paleoenvironments and sedimentary evolution of Cretaceous deposits in the Algarve (Southern Portugal). — *Paleogeogr. Palaeoclimtol. Palaeoecol.*, **55**, 233-246.
- REYNES, P. (1868). — Essai de géologie et de paléontologie aveyronnaises. — Baillière (éd.) : Paris, 109 pp.
- REYNES, P. (1879). — Monographie des Ammonites. — Atlas ; Marseille-Paris.
- RICCARDI, A.G., WESTERMANN, G.E.G. & ELM, S. (1989). — The Middle Jurassic Bathonian-Callovian Ammonite zones of the Argentine - Chilean Andes. — *Geobios*, **22**, 5, 553-597.
- RICHARDSON, L. & PARIS, E.T. (1908). — On the stratigraphical distribution of the Inferior-Oolite Echinoids of the West of England. — *Proc. Cottes. Club*, **26** (2), 151-193.
- RICHÉ, A. & ROMAN, F. (1921). — La montagne de Crussol. Étude stratigraphique et paléontologique. — *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, **1**, 196 pp.
- RICHTER, H. (1987). — Die Mikrofauna des Unteren Toarciums der Nordschweiz. — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, **176** (1), 137-155.
- RIDING, J.B. (1984). — Dinoflagellate cyst range top biostratigraphy of the uppermost Triassic to lowermost Cretaceous of northwest Europe. — *Palynology*, **8**, 195-210.
- RIDING, J.B. (1987). — Dinoflagellate cyst stratigraphy of the Nettleton Bottom Borehole (Jurassic : Hettangian to Kimmeridgian), Lincolnshire, England. — *Proc. Yorkshire Geol. Soc.*, **46**, 231-266.
- RIDING, J.B. & THOMAS, J.E. (1988). — Dinoflagellate cyst stratigraphy of the Kimmeridge Clay (Upper Jurassic) from the Dorset coast, southern England. — *Palynology*, **12**, 65-88.
- RIDING, J.B. & THOMAS, J.E. (1992). — Dinoflagellate cysts of the Jurassic System. A stratigraphic Index of Dinoflagellate cysts. — A. J. POWELL, B.M.S. (ed.) : 7-57.
- RIEBER, H. (1963). — Ammoniten und Stratigraphie des Braunjura beta der schwäbischer Alb. — *Palaeontographica*, Stuttgart, **122**, A, 89 pp.
- RIEBER, H. (1977). — Remarks to the Aalenian of the Swabian Alb. — *Stutt. Beitr. Nat.*, ser. B., **29**, 1-5.
- RIEGRAF, W. (1980). — Revision des Belemnites des Schwabischen Jura, Teil. 7. — *Palaeontographica*, Stuttgart, A, **4-6**, 128-206.
- RIEGRAF, W. (1984). — Neue Ostracoden - Arten aus dem Oberen Pleinsbachium und Unteren Toarcium Südwestdeutschlands und Südfrankreichs. — *Stut. Beitr. Nat.*, Ser. B, **104**, 19 pp.
- RIEGRAF, W. (1985). — Mikrofauna, Biostratigraphie und Fazies im Unteren Toarcium Südwest Deutschland und Vergleiche mit benachbarten Gebieten. — *Tüb. Mikropaläont. Mitt.*, **3**, 232 pp.
- RIEGRAF, W., WERNER, G. & LÖRCHER, F. (1984). — Biostratigraphie, Fauna und Fazies des südwestdeutschen Untertoarciums (Lias E). — *Der Posidonienschiefner*, Stuttgart, 195 pp.
- RIOULT, M. (1980). — Marnes de Villers, Oxfordien inférieur, zone à *Mariae*. — In : Synthèse géologique du bassin de Paris, Lexique des noms de formation. — *Mém. Bur. Rech. Géol. min.*, **103**, 3, 243-245.
- RIOULT, M., DUGUÉ, O., JAN-DU-CHÈNE, R., PONSOT, C., FILY, G., MORON, J.-M. & VAIL, P.R. (1991). — Outcrop Sequence stratigraphy of the Anglo-Paris-Basin Middle to Upper Jurassic (Normandy, Maine, Dorset). — *Bull. Centres. Rech. Expl.-Prod. Elf Aquitaine*, Boussens, **15** (1), 101-194.
- ROCHA, R.B. (1976). — Estudo estratigraphico e paleontológico de Jurassico de Algarve occidental. — *Centr. Estr. Univ. Lisboa*, **178** pp.
- ROCHA, R.B., HENRIQUEZ M.H., SOARES, A.F., MOUTERDE, R., CALOO, B., RUGET, C. & FERNANDEZ-LOPEZ, S. (1990). — The Cabo Mondego section as a possible Bajocian boundary stratotype. — *Mem. descr. Carta geol. Ital.*, **40**, 49-60.
- ROCHÉ, P. (1939). — Aalénien et Bajocien du Mâconnais et de quelques régions voisines. — *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, **35**, 29, 355 p.
- ROCHÉ, P. (1943). — Sur les couches dites à *Ammonites blagdeni* du Mont d'Or Lyonnais. — *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, **36**, 30, 37 p.
- ROEMER, F.A. (1836). — Die Versteinerungen des Norddeutschen Oolithen-Gebirges. — Hannover, 218 pp.
- ROHR, W.M. (1976). — Mitteljurassische Ostracoden aus den Grands Causses Süd-Frankreichs. — *Freie Univ. Berlin*, 162 pp.
- ROLL, A. (1931). — Die stratigraphie des Oberen Malm im Lauchertgebiet (Schw. Alb) als Unterlage für tektonische Untersuchungen. — *Abh. Preuss. geol. Landesanst Berlin*, N.F., II, **135**, 1-164.

- RÖLL, A. (1932). — Stratigraphischen Vergleich zwischen nordwesteuropäischen und süddeutschen oberen Weissjura. — *N. Jb. Miner., Beil.*, Stuttgart, **68**, B, 179-189.
- ROLLET, A. (1964). — Etude des Térébratules des Marnes dites à *Rhynchonella varians* du Jura Septentrional. — *Ann. sci. Univ. Besançon*, (2), **19**, 27-44.
- ROLLET, A. (1972). — *Terebratula rollieri*: validité de l'espèce dans le Jura, définition d'une nouvelle espèce (Brachiopode - Oxfordien). — *Ann. sci. Univ. Besançon*, (3), Géol., **17**, 21-35.
- ROLLIER, L. (1909). — Caractères généraux et affinités géologiques du Jura. — 9^e Congr. Assoc. franc-comtoise, Pontarlier Août 1909, Besançon, 13-32.
- ROLLIER, L. (1911). — Fossiles nouveaux ou peu connus des terrains secondaires du Jura et des contrées environnantes. 1^e partie. — *Mém. Soc. paléont. Suisse*, Genève, **37**, 32 pp.
- ROMAN, F. (1897). — Recherches stratigraphiques et paléontologiques dans le Bas-Languedoc. — *Ann. Univ. Lyon*, **34**, 345 pp.
- ROMAN, F. (1935). — La faune des minéraux de fer des environs de Privas. — *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, **27**, 23, 52 pp.
- ROMAN, F. & BRUN, P. DE (1909). — Note sur le Jurassique inférieur et moyen des environs de Saint-Ambroix (Gard). — *Ann. Soc. linn. Lyon*, n.s., **56**, 51-91.
- ROSE, E.P.F. & OLVER, J.B.S. (1985). — Slow evolution in the Holocypidae, a family of primitive irregular echinoids. — In : KEEGAN, B.F. & O'CONNOR, B.D. (eds) : « Echinodermata », Proc. 5th Int. Echinoderm Symp., Galway. — Balkema, Amsterdam, 81-89.
- ROSE, E.P.F. & OLVER, J.B.S. (1988). — Jurassic echinoids of the family Menopygidae : Implications for the evolutionary interpretation and classification of early irregularia. — In : BURKE, R.D., MLADENOV, P.V., LAMBERT, P. & PARSLY, R.L. (eds) : « Echinoderm biology », Proc. 6th Int. Echinoderm Symp., Victoria. — Balkema, Amsterdam, 149-158.
- ROSENFIELD, A., HONINGSTEIN, A., GERRY, E., OERTLI, H.J. & FLEXER, A. (1988). — Early Jurassic ostracodes from the Ardon formation in Israel and Sinai. — *Geol. Surv. Isr.*, **6**, 50-55.
- Ross, C.A. (1974). — Evolutionary and ecological significance of large, calcareous Foraminiferida (Protozoa), Great Barrier Reef. Proc. — 2nd Coral Reef Symp., **1**, 327-333.
- ROTH, P.H., MEDD, A.W. & WATKINS, K.D. (1983). — Jurassic calcareous nannofossil zonation, an overview with new evidence from Deep Sea Drilling Project Site 534. — *Init. Rep. Deep Sea Drill Proj.*, **76**, 587-621.
- ROWE, A.W. (1900). — The Zones of White Chalk of the English coast. I : Kent and Sussex. — *Proc. geol. Assoc.*, **16** (6), 289-368.
- ROZYCKI, S.Z. (1953). — Gorny Dogger i Dolny Malm Jury Krakowsko- Częstochowskieg. — *Prace Inst. Geol.*, Warszawa, **17**.
- RUGET, C. (1975). — Foraminifères du Lias et du Dogger. — In : POMEROL, C., Douin (éd.) : Ère mésozoïque, 102-103.
- RUGET, C. (1979). — Grandes lignes de la succession des faunes de foraminifères au Lias et au Bajocien. — *Mém. Soc. géol. France*, **415** pp.
- RUGET, C. (1980). — Evolution et biostratigraphie des Lagénidés (Foraminifères) dans le Lias de l'Europe occidentale. — *Bull. Soc. géol. France*, (7), **22**, 4, 623-626.
- RUGET, C. (1980). — Foraminifères. — In : *Synthèse géologique du Bassin de Paris*. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, **101**, 80-88.
- RUGET, C. (1982). — Foraminifères du Lias moyen et supérieur d'Obon (Chaîne ibérique, province de Teruel, Espagne). — *Géobios*, **15**, 1, 53-91.
- RUGET, C. (1984). — Foraminifères (Lias, Dogger). — In : *Synthèse géologique du Sud-Est de la France*. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, **126**, 130-131 ; 185-186.
- RUGET, C. (1985). — Les foraminifères (Nodosariidés) du Lias de l'Europe occidentale. — *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, **94**, 273 p.
- RUGET, C. (1988). — Essai de zonation biostratigraphique du Lias par les foraminifères (Nodosariidés). — *Rev. Paléobiol.*, vol. spéc. n° 2, *Benthos'* 86, 197-200.
- RUGET, C., CUBAYNES, R. & BOUTAKIOUT, M. (1988). — Première tentative de biozonation du Toarcien moyen (zones à Bifrons et à Variabilis) du Sud-Quercy, par les foraminifères benthiques. — *Rev. Paléobiol.*, vol. spéc. n° 2, *Benthos'* 86, 203-207.
- RUGET, C. & MARTINEZ-GALLEG, J. (1979). — Foraminifères du Lias moyen et supérieur d'Andalousie. — *Cuad. Geol. Universid. Granada*, **10**, 311-316.
- RULLEAU, L. (1989). — Les Grammoceratinæ (Hildocerataceæ, Ammonitina) du Toarcien supérieur de la région lyonnaise. — *Thèse Doct. Univ. Lyon I*, 225 pp. (inédit).
- RULLEAU, L. (1991). — Les Phylloceratidae et les Lytoceratidae du Toarcien et du Dogger inférieur. — *Sect. Geo. Com. Entr. Lafarge*, Lozanne, 15 pp. (inédit).
- RULLEAU, L. (1993). — L'évolution des Grammoceratinæ au Toarcien supérieur, dans la région lyonnaise. — *Géobios*, Mém. spéc., **15**, 331-339.
- RUTHERFORD, N.M. & AINSWORTH, N.R. (1989). — Micropalaeontological and stratigraphical recognition of the Triassic/Jurassic boundary in the North Celtic Sea and Fastnet Basins. — In : BATTEN, D.J. & KEEN, M. C. (eds.) : — Northwest European micropalaeontology and palynology, Brit. micropaleont. Soc., 45-69.
- SADKI, D. (1984). — Biostratigraphie et paléontologie des Ammonites de quelques gisements du Bajocien inférieur du Maroc, de France et du Portugal. — *Thèse 3^e cycle Univ. Lyon I*, 191 p.
- SADKI, D. (1988). — Les genres *Bradfordia*, *Praeoppelia*, Ammonitina, Haplocerataceæ dans l'Aalénien supérieur et le Bajocien inférieur du Haut-Atlas Marocain et du Portugal. — 2nd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Lisbonne, **I**, 225-242.
- SADKI, D. (1990). — Les derniers Grammoceratinæ et les derniers Hammatoceratinæ du Bajocien inférieur du Haut Atlas marocain. — *Mem. descr. Carta geol. ital.*, **40**, 205-214.

