

Répartition biostratigraphique des ammonites dans l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux (Bajocien) à Feuguierolles-sur-Orne (Calvados). Eléments nouveaux pour une révision des Garantianinae

Henri GAUTHIER ⁽¹⁾

Michel RIOULT ⁽²⁾

Marcel TREVISAN ⁽¹⁾

Biostratigraphical distribution of the ammonites in the "Oolithe ferrugineuse de Bayeux" Formation (Bajocian) at Feuguierolles-sur-Orne (Calvados, France). New data for a revision of the Garantianinae

Géologie de la France, n° 2, 1996, pp. 27-67, 10 fig., 14 pl. photo.

Mots-clés : Faune ammonitique, Biostratigraphie, Bajocien, Oolithe ferrugineuse de Bayeux, Stephanoceratidae, Garantianinae, Evolution biologique, Systématique, Calvados.

Key Words: Ammonites, Biostratigraphy, Bajocian, Oolitic limestone, Stephanoceratidae, Garantianinae, Biologic evolution, Systematics, Calvados.

Résumé

L'accès à une biostratigraphie détaillée des ammonites de l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux est possible grâce aux coupes exceptionnelles de la carrière de Feuguierolles-sur-Orne (Calvados). L'épanouissement de la sous-famille des Garantianinae dans le Bajocien supérieur, depuis son apparition vers la base de la sous-zone à *Polygyralis* jusqu'à la base de la zone à *Parkinsoni* peu avant son extinction, fournit une succession d'espèces qui n'avait jamais été décrite à ce jour en Normandie. Les tendances principales de leur évolution sont mieux comprises : en plus de la morphologie du péristome et de l'accroissement de la proéminence des côtes externes, déjà connues, l'importance plus générale de la morphologie et de l'ornementation de

la région externe des tours est précisée. Des éléments pour la révision de leur systématique sont mis en évidence (3). Les conséquences de la mise en synonymie des espèces-types des sous-genres (*Garantiana*) et (*Subgarantiana*) créés par Bentz sont dégagées : le sous-genre (*Subgarantiana*) est composite et son acception devrait être restreinte à la définition stricte de Bentz, laquelle concerne seulement les "jungeren *Garantiana*" de Wetzel (1911) et une nouvelle espèce-type devrait être choisie. Les règles nomenclaturales ne le permettent pas sans faire appel à une décision du C.I.N.Z. mais le genre *Odontolkites* Buckman convient mieux à ces *Garantianinae* les plus récentes par la désignation originale d'une espèce-type non ambiguë; ainsi est éliminé tout risque de confusion. Il faut exclure du genre les

espèces qui se rattachent en réalité au sous-genre (*Garantiana*), telles que *subgaranti* (= *garantiana*), *suevica* (morphé de *garantiana*), *trauthi*, *tetragona*. Il n'est pas nécessaire de conserver à la fois un grand genre *Garantiana*, presque synonyme de la sous-famille des *Garantianinae*, puisqu'il englobe tous les macroconques, et les sous-genres (*Orthogarantiana*), (*Garantiana*) et (*Odontolkites*). Il convient de donner à chacun de ces derniers le statut de genres (ou de le rétablir).

English abridged version

A detailed analysis of the vertical distribution of the ammonites in the "Oolithe ferrugineuse de Bayeux" Formation (*Humphriesianum* Zone - basal *Parkinsoni* Zone) is described at Feuguierolles-sur-Orne (Calvados, France). The

* Manuscrit reçu le 4 mars 1996, accepté définitivement le 18 avril 1996.

(1) Laboratoire de Paléontologie du Muséum National d'Histoire naturelle, 8, rue Buffon, 75005 Paris ; Institut Géologique A. de Lapparent, 13, boulevard de l'Hautail, 95092 Cergy-Pontoise, France.

(2) URA 1364 CNRS, Laboratoire de Géodynamique, Université de Caen, esplanade de la Paix, 14032 Caen, Calvados.

(3) Nous retrouvons d'ailleurs certains points de vue exprimés dans un travail inédit de A. Ville (1963), dirigé par H. Tintant.

rolles-sur-Orne (Calvados, France). The principal results concerning the new stratigraphical data exposed in a preliminary note (H. Gauthier et al., 1995) are discussed. Reelaboration is observed between the base of the Blagdeni Subzone and the Humphriesianum Subzone. Taxonomic precisions in favour of a better subdivision of the subfamily Garantianinae are founded on the centimeter by centimeter sampling of numerous specimens in this quarry.

The abundant Garantianinae collected from the Feuguerolles site give a clear example of their evolution, new for Normandy, and their comparison with casts of the type-specimens of known species, especially German and English ones, leads us to briefly reexamine the classification and taxonomy of the Garantianinae.

The ammonite fauna of Feuguerolles commonly do not allow all the ontogenic stages to be studied. Therefore, our conclusions are founded essentially on observations of the outer whorls, which are well preserved and in some cases also on the nucleus.

Distribution and evolution of the Garantianinae at Feuguerolles-sur-Orne

The primitive untuberculate Orthogartiana, with a tubular peristome, only distinguishable from the Cadomites by a narrow ventral interruption of the ribs (O. haugi group), appear at the base of the median horizon of the Polygyralis Subzone.

Orthogartiana with lateral tubercles (O. densicostata group Quenstedt - R. Douvillé ; O. schroederi group Bentz) and rectiradiate untuberculated secondary ribs appear simultaneously, or a little later ; the ventral furrow on their last whorl progressively enlarges into a smooth band and the ventral end of the ribs is reinforced by a weak radial crest (O. densicostata orthogona subsp. nov.: pl. IX, fig. 1a-c). At the top of the Polygyralis Subzone, this crest lengthens out radially while the secondary ribs become lightly proverse; the ventral band enlarges and becomes lightly concave (O. densicostata obliqua subsp.

nov.: pl. IX, fig. 4a-c; 6a,b). The peristome remains always tubular.

The original specimen of A. densicostatus Quenstedt (1886, pl. 71, fig. 9) is close to the subspecies orthogona; the large specimen of R. Douvillé (1915, pl. III, fig. 1) is intermediate between the subspecies orthogona and obliqua: the specimen represented by Buckman (1925, pl. DLXXXI) as Baculatoceras baculatum is actually an Orthogartiana densicostata obliqua.

In the overlying Baculata Subzone, Garantianinae appear with true ventral tubercles and a broad ventral band; i.e. the earlier Garantiana, still bearing well-delineated lateral tubercles, of the G. baculata (Quenstedt) and G. althoffi Bentz groups.

At the top of the Baculata Subzone, the last true Orthogartiana disappear, but not Orthogartiana conjugata (Quenstedt), which corresponds to a species apart in the subfamily, with its uninterrupted secondary ribs on the venter.

The Garantiana of the group G. garantiana (d'Orbigny), with well-marked ventral tubercles but with lateral tubercles decreasing or disappearing completely, appear in the Dichotoma Subzone; their smooth ventral band is large and their peristome is a mere wrinkle along the ribs. The species platyrryma Buckman belongs to this group. Specimens with only bifurcated ribs and always with lateral tubercles, can be found in the same general morphology, as can other specimens with thin and dense ribbing, closely connected to the form figured as "Ammonites parkinsoni densicosta" by Quenstedt (1886, pl. 72, fig. 2) but which Callomon, Dietl et al. recently (1987, p. 16) related to a finely ribbed Garantiana of the Garantiana Zone.

In the middle part of the Garantiana Zone and especially at the top, certain specimens have a larger size and show height compressed whorls, the section of which quickly increases with their diameter; the last ribs at the end of the body chamber cross over the siphonal line. These forms lead to Garantiana tetragona Wetzel which characterizes the top of

the Garantiana Zone and is the last species of this branch of the Garantianinae.

Finally, in the Garantiana Zone (top ?), one finds Garantianinae with a sharp and deep ventral groove, and much more involute and massive whorls, the acme of which is in the Acris Subzone at the same time as the early Parkinsonidae. These mark the extinction of the Garantianinae. Odontolkites longidens (Quenstedt) belongs to this group.

Evolutive trends

Although limited to one site, the detailed study of this subfamily leads to a better understanding of the evolutive trend of the Garantianinae and to a clearer distinction between principal and secondary taxonomic criteria.

The ventral morphology is very important, as already observed elsewhere in the Oppeliaceae (Elmi, 1967). The form of the peristome, the absence or presence of ventral tubercles, the involution of the whorls, the shape of the section and its increasing of height and thickness seem also to be fundamental elements in their evolution. One very constant evolutive trend, which has yet been noted (Wetzel, Bentz, etc.), is the increasing proverty of the ribs from an initial rectiradiate form to an increasingly pronounced bending forward such that the ventral chevron pattern is more and more acute forward. This evolution appears earlier and earlier in the ontogenesis (centripetal evolution).

On the other hand, the lateral tubercles do not show a constant trend. The density of the ribbing, the height of the division point of the ribs and the costal division index seem to be only features of interspecific differentiation (or even of intraspecific variability).

Systematic remarks

The synonymy of the species G. subgaranti Wetzel, 1911 with the species G. garantiana d'Orbigny was recently (H. Gauthier et al., 1995) recognized by comparison of the cast of the holotype from Wetzel with the Arkell's lectotype (1956), and also with the original drawing of d'Orbigny (1845, pl. 123, fig. 1, 2). The species garantiana had been cho-

sen as type for the genus *Garantiana* (Hyatt 1900, Mascke 1907), and later as type for the subgenus (*Garantiana*) Bentz 1928. It had previously been designated as a zonal index (S. Buckman, 1893). Its concept has gained wide recognition in the scientific community and was further specified by the designation of a lectotype by Arkell (1956).

A difficulty arises from the synonymy of these two species since they are type-species of two different subgenera both created by Bentz (1928): (*Garantiana*) and (*Subgarantiana*). In fact, the original definition of the subgenus (*Subgarantiana*) given by Bentz does not at all apply to the species *subgaranti* even though he chose it as a type. Bentz defines (*Subgarantiana*) as the "jüngeren *Garantiana*", with the ventral ribs bent forward and making a significant angle on the venter, and with a sharp ventral furrow bordered on each side by an outer row of tubercles. That original definition applies only to the Wetzel species (1911) *alticosta*, *coronata*, *cyclogaster*, *depressa*, *pompeckji* and *subangulata* of the Lower *Parkinsonia* beds, and not to the species *subgaranti*, *suevica*, *trauthi*, and *icnagona* which have a very broad ventral band and outer ribs gently bent forward; these latter species are related to the subgenus (*Garantiana*) as created and defined by Bentz himself in the same paper. Nevertheless, this author includes these species in the same subgenus, thus making a composite subgenus, as revealed by the synonymy of the two type-species.

The subgenus (*Subgarantiana*) Bentz was set by Arkell (1957) in synonymy with the earlier subgenus (*Hlawiceras*) S. Buckman, 1921, of which the type species *platyrimum*, in fact, has no affinity with the (*Subgarantiana*) such as described by Bentz, but is actually a (*Garantiana*). On the other hand, the genus *Odontolkites* Buckman 1925 (type-species *Ammonites parkinsoni longidens* Quenstedt 1846, p. 144, 1849, pl. 11, fig. 10; 1886, p. 592, pl. 71, fig. 6) is suitable for the species group described by Wetzel (1911) and taken up again by Bentz in his definition.

Moreover, it would be certainly better to divide the *Garantianinae* macroconques into only three genera without

subgenera: (*Orthogarantiana*, *Garantiana*, *Odontolkites*) since they are already joined together in the same subfamily. The separation between *Orthogarantiana* and *Garantiana* has already been adopted by certain authors (Sturani 1971, Pavia 1973, for instance).

The three macroconch genera of *Garantianinae* can therefore be redefined as follows:

Genus *Orthogarantiana* (Bentz, 1928) = ex-subgenus (*Orthogarantiana*) Bentz, 1928: sharp ventral groove; secondary ribs not ending in a ventral tubercle (or only one feeble radial crest on the body chamber); rectiradiate or very slightly bent forward; these characters are the same on the inner whorls; with more evolved species the ventral sulcus widens on the body chamber and external ribs end in a radial crest; whorls generally slightly involute and their section generally increases slowly in height as the specimen grows in diameter; tubular peristome. Type-species: *Orthogarantiana schroederi* Bentz 1924. Principal species: *O. fredericiromani* (Roché), *O. haugi* Pavia, *O. densicostata* (Quenstedt), *O. crassa* Bentz, *O. schroederi* Bentz, *O. conjugata* (Quenstedt). Stratigraphical range: Niortense Zone, extreme base *Garantiana* Zone.