- SAKHAROV, A.S., SHILKIN, V.N. & MESEZHNIKOV, M.S. (1987). — Jurassic-Cretaceous boundary beds on the North-East Caucasus. — Guidebook to the Geological Excursion, Int. Field Meeting «The Jurassic-Cretaceous Boundary on the North Caucasus», Leningrad 1987, 67 pp.
- SALFELD, H. (1913). — Certain Upper Jurassic strata of England. — *Quart. J. geol. Soc. London*, 69, 423-432.
- SALFELD, H. (1913). — Die Glieeration des Oberen Jura in Nordwest-Europa. — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, 37, 125-246.
- SANDOVAL, J. (1979). — El Bajocense en la zona Subbetica. — *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 10, 25-440.
- SANDOVAL, J. (1983). — Biostratigraphia y Paleontologia (Stephanoceratacea y Perisphinctacea) del Bajocense y Bathonense en las Cordilleras Béticas. I, II. — *Tesis Doct. Univ. Granada*, 613 pp.
- SANDOVAL, J. & WESTERMANN, G.E.G. (1986). — The Bajocian (Jurassic) ammonite fauna of Oaxaca, Mexico. — *J. Paleont.*, 60, 1220-1271.
- SANDOVAL, J., WESTERMANN, G.E.G. & MARSHALL, M.C. (1990). — Ammonite fauna, Stratigraphy and Ecology of the Bathonian-Callovian (Jurassic) Tecocoyunca Group, South Mexico. — *Palaeontographica*, A, 210, 4/6, 93-149.
- SANDY, M.R. (1988). — Tithonian Brachiopoda. — In : Evolution of the northern margin of Tethys : the results of IGCP Project 198. — *Soc. géol. France*, Paris, I, 71-77.
- SAPUNOV, I.G. (1974). — Notes on the geographical differentiation of the Lower Jurassic Ammonite faunas. — Coll. Jurassique, Luxembourg 1957. — *Mém. Bur. Rech. géol. min. Paris* (1971), 75, 263-270.
- SAPUNOV, I.G. (1976). — Ammonite Stratigraphy of the Upper Jurassic in Bulgaria; II, Oxfordian : Substages, Zones and Subzones. — *Geol. Balkan.*, Sofia, 6, 4, 19-36.
- SAPUNOV, I.G. (1977). — Ammonite Stratigraphy of the Upper Jurassic in Bulgaria. III. Kimmeridgian : Substages, Zones and Subzones. — *Geol. Balkan.*, Sofia, 7, 1, 63-80.
- SAPUNOV, I.G. (1979). — Les fossiles de Bulgarie, III.3, Jurassique supérieur, Ammonoidea. — *Bull. Acad. Sci. Bulg.*, Sofia, 1-263.
- SARJEANT, W.A.S. (1959). — Microplankton from the Cornbrash of Yorkshire. — *Geol. Mag.*, 96, 329-346.
- SARJEANT, W.A.S. (1961). — Microplankton from the Kellaways Rock and Oxford Clay of Yorkshire. — *Palaeontology*, 4, 90-118.
- SARJEANT, W.A.S. (1964). — New name and diagnosis for an Upper Jurassic species of *Gonyaulacysta* (Dinophyceae). — *Palaeontology*, 7, 472-473.
- SARJEANT, W.A.S. (1966b). — Dinoflagellate cysts with *Gonyaulax* type tabulation. — In : DAVEY, R.J., DOWNIE, C., SARJEANT, W.A.S., & WILLIAMS, G.L. : Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cyst. — *Bull. brit. Mus. Nat. Hist. geol. Suppl.* 3, 107-156.
- SARJEANT, W.A.S. (1969). — Taxonomic changes. — In : DAVEY, R.J., DOWNIE, C., SARJEANT, W.A.S., & WILLIAMS, G.L. : Appendix to «Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts». — *Bull. brit. Mus. Nat. Hist. geol.*, Appendix to Supplement, 3, 7-15.
- SARJEANT, W.A.S. (1975). — Jurassic dinoflagellate cysts with epitractal archeopyle. A reconsideration. — *Grana*, 14, 49-56.
- SARJEANT, W.A.S. (1976). — Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Great Oolite (Jurassic Bathonian) of Lincolnshire, England. — *Geobios*, 9, 1-6.
- SARJEANT, W.A.S. (1978). — A guide to the identification of Jurassic dinoflagellate cysts. — *Misc. Publ., School. Geosci. Louisiana State Univ.*, 78-1, 107 pp.
- SARJEANT, W.A.S. (1979). — Middle and Upper Jurassic dinoflagellate cysts; the world excluding North America. — *Amer. Assoc. stratigr. Palynol. Contrib. Ser.*, 5B, 133-157.
- SARJEANT, W.A.S. (1982). — The dinoflagellate cysts of the *Gonyaulacysta* group : a morphological and taxonomic study. — *Amer. Assoc. stratigr. Palynol. Contrib. Ser.*, 9, 180.
- SARTI, C. (1993). — Il Kimmeridgiano delle Prealpi veneto-trentino : fauna e biostratigraphia. — *Mein. Mus. Civ. St. Nat. Verona*, 5, 1, 1-145.
- SARTONI, U. & CRESCENTI, U. (1962). — Ricerche biostratigrafiche nel Mesozoico dell'Appennino meridionale. — *Giorn. Geol. (Ann. Museo Geol.) Bologna*, 2, 29, 162-302.
- SAVIN, L. (1907). — Supplément au catalogue des échinides fossiles du département de la Savoie. — *Bull. Soc. Hist. nat. Savoie*, 2 (12).
- SAYN, G. & ROMAN, F. (1930). — Etudes sur le Callovien de la vallée du Rhône. II. — Monographie stratigraphique et paléontologique du Jurassique moyen de La Voulte-sur-Rhône. 2^e fasc. — *Trav. Lab. géol. Lyon*, 14, 166-256.
- SCHAIRER, G. (1970). — Quantitative Untersuchungen an *Sutneria platynota* REINECKE (Perisphinctidae, Ammonoidea) der fränkischen Alb (Bayern). — *Mitt. Bayer. Staatsamml. Paläont. hist. Geol.*, München 10, 153-174.
- SCHLATTER, R. (1977). — The biostratigraphy of the Lower Pliensbachian at the type locality (Pliensbach, Würtemberg, S.W. Germany). — *Stutt. Beitr. Natur.*, B 27, 1-29.
- SCHLATTER, R. (1980). — Biostratigraphie und ammonitenfauna des Pliensbachium im typus gebiet (Pliensbach, Holzmaden und Nürtingen; Würtemberg, SW - Deutchlands). — *Stuttg. Beitr. Natur. (B)* 65, 261 pp.
- SCHLATTER, R. (1985). — Eine bemerkenswerte Ammonitenfauna aus dem Grenzbereich Pliensbachium/Toarcium der Baar (Baden/Württemberg). — *Stuttg. Beitr. Natur.*, B, 112, 27 pp.
- SCHLOENBACH, U. von (1863). — Über den Eisenstein des mittleren Lias im Nord-westslichen Deutschland. — *Z. dtsch. geol. Ges.*, Berlin, 15, 465-566.
- SCHLOTHEIM, E.F. von (1820). — Die Petrefactenkunde auf ihren Jetzigen Standpunkte durch die Beschreibung seiner Sammlung versteinerter und fossiler Überreste des Thier-und Pflanzenreichs der Vorwelt erläutert. Becker'schen Buchhandlung. — Gotha (ed.) : 114 pp.
- SCHMIDT, G. (1954). — Stratigraphisch wichtige Ostracoden im «Kimmeridge» und tiefsten «Portland» NW. — *Paläont. Z.*, 28, 1-2, 81-99.