Genus *Garantiana* Hyatt 1900 = ex-subgenus (*Garantiana*) Bentz 1928 + ex-subgenus (*Subgarantiana*) Bentz 1928 (pars): band lined with well-shaped tubercles for both the outer and the inner whorls; secondary ribs slightly inclined forward except at the end of the last whorl where they become more prorsiradiate; slight or middle involution of the whorls, height of their section more rapidly increases with the diameter; peristome constituted by a simple fold. Type-species (Bentz): *Garantiana garantiana* (d'Orbigny). Principal species: *G. baculata* (Quenstedt) more involute, *G. althoffi* Bentz, *G. densicosta* (Quenstedt), *G. platyrimum* (Buckman), *G. trauthi* Bentz, *G. garantiana* (d'Orbigny) and its morph *suevica* (Wetzel), *G. intermedia* Bentz (transitional to *Odontolkites*?), *G. tetragona* Wetzel (last morph of this branch, with rapid increase in the height of the section). Stratigraphical range: uppermost part of the Niortense Zone,

whole of the *Garantiana* Zone and extreme lowermost part of the *Parkinsoni* Zone. Includes *Baculatoceras* Mascke and *Hlawiceras* Buckman.

Genus *Odontolkites* S. Buckman, 1925 = ex-subgenus (*Subgarantiana*) Bentz, 1928 (pars): deep narrow ventral groove, secondary ribs ending on ventral acute crest; prorsiradiate ribs, generally very sharp; involute whorls (overlapping involution to half height); thick section with rapid increase in its height peristome reduced to a simple fold. Type-species: *Odontolkites longidens* (Quenstedt 1846, 1849). Principal species (Wetzel's species 1911): *O. subangulatus*, *O. alticostus*, *O. coronatus*, *O. cyclogaster*, *O. depressus*, *O. pompeckji*, *O. quenstedti*. From the drawing of its ventral groove, *Ammonites bifurcatus* Schlotheim might very well belong to this species. Stratigraphical range: Upper part of the *Garantiana* Zone (?) - lower part of the *Parkinsoni* Zone.

Une nouvelle coupe de référence pour le Bajocien de la région-type

Les principaux résultats d'une analyse détaillée de la répartition biostratigraphique des ammonites dans l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux de la carrière de Feuguierolles-sur-Orne (Calvados) ont été récemment présentés dans une note préliminaire (H. Gauthier *et al.*, 1995). Ces données nouvelles sont complétées, illustrées et discutées ici. L'échelle biostratigraphique proposée est précisée (avec quelques rectifications) : elle confirme les résultats obtenus dans d'autres régions d'Europe occidentale et détaille certaines subdivisions qui ne pouvaient l'être dans les coupes historiques de la région de Bayeux.

Deux séries de faits nouveaux sont tirées de l'étude de la carrière de Feuguierolles :

- dans une première partie, après avoir replacé cette carrière dans son contexte stratigraphique et paléogéographique régional, les principales conclusions concernant la succession lithostratigraphique et la taphonomie des faunes d'ammonites, puis leur succession biostratigraphique sont exposées à partir des

nombreuses coupes et récoltes effectuées dans le front de taille de la carrière. L'analyse pétrographique de l'Oolithe ferrugineuse bajocienne n'est pas abordée ici, non plus que l'analyse stratigraphique séquentielle.

— dans une seconde partie, purement paléontologique, les données nouvelles fournies par ces coupes sont appliquées à l'étude critique de l'évolution de la sous-famille des Garantianinae (Stephanocerataceae, Stephanoceratidae) au cours du Bajocien supérieur. L'examen de nombreux moulages de types et de figurés conduit à certaines mises en synonymie d'espèces et de sous-genres, préluant à une révision de la taxonomie et de la systématique de cette sous-famille. Une simplification de nomenclature est proposée et une comparaison des faunes de Garantianinae de Normandie et d'Allemagne est esquissée.

La formation de l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux en Normandie ; situation de la carrière de Feugueroles dans la paléogéographie normande

Sur la bordure occidentale du Bassin de Paris (fig. 1, carte de situation), les fronts de taille de la carrière de Feugueroles-sur-Orne (coordonnées Lambert zone I, feuille I.G.N. Villers-Bocage x : 1161,5 ; y : 400 ; feuille Villers-Bocage de la carte géologique de la France au 1/50 000 en préparation) présentent les couches subhorizontales pliéesbachiennes à bajociennes (*pro parte*) en discordance sur les bancs quartzitiques ordoviciens (formation des Grès de May) subverticaux, irrégulièrement érodés et de direction structurale armoricaine N110, appartenant au flanc nord du synclinal de May-sur-Orne datant de l'orogénèse varisque.

L'Oolithe ferrugineuse de Bayeux s'intercale entre deux formations calcaires : la Malière au-dessous, appartenant à l'Aalénien et au Bajocien inférieur *pro parte* et le Calcaire à spongiaires (ex-Oolithe blanche) au-dessus, qui constitue la partie terminale du Bajocien (zone à Parkinsoni, sous-zone à Bomfordi).

Cette formation de l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux s'étend sur quatre zones d'ammonites. Comme le montrent les coupes des environs de Bayeux et de Caen, elle est constituée par un dépôt pouvant être très localement remanié (G. Pavia, 1994) dont l'épaisseur, variable, ne dépasse guère 50 cm. Cependant, à l'aplomb des écueils paléozoïques, cette formation transgressive s'épaissit comme à May-sur-Orne et à Feugueroles-sur-Orne où elle atteint, localement, 3,45 mètres (fig. 2). Ses conditions de dépôt entre deux paléocrêtes gréseuses en font un enregistrement sédimentaire et biostratigraphique exceptionnel en Normandie, plus épais qu'au large des écueils et moins perturbé par l'érosion ; la macrofaune, riche en ammonites, y présente une succession beaucoup plus complète que dans les coupes stratotypiques de la région de Bayeux.

A Feugueroles, l'Oolithe ferrugineuse commence directement au toit plus ou moins nivelé et remanié de la Couche verte, formation terminale de la Malière (zone à Propinquans : M. Rioult *et al.*, 1995, sous presse). Cette surface est l'équivalent de la discontinuité Sainte-Honorine 2 (M. Rioult *et al.*, 1991). Elle est constituée par un calcaire biomictique à oolides ferrugineux inframillimétriques, formés, pour la plupart d'un grain de glauconie ou de phosphate remanié de la Couche verte sous-jacente, enrobé de quelques lamines de goëthite. Ils sont irrégulièrement répartis, avec parfois de petits amas assez denses (indices de bioturbation). Cette partie basale de l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux est caractérisée à Feugueroles par ses fines oolites ; il n'existe pas ici, comme dans le Bessin, le Conglomérat de Bayeux, à oncoïdes ferrugineux et stromatolithes. Entre le Bessin au nord-ouest et les écueils de Feugueroles au sud-est, les oolides ferrugineux montrent, à la base de l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux, un double gradient granulométrique et numérique décroissant. Au sud de Bretteville-sur-Laize — les Moutiers-en-Cinglais, l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux fait place à un calcaire à graviers de roches paléozoïques et mésozoïques remaniées, dépourvu d'oncoïdes et d'oolides ferrugineux. Ces derniers com-

posants sont donc allochtones à Feugueroles et proviennent logiquement des hauts-fonds situés au nord-ouest. Dans la partie inférieure de cette Oolithe ferrugineuse, quelques passées peu cimentées, plus riches en oolites ferrugineuses et en silt quartzeux s'intercalent à plusieurs reprises dans la matrice carbonatée.

Au-dessus, la sédimentation est d'apparence régulière et monotone, mais les dépôts, entre les crêtes gréseuses paléozoïques, semblent s'organiser en grandes lentilles à l'échelle décimétrique à hectométrique et la présence de rares gravelles ferrugineuses et bioclastes remaniés témoigne de l'action des houles de tempêtes. Le litage original n'apparaît pas en général sur le front de taille, masqué sans doute par une bioturbation intense, et les couches ne se différencient que par leur faune d'ammonites.

La taille des oolides tend à croître très lentement depuis la zone à *Humphriesianum* jusqu'au milieu de la zone à *Garantiana*. Au-dessus, elle augmente rapidement ; elle dépasse parfois le millimètre et l'hétérométrie granulométrique des oolides y est maximale.

A l'affleurement, l'Oolithe ferrugineuse n'est pas ici protégée des actions climatiques, comme ailleurs en Normandie, là où elle est recouverte par l'épaisse formation du Calcaire à spongiaires. En effet, sur les bords de la vallée de l'Orne, celle-ci a été décapée par l'érosion, ainsi que le toit de l'Oolithe ferrugineuse. Ces calcaires sont très fragmentés par le gel jusqu'à une profondeur d'environ 1,25 mètres, profondeur à laquelle on observe un passage plus friable, d'épaisseur centimétrique, parfois dédoublé, apparaissant en creux sur le front de taille, qui marque sans doute la limite de gélifraction intense. De part et d'autre, il n'est pas constaté de changement de faciès appréciable, la composition et la dureté du sédiment paraissent identiques ; mais, dans la partie sud de la carrière, ce passage coïncide avec un changement de compacité des calcaires : au-dessus, la roche est fractionnée en plaquettes au-dessous, les bancs sont massifs, avec tout de même un réseau de fracturations horizontales et verticales, mais beaucoup plus lâche. Cette gélifraction et les alté-

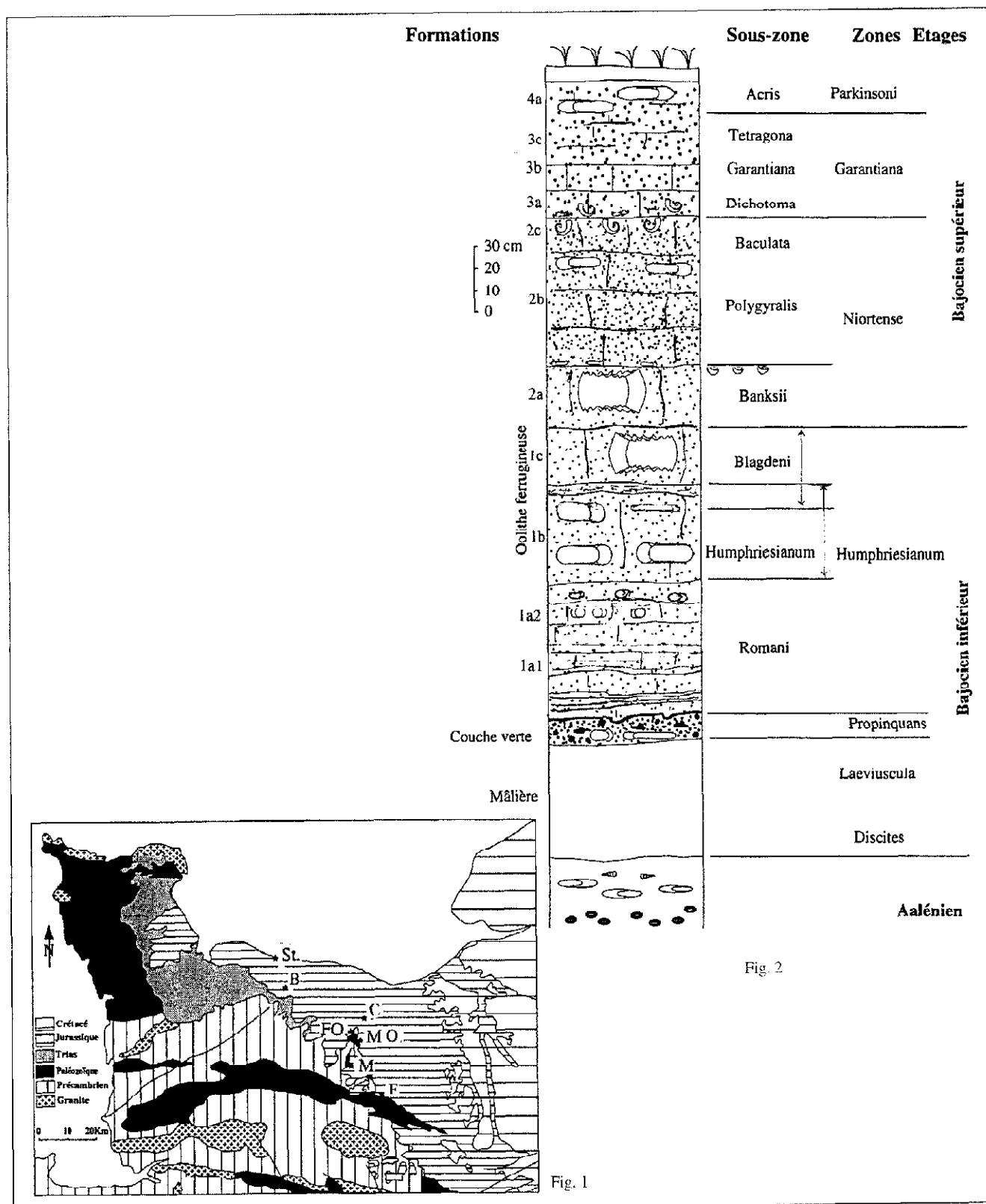


Fig. 1. – Situation des localités citées.

Fig. 1. – Geological sketch map showing the mentioned localities.

B: Bayeux; C: Caen; F: Falaise; St: Ste-Honorine-des-Pertes. FO: Feugueroles-sur-Orne. MO: May-sur-Orne. M: Les Moutiers.

Fig. 2. – Section du Bajocien à Feugueroles-sur-Orne (ce travail).

Fig. 2. – Section through the Bajocian at Feugueroles-sur-Orne (this paper).

rations pédologiques de l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux gênent considérablement la lecture lithostratigraphique de la succession, en particulier, la mise en évidence d'éventuelles discontinuités reconnues régionalement. La discontinuité majeure au voisinage de la limite Bajocien inférieur/ Bajocien supérieur, reconnue en Europe occidentale, n'est pas marquée par un fort contraste lithologique en Normandie. A Feugueroles encore moins, où le passage de la zone à *Humphriesianum* à la zone à *Niortense* est plus complet que dans toutes les coupes de la région de Bayeux ; discontinuités sédimentaires et biostratigraphiques se trouvent réduites à leurs expressions minimales.

La surface supérieure des plaquettes est corrodée par la percolation des eaux d'infiltration tandis que leur surface inférieure est encroûtée de dépôts calcitiques concrétionnés (calcin) en micropiliers stalagmitiques. Ce type d'altération, joint aux déplacements des hydroxydes de fer témoigne de mouvements importants de l'eau, qui dissout et précipite alternativement le carbonate de calcium et les oxydes de fer dans les fossiles et dans la roche. Ils détériorent les restes fossilifères, mais ils ont l'avantage de marquer la polarité sédimentaire des plaquettes. Les contre-empreintes externes auxquelles adhère souvent le test, formant couvercle et fond des moules internes, attestent que leur altération est récente. A l'observation macroscopique en général, le lithofaciès du remplissage micritique des moules internes ne se distingue pas de celui du sédiment encaissant. Par ailleurs (surtout dans la zone à *Polygyralis*), le remplissage des coquilles est souvent, du fait de la nature du sédiment, dont les oolites obstruent généralement le siphon, limité à la loge d'habitation. Par contre, celle-ci est souvent préservée avec le péristome. La comparaison avec les types de la littérature presque toujours, au contraire, limités au phragmocône, est ainsi rendue très délicate. A Feugueroles, le phragmocône est fréquemment vide ou partiellement rempli de limonite pulvérulente, tapissé de dépôts ferrugineux, ou encore de calcite ou de quartz drusiques.

Succession lithostratigraphique et observations taphonomiques dans l'Oolithe ferrugineuse bajocienne de la carrière de Feugueroles

Au-dessus de la surface d'érosion limitant le toit de la Couche verte, la succession s'établit ainsi, de bas en haut :

A. Alternances de calcaire micritique compact à fines oolites ferrugineuses et de passées peu cimentées, plus riches en oolites ferrugineuses et en silt quartzueux, s'intercalant à plusieurs reprises dans la matrice carbonatée (de 40 cm d'épaisseur dans la partie nord de la carrière à environ 70 cm à l'extrême sud de celle-ci). Rares ammonites mal conservées, dont le moule interne fait parfois corps avec le sédiment encaissant.

B. Banc dur de calcaire blanchâtre ou gris verdâtre à fines oolites ferrugineuses dispersées, à très nombreux *Chondroceras* ("**banc à *Chondroceras***" : 30 à 40 cm) non déformés, conservés en général avec leur péristome (cas très banal chez les *Chondroceras*, spécialement dans l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux). Sa partie supérieure (sur environ 10 cm), plus tendre, est de consistance sableuse, de couleur gris verdâtre, à nombreuses oolites et à petits rostrés de bélemnites ; les *Chondroceras* sont encore complets, mais plus ou moins aplatis.

C. Banc dur de calcaire micritique blanc à fines oolites ferrugineuses éparpillées à nombreux *Stephanoceras* ("**banc à *Stephanoceras***" : 40 à 45 cm). Son sommet renferme une concentration d'ammonites, dont quelques-unes présentent des indices d'érosion sous-marine (face supérieure tronquée), avec de petits amas de fossiles (nautilus, ammonites, bivalves) remaniés. Ce banc est surmonté par un passage tendre plus ou moins lité, d'épaisseur variable (5 à 8 cm), non observé dans la partie nord de la coupe ; ce délit mince est hétérogène, plus riche en oolites, avec fréquents rostrés de bélemnites et très peu d'ammonites, paquets de sédiment blanc-verdâtre, cependant toujours à oolites ferrugineuses.

Les ammonites de ce "**banc à *Stephanoceras***" sont presque toutes à l'état de

moules internes en position horizontale ou subhorizontale. Elles ont souvent conservé sur leurs deux flancs une ornementation intacte. Ces moules internes sont constitués d'une micrite avec oolites ferrugineuses fines, clairsemées lorsqu'elles ont pu pénétrer dans la coquille ; ils sont souvent partiellement déformés et désarticulés ; sans doute leur lithification n'était pas achevée lorsqu'ils ont subi une compaction différentielle au cours de la diagenèse du sédiment qui les contenait et après dissolution partielle de la coquille.

D. Calcaire micritique, massif ("**banc à *Teloceras***" : 60 à 70 cm), plus coloré que les précédents, à oolites ferrugineuses plus sombres et plus serrées, avec, par endroits, de la limonite pulvérulente ou des imprégnations zonées d'oxydes de fer. Les *Teloceras* sont nombreux et représentent la quasi-totalité de la faune ammonitique ; ils sont le plus souvent horizontaux ; cependant, les plus épais reposent parfois sur leur région ventrale. En général, leur loge d'habitation est conservée, quelquefois complète. Ils sont presque toujours fissurés horizontalement et verticalement, probablement par la gélifraction quaternaire encore sensible à cette profondeur, mais en un réseau lâche de cassures. La surface du moule interne, surtout ventrale, est souvent colorée en brun foncé par des enduits ferrugineux assez caractéristiques de ces couches. Une corrosion par la percolation des eaux d'infiltration est déjà sensible sur leur partie supérieure.

La partie supérieure du "**banc à *Teloceras***" (environ 20 cm) se différencie par une teinte plus ferruginisée, à oolites toujours fines et assez denses. Elle est très pauvre en ammonites (très rares *Teloceras* et *Caumontisphinctes*). La présence, vers le sommet, d'une lumachelle à *Sphaeroidothyris sphaeroidalis* implique un substrat favorable au développement de ces brachiopodes et, à proximité, un ralentissement de la sédimentation. Juste au-dessus, un niveau à *Caumontisphinctes* indique un renouvellement de la faune puisque, aux grosses coquilles caducées (*Teloceras*) succèdent de petits serpenticônes.

E. Calcaire en plaquettes (135 à 150 cm). Le calcaire à oolites ferrugi-

neuses, fragmenté, à sa base, en plaquettes relativement épaisses devenant assez rapidement centimétriques, ne montre aucune limite lithostratigraphique apparente et les seuls indices stratinomiques sont les faunes, spécialement d'ammonites et leur taphonomie. D'après la grosseur des oolithes, il est possible tout au plus de distinguer deux ensembles superposés passant progressivement de l'un à l'autre (alors que les faunes d'ammonites permettent de différencier très bien les niveaux) :

E1. Ensemble inférieur (80 à 95 cm) (à *Caumontisphinctes* à l'extrême base puis à *Orthogarantiana*) : oolithes très fines.

À sa base, les ammonites sont rares et assez souvent fragmentaires sans pour autant que la taille des oolithes ni leur abondance varient de manière appréciable.

Dans sa partie médiane, elles sont un peu plus abondantes, parfois conservées avec leur loge d'habitation et leur péristome, parfois incomplètes ou à l'état de fragments non remaniés.

Dans sa partie supérieure, elles sont nombreuses ; leur loge d'habitation est souvent conservée avec le péristome, avec l'apophyse jugale au moins partiellement pour les microconques. Par contre, presque systématiquement, le phragmocône n'est pas rempli de sédiment.

E2. Ensemble supérieur (55 à 60 cm) : oolithes augmentant d'abord très lentement de taille puis rapidement.

Dans sa partie inférieure (30 à 35 cm) (à *Garantiana* vrais sans *Orthogarantiana* autres que *O. conjugata*), la taille et l'hétérométrie des oolithes augmentent très progressivement et les ammonites, abondantes, sont, à nouveau, souvent fragmentaires ou incomplètes. Par contre, les tours internes sont beaucoup plus fréquemment remplis de sédiment et, de ce fait, beaucoup mieux conservés.

Sa partie supérieure (niveau à *Parkinsonia*, env. 25 cm) est presque partout enlevée par l'érosion, très gélifracée et très corrodée par les actions superficielles. Par suite d'un léger pendage WSW, ce niveau subsiste seulement dans les parties de la carrière les plus éloi-

gnées des crêtes paléozoïques. Les oolithes ferrugineuses sont beaucoup plus grosses, souvent supramillimétriques, mal classées.

La surface d'érosion supporte les restes d'une haute terrasse de l'Orne.

Succession biostratigraphique des ammonites

Nous résumons synthétiquement une quarantaine de coupes complètes ou partielles effectuées sur le front de taille (environ 400 mètres) au fur et à mesure de sa progression (entre 20 et 40 m) et nous donnons deux coupes biostratigraphiques détaillées, l'une dans la partie nord de la carrière en deux successions partielles C et A (fig. 5, 6) distantes d'environ 50 mètres, l'autre X (fig. 4, 7, 8) dans la partie sud à environ 200 mètres des premières. La figure 3 indique les positionnements relatifs, horizontalement et verticalement, de ces coupes et de celles utilisées pour les figurations.

Les mêmes successions d'ammonites se retrouvent à des cotes assez constantes à la précision des observations, si on les rapporte à un même niveau repère. Cependant, vers les marges de ce périmètre, plus proches des écueils, par exemple dans la partie sud de la coupe, quelques variations d'épaisseur indiquent un certain biseautage des couches.

Nous donnons pour les différents niveaux – horizons ou sous-zones (cf. fig. 2) selon les possibilités de dénombrement – les tableaux des abondances comparées des différents genres d'ammonites récoltées, ainsi que les histogrammes correspondants (fig. 9, 10). Nous figurons les plus significatives du point de vue biostratigraphique et paléontologique. Malheureusement, certains groupes à coquille discoïde peu épaisse sont plus accessibles à la dégradation par les actions climatiques ; leur état de conservation est souvent tel que leur figuration ne présente pas d'intérêt et que leur identification est incertaine au niveau spécifique. Ce sont surtout les *Leptosphinctes*, très fréquents dans la zone à Niortense, les *Oppelia* et les *Strigoceras* présents à de nombreux niveaux dans le Bajocien supérieur.

1. Zone à *Humphriesianum*

1a. Sous-zone à *Romani* (pl. I)

1a1. Horizon à *Edouardiana* (= A : alternances de calcaire à oolithes ferrugineuses et de couches plus silteuses)

À 10 cm au-dessus de la Couche verte : *Dorsetensta* sp., *Itinsaites* ou *Stephanoceras* ? sp., *Phaulostephanus* aff. *paululus* (S. Buckman) in Pavia 1983, pl. 23, fig. 5 (pl. I, fig. 1a-c) ; à 40 cm, grand *Dorsetensia* sp. ; à 70 cm, *Teloceras* (*Teloceras* ?) *labrum* Buckman 1922, pl. CCCL A,B = *Ammonites blagdeni* Sowerby in d'Orbigny 1846, pl. 132, fig. 1-3 (non Sowerby) (pl. I, fig. 2a, b). L'original de la figure de d'Orbigny appartient en effet à cette espèce de Buckman comme le montre sa comparaison au spécimen original de Buckman, et celle de leurs lignes cloisonnaires.

Ces couches représentent l'horizon inférieur à *Edouardiana* (1a1) de la sous-zone à *Romani*. La rareté des indices ne permet pas de savoir si, en particulier, la base de l'horizon est présente.

1a2. Horizon à *Gervillii* (= B : "banc à *Chondroceras*")

Les *Chondroceras* sont très abondants ; *C. evolvens* est prédominant (pl. I, fig. 3a-c), associé à de rares *C. gervillii* ; rares *Kumatostephanus* (*Stemmatoceras*) sp. (Pavia, 1983, p. 108, pl. 17, fig. 2) ; 1 spécimen (coll. Perez) et 2 fragments ; *Oppelia* cf. *subradiata* (Sowerby). *Oppelia* sp.