- SCHMIDT, G. (1955). — Stratigraphie und Mikrofauna des mittleren Malm im nordwest - deutschen Bergland mit einer Kartierung am südlichen. — *Abh. senckenb. nat. Ges.*, Frankfurt am Main, 491, 76 pp.
- SCHMIDTILL, E. & KRUMBECK, L. (1938). — Die Coronenschichten von Auerbach (Oberpfalz, Nordbayern). — *Z. dtsh. geol. Ges.*, Stuttgart, 90, 297-360.
- SCHNEID, T. (1914). — Die Geologie der fränkischen Alb zwischen Eichstätt und Neuburg a. D. — *Geognost. Jahresh.*, München, 27, 59-170.
- SCHNEID, T. (1914-1916). — Die Geologie der fränkischen Alb zwischen Eichstätt und Neuburg a. D. — *Geognost. Jahresh.*, München, 27-28.
- SCHNEID, T. (1915). — Die Ammonitenfauna der obertrithoischen Kalke von Neuburg a.D. — *Geol. paläont. Abh.*, Jena, (NF), 13, 5, 114 pp.
- SCHRAMMEN, A. (1937). — Die Kieselpongien des Oberen Jura von Süddeutschland. B. Besonderer Teil. — *Palaeontographica*, Stuttgart, 85 A, 1-114.
- SCHUDACK, U. (1989). — Zur Systematik der oberjurasischen Ostracodengattung *Cetacella* MARTIN 1858 (Syn. *Leiria* Helmdach, 1971). — *Berl. Geowiss. Abh.*, A, 106, 459-471.
- SCHUDACK, E. & SCHUDACK, U. (1990). — Eine neue Art der Gattung *Marslatourella* MALZ, 1959 und die assozierte Ostracodenfauna aus dem Ober-Bathonium von Talveila (Provinz Soria, Spanien). — *Berl. Geowiss. Abh.*, A, 124, 193-207.
- SCHWEGLER, E. (1939). — Belemniten aus den Psilonotenton-Schwabens. — *Zentr. Min. Abt.*, B, 5, 200-208.
- SCHWEGLER, E. (1969). — Revision der Belemniten des Schwäbischen Jura, teil 5. — *Palaeontographica*, Stuttgart, A, 132, 4-6, 179-219.
- SCHWEIGERT, G. (1993). — Die Ammonitengattungen *Graevia* SALFELD und *Tolvericeras* HANTZPERGUE und ihre Bedeutung für den Grenzbereich Oberkimmeridgium/Untertithonium im Schwäbischen Jura. — *Geol. Inst. Univ.*, Erlangen, 43, 1-3, 167-186.
- SCHWEIGERT, G. (1993). — Subboreale Faunenelemente (Ammonoidea) im oberen Weissjura (Oberkimmeridgium) der Schwäbischen Alb. — *Profil 5*, Stuttgart, 141-155.
- SEBANE, A. (1984). — Etude systématique et paléocologique de la microfaune du Lias moyen et supérieur du Djebel Nador (Tiaret, Algérie). — *Thèse 3^e cycle Univ. Lyon I*, 136 pp. (inédit).
- SEEBACH, K. VON (1864). — Der Hannoversche Jura. Berlin, 1-170.
- SEEGER, D. (1961). — Die Delta Epsilon-Grenzschichten im Schwäbischen Weissen Jura. — *Jb. Mitt. ober geol. Ver.*, 43, 49-72.
- SEIBOLD, E. & SEIBOLD, I. (1959). — Foraminiferen der Bank und Schwamm-Fazies im unteren Malm Süddeutschlands. — *N. Jb. Geol. Paläontol. Abh.*, Stuttgart, 109, 3, 309-438.
- SEIFERT, I. (1963). — Die Brachiopoden des oberen Dogger der schwäbischen Alb. — *Palaeontographica*, Stuttgart, A, 121, 4-6, 156-203.
- SEPTFONTAINE, M. (1974). — Présence de *Protopeneroplis trochangulata* sp. nov. (Foraminifère) dans le Crétacé inférieur du Jura méridional et révision *Protopeneroplis* WEYNSCHEK, 1950. — *Eclogae geol. Helv.*, Basel, 67, 3, 605-628.
- SEPTFONTAINE, M. (1978a). — *Chablaisia* n. gen., un nouveau genre de Foraminifère du Jurassique briançonnais (Nappes des Préalpes médianes). — *Soc. phys. Hist. Nat., Genève*, 31, 1, 39-49.
- SEPTFONTAINE, M. (1978b). — Les genres *Pfenderina* HENSON, 1948 et *Lituoneilla* SCHLUMBERGER, 1905 (foraminifères) dans le Dogger briançonnais des Préalpes. — *Eclogae geol. Helv.*, Basel, 71, 2, 321-345.
- SEPTFONTAINE, M. (1980). — Les Foraminifères imperforés des milieux de plate-forme au Mésozoïque : détermination pratique, interprétation phylogénétique et utilisation biostratigraphique. — *Mém. Soc. helv. Sci. Nat.*, 97, 1-121.
- SEPTFONTAINE, M. (1984). — Biozonation (à l'aide des Foraminifères imperforés) de la plate-forme interne carbonatée liasique du Haut-Atlas (Maroc). — *Rev. Micropaléont.*, 27, 3, 209-229.
- SEPTFONTAINE, M. (1988). — Vers une classification évolutive des Lituolidés (Foraminifères) jurassiques en milieu de plate-forme carbonatée. — *Rev. Paleobiol.*, vol. spec. 2, Benthos'86, 229-256.
- SEPTFONTAINE, M., ARNAUD-VANNEAU, A., BASSOLET, J.P., GUSIC, I., RAMALHO, M. & VELIC, I. (1991). — Les Foraminifères imperforés des plates-formes carbonatées jurassiques : état des connaissances et perspectives d'avenir. — *Bull. Soc. vaud. Sci. nat.*, 80, 3, 255.
- SEQUERIOS, L. (1974). — Paleobiogeografia del Calloviano y Oxfordiano en el sector central de la zona subbética. — *Tesis Doct. Univ. Granada*, 65, 1-275.
- SEQUERIOS, L. (1975). — Revision de *Gregoryceras fouquei* (KILIAN) 1889 (Peltoceratinæ, Ammonoidea, Cordilleras Beticas). — *Cuad. Geol.*, 6, 165-176.
- SHEPPARD, L.-M. (1981). — Middle Jurassic Ostracoda from Southern England. — *Ph.D. Thesis*, Londres, 214 pp.
- SIMPSON, M. (1855). — The fossils of the Yorkshire Lias. — London, 149 pp.
- SIMPSON, M. (1866). — Inferior Oolithe. Lias Belemnites of the Yorkshire Coast. — *Geol. Nat. Hist. Repertory*, London.
- SISSINGH, W. (1977). — Biostratigraphy of Cretaceous nanoplankton. — *Geol. en Mijnb.*, 57, 433-440.
- SIX, A. (1879). — Comptes-rendus des excursions dans les terrains secondaires de l'Aisne et des Ardennes. — *Ann. Soc. géol. Nord*, Lille, 6, 400-427.
- SMELROR, M. & LEEREVELD, H. (1989). — Dinoflagellate and acritarch assemblages from the late Bathonian to early Oxfordian of Montagne Crussol, Rhône Valley, southern France. — *Palynology*, 13, 121-141.
- SMELROR, M. & DIETL, G. (1994). — Dinoflagellates cysts of the Bathonian/Callovian boundary beds in Southern Germany. — *Geobios*, m.s. 17, 453-459.
- SMITH, A.B. (1978). — A comparative study of the life of two Jurassic irregular echinoids. — *Lethaia*, 11 (1), 57-66.
- SMITH, A.B. (1984). — Echinoid Palaeobiology. — In : ALLEN, G. & UNWIN (eds.) : Special Topics in Palaeontology, London, 190 pp.

- SMITH, A.B. (1991). — Echinoid evolution from the Triassic to lower Liassic. — *Cah. Inst. catho. Lyon*, Série sci., 3, 79-117.
- SMITH, A.B. & PAUL, C.R.C. (1985). — Variation in the irregular echinoid Discoides during the Early Cenomanian. — In: COPE, J.C.W. & SKELTON, P.W. (eds) : « Evolutionary case histories from the fossil record ». — *Spec. Pap. Palaeont.*, London, 33, 29-37.
- SMITH, A.B., PAUL, C.R.C., GALE, A.S. & DONOVAN, S.K. (1988). — Cenomanian and Lower Turonian Echinoderms from Wilmington, South-East Devon, England. — *Bull. brit. Mus. nat. Hist., Geol.*, 42, 1-245.
- SOHN, I.G. (1982). — Dryelidae n.fam. from continental Upper Jurassic and Lower Cretaceous rocks. — In: BATE, R.H., ROBINSON, E. & SHEPPARD, L.M. (eds) : Fossil and Recent Ostracoda, Ellis Horwood Ltd., Chichester, 305-325.
- SOLLAS, W.J. (1883). — Descriptions of fossil sponges from the Inferior Oolite, with a notice of some from the Great Oolite. — *Quart. J. geol. Soc.*, 39, 29, 541-554.
- SOLOVYEV, A.N. (1971). — Late Jurassic and Early Cretaceous Disasterid echinoids of U.S.S.R. — *Trudy Palaeont. Inst.*, 131, 124 pp.
- SOWERBY, J., continued by SOWERBY, J. DE C. (1812-1822; 1822-1846). — The Mineral Conchology of Great Britain. — 7 vol., London.
- SPATH, L. F. (1927-33). — Revision of the Jurassic Cephalopod fauna of Kachh (Cutch). — *Mem. Geol. Surv. India*, N.S., 9, 945 pp.
- SPATH, L.F. (1922). — On the Liassic succession of Pabay, Inner Hebrides. — *Geol. Mag.*, London, 59, 548-551.
- SPATH, L.F. (1923). — Correlations of Ibex and Jamesoni Zones of the Lower Lias. — *Geol. Mag.*, London, 60, 6-11.
- SPATH, L.F. (1932). — The invertebrate faunas of the Bathonian-Callovian deposits of Jameson Land (East Greenland). — *Medd. Gronl.*, 87, (7), 158 pp.
- SPATH, L.F. (1936). — On Bajocian ammonites and belemnites from eastern Persia (Iran). — *Palaeont. indica*, Calcutta, n.s., 22 (3), 1-21.
- SPATH, L.F. (1938). — A catalogue of the ammonites of the Liassic family Liparoceratidae in the British Museum (Nat. Hist.). — *Bull. British Mus. nat. Hist.*, London, 191 pp.
- SPATH, L.F. (1942). — The ammonite Zones of the Lias. — *Geol. Mag.*, London, 79, 264-268.
- SPATH, L.F. (1956). — The Liassic ammonite fauna of the Stowell Park Borehole. — *Bull. geol. Surv. G.B.*, London, 11, 140-164.
- SPENDIAROFF, L. (1898). — Ueber einige seigel aus dem Jura des Kaukasus. — *Beitr. Paläont. Oesterr.-Ungarn.*, 10 (4), 200-206.
- SPIEGLER, W. (1966). — Graphoceratidae des Ober-Aalenien (Jura, NW Deuktschland). — *Mitt. geol. D Staatsinst. Hamburg*, 35, 5-113.
- STAHL, G.E. (1824). — Übersicht über die Versteinerungen Würtembergs. — *Korresp. Würt. landw. Vereins*, 6, 91 pp.
- STAM, B. (1986). — Quantitative analysis of Middle and Late Jurassic Foraminifera from Portugal and its implications for the Grand Banks of Newfoundland. — *Bull. Micropal. Utrecht*, 34, 167 pp.
- STEGBAUS, H. (1951). — Ostracoden als Leitfossilien im Kimmeridge der Olfelder Wietze und Fuhrberg bei Hannover. — *Paläont. Z.*, 24, 201-224.
- STOVER, L.E., & EVITT, W.R. (1978). — Analyses of pre-Pleistocene organic-walled dinoflagellates. — *Stanf. Univ. Publ. geol. Sci.*, 15, 1-300.
- STOYANOVA-VERGIOVA, M. (1977-1978). — An attempt for belemnite zonal subdivision of the Lower jurassic sediments, in Bulgaria. — *Ann. Univ. Sofia*, 1, 70, 161-192.
- STRADNER, J. (1963). — New contribution to Mesozoic stratigraphy by means of nannofossils. — *Proc. 6th World Petrol. Congr. Frankfurt*, 1/4, 167-183.
- STURANI, C. (1966). — Ammonites and stratigraphy of the Bathonian in the Digne-Barrême area. — *Boll. Soc. Palaeont. Ital.*, 5 (1), 3-57.
- STURANI, C. (1967). — Ammonites and stratigraphy of the Bathonian in the Digne-Barrême area (South Eastern France, dépt. Basses-Alpes). — *Boll. Soc. paleont. Ital.*, 5, 1, 3-57.
- STURANI, C. (1971). — Ammonites and stratigraphy of the « Posidonia alpina » Beds of the Venetian Alps (Middle Jurassic, mainly Bajocian). — *Mem. Ist. Geol. Mineral. Univ. Padova*, 28, 190 pp.
- SUNG, G.C.L. (1955). — The Wealden Formation in the Netherlands. — *Proc. 4th World Petrol. Congr.*, 151-160.
- SYKES, R.M. & CALLOMON, J.H. (1979). — The *Amoeboceras* zonation of the Boreal Upper Oxfordian. — *Palaeontology*, 22, 4, 839-903.
- SYKES, R.M. & SURLYK, F. (1976). — A revised ammonite zonation of the Boreal Oxfordian and its application on northeast Greenland. — *Lethaia*, 9, 421-436.
- SYLVESTER-BRADLEY, P.C. (1948). — Bathonian Ostracods from the Boueti Bed of Langton Herring, Dorset. — *Geol. Mag.*, Hertford, 85 (4), 184-204.
- SYLVESTER-BRADLEY, P.C. (1949). — The ostracod genus *Cypridea* and the Zones of the Upper and Middle Purbeckian. — *Proc. geol. Assoc.*, 60, 2, 125-153.
- SYLVESTER-BRADLEY, P.C. (1973). — On *Theriosynnoecum bathonicum* SYLVESTER-BRADLEY sp. nov. — *Stereo-Atlas Ostracod Shells*, Leic. Univ. Dep. Geol., 1, 3, 4 pp.
- SZAJNOCHA, L. (1879). — Die Brachiopoden-Fauna der Oolite von Balin bei Krakau. — *Denkschr. Akad. Wiss.-Wien*, 41, II, 197-240.
- TARKOWSKI, R. (1990). — Les Taramelliceras (Ammonitina) de l'Oxfordien inférieur du Jurassique cracovien, valeur stratigraphique. First Oxfordian Meeting, Zaragoza. — *Publ. Sem. Paleont. Zaragoza*, 2, 205-221.
- TAUGOURDEAU-LANTZ, J., & LACHKAR, G. (1984). — Stratigraphie par les marqueurs palynologiques sur la Bordure Ardéchoise du Bassin du Sud-Est. — In: Programme Géologie profonde de la France, Thème 11; Subsidence et diagenèse. — *Doc. Bur. Rech. géol. min.*, 81, 59-71.
- TAUGOURDEAU-LANTZ, J. & LACHKAR, G. (1985). — Stratigraphie par les marqueurs palynologiques sur la bordure