Vers le sommet de ce banc, il a aussi été récolté un spécimen de *Teloceras* (*Teloceras* ?) *labrum*. J.H. Callomon et R.B. Chandler (1990) en figurent aussi un bel exemplaire (pl. 4, fig. 1a, b) d'Osborne (Somerset) dans leur horizon Bj-14 (partie supérieure de la sous-zone à *Romani*).

Ce "banc à *Chondroceras*" est à rapporter à l'horizon supérieur de la sous-zone à *Romani* (horizon à *Gervillii*) (M. Rioult et al., 1995). *C. gervillii* y semble rare. N. Molton (1976), à Skye (Ecosse) situe plus bas cette dernière espèce, tandis que, pour G. Pavia (1983), à Digne, elles sont quasi-contemporaines.

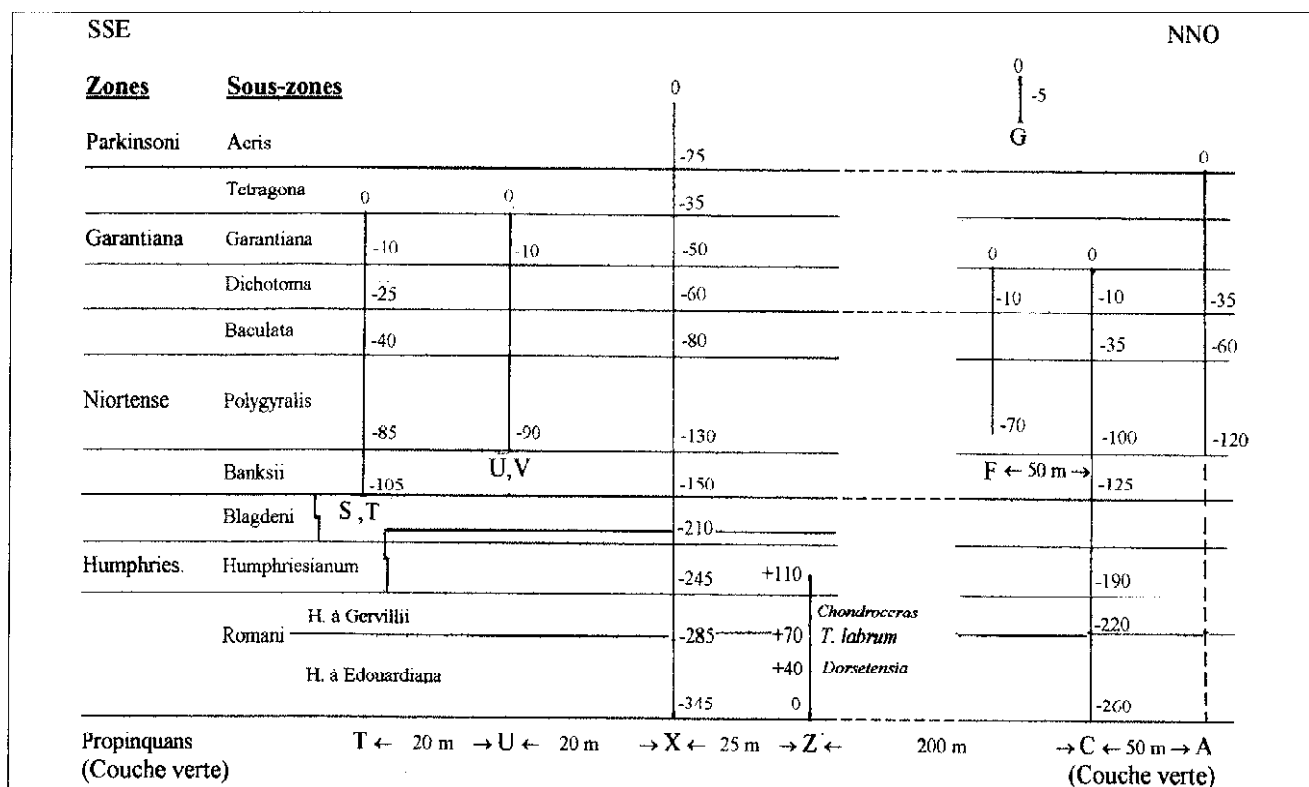


Fig. 3. Positionnements relatifs horizontaux et verticaux des principales coupes considérées dans les tableaux biostratigraphiques et pour les spécimens figurés.

Fig. 3. – Relative horizontal and vertical positions of the main sections considered in the biostratigraphical tables for the indicated specimens.

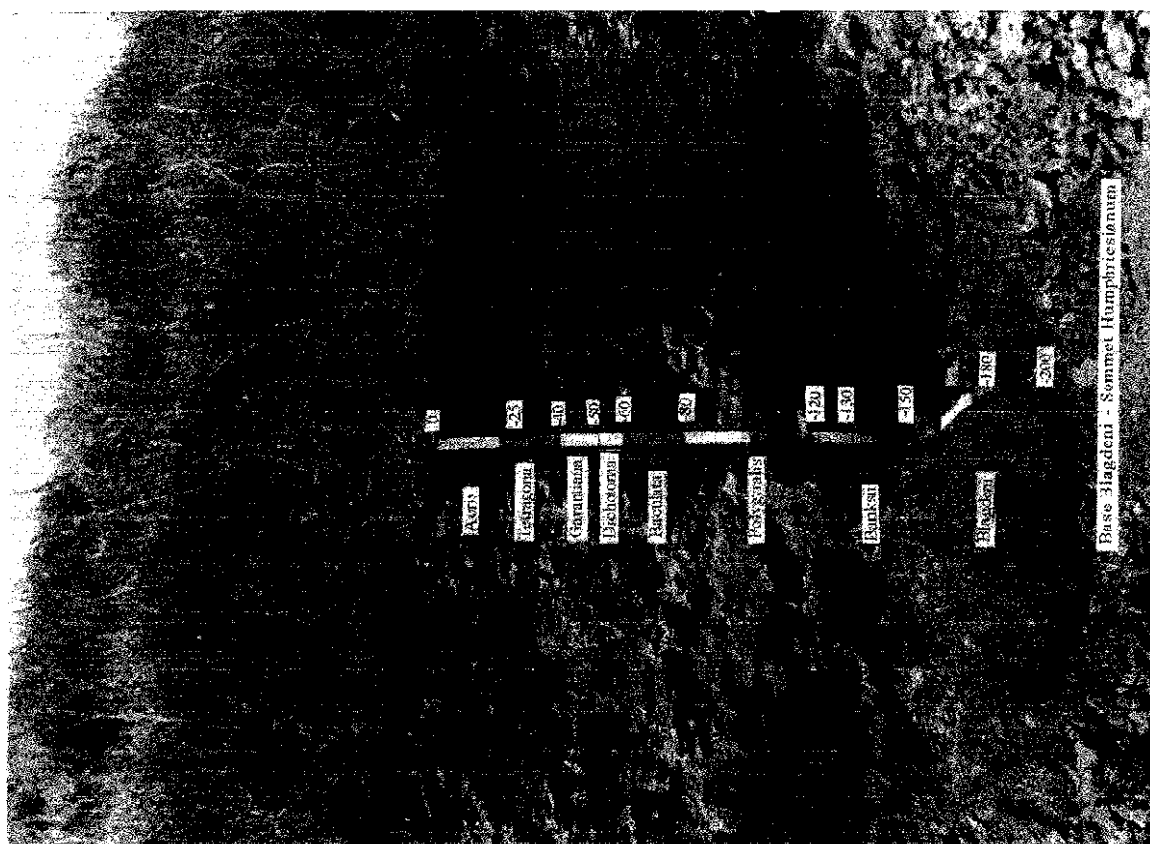


Fig. 4. – Vue partielle de la coupe X, depuis le sommet du "banc à Stephanoceras" (avant-plan à la cote de - 2 mètres) jusqu'à la sous-zone à Acris (cote 0 sous le couvert végétal). (la limite de gélifraction intense est bien visible en creux vers - 120 cm : voir commentaire dans le texte)

Fig. 4 – Partial view of Section X from the top of the Stephanoceras bed (foreground at level -2 m) up to the Acris Subzone (level 0 beneath the vegetation). (the limit of intense congelifraction is well seen in the hollow at about -120 cm: see text).

1b. Sous-zone à *Humphriesianum* (pl. I, II) et 1c1, base sous-zone à *Blagdeni* (= C : "banc à *Stephanoceras*")

Dans ce banc dur ont été trouvés, de bas en haut : *Stephanoceras* (*Skirroceras*) groupe *macrum* (Quenstedt), *Stephanoceras* (*Sk.*) sp., *Oppelia* cf. *subradiata* (Sowerby) (pl. I, fig. 4), *Oppelia* sp., grandes *Dorsetensia* indéterminables, *Stephanoceras* cf. *pyritosum* (Quenstedt) (pl. I, fig. 5a, b), *Stephanoceras* cf. *subzieteni* Schmidtil et Krumbeck, *Stephanoceras* sp., *Itinsaites* sp., un nucléus en calcite, bien conservé, de $D = 23$ mm, déjà coronatiforme à 1,5 mm pouvant être rapporté à *Teloceras* (*T.* ?) *labrum* ? (pl. I, fig. 6a, b) ; non en place, *Itinsaites turgidus* (Westermann) bien conservé avec début de l'apophyse (pl. II, fig. 3a-c).

Ces niveaux paraissent représenter l'horizon inférieur (**horizon à *Humphriesianum***) de la sous-zone à *Humphriesianum* avec des éléments remaniés antérieurs. Néanmoins, le remplissage des *Skirroceras* a bien le même faciès à fines oolites ferrugineuses et il n'a été trouvé, dans ce "banc à *Stephanoceras*", aucun élément remanié de l'horizon sous-jacent à *Gervillii*, en particulier aucun *Chondroceras*, alors que ceux-ci abondent dans cet horizon. On pourrait penser ici (partie sud de la carrière) à une résédimentation entrecroisée (lenticulaire) ayant amené des éléments de l'horizon inférieur à *Edouardiana* au-dessus de l'horizon supérieur à *Gervillii*.

Parmi les ammonites accumulées au sommet de ce banc, sont identifiées : *Stephanoceras* (*Skirroceras*) aff. *dolichocum* ? (S. Buckman) à loge d'habitation longue de plus de 2 tours (pl. II, fig. 2 a-c), *Stephanoceras* (*Sk.*) sp., *Stephanoceras* (*St.*) gr. *humphriesianum* (Sowerby), *S. (St.) zieteni* (Quenstedt), *S. (St.) brodioei* (Sowerby) (pl. II, fig. 1a-c ; pl. XIV, fig. 1)), *S. (St.) pyritosum* (Quenstedt), *S. (St.) scalare* (Weisert), *S. (St.) bigoti* (Munier-Chalmas M.S.) in Haug, *S. (St.)* n. sp. Pavia, 1983 ex *A. plicatissimus* Quenstedt, *S. (St.)* groupe *umbilicum* (Quenstedt) - *kreter* S. Buckman, *Itinsaites* sp. ; *Teloceras* (subgen. nov. Pavia, 1983 = *Paviceras* subgen. nov.)⁽¹⁾ groupe *hoffmanni* (Schmidtil et Krumbeck), *Teloceras* (*Paviceras*) cf. *triplex* Weisert (pl. III, fig. 2 a, b ;

pl. XIV, fig. 2) et rares *Teloceras* (*Teloceras*) *acuticostatum* Weisert.

Il s'agit donc d'un mélange d'espèces appartenant à la sous-zone à *Humphriesianum* et à la base de la sous-zone à *Blagdeni* (**horizon à *Dubium* 1c1**).

Localement, dans la partie nord de la carrière, l'horizon supérieur de la sous-zone à *Humphriesianum* (**horizon à *Umbilicum* 1b2**) tend à se différencier, en particulier par l'acmé de son espèce-indice (fig. 5, coupe C). Nous figurons, de cette coupe et de cet horizon, *Stephanoceras* (*St.*) *scalare* Weisert (pl. I, fig. 7 a-c ; 8 a,b), *Teloceras* (*Paviceras*) cf. *triplex* (pl. III, fig. 1 a,b), du sommet de cet horizon ou de l'extrême base de la sous-zone à *Blagdeni*. L'horizon inférieur (**horizon à *Humphriesianum* 1b1**) a fourni *Stephanoceras* (*St.*) cf. *crassica* (Quenstedt)⁽²⁾, *St. (St.) humphriesianum*.

1c. Sous-zone à *Blagdeni* (= D : "banc à *Teloceras*", *pars*)

La faune des deux-tiers inférieurs de ce banc est celle de la sous-zone à *Blagdeni* (**1c** : pl. II-IV).