- ardéchoise du Bassin du Sud-Est; étude de sondages. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, 95-11, 149-163.
- TAVERA, J.M. (1985). — Los ammonites del Tithonico superior-Berriasense de la zona subbetica (Cordilleras Béticas). — *Tesis Doct. Univ. Granada*, 381 pp.
- TAVERA, J.M., AGUADO, R., COMPANY, M. & OLORIZ, F. (1994). — Integrated biostratigraphy of the Durangites and Jacobi Zones (J/K boundary) at the Puerto Escaño section in southern Spain (Province of Cordoba). — 3rd Int. Symp. Jurassic Stratigraphy, Poitiers. — *Geobios*, Mém. sp. n° 17, 469-476.
- TERQUEM, O. & JOURDY, E. (1869). — Monographie de l'étage Bathonien dans le département de la Moselle. — *Mém. Soc. géol. France*, Paris, (2) 9, 1-175.
- THIERRY, J. (1966). — Analyse stratigraphique de la série Bathonien-Oxfordien du Châtillonnais. — *Bull. Soc. géol. France*, 7, 8, 642-651.
- THIERRY, J. (1974). — Etude quantitative et dynamique des Collyritidae (Echinoidea) du Jurassique de Bourgogne. — *Bull. Soc. géol. France*, 7^e Sér., 16, 385-395.
- THIERRY, J. (1978). — Le genre *Macrocephalites* au Callovien inférieur (Ammonites, Jurassique moyen). Systématique et Evolution, Biostratigraphie, Biogéographie : Europe et domaine indo-malgache. — *Mém. géol. Univ. Dijon*, 4, 490 pp.
- THIERRY, J. (1984). — Middle and Upper Jurassic biozonation with Collyritidae (Irregular Echinoids) in the Paris Basin (France). — In : « Int. Symp. Jur. Stratigr. », ZEISS, A. & MICHELSSEN, O. (eds.); Erlangen, R.F.A.. — *Geol. Surv. Denmark*, Copenhagen, 2, 367-375.
- THIERRY, J. (1985). — Evolutionary history of Jurassic Paris Basin (France) Collyritidae (Echinoidea, Disasteroidea). — In : KEEGAN, B.F. & O'CONNOR, B.D. (eds.) : Echinodermata, 5th International Echinoderm Symposium. — Balkema, Galway, Amsterdam, 129-133.
- THIERRY, J. (1992). — Variations morphologiques de l'oursin irrégulier Disasteroidea *Collyrites (Pygomalus) analis* (AGASSIZ); implications taxinomiques, paléoécologiques et évolutives. — *Geobios*, Mem. H. Ser., 14, 123-132.
- THIERRY, J., CARIOU, E., CONTINI, D., MARCHAND, D. & RIOLU, M. (1991). — Callovien. — In : Réactualisation des échelles d'ammonites. Groupe français d'Etudes du Jurassique. 3rd Int. Symp. Jur. Stratigr., Poitiers, résumé, 131.
- THIERSTEIN, H.R. (1976). — Mesozoic calcareous nanoplankton biostratigraphy of marine sediments. — *Marine Micropaleont.*, 1, 325-362.
- THIÉRY, P. (1928). — Note sur quelques échinides de la région de La Voulte (note posthume mise en ordre et complétée par J. LAMBERT et M. COLLIGNON). — *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon.*, 13 (II), 81-103.
- THIÉRY, P. (1929). — Considérations phylogénétiques sur les Cidaridae (œuvre posthume publiée par les soins de L. CUÉNOT et J. LAMBERT). — *Arch., Zool. exp. et gén.*, 67 (4), 179-181.
- THURMANN, J. & ETALLON, A. (1859-1864). — *Lethaea Bruntrutana* ou études paléontologiques et stratigraphiques sur le Jura bernois. — 500 pp.
- THUSU, B., VAN DER EEM, J.G.L.A., EL-MEHDAWI, A. & BARGOUB, F. (1988). — Jurassic-Early Cretaceous palynostratigraphy in northeast Libya. — In : EL ARNAUTI, A., OWENS, B. & THUSU, B. (eds.) : Subsurface Palynostratigraphy of Northeast Libya; Garyounis Univ. Publ., Benghazi : 171-213.
- THUSU, B., & VIGRAN, J.O. (1985). — Palynostratigraphy of nord-east Libya : Middle-Late Jurassic (Late Bathonian-Tithonian) Palynomorphs. — *J. Micropaleont.*, 4-1, 113-130.
- TIMBERLAKE, S. (1988a). — On *Timiriasevia upptoni* TIMBERLAKE sp. nov. — Stereo-Atlas Ostracod Shells. — *Brit. Micropaleont. Soc.*, London, 15, 1, 49-56.
- TIMBERLAKE, S. (1988b). — On *Timiriasevia triangularis* TIMBERLAKE sp. nov. — Stereo-Atlas Ostracod Shells. — *Brit. Micropaleont. Soc.*, London, 15, 14, 57-68.
- TINTANT, H. (1958). — Sur la Stratigraphie de l'Oxfordien supérieur aux environs de Dijon (Côte d'Or). — *C.R. Acad. Sci. Paris*, 246, 2506-2507.
- TINTANT, H. (1963). — Les Kosmoceratidés du Callovien inférieur et moyen d'Europe occidentale. Essai de Paléontologie quantitative. — *Publ. Univ. Dijon*, n° 29, 500 pp.
- TINTANT, H. (1977). — Le Polymorphisme intraspécifique en Paléontologie (exemples pris chez les Ammonites). — Coll. « Polymorphisme chez les Mollusques », Dijon 1975. — *Haliotis*, 6, 49-69.
- TIPPER, H.W., SMITH, P.L., CAMERON, B.E.B., CARTER, E.S., JAKOBS, G.K., & JOHNS, M.J. (1991). — Biostratigraphy of the Lower Jurassic formations of the Queen Charlotte Islands, British Columbia. — In : Evolution and Hydrocarbon potential of the Queen Charlotte Basin, British Columbia. — *Paper geol. Surv. Canada*, 90-10, 203-235.
- TORRENS, H.S. (1965). — Revised zonal scheme for the Bathonian stage of Europe. — Rep. Carpath. — Balk. Geol. Assoc. Congr., 2, 47-55.
- TORRENS, H.S. (1974). — Standard Zones of the Bathonian. — Coll. Jurassique, Luxembourg 1967. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, 75 (1971), 581-604.
- TORRENS, H.S. (1980). — Bathonian correlation chart. — In : 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 2 : Middle and Upper Jurassic. — *Geol. Soc. spec. rep.* 15, 21-45.
- TOUAHRIA, A. (1979). — Stratigraphie du Callovien des environs de Saida (Algérie occidentale). Les Reineckeidae (Ammonitina, Perisphinctaceae). — *Thèse 3^e cycle Univ. Lyon*, 152 pp. (inédit).
- TOUCAS, A. (1890). — Etude de la faune des couches ti-thoniennes de l'Ardèche. — *Bull. Soc. géol. France*, 3, 18, 560-629.
- TRAMMER, J. (1989). — Middle to Upper Oxfordian sponges of the Polish Jura. — *Acta Geol. Polonica*, Warszawa, 39, 1/4, 49-91.
- TRIEBEL, E. (1950). — Camptocythere, eine neue Ostracoden-Gattung aus dem Dogger Norddeutschlands. — *Senckenb. lethaea*, Frankfurt am Main, 31 (3/4), 197-208.
- TRIEBEL, E. (1954). — Malm - Ostracode mit amphidonten Schloss. — *Senckenb. lethaea*, Frankfurt am Main, 35 (1/2), 3-16.

- TRIEBEL, E. & KLINGLER, W. (1959). — Neue Ostracoden-Gattungen aus dem deutschen Lias. — *Geol. Jb.*, Hannover, 76, 335-372.
- TRUEMAN, A.E. (1922). — The Liassic rocks of Glamorgan. — *Proc. geol. Assoc. London*, 33, 245-284.
- TRUEMAN, A.E. (1923). — Some theoretical aspects of correlation. — *Proc. geol. Assoc. London*, 34, 193-206.
- TRUMPY, R. (1951). — Le Lias de la Nappe de Bex (Pré-alpes internes) dans la Basse Gryonne. — *Bull. Lab. géol. Mus. géol. Univ Lausanne*, 100, 1-22.
- URLICH, M. (1977). — The Lower Jurassic in Southwestern Germany. — *Stuttg. Beitr. Natur.*, B, 4, 1-41.
- VADET, A. (1985). — Oursins fossiles du Boulonnais. — *Mém. Soc. acad. Boulonnais*, 1, 60 pp.
- VADET, A. (1988). — Révision des « Cidaris » de l'Oxfordien et du Kimméridgien européens. — *Mém. Soc. acad. Boulonnais*, 4, 148 pp.
- VADET, A. (1991). — Révision des « Cidaris » du Lias et du Dogger européens. — *Mém. Soc. acad. Boulonnais*, 10, 175 pp.
- VADET, A. (1993). — Les Oursins du Bajocien et du Bathonien de Normandie. — *Mém. Soc. acad. Boulonnais*, 6 (3-4), 104 pp.
- VADET, A. & RIGOLLET, L. (1989). — Etudes des Cidaris de l'Oxfordien supérieur de Charente-Maritime. — *Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Maritime*, 7 (8), 979-994.
- VADET, A., THIERRY, J., RIOUT, M. & GUILTON, M. (1995). — Présence de *Pygomalus ovalis* dans le Carixien supérieur? — *Mém. Soc. Acad. Boulonnais*, 16, 60-62.
- VAIL, P.R., COLIN, J.-P., JAN-DU-CHÈNE, R., KUCHLY, J., MEDIAVILLA, F., TRIFLIEFF, V. (1987). — La stratigraphie séquentielle et son application aux corrélations chronostratigraphiques dans le Jurassique du Bassin de Paris. — *Bull. Soc. géol. France*, Paris, 8, III, 7, 1301-1321.
- VAINS, G. DE (1988). — Etude palynologique préliminaire de l'Hettangien à l'Aalénien du Quercy (France). — *Bull. Cent. Rech. Expl.-Prod. Elf-Aquitaine*, 12, 451-469.
- VALETTE, A. (1907). — Révision des échinides fossiles de l'Yonne. — *Bull. Soc. Sci. Yonne*, 60, 9-191.
- VAN HELDEN, B.G.T. (1977). — Correlation of microplankton assemblages with ammonite faunas from the Jurassic Wilkie Point Formation, Prince Patrick Island, District of Franklin. — *Pap. geol. Surv. Canada*, 77, 1, B, 163-171.
- VEIT, E. (1936). — Geologische Untersuchungen im Gebiet des oberen Filstales. — *Jh. Ver. vaterl. Natkd. Württemb.*, Stuttgart, 92, 74-138.
- VELIC, I. (1977). — Jurassic and Lower Cretaceous assemblages Zones in Mt Velika Kapela, Central Croatia. — *Acta Geol.*, 9, 2, 15-37.
- VELIC, I. & SOKAC, B. (1974). — On the tripartite subdivision of the Malm in Mt Velika Kapela (Croatia). — *Geol. Vjesn.*, 27, 143-150.
- VIOLETT, C.P. (1986). — Le Jurassique supérieur du Mâconnais et de la Bresse (région de Louhans). Stratigraphie, micropaléontologie, sédimentologie et corrélations avec la région chalonnaise et le Jura méridional. — *Thèse 3^e cycle Univ. Claude-Bernard, Lyon* (inédit).
- VOLTZ, P.L. (1830). — Observations sur les bélémnites. — *Mém. Soc. Hist. nat. Strasbourg*, 72 pp.
- VOZHNEHNIKOVA, T.F. (1967). — Iskopayemye peridinei yur-skikh, melovykh i paleogenovykh otlosheniyy SSSR (Fossil peridinians of the Jurassic, Cretaceous and Paleogene deposits of the USSR). — *Akad. Nauk SSSR Sib. Otd., Inst. Geol. Geofiz.*, 347 pp.
- WAAGEN, W. (1867). — Über die Zone des *Ammonites swerbi*. — *Beitr. Geogn. u. Paläont. Munich*, 1, 3, 507-668.
- WAEHNER (1882-1898). — Beiträge zur Kenntnis der tieferen Zonen des unteren Lias in nord-östlichen Alpen. I - VIII. — *Beitr. Paläont. Geol. Österreich. - Ungarn Orient.* Wien, 2, 11, 291 pp.
- WAKEFIELD, M.I. (1990). — On *Darwinula incurva* BATE. — *Stereo Atlas of Ostracod Shells*, 17, 8, 41-44.
- WAKEFIELD, M.I. & ATHERSUCH, J. (1990). — On *Theriosynoecum conopium* WAKEFIELD & ATHERSUCH sp. nov. — *Stereo of Atlas Ostracod Shells*, 17, 7, 31-40.
- WALTER, B. & ALMERAS, Y. (1977). — Bryozoaires et Brachiopodes des « Calcaires bajociens à Bryozoaires » du Gard (France) : paléontologie et paléoécologie. — *Geobios*, Lyon, 10, 6, 907-955.
- WALTER, B. & ALMERAS, Y. (1981). — Bryozoaires et Brachiopodes des « Calcaires bajociens à bryozoaires » des Causses (France) et leur paléoécologie. — *Geobios*, Lyon, 14, 3, 361-387.
- WARE, M. & WHATLEY, R. (1980). — New Genera and Species of Ostracoda from the Bathonian of Oxfordshire, England. — *Rev. españ. Micropaleont.*, Madrid, 12 (2), 299-230.
- WARE, M. & WHATLEY, R. (1983). — Use of serial ostracod counts to elucidate the depositional history of a Bathonian Clay. — In : MADDOCKS, R.F. (ed.) : Applications of Ostracoda, Univ. Houston Geosci., 131-164.
- WARRINGTON, G. & IVIMEY-COOK, H.C. (1990). — Biostratigraphy of the late Triassic and Early Liassic : a review of type sections in southern Britain. Rapport du Working-group « limite Trias-Jurassique » Lyon 1988. — *Cah. Inst. catho. Lyon*, sér. Sci., 3, 207-213.
- WEITSCHAT, W. (1973). — Stratigraphie und Ammoniten des höheren Unteroarcium (oberer Lias) von NW-Deutschland. — *Geol. Jb.*, Hannover, A (8), 3-81.
- WELSCH, J. (1903). — Etude des terrains du Poitou dans le détroit poitevin et sur les bords du massif ancien de la Gâtine. — *Bull. Soc. géol. France*, 3 (4), 797-1026.
- WERNER, E. (1912). — Über die Belemniten des Schwäbischen Lias und die mit ihnen verwandten Formen des Brauner Jura (Acoeli). — *Palaeontographica*, B, Stuttgart, 59, 103-146.
- WERNLI, R. (1970). — *Archaeosepta platierensis* WERNLI, n. gen. n. sp., un nouveau Foraminifère du Dogger du Jura méridional. — *C.R. Soc. Hist. nat. Genève*, n. sér., 5, 1, 87-93.
- WERNLI, R. (1971). — Les Foraminifères du Dogger du Jura méridional (France). — *Soc. phys. Hist. nat., Genève*, 24, 2, 305-356.
- WERNLI, R. & METZGER, J. (1990). — *Callorbis minor*, n. gen. n. sp., un nouveau Foraminifère des calcaires échino-

- dermiques du Bajocien du Jura (France). — *Eclogae geol. Helv.*, 83, 1, 163-175.
- WERNLI, R. & SEPTFONTAINE, M. (1971). — Micropaléontologie comparée du Dogger du Jura méridional (France) et des Préalpes médianes plastiques romandes (Suisse). — *Eclogae geol. Helv.*, 64, 3, 437-458.
- WESTERMANN, G.E.G. (1964). — The Ammonite fauna of the Kialagvik formation at Wide Bay, Alaska peninsula. Part I.: Lower Bajocian (Aalenian). — *Bull. amer. Paleont.*, New-York, 47, 216, 327-503.
- WESTERMANN, G.E.G. (1954). — Monographie der Otoitidae (Ammonoidea). — *Beih. Geol. Jb.*, 15, 1-364.
- WESTERMANN, G.E.G. (1964). — Sexual-Dimorphismus bei Ammonoideen und seine Bedeutung für die Taxonomie der Otoitidae. — *Palaeontographica*, Stuttgart, A, 124, 33-73.
- WESTERMANN, G.E.G. (1966). — Covariation and taxonomy of the Jurassic ammonite *Sonninia adicra* (WAAGEN). — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, 124, 284-312.
- WESTERMANN, G.E.G. (1967). — Lexique stratigraphique international. — Vol. 1 : Europe, fasc. 5f 2 : Allemagne. Jurassique moyen (Alpes exclues); CNRS (ed.) : Paris, 197 pp.
- WESTERMANN, G.E.G. (1969). — The Ammonite Fauna of the Kialagvik Formation at Wide Bay, Alaska Peninsula. Part II : *Sonninia sowerbyi* Zone (Bajocian). — *Bull. Amer. Paleont.*, Ithaca, 255, 226 pp.
- WESTERMANN, G.E.G. (1981). — Ammonite Biochronology and Biogeography of the Circum-Pacific Middle Jurassic. — In : HOUSE, M.R. & SENIOR, J.R. (eds.) : « The Ammonoidea ». — Academic Press, London, 18, 459-498.
- WESTERMANN, G.E.G. & CALLOMON, J.H. (1988). — The Macrocephalitinae and associated Bathonian and Early Callovian (Jurassic) Ammonooids of the Sula Islands and Papua-New Guinea. — *Palaeontographica*, A, 203, 1-90.
- WESTERMANN, G.E.G. & RICCIARDI, A.C. (1972). — Ammonitas y estratigrafia del Aalenian-Bayociano en los Andes Argentino-Chilenos. — *Ameghiniana*, 9, 4, 357-389.
- WESTERMANN, G.E.G. & RICCIARDI, A.C. (1972). — Middle Jurassic ammonite fauna and Biochronology of the Argentine-Chilean Andes. 1. Hildoceratacea. — *Palaeontographica*, A, 140, 1-116.
- WESTERMANN, G.E.G. & RICCIARDI, A.C. (1982). — Ammonoid fauna from the Early Middle Jurassic of Mendoza province, Argentina. — *J. Paleont.*, 56, 1, 11-41.
- WESTERMANN, G.E.G. & RICCIARDI, A.C. (1985). — Middle Jurassic ammonite evolution in the Andean Province and emigration to Tethys. — In : BAYER, U. & SEILACHER, A. (eds.). « Sedimentary and Evolutionary cycles ». — *N. Earth Sci.*, Springer-Verlag, Berlin, 1, 6-34.
- WESTPHAL, K. (1970). — Die Terebratulidae (Brachiopoda) des tieferen Weissjura der Schwäbischen Alb. — *Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver.*, Stuttgart, n.f., 52, 33-70.
- WETZEL, W. (1911). — Faunistische und stratigraphische Untersuchungen der Parkinsonschichten des Teutoburger Waldes bei Bielefeld. — *Palaeontographica*, Stuttgart, 58, 139-278.
- WETZEL, W. (1950). — Faune und Stratigraphie der Wurttembergica Schichten insbesondere Norddeutschlands. — *Palaeontographica*, A, 199, 63-120.
- WETZEL, W. (1967). — Mikroorganismen aus jurassischen und kretazischen Saurier Gewölben. — *Z. dtsh. geol. Ges.*, 116, 867-874.
- WHATLEY, R. C. (1964). — The Ostracod genus *Progono-cythere* in the English Oxfordian. — *Rev. Micropaleont.*, Paris, 7 (3), 188-194.
- WHATLEY, R. C. (1970). — Scottish Callovian and Oxfordian Ostracoda. — *Bull. brit. Mus. nat. Hist.*, 19 (6), 297-358.
- WHATLEY, R. (1988). — Patterns and rates of evolution among Mesozoic ostracoda. — In : HANAI, T., IKEYA, N. & ISHIZAKI, K. (eds.) : Evolutionary Biology of Ostracoda. — Proc. 9th int. Symp. Ostracoda, Shizuoka 1985, Elsevier, 11, 1021-1040.
- WHATLEY, R. (1990). — Ostracoda and global events. — In : WHATLEY, R. & MAYBURY, C. (eds.) : Ostracoda and global events, Chapman & Hall, London, 10, 3-24.
- WIEDMANN, J. (1968). — Das Problem stratigraphischer Grenzziehung und die Jura/Kreide-Grenze. — *Eclogae geol. Helv.*, Basel, 61, 2, 321-386.
- WIEGAND, G.E. (1984). — Jurassic nannofossils from the Northwest African margin (Southwest Atlantic Ocean). — *Init. Rep. Deep Sea Drill. Proj.*, 79, 587-621.
- WIENHOLZ, E. (1967). — Neues Ostracoden aus dem norddeutschen Callovium. — *Freib. Forsch.*, H, Leipzig, 213 pp.
- WIENHOLZ, E. (1968). — Ostracodenfaunen der Jura-Kreide-Grenzschichten im Norden der Deutschen Demokratischen Republik. — *Ber. dtsh. Ges. geol. Wiss.*, A, 13, 2, 233-238.
- WIERZBOWSKI, A. (1990). — The Boreal/Subboreal Zonal equivalents of the Submediterranean Bimammatum and Planula Zones. — 2nd Oxford. Work. Gr. Meet., Basel, 16 pp.
- WIERZBOWSKI, A. (1991). — Biostratigraphical correlations around the Oxfordian/ Kimmeridgian boundary. — *Acta Geol. Pol.*, 41, 3-4, 149-155.
- WILLE, W. (1982). — Evolution and ecology of Upper Liassic dinoflagellates from SW Germany. — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, 164, 74-82.
- WILLE, W. & GOCHT, H. (1979). — Dinollagellaten aus dem Lias Südwestdeutschlands. — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Stuttgart, 158, 221-258.
- WIMBLEDON, W.A. (1980). — Portlandian correlation chart. — In : COPE, J.C.W. (ed.) : A correlation of Jurassic rocks in the British Isles. Part 2 : Middle and Upper Jurassic. — *Spec. Rep. geol. Soc. London*, 15, 85-93.
- WIMBLEDON, W.A. & COPE, J.C.W. (1978). — The ammonite faunas of the English Portland Beds and the Zones of the Portlandian Stage. — *J. geol. Soc., London*, 135, 183-190.
- WISNIEWSKA, M. (1932). — Les Rynchonellidés du Jurassique supérieur de Pologne. — *Paleont. Pol.*, 2, 1-72.
- WISNIEWSKA-ZELICHOWSKA, M. (1978). — Middle Jurassic Brachiopods of the order *Rhynchonellida* in the Czesztchowa-Wielun and Zawiercie-Olkusz areas. — *Bull. Inst. Geol., Warszawa*, 304, Stratigr.-Paleontol. investigations in Poland, 10, 65-156.