Localement, dans la partie nord de la carrière (fig. 5, coupe C), il a paru possible de distinguer l'horizon inférieur (**horizon à *Dubium* 1c1**) de la sous-zone à *Blagdeni*, très mince, remanié, avec les derniers *Stephanoceras* : (*S.*) *tenuicostatum* Hochstetter, *Itinsaites densus* (S. Buckman) muni de son apophyse (pl. III, fig. 3 a, b), *Teloceras* (*Paviceras*) *dubium* (Schmidtil et Krumbeck), *T. (Paviceras)* groupe *hoffmanni*, *T. Paviceras* *blagdeniforme* (Roché) (pl. III, fig. 5 ; pl. IV, fig. 1). *T. (Teloceras)* *acuticostatum*, *T. (T.) coronatum* (Schlotheim), *Normannites* sp. Rares fragments d'*Oppelia*.

L'horizon supérieur de la sous-zone à *Blagdeni* (**horizon à *Coronatum* 1c2**),

relativement épais (30 à 35 cm) est bien représenté et très distinct, dans toute l'étendue explorée de l'affleurement, avec ses *Teloceras* très épais : *T. (T.) blagdeni* (Sowerby) typique (pl. IV, fig. 2 a, b), *T. (T.) blagdeni* morphe *multinodum* (Quenstedt), *T. (T.) coronatum*, ainsi que *Normannites* sp., *Itinsaites* ? *ventriplanus* ? (Westermann) (ce dernier de niveau moins bien défini, vers la base de l'horizon ?) et *Lytoceras eudesianum* (d'Orbigny).

2. Zone à *Niortense*

2a. Sous-zone à *Banksii* (pl. V) (= D : "banc à *Teloceras*", *pars*)

Le tiers supérieur du "banc à *Teloceras*" est très pauvre en faune ammonitique ; il y a néanmoins été récolté les indices de la sous-zone à *Banksii* : *Teloceras* (*T.*) *banksii* (Sowerby) typique (pl. V, fig. 1a, b) et *Caumontisphinctes aplous* S. Buckman (deux spécimens fragmentaires : pl. V, fig. 3 a, b ; fig. 4), ainsi que *Teloceras* (*T.*) *coronatum* (pl. IV, fig. 3 a, b), *T. (T.)* cf. *sparsinodum* (Quenstedt), *Normannites orbignyi* s. l. Buckman (pl. V, fig. 2 a-c), également *Cadomites lissajousi* Roché (pl. V, fig. 5 a,b), *C. sp.* (fragments) ainsi que de rares *Leptosphinctes* mal conservés, *Strigoceras pseudostrigifer* (Maubeuge) (pl. V, fig. 6), *Oppelia* sp. (fragments).

Vers le sommet de ce tiers supérieur, il est rencontré, successivement, un niveau à *Sphaeroidothyris sphaeroidalis* puis un niveau précis, très constant, à *Caumontisphinctes* : ce niveau permet de fixer la base de la sous-zone à *Polygyralis* et, exactement comme dans le Dorset (Parsons, 1976), le niveau à *Sphaeroidothyris* souligne la limite entre les sous-zones à *Banksii* et à *Polygyralis*.

2b. Sous-zone à *Polygyralis* (pl. V-IX) (= toit du banc D à *Teloceras* + E1 : calcaire en plaquettes, *pars*)

Relativement épais (60 à 70 cm), pauvre en ammonites à la partie inférieure, l'enregistrement de la sous-zone à *Polygyralis* est néanmoins facile à diviser en trois horizons : un horizon inférieur, à *Caumontisphinctes* ; l'apparition des *Orthogarantiana* peut être considérée comme marquant la base de l'horizon médian et leurs modalités d'évolu-

(1) Le manque d'un nom de taxon pour ce sous-genre, introduit et défini par Pavia (1983) et dont l'utilité se justifie pleinement, nous conduit à proposer le nom de *Paviceras* subgen. nov., avec l'espèce *hoffmanni* (Schmidtil et Krumbeck, 1938) comme subgénétype.

(2) *crassica*, substantif, ne doit pas être décliné, ni transformé en *crassicastratum* comme la pratique s'en est parfois répandue.

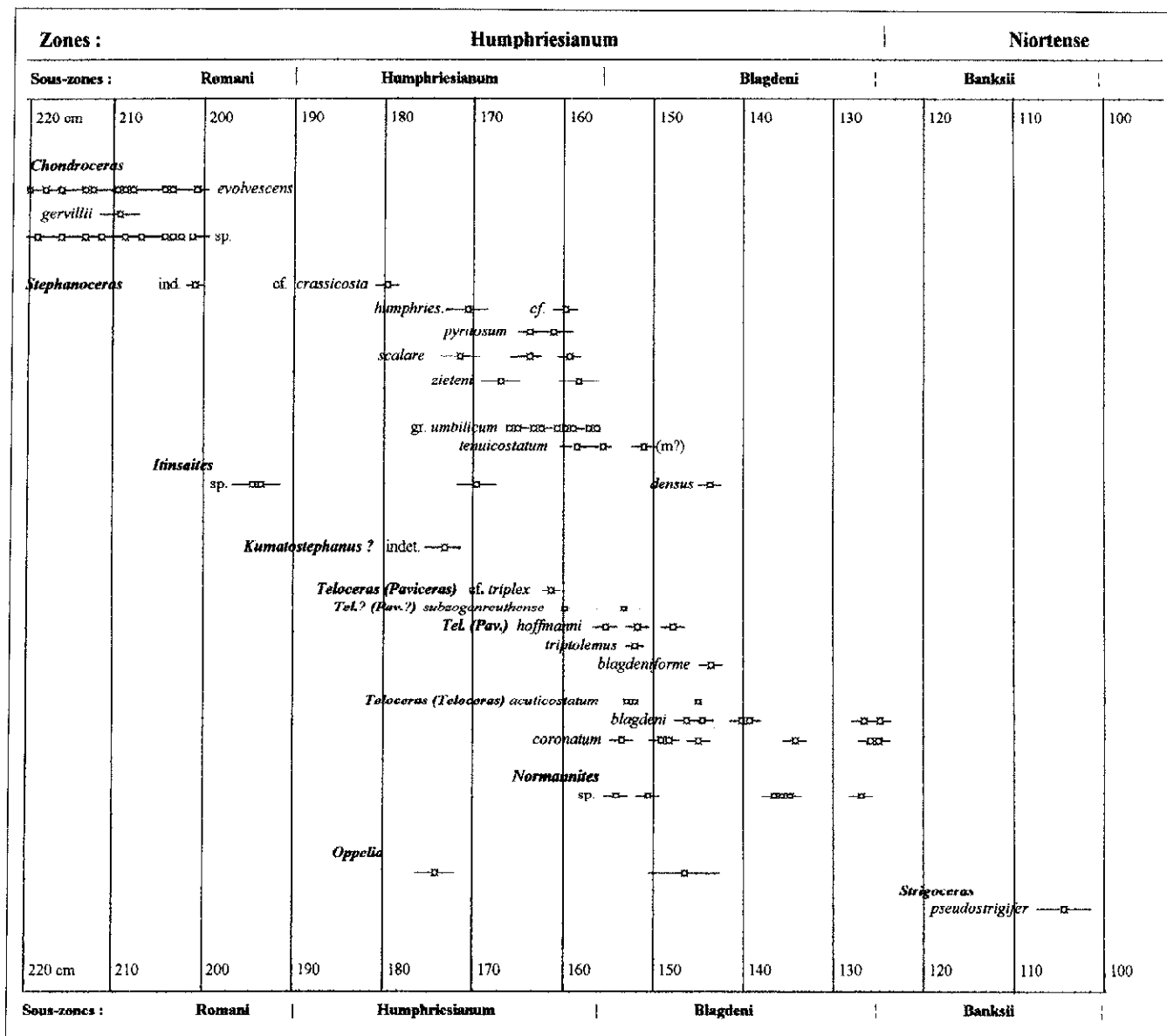


Fig. 5. — Feugueroles, carrière Guérin : coupe C - 220 cm à - 100 cm.

Fig. 5. - Feuguerolles, Guérin quarry: section C - 220 cm to - 100 cm.

Fig. 5-8. — La longueur des traits encadrant les étoiles indique l'incertitude sur le positionnement vertical des spécimens.

Fig. 5-8. — The length of the line bracketing the stars indicates the incertitude concerning the vertical position of the specimens.

tion permettent de distinguer avec sûreté un horizon médian et un horizon supérieur ; les individus de l'horizon médian, à côtes secondaires rectiradiées ont un caractère plus primitif que ceux de l'horizon supérieur, à côtes secondaires légèrement proverses. Par contre, chez les *Strenoceras*, qui apparaissent aussi vers la base de l'horizon médian, nous n'avons pas vu de différences biostratigraphiquement significatives entre les individus de ces deux horizons.

2b1. L'horizon à *Caumontisphinctes* (**horizon à Hennigi** : voir pour sa discussion les conclusions biostratigraphiques) commence au toit du "banc à *Teloceras*" et se poursuit sur quelques centimètres dans le calcaire en plaquettes : *Caumontisphinctes* caractéristiques de l'horizon - *C. hennigi* (Bentz) (pl. V, fig. 7 a,b), *C. bifurcus* Buckman (pl. V, fig. 8), bien conforme au moulage de l'holotype. Sont présents aussi *Cadomites pinguis* (Quenstedt) (pl. VI,

fig. 3 a,b ; pl. XIV, fig. 3) et, sous forme de fragments, *Leptosphinctes* sp., *Cleistosphinctes* sp., *Oppelia* sp. ;

2b2. L'horizon médian (horizon à *Densicostata orthogona* nov.) voit l'arrivée des premiers *Orthogarantiana* : *O. schroederi* Bentz (un unique spécimen typique, pl. VIII, fig. 4 a-c), *O. haugi* Pavia (pl. VIII, fig. 2 a-c ; 5 a,b), *O. sp. aff. haugi* (pl. VIII, fig. 3 a, b ; pl. XIV, fig. 5), *O. densico-*

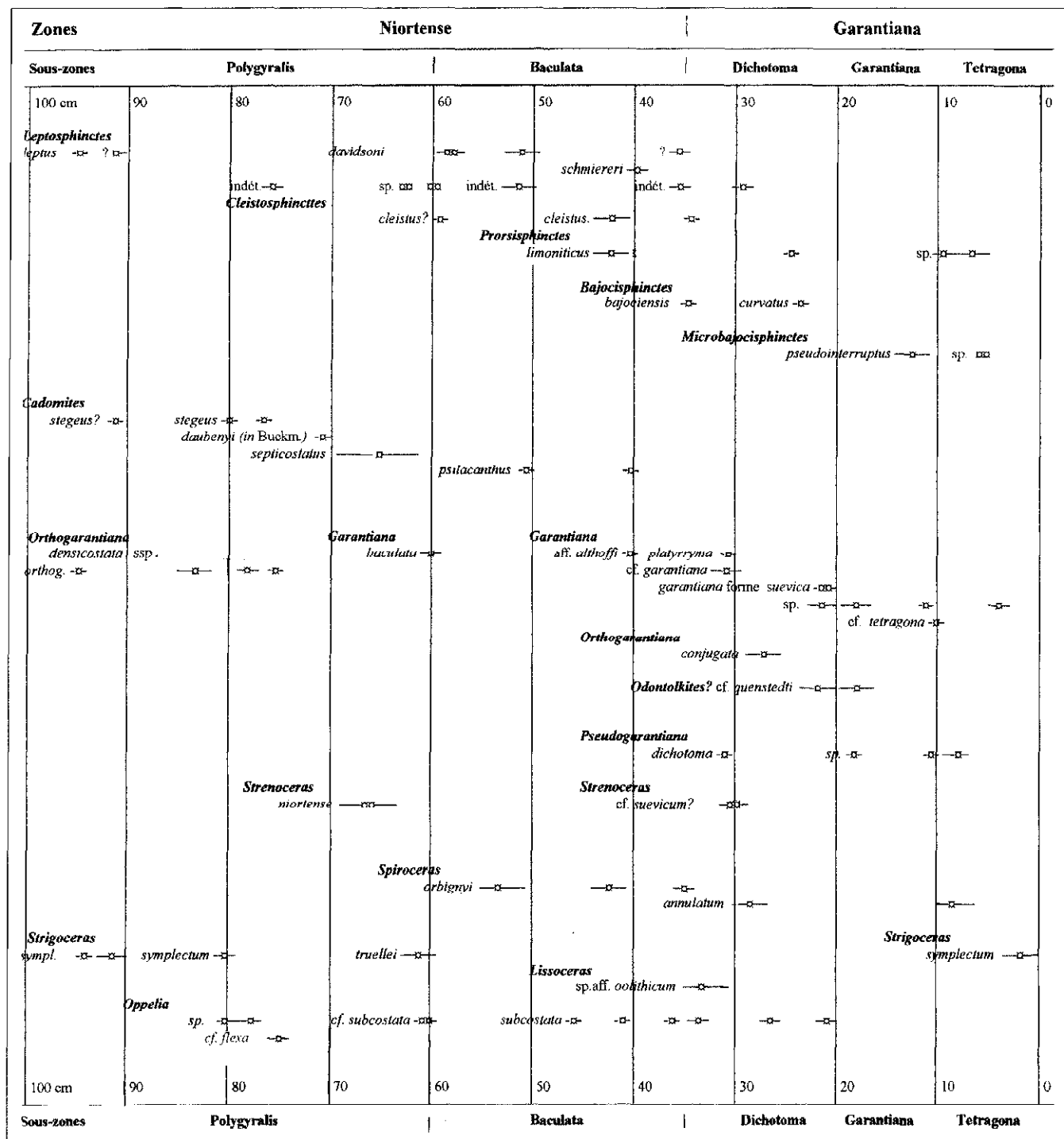


Fig. 6. - Feuguierolles, carrière Guérin : coupe A - 100 cm à - 0 cm.