- WISSNER, U. (1958). — Ammonitenfauna in Stratigraphie der Lias-Fleckenmergel, Sinemurian bis Domerian in den Bayerischen Alpen. — *Thèse Univ. Tübingen*, 150 pp. (non publiée).
- WOLBURG, J. (1959). — Die Cypriden des NW-deutschchen Wealden. — *Senckenb. lethaea*, 40, 3/4, 223-238.
- WOLFARD, A. & VAN ERVE, A.W. (1981). — *Crussolia deflandrei* nov. gen. et nov. sp., a dinoflagellate cyst from the Jurassic (Callovian-Lower Oxfordian) of Montagne Crusol, Rhône Valley, France. — *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 34, 321-329.
- WOOLLAM, R. (1982). — Observations on the Jurassic dinocyst genera *Energlynia* and *Wanaea*. — *J. Micropaleont.*, 1, 45-52.
- WOOLLAM, R. (1983). — A review of the Jurassic dinocyst genera *Ctenidodinium* DEFLANDRE 1938 and *Dichadogonyaulax* SARJEANT, 1966. — *Palynology*, 7, 183-196.
- WOOLLAM, R. & RIDING, J.B. (1983). — Dinoflagellate cyst zonation of the English Jurassic. — *Brit. Geol. Surv. Inst. Geol. Sci., Report 83/2*, 41 pp.
- WRIGHT, J.K. (1972). — The stratigraphy of the Yorkshire Corallian. — *Proc. Yorkshire geol. Soc.*, 39, 2, 225-266.
- WRIGHT, T. (1860). — On the Zone of *Avicula contorta* and the Lower Lias of the South of England. — *Quart. J. geol. Soc. London*, 16, 374-411.
- WRIGHT, T. (1857-1878). — Monograph of the British Fossil Echinodermata of the Colitic Formations. I. The Echinoidea. — *Paleontogr. Soc. (London)*, 468 pp.
- YACOUBI, A.N. (1984). — Etude micropaléontologique (Ostracodes et Foraminifères) des marnes de Boulemane (Dogger du Moyen Atlas marocain). — *Thèse 3^e cycle Univ. Lyon I*, 131 pp.
- YIN, T.H. (1931). — Etude de la faune du Tithonique coralligène du Gard et de l'Hérault. — *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, 17, 14, 200 pp.
- YOUNG, G. & BIRD, J. (1822). — A geological survey of the Yorkshire Coast. — *Witby*, 335 pp.
- YOUNG, J.R., TEALE, C.T. & BOWN, P.R. (1986). — Revision of the stratigraphy of the Longobucco group (Liassic, southern Italy) based on new data from Nannofossils and Ammonites. — *Eclogae geol. Helv.*, 79, 117-135.
- ZANINETTI, L. (1976). — Les Foraminifères du Trias. Essai de synthèse et corrélation entre les domaines mésogén et asiatique. — *Riv. ital. Paleont.*, 82, 1, 1-258.
- ZEISS, A. (1966). — Biostratigraphische Auswertung von Ammoniten-aufsammlungen im Profil des Malm alpha und bête am Feuerstein bei Ebermannstadt/Ofr. — *Er-lange geol. Abh.*, 62, 104-111.
- ZEISS, A. (1968). — Untersuchungen zur Paläontologie des Cephalopoden des Unter-Tithon der südlichen Franconialb. — *Abh. bayer. Akad. Wiss., München*, (N.F.), 132, 1-191.
- ZEISS, A. (1971). — Berichtigung und Gliederung der Tithon-Stufe und ihre Stellung im Oberen Jura. Coll. Jurassique Luxembourg 1967. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Paris, 75, 283-291.
- ZEISS, A. (1975). — On the type region of the Lower Tithonian substage. Coll. Limite Jurassique-Crétacé, Lyon-Neuchâtel 1973. — *Mém. Bur. Rech. géol. min.*, Paris, 86, 370-377.
- ZEISS, A. (1977). — Some ammonites of the Klennice Beds (Upper Tithonian) and remarks on correlation of the uppermost Jurassic. — *Acta geol. Pol.*, Warszawa, 27, 3, 369-386.
- ZEISS, A. (1983). — Zur Frage der Äquivalenz der Stufen Tithon/Berrias/Wolga/Portland in Eurasien und Amerika. Ein Beitrag zur Klärung der Weltweiten Korrelation der Jura-Kreide-Grenzschichten im marinen Bereich. — *Zitteliana*, München, 10, 427-438.
- ZEISS, A. (1986). — Comments on a tentative correlation chart for the most important marine provinces at the Jurassic/Cretaceous boundary. — *Acta geol. hungar.*, 29, 27-30.
- ZEUSCHNER, L. (1869). — Ueber Belemnites bzoviensis, eine neue Art aus dem untersten Oxfordien von Bzow bei Kromolov. — *Z. dtsh. geol. Ges.*, 565-568.
- ZIEGLER, B. (1958). — Die Ammonitenfauna im tieferen Malm Delta in Württemberg. — *Iber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver. Jb.*, Stuttgart, 40, 171-201.
- ZIEGLER, B. (1961). — Stratigraphische und zoogeographische Beobachtungen an *Aulacostephanus* (Ammonoidea – Oberjura). — *Paläont. Z.*, Stuttgart, 35, 79-89.
- ZIEGLER, B. (1962). — Die Ammoniten Gattung *Aulacostephanus* im Oberjura (Taxonomie, Stratigraphie, Biologie). — *Palaeontographica*, Stuttgart, A, 119, 1-172.
- ZIEGLER, B. (1964). — Das untere Kimmeridgien in Europa. — C.R. Coll. Jurassique Luxembourg 1962, et *Mem. Inst. gr.-duc., Sci. Nat., phys., math.*, 345-354.
- ZIETEN, C.H. (1830). — Die Versteinerungen Würtembergs. Exped. Werkes unsere Zeit (ed.), Stuttgart, 102 pp.
- ZITTEL, K.A. VON (1868). — Die Cephalopoden der Stramberger Schichten. — *Pal. Mitt. Mus. k. bayer. Staates*, Stuttgart, II, 1, VIII, 118 pp.
- ZITTEL K.A. (1870). — Die Fauna der älteren Cephalopoden fuhrenden Tithonbildungen. — *Palaeontographica*, Kassel, suppl., 1-192.
- ZITTEL, K.A. (1877). — Studien über fossile spongien I – Hexactinellidae. — *Abh. Math. Phys. Class. Kön. Bayer. Akad. Wiss.*, München, 13, 1, 1-63.
- ZITTEL, K.A. (1884). — Handbuch der Palaeontologie. — 1, Palaeozoologie, 1, 3, Mollusca und Arthropoda, München., 329-522.

FIGURES DANS LE TEXTE

Fig. 1. — Paléogéographie de la Téthys occidentale au Kimméridgien inférieur : – 146, – 144 Ma (d'après CECCA et al., 1993)	IX
Fig. 2. — <i>Hildoceras snoussi</i> ELMI – Toarcien	28
Fig. 3. — <i>Hammatoceras</i> (<i>Geczyceras</i> ?) <i>costatum</i> GABILLY – Toarcien	31
Fig. 4. — <i>Pleydellia mactra</i> (DUMORTIER) – Toarcien	34
Fig. 5. — <i>Pleydellia</i> (<i>Walkericeras</i>) <i>lugdunensis</i> nom. nov. – Toarcien	35
Fig. 6. — Les grandes subdivisions régionales du Jurassique français	170