Fig. 6. - Feuguierolles, Guérin quarry: section A - 100 cm to - 0 cm.

stata (Quenstedt - R. Douvillé) *orthogantiana* subsp. nov. (pl. IX, fig. 1 a-c ; pl. XIV, fig. 6) à côtes secondaires orthogonales au plan de symétrie de la coquille ; *Strenoceras niortense* (d'Orbigny), *S. bajocense* (Blainville), *S. bigoti* (Brasil) (pl. IX, fig. 2 a, b). Il est possible d'identifier *Caumontis-*

phinctes polygyralis Buckman (1 spécimen) (pl. VI, fig. 1 a,b), *C. rota* (Bentz) (pl. VI, fig. 2 a,b), *Cadomites* gr. *stegeus* Buckman.

2b3. L' horizon supérieur (horizon à *Densicostata obliqua* nov.), où les ammonites sont abondantes et variées, se distingue par *Orthogantiana densico-*

stata obliqua subsp. nov. (pl. IX, fig. 4 a-c ; 6 a, b) à côtes secondaires légèrement inclinées vers l'avant, *Strenoceras niortense*, *S. bajocense* (pl. IX, fig. 3 a,b), *Cadomites septicosatus* Buckman, *C. gr. stegeus* Buckman, *C. homologaster* Buckman (pl. VI, fig. 4 a-c, pl. XIV, fig. 4) ; *C. deslong-*

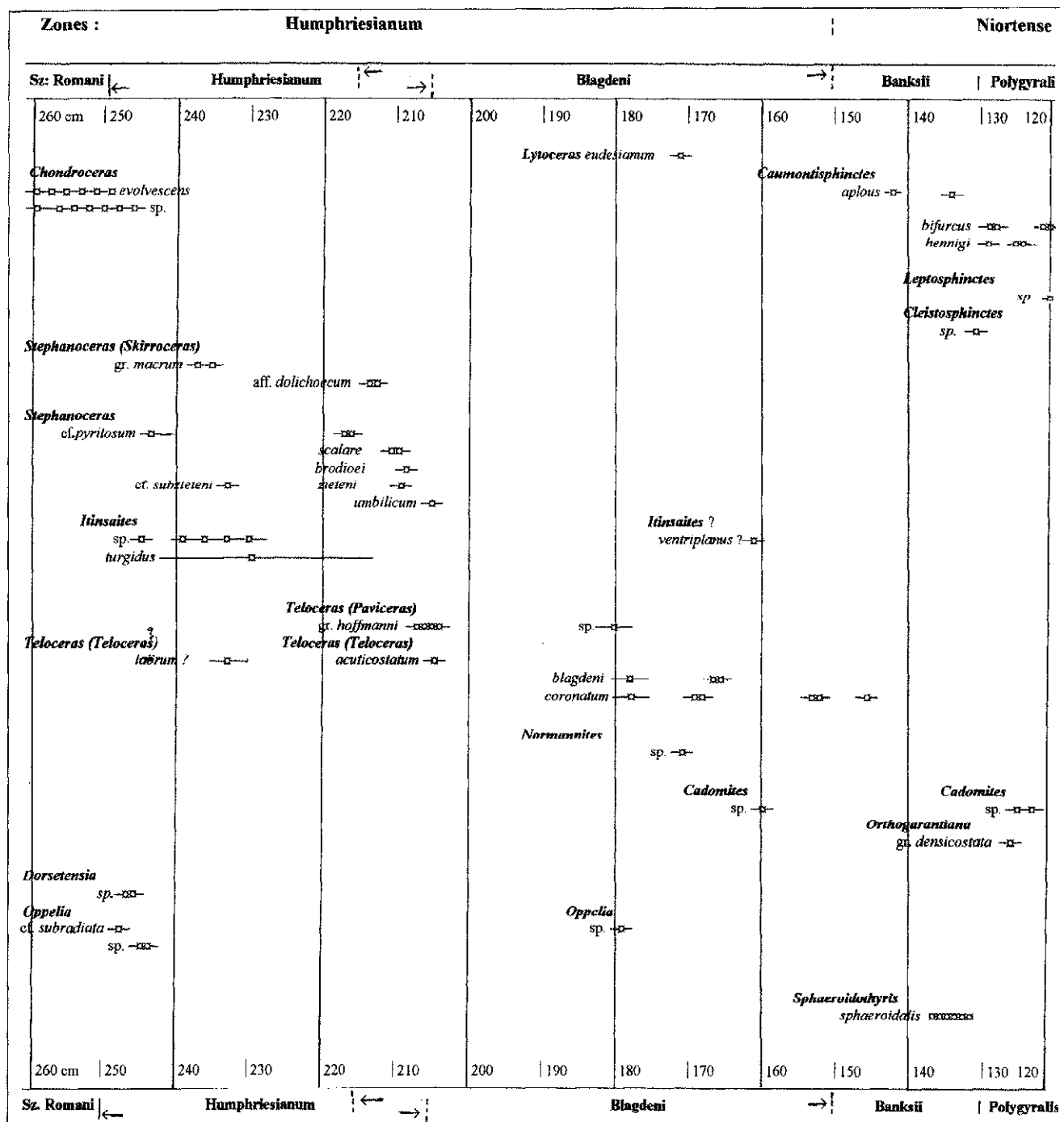


Fig. 7. – Feuguierolles, carrière Guérin : coupe X - 260 cm à - 120 cm.

Fig. 7. – Feuguierolles, Guérin quarry : section X - 260 cm to - 120 cm.

champsii (d'Orbigny) (pl. VI, fig. 5 a-c) est trouvé au sommet. Les *Orthogaratiana* et *Cadomites* ont presque toujours le péristome conservé et les *Stenoceras* au moins le début de l'apophyse. Ces trois derniers genres sont fréquents. Les *Leptosphinctes* sont le groupe le plus abondant : *L. davidsoni* Buckman assez souvent avec péristome, *L. coronarius* Buckman, *L. leptus* Buckman, *Cleistos-*

phinctes sp. Ils sont associés à *Strigoceras symplectum* (S. Buckman) = ? *paronai* (Trauth) (Sturani, 1971), *S. truellei* (d'Orbigny), *Oppelia* cf. *flexa* (S. Buckman) (pl. VII, fig. 4 a-c), *O. cf. subcostata* (J. Buckman) à plusieurs niveaux, *Oecotraustes* cf. *genicularis* Waagen. Un spécimen de *Spiroceras fourneti* (Roman et Pétouraud) (pl. IX, fig. 5 a,b) a été récolté vers le sommet cet horizon.

2c. Sous-zone à Baculata (pl. IX, X) (= E1 : calcaire en plaquettes, *pars* : 20 à 25 cm).

A *Orthogaratiana* et *Garantiana* vrais sans *Pseudogaratiana*.

L'apparition synchrone des premiers *Garantiana* et de *Spiroceras orbigny* (Baugier et Sauzé) (pl. X, fig. 5 a,b) dont les représentants ici atteignent par-

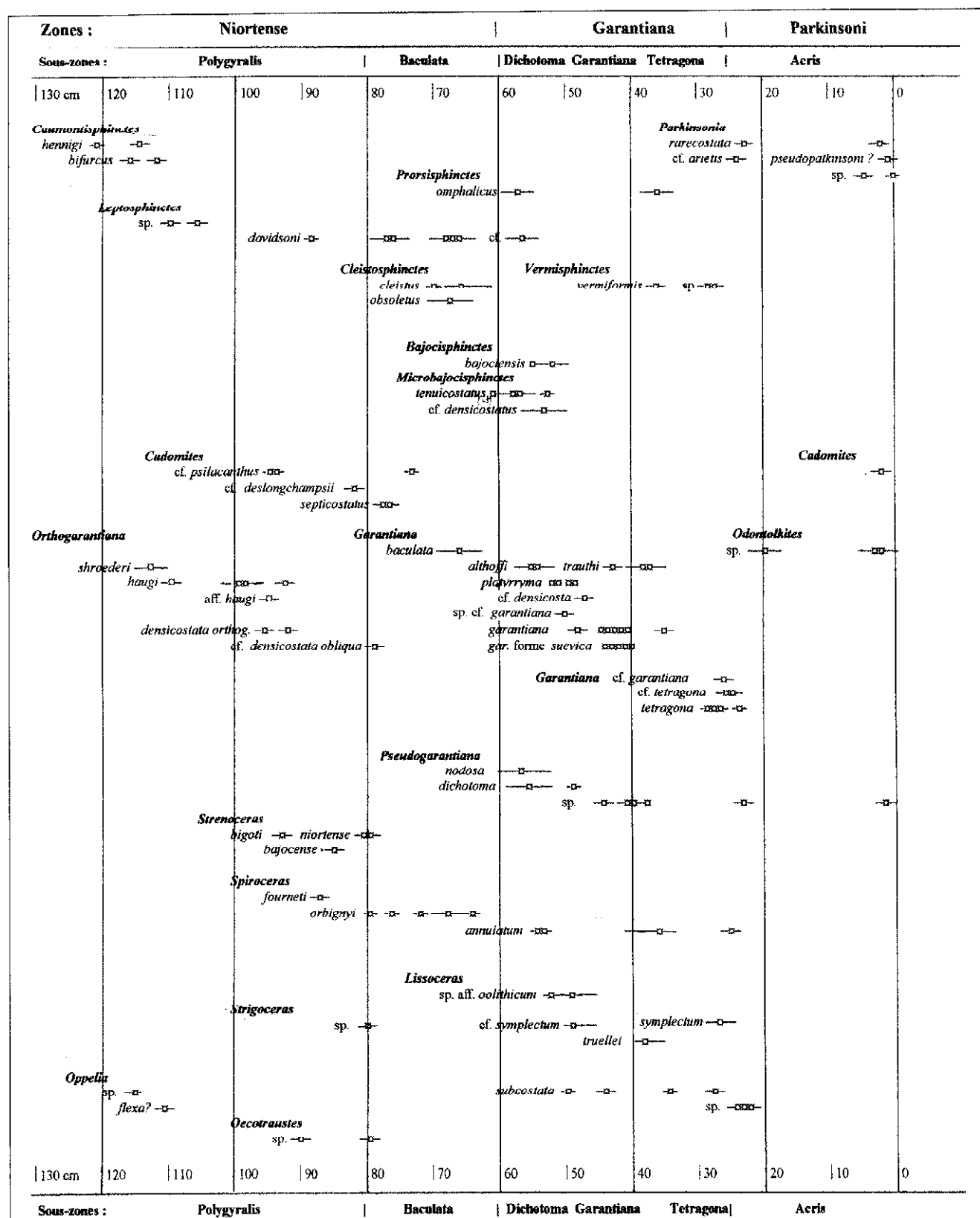


Fig. 8. — Feuguierolles, carrière Guérin : coupe X - 130 cm à - 0 cm.

Fig. 8. — Feuguierolles, Guérin quarry : section X - 130 cm to - 0 cm.

fois une grande taille (L = 400-500 mm ; D = 25-30 mm), permet de rapporter ce niveau à la sous-zone à **Baculata**.

Garantiana baculata (Quenstedt) (pl. IX, fig. 7 a,b ; pl. X, fig. 1 a,b) la caractérise plus particulièrement ainsi

que l'assemblage suivant : derniers *Orthogarantiana densicostata*, *O. conjugata* (Quenstedt) (nucléus de D =

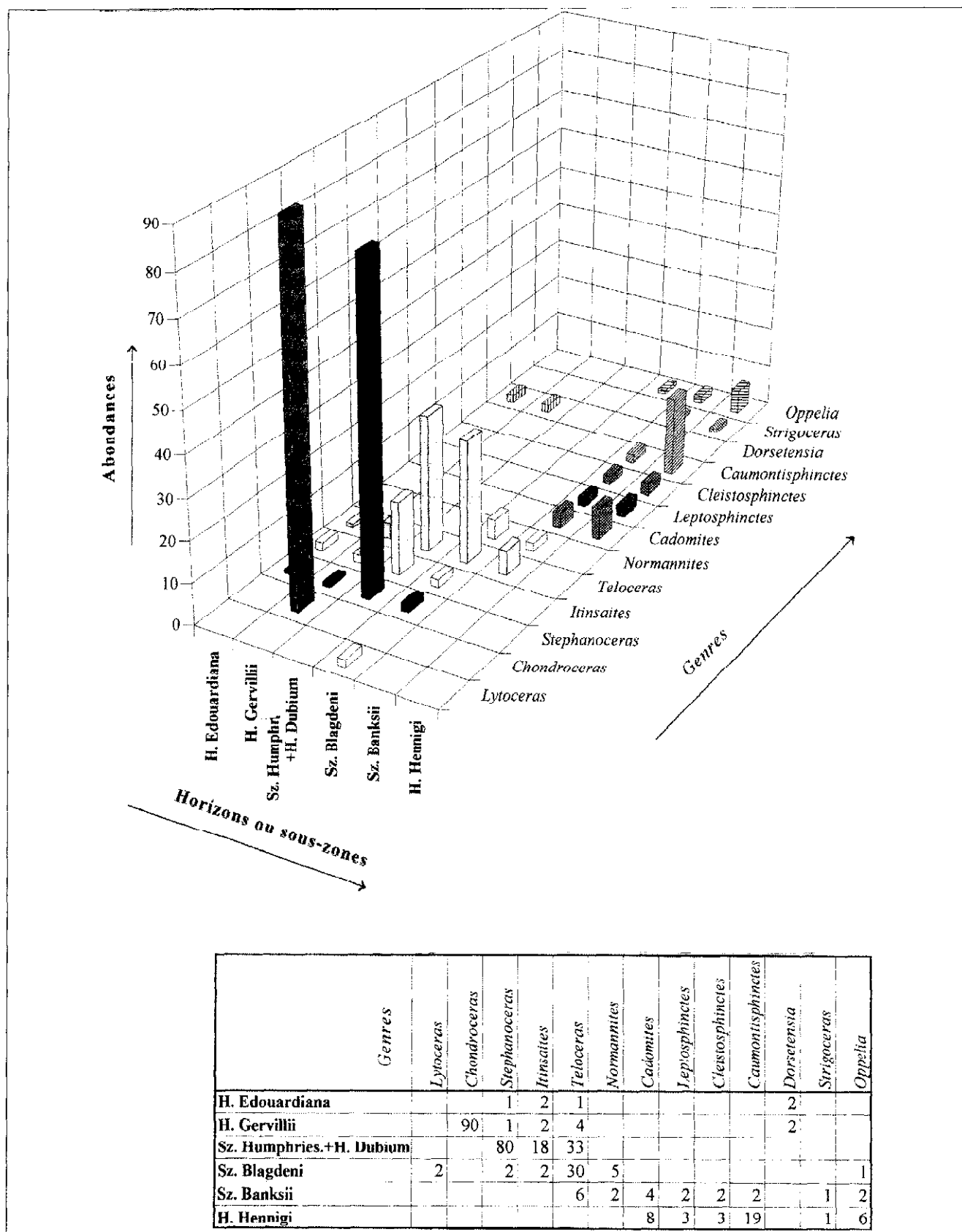


Fig. 9. – Abondances comparées des représentants récoltés des différents genres dans les sous-zones ou horizons successifs de la base de la zone à Humphriesianum (horizon à Edouardiana) à la base de la zone à Niortense (horizon à Hennigi).

Fig. 9. – Comparative abundances of different genera recovered from successive subzones or horizons from the base of the Humphriesianum Zone (Edouardiana horizon) to the base of the Niortense Zone (Hennigi horizon).

21 mm : pl. X, fig. 11 a, b), *Garantiana* aff. *althoffi* (pl. X, fig. 2 a, b) à section octogonale et à côtes peu denses surtout bifurquées, *Strenoceras niortense*, *S. bajocense*, *S. suevicum* Dietl (pl. X, fig. 3 a, b), *Cadomites septicostatus* (pl. VII, fig. 2 a, b), *C. psilacanthus* (Wermbter) (pl. VII, fig. 1 a-c), *C. (Polyplectites)* sp. nov. n° 2 Fernandez-Lopez 1985, pl. 35, fig. 2 (pl. X, fig. 10 a, b), *Sphaeroceras brongniarti* (Sowerby), *Prorsisphinctes limoniticus* (Buckman) apparaît déjà à ce niveau, représenté par un grand spécimen très bien conservé tout à fait conforme au type, mais à ombilic plus ouvert (pl. X, fig. 6 a, b ; pl. XIV, fig. 7) ; très nombreux *Leptosphinctes*, dont *L. schmiereri* (Bentz), *L. coronarius*, *L. davidsoni* (pl. VII, fig. 3 a, b), *Cleistosphinctes cleistus* (pl. X, fig. 8 a-c), *L.* sp. aff. *oolithicum* (d'Orbigny) in Sturani (1971, p. 91, pl. 6, fig. 3, 4), et encore *Strigoceras* cf. *truellei*, *Oppelia subcostata*.

Il est à remarquer que c'est seulement dans cette sous-zone (8 spécimens) et dans la suivante (4 spécimens) que nous avons récolté le genre *Lissoceras*, assez peu fréquent.

Orthogarantiana schroederi n'a pas été trouvé à ce niveau, mais seulement dans la partie inférieure de la sous-zone sous-jacente (*Polygyralis*).

3. Zone à *Garantiana* (= E2 : calcaire en plaquettes, *pars* : 30 à 35 cm).

A *Garantiana* vrais et à *Pseudogarantiana*, sans *Orthogarantiana* autres que *O. conjugata* (Quenstedt).

3a. Sous-zone à *Dichotoma* (pl. X, XI)

Sa base est caractérisée par l'apparition brusque des *Pseudogarantiana*, très abondants : *P. nodosa* Bentz, *P. dichotoma* Bentz, *P.* sp. (Pl. XI, fig. 1 a, b), Sont présents les derniers *Strenoceras* par *Strenoceras suevicum* (à sa base), les derniers *Orthogarantiana* avec *O. conjugata* (Quenstedt) (pl. XI, fig. 2 a-c ; pl. XIV, fig. 9) et de nombreux *Garantiana* : *Garantiana baculata* cf. *compressa* (Quenstedt), *G. althoffi* Bentz (pl. XI, fig. 5 a-c), *G. platyrryma* (Buckman) (pl. XI, fig. 3 a, b), *Garantiana* cf. *garantiana* (pl. XI, fig. 4 a, b), *G. trauthi* Bentz. Les autres familles sont bien représentées : *Spiroceras annula-*

tum (Deshayes), *Sphaeroceras terpartitum* Westermann, *Prorsisphinctes limoniticus*, *P. omphalicus* S. Buckman, *B. bajociensis* (Siemiradzki) (pl. X, fig. 7 a, b ; pl. XIV, fig. 8), *Bajocisphinctes curvatus* Buckman, *Microbajocisphinctes tenuicostatus* Fernandez-Lopez (pl. XI, fig. 8 a, b), *Lissoceras* sp. aff. *oolithicum* (pl. XI, fig. 6 a-c), *Strigoceras symplectum* (Trauth), *Cadomoceras* cf. *costatum* Buckman (pl. X, fig. 9 a, b), *Oppelia subcostata*, *Oecotraustes* sp.

3b. Sous-zone à *Garantiana* (= Subgaranti Pavia et Sturani) (pl. XII)

Dans la partie médiane de la zone à *Garantiana*, sur environ 10 cm d'épaisseur, il a été récolté une faune abondante de *Garantiana* qui peut être rapportée à la sous-zone à *Garantiana*. Elle est constituée essentiellement des représentants du groupe de *Garantiana garantiana* (d'Orbigny) – *suevica* Wetzel très abondant (pl. XII, fig. 4-7, 9) avec aussi *Pseudogarantiana* sp. assez fréquent.

Un nucléus d'*Orthogarantiana conjugata* (D = 25 mm : pl. XII, fig. 8 a-c ; pl. XIV, fig. 10) récolté dans ce niveau à la partie sommitale très érodée de l'une des coupes (coupe V, cf. fig. 3) provient vraisemblablement, – d'après son remplissage, à oolites plus petites moins hétérométriques – d'une contamination par la faune de la sous-zone à *Dichotoma* sous-jacente.

Dans cette sous-zone, il a également été récolté *Odontolites* ? (voir partie Taxonomie) cf. *quenstedti* ? (Wetzel 1911) (2 spécimens), *Spiroceras annulatum* (Deshayes) (pl. XII, fig. 3 a-c).

Sont présents *Microbajocisphinctes pseudointerruptus* Fernandez-Lopez (pl. XII, fig. 2), *M.* cf. *densicostatus* Fernandez-Lopez (pl. XII, fig. 1 a-c), *Oppelia subcostata* et, vers le sommet, *Garantiana trauthi*, *Prorsisphinctes* sp., *Vermisphinctes vermiformis* S. Buckman, *Strigoceras truellei*.

3c. Sous-zone à *Tetragona* (pl. XIII)

Juste au-dessous des premiers *Parkinsonia*, l'indice de la sous-zone à *Tetragona* (3c : pl. XIII), *Garantiana tetragona* Wetzel a été récolté, typique (pl. XIII, fig. 2), accompagné de *G.* cf.

tetragona (pl. XIII, fig. 1 a, b), *Pseudogarantiana* sp., *Spiroceras annulatum* (pl. XIII, fig. 3 a, b).

Deux spécimens bien typiques de *Garantiana intermedia* (Bentz) n'ont pas été récoltés en place, mais leur remplissage de calcaire à oolites assez grosses mal classées est caractéristique de la sous-zone à *Tetragona*.

Présence de *Prorsisphinctes meseres* S. Buckman. *Strigoceras symplectum* = ? *paronai* (pl. XIII, fig. 4 a, b), *Oppelia subcostata*.

Remarque : Il n'a pas été trouvé dans la zone à *Garantiana* de formes à sillon ventral étroit bordé de crêtes très aiguës, à tours très involutes, caractéristiques des *Garantianinae* de la zone à *Parkinsoni*, si ce n'est, peut-être, les deux spécimens proches de l'espèce *quenstedti* ? (Wetzel) signalés ci-dessus. Ces formes semblent, à Feugueroles tout au moins, n'être guère représentées que dans la zone à *Parkinsoni*.

4. Zone à *Parkinsoni* pars (pl. XIII) (= E2 : calcaire en plaquettes, *pars* : env. 25 cm)

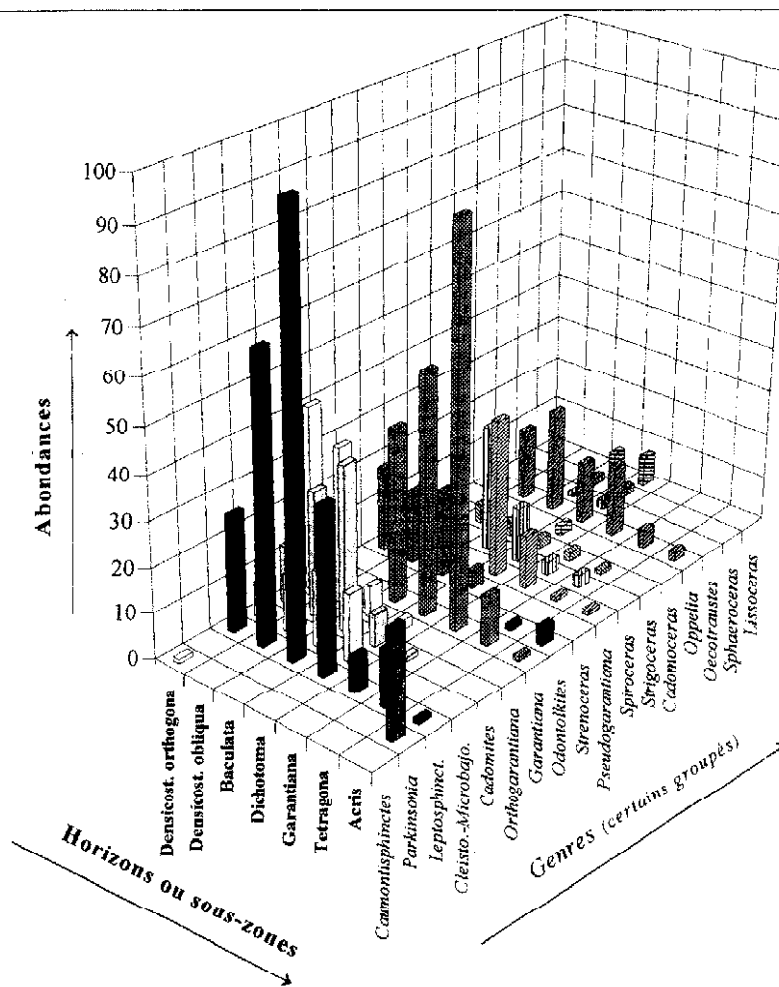
L'apparition des *Parkinsonia* indique la base de la zone à *Parkinsoni*. Seule la sous-zone basale (4a : sous-zone à *Acris*) est identifiée à ce jour.