LISTE DES TABLEAUX

Tab. I – Ammonites : zonation de l'Hettangien	7
Tab. II – Ammonites : zonation du Sinémurien	10
Tab. III – Ammonites : zonation du Pliensbachien	16
Tab. IV – Ammonites : zonation du Toarcien	27
Tab. Va – Ammonites : zonation de l'Aalénien	38
Tab. Vb – Corrélations stratigraphiques de l'Aalénien	40
Tab. VI – Ammonites : zonation du Bajocien	43
Tab. VII – Ammonites : zonation du Bathonien	56
Tab. VIIIa – Ammonites : zonation du Callovien inférieur	66
Tab. VIIIb – Ammonites : zonation du Callovien moyen et supérieur	68
Tab. IX – Ammonites : zonation de l'Oxfordien inférieur	80
Tab. X – Ammonites : zonation de l'Oxfordien moyen et supérieur	84
Tab. XI – La limite Oxfordien-Kimméridgien : équivalences et choix d'une limite commune dans les domaines téthysien et boréal	87
Tab. XII – Ammonites : zonation du Kimméridgien	88
Tab. XIII – Ammonites : zonation du Tithonien	100
Tab. XIV – Bélemnites : zonation du Jurassique inférieur en domaine nord-ouest européen	158
Tab. XV – Bélemnites : zonation du Jurassique moyen en domaine nord-ouest européen	160
Tab. XVI – Bélemnites : zonation du Jurassique supérieur en domaine téthysien	161
Tab. XVII – Bélemnites : zonation du Jurassique supérieur en domaine boréal	162
Tab. XVIIIa – Brachiopodes : zonations de l'Hettangien, du Sinémurien et du Pliensbachien (Carixien)	172
Tab. XVIIIb – Brachiopodes : zonations du Pliensbachien (Domérien) et du Toarcien	174
Tab. XIXa – Brachiopodes : zonations de l'Aalénien et du Bajocien	178
Tab. XIXb – Brachiopodes : zonations du Bathonien et du Callovien	180
Tab. XX – Brachiopodes : zonation du Jurassique supérieur	185
Tab. XXI – Ostracodes marins : zonation de l'Hettangien en France	198
Tab. XXII – Ostracodes marins : zonation du Sinémurien en France	199
Tab. XXIII – Ostracodes marins : zonation du Pliensbachien en France	201
Tab. XXIV – Ostracodes marins : zonation du Toarcien en France	202
Tab. XXV – Ostracodes marins : zonation de l'Aalénien en Europe, d'après PLUMHOFF (1963), modifié	203
Tab. XXVI – Ostracodes marins : zonation du Bajocien en Europe, d'après BATE (1978), modifié	204
Tab. XXVII – Ostracodes marins : zonation du Bathonien en France, d'après DEPÈCHE (1985), modifié	206
Tab. XXVIII – Ostracodes marins : zonation du Callovien en Europe	207
Tab. XXIX – Ostracodes marins : zonation de l'Oxfordien en France, d'après DEPÈCHE (1985), modifié	208
Tab. XXX – Ostracodes marins : zonation du Kimméridgien et du Tithonien en France, d'après DEPÈCHE (1985), modifié	209
Tab. XXXI – Kystes de dinoflagellés : zonation du Jurassique inférieur en domaine nord-ouest européen	227
Tab. XXXII – Kystes de dinoflagellés : zonation du Jurassique inférieur du Portugal comparée aux zones d'ammonites de HALLAM (1971)	229
Tab. XXXIII – Kystes de dinoflagellés : zonation du Jurassique moyen en domaine nord-ouest européen	230

Tab. XXXIV – Kystes de dinoflagellés : zonation du Jurassique supérieur en domaine nord-ouest européen	232
Tab. XXXV – Kystes de dinoflagellés : zonation du Jurassique moyen du Portugal.....	233
Tab. XXXVI – Kystes de dinoflagellés : zonation du Jurassique moyen et supérieur d'Israël	234
Tab. XXXVII– Kystes de dinoflagellés : zonation du Jurassique moyen et supérieur en domaine sud-téthysien / Bassin de Guercif, Maroc.....	235
Tab. XXXVIII – Intervalles d'incertitude des limites chronologiques de divers microorganismes confrontés à l'échelle des inversions du champ magnétique terrestre	244
Tab. XXXIX – Corrélation des zones de Calpionelles vocontiniennes, standard de Rome et Sümeg avec les zones d'ammonites et du nannoplancton.....	245
Tab. XL – Répartition stratigraphique des espèces de Calpionelles les plus importantes	246
Tab. XLI – Répartition stratigraphique des échinides réguliers et irréguliers du Jurassique inférieur	257
Tab. XLII – Répartition stratigraphique des échinides réguliers du Jurassique moyen	258
Tab. XLIII – Répartition stratigraphique des échinides réguliers du Jurassique supérieur	260
Tab. XLIV – Répartition stratigraphique des échinides irréguliers du Jurassique moyen.....	261
Tab. XLV – Répartition stratigraphique des échinides irréguliers du Jurassique supérieur.....	263
Tab. XLVI – Ostracodes limniques : associations caractéristiques dans le Jurassique inférieur et moyen européen	274
Tab. XLVII – Ostracodes limniques : associations caractéristiques dans le Jurassique moyen (<i>pro parte</i>) et supérieur européen	276
Tab. XLVIII – Petits foraminifères benthiques : associations du Jurassique inférieur.....	282
Tab. XLIX – Petits foraminifères benthiques : associations du Jurassique moyen	285
Tab. L – Petits foraminifères benthiques : associations de l'Oxfordien et du Kimméridgien inférieur	286
Tab. LI – Grands foraminifères : distribution dans le Jurassique inférieur	295
Tab. LII – Grands foraminifères : distribution dans le Jurassique moyen	297
Tab. LIII – Grands foraminifères : distribution dans le Jurassique supérieur.....	302
Tab. LIV – Nannofossiles calcaires : biozonation en domaine boréal.....	306
Tab. LV – Nannofossiles calcaires : biozonation et principaux événements dans le Jurassique inférieur et moyen en domaine téthysien.....	307
Tab. LVI – Nannofossiles calcaires : bioévénements de l'Hettangien	309
Tab. LVII – Nannofossiles calcaires : bioévénements du Sinémurien.....	310
Tab. LVIII – Nannofossiles calcaires : bioévénements du Pliensbachien.....	312
Tab. LIX – Nannofossiles calcaires : bioévénements du Toarcien	313
Tab. LX – Nannofossiles calcaires : bioévénements de l'Aalénien.....	316
Tab. LXI – Nannofossiles calcaires : bioévénements du Bajocien	318
Tab. LXII – Nannofossiles calcaires : bioévénements du Bathonien.....	319
Tab. LXIII – Nannofossiles calcaires : bioévénements du Callovien	320
Tab. LXIV – Nannofossiles calcaires : bioévénements de l'Oxfordien et du Kimméridgien (s. angl.)	322
Tab. LXV – Nannofossiles calcaires : bioévénements du Tithonien	323
Tab. LXVI – Spongiaires : répartition des trois espèces-index du Jurassique supérieur français	333
Tab. LXVII – Algues dasycladales : répartition au Jurassique inférieur	340
Tab. LXVIII – Algues dasycladales : répartition au Jurassique moyen	340
Tab. LXIX – Algues dasycladales : répartition au Jurassique supérieur.....	342
Tab. LXX – Comparaison pour les zones, les sous-zones et les horizons des échelles d'ammonites du Jurassique inférieur proposées par le G.F.E.J. en 1971 et dans le présent travail	348
Tab. LXXI – Corrélation de l'échelle des sous-zones standard à ammonites du Jurassique inférieur avec les « échelles parallèles » établies d'après les bélémnites, les brachiopodes et les ostracodes marins	350
Tab. LXXII – Comparaison de l'échelle des sous-zones standard à ammonites du Jurassique inférieur avec les « échelles parallèles » établies pour les petits foraminifères, les dinoflagellés, les nannofossiles calcaires et avec le tableau de répartition des échinides.....	351
Tab. LXXIII – Échelles parallèles de l'Aalénien.....	356
Tab. LXXIV – Échelles parallèles du Bajocien	358
Tab. LXXV – Échelles parallèles du Bathonien	360
Tab. LXXVI – Échelles parallèles du Callovien	362

Tab. LXXVII – Comparaison des zones, sous-zones et horizons des échelles d'ammonites du Jurassique supérieur proposées par le G.F.E.J. en 1971 et dans le présent travail (1994)	364
Tab. LXXVIII – Corrélation de l'échelle standard des sous-zones d'ammonites du Jurassique supérieur de la province subméditerranéenne (et méditerranéenne pour le seul Tithonien) avec les « échelles parallèles » des bélémnites, ostracodes, brachiopodes, petits foraminifères, calpionelles, nannofossiles et dinoflagellés	366
Tab. LXXIX – Corrélation de l'échelle standard des sous-zones d'ammonites du Jurassique supérieur de la province subboréale (et boréale pour le seul Oxfordien) avec les « échelles parallèles » des bélémnites, ostracodes, brachiopodes, nannofossiles calcaires et dinoflagellés	368

LISTE DES PLANCHES

Pl. 1. — Ammonites de l'Hettangien.....	104
Pl. 2 à 5. — Ammonites du Sinémurien.....	106 à 113
Pl. 6 à 8. — Ammonites du Pliensbachien.....	114 à 119
Pl. 9 à 11. — Ammonites du Toarcien.....	120 à 125
Pl. 12 et 13. — Ammonites de l'Aalénien.....	126 à 129
Pl. 14. — Ammonites du Bajocien inférieur.....	130-131
Pl. 15. — Ammonites du Bajocien supérieur.....	132-133
Pl. 16 à 18. — Ammonites du Bathonien.....	134 à 139
Pl. 19 et 20. — Ammonites du Callovien.....	140-143
Pl. 21 et 22. — Ammonites de l'xfordien.....	144-147
Pl. 23 et 24. — Ammonites du Kimméridgien.....	148-151
Pl. 25 et 26. — Ammonites du Tithonien.....	152-155
Pl. 27. — Bélemnites du Jurassique inférieur et moyen.....	164-165
Pl. 28. — Bélemnites du Jurassique moyen et supérieur.....	166-167
Pl. 29. — Brachiopodes du Jurassique inférieur.....	190-191
Pl. 30. — Brachiopodes du Jurassique moyen.....	192-193
Pl. 31. — Brachiopodes du Jurassique supérieur.....	194-195
Pl. 32 et 33. — Kystes de dinoflagellés.....	238 à 241
Pl. 34 à 36. — Échinides.....	266 à 271
Pl. 37. — Ostracodes limniques.....	278-279
Pl. 38 et 39. — Foraminifères du Jurassique inférieur.....	288 à 291
Pl. 40. — Nannofossiles calcaires du Jurassique inférieur.....	326-327
Pl. 41. — Nannofossiles calcaires du Jurassique moyen.....	328-329
Pl. 42. — Spongiaires de l'xfordien.....	336-337