Trois niveaux fossilifères sont distincts :

4a1. Horizon inférieur (horizon à *Acris*) à *Parkinsonia* macroconques fragmentés et à microconques (*P.* cf. *arietis* Wetzel, *P. rarecostata* (J. Buckman)-*subarietis* Wetzel, *P.* aff. *acris* Wetzel à costulation fine), grands *Prorsisphinctes* à loge lisse difficiles à identifier en raison de leur altération. Derniers représentants de *G. tetragona* (fragments).

4a2. Horizon (?) intermédiaire encore mal défini (fragments de *Leptosphinctinae*, *Oppelia*).

4a3. Horizon supérieur (horizon à *Pseudoparkinsoni*) remarquable par ses *Parkinsonia* macroconques de grande taille (250-300 mm de diamètre) à tours internes évolutés du type de *P. subarietis* et à loge d'habitation costée ventralement (pl. XIII, fig. 7 a, b), accompa-



Horizons ou sous-zones

	Acris	Tetragona	Garantiana	Dichotoma	Baculata	Densicost. obliq.	Densicost. ortho	Genres
							1	Caumontisphinctes
24								Parkinsonia
1		13	8	37	96	64	26	Leptosphinct.
				15	17	13	8	Cleisto. Microboja
			1	7	37	28	13	Cadomites
				2	7	35	41	Orthogarantiana
1		11	88	54	39			Garantiana
4		1						Odontolites
				4	19	16	19	Srenoceras
1		1	12	35				Pseudogarantiana
		3	3	12	28			Spirocera
		1	2	2	3	4	5	Strigoceras
				2				Cadomoceras
2		4	16	14	23	16	12	Ocellia
				2	1			Oecotraustes
				2	2			Sphaeroceras
				7	5			Lissoceras

 Fig. 10. – Abondances comparées des représentants récoltés des différents genres (Leptosphinctinae regroupés en macroconques et en microconques) dans les sous-zones ou horizons successifs de la sous-zone à Polygyralis (horizon à *Densicostata orthogona*) à la zone à Parkinsoni (sous-zone à Acris).

Fig. 10. – Comparative abundances of different genera recovered from successive subzones or horizons from the Polygyralis Subzone (horizon 1). densicostata orthogona), to the Parkinsoni Zone (Acris Subzone); note that Leptosphinctinae are separately joined together as macro- and microconchs.

gnés de *Parkinsonia* microconques du groupe *rarecostata-subarictis* (pl. XIII, fig. 5 a, b ; 6 a-c). En outre, *Pseudogarrantiana* sp. est présent, ainsi que des fragments de *Garantiana* gr. *alticosta* Wetzel. Nous n'avons pas trouvé de spécimens de ces derniers bien conservés en place, et les récoltes sont trop limitées pour en tirer une information sur l'ensemble des Garantianinae de la sous-zone à Acris.

Il n'a pas été trouvé de *Bigotites* s.s. (Nicolesco).

Conclusions biostratigraphiques : une succession détaillée exceptionnelle dans la région stratotypique

Les coupes de la carrière de Feuguerolles-sur-Orne, réalisées centimètre par centimètre, permettent de distinguer les 4 zones et les 10 sous-zones de l'intervalle biostratigraphique zone à *Humphriesianum* base zone à *Parkinsoni* et 15 à 16 horizons (H. Gauthier *et al.*, 1995).

La constance, sur toute l'étendue du front de taille de la carrière, des relations entre les repères biostratigraphiques observés, la régularité et la cohérence des successions d'ammonites sur toute l'étendue de la coupe, et (sauf pour les "Couches à *Stephanoceras*") leur conformité aux séries bajociennes connues ailleurs en Europe occidentale et méridionale (Angleterre, Allemagne, S. E. de la France, Espagne, etc...) confirment la valeur de cette échelle biostratigraphique détaillée, nouvelle en Normandie.

Les principaux résultats biostratigraphiques sont rassemblés et discutés ici :

1) Zone à *Humphriesianum*

Ses trois sous-zones sont bien caractérisées, mais il y a, comme nous l'avons vu dans la partie sud de la coupe, remaniement des Couches à *Stephanoceras* et de la base de la sous-zone à *Blagdeni*.

L'horizon inférieur (Edouardiana) de la sous-zone à *Romani* existe, mais il est représenté par des couches très pauvres en ammonites n'ayant pas encore permis une analyse complète de son contenu.

L'horizon supérieur à *Gervillii* est clairement défini par la présence abondante des *Chondroceras*, surtout *C. evolvescens* alors que *C. gervillii* y est rare. En apparence, ils semblent confinés ici dans cet horizon, contrairement à ce qui est habituellement observé, par exemple, dans le Dorset ou dans le sud-est de la France où l'on constate une plus grande extension verticale du genre. Faut-il voir là une lacune ?

La récolte de *Teloceras* (*Teloceras?*) *labrum* (Buckman) dans cet horizon précise la position stratigraphique de cette espèce en Normandie, comparable à celle qu'elle a dans le Somerset (Callowmon et Chandler, 1990). Le niveau exact de l'exemplaire de cette espèce figuré par d'Orbigny (Pal. fr., 1846) sous le nom d'*Ammonites blagdeni* Sow. et provenant des Moutiers-en-Cinglais (Calvados) n'était pas connu. G. Pavia le rapproche (1994 in J. - C. Fischer *et al.*, p. 120) de formes similaires de la limite Sauzei / *Humphriesianum* et, en particulier à cause de certains caractères de sa ligne cloisonnaire, il doute qu'il s'agisse d'un vrai *Teloceras*, contrairement à Callomon et Chandler (*loc. cit.*). Ses tours parfaitement coronatiformes dès le plus petit diamètre observable incitent pourtant fortement à penser comme ces deux derniers auteurs.

La sous-zone à *Humphriesianum* semble localement être subdivisible en ses deux horizons classiques (*Humphriesianum* et *Umbilicum*), de même qu'au-dessus la sous-zone à *Blagdeni* (*Dubium* et *Coronatum*).

2) Zone à *Niortense*

La base de la sous-zone à *Banksii* n'est pas clairement individualisée et sa représentation faunique est très pauvre, mais les indices de sous-zone, bien que très rares, sont présents et son sommet est repéré, comme dans le Dorset, par une couche à *Sphaeroidothyris sphaeroidalis* abondants.

La signature d'une discontinuité majeure au voisinage de la limite Bajocien inférieur / Bajocien supérieur, à Feuguerolles comme dans l'ouest de l'Europe reste à mettre en évidence

lithologiquement et biostratigraphiquement.

La sous-zone à *Polygyralis* est bien délimitée entre un niveau basal à *Caumontisphinctes* et la base de la sous-zone à *Baculata* marquée par l'apparition des *Garantiana* et de *Spiroceras orbigny*. Elle peut être subdivisée en trois horizons par ce niveau à *Caumontisphinctes* et par l'utilisation du degré d'évolution de l'ornementation dans la lignée d'*Orthogarrantiana densicostata*, qui abonde en Normandie. Nous avons placé la base de la sous-zone à *Polygyralis* à l'apparition de *Caumontisphinctes hennigi* et *C. bifurcus*, comme le fait Dietl dans le Wurtemberg (1978, 1980). Ces espèces précèdent nettement les *Orthogarrantiana* dans les coupes levées à Feuguerolles. Par contre, dans les environs de Digne (Pavia, 1973, p. 77 et 114), *C. bifurcus* semble un peu plus tardif puisqu'il apparaît à peu près en même temps que les *Orthogarrantiana* et caractérise, avec ces derniers, l'horizon médian de la sous-zone. Aussi il nous paraît préférable de parler, en Normandie, non pas d'horizon à *Bifurcus* mais d'horizon à *Hennigi*. Par ailleurs, *C. polygyralis* est beaucoup plus rare dans la coupe de Feuguerolles que dans celles de Digne et n'est pas utilisable.

La sous-zone à *Baculata* est trop mince pour pouvoir être subdivisée et *Garantiana baculata* n'est pas assez bien représenté ici pour permettre de détailler cette sous-zone par l'étude précise de l'évolution de cette espèce, comme Dietl (1988) le fait dans le "Hamiten-Ton" de la section Aichenberg-Gruibingen (Alb souabe).

3) Zone à *Garantiana*

La base est bien délimitée par l'apparition des *Pseudogarrantiana*. La sous-zone sommitale est bien caractérisée par *G. tetragona*. Quant à la sous-zone médiane, elle se distingue surtout par la prolifération des *Garantiana* du groupe *garrantiana - suevica*. La synonymie de *G. subgaranti* avec *G. garrantiana* vient d'être reconnue (Gauthier *et al.*, 1995). L'indice de sous-zone *Subgaranti* prend ainsi le nom de *Garantiana*. Déjà utilisé (Westermann 1967, Parsons 1980) et bien qu'il soit aussi employé comme

indice de zone, il est préférable à Trauthi (Pavia, 1973) en Normandie, où cette dernière espèce est peu abondante.

4) Zone à Parkinsoni

Marquée par l'apparition des *Parkinsonia*, elle est limitée à sa sous-zone basale (Aeris) par l'érosion des niveaux plus élevés.

Éléments nouveaux pour une révision des Garantianinae (Stephanoceratidae, Stephanocerataceae)

La faune abondante de Garantianinae récoltée dans la carrière de Feuguerolles, tout en fournissant les critères les plus précis et les plus complets de repérage biostratigraphique (mais non les seuls), donne un exemple particulièrement clair de leur évolution, en tous cas en Normandie.

La conservation relativement bonne des spécimens dans l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux, en particulier de la loge d'habitation, fréquemment avec le péristome (souvent absent sur les types et figurés de la littérature), complète la connaissance de la morphologie des Garantianinae, permettant une meilleure compréhension des travaux anciens. Cependant, l'état de conservation des tours internes, souvent insuffisant dans certains niveaux biostratigraphiques (zone à Niortense) et parfois celui des tubercules latéraux sur les moules internes corrodés, n'autorise pas une étude détaillée de tous les stades ontogéniques ; néanmoins, quelques nucléus bien conservés donnent des informations importantes sur les tours internes. Une révision plus complète de la sous-famille exigerait une étude biostratigraphique des meilleurs gisements à Garantianinae et l'analyse statistique et biométrique de leurs populations. Elle permettrait d'éprouver la validité des observations dans des environnements différents.

En second lieu, l'examen de nombreux moulages des types et figurés classiques surtout allemands et anglais et leur comparaison aux faunes normandes nous a conduits à un réexamen de la

classification et de la taxonomie des Garantianinae.

Grandes phases évolutives au sein des Garantianinae d'après la faune normande

1) A la limite entre l'horizon inférieur (horizon à Hennigi) et l'horizon médian (horizon à Densicostata orthogona) de la sous-zone à Niortense apparaissent des *Orthogarrantiana* primitifs, non tuberculés, à péristome tubulaire précédé d'une dépression, ne se distinguant des *Cadomites* que par un étroit sillon ventral (groupe de *O. haugi*). Il a même été récolté, malheureusement non en place, un exemplaire, encore plus primitif à notre sens, d'*Orthogarrantiana frederici-romani* (Roché) (pl. VIII, fig. 1 a, b) avec sillon ventral absent ou très peu visible, qui représenterait le passage des Cadomitinae aux Garantianinae. Son épaisseur réduite en fait déjà un *Orthogarrantiana*. Pour ce qui concerne l'espèce *haugi*, un nucléus bien conservé (D = 38 mm : pl. VIII, fig. 5 a, b) montre bien les mêmes caractères, à ce diamètre, sur les tours internes que sur les tours externes : absence complète de tubercules latéraux et ventraux, sillon ventral étroit sur lequel viennent aboutir les extrémités des côtes externes repliées vers l'arrière en petits crochets.

Simultanément ou peu après, apparaissent des *Orthogarrantiana* ornés d'une seule rangée (latérale) de tubercules (groupe *densicostata* Quenstedt), à sillon ventral un peu élargi en une bande légèrement déprimée, à côtes secondaires rectiradiées latéralement et ventralement, orthogonales à la ligne siphonale ; leur extrémité, légèrement recourbée vers l'arrière, n'est pas terminée par un tubercule, ou, sur le dernier tour, à peine relevée en une faible crête (subsp. *orthogona* nov. : pl. IX, fig. 1a-c). Dans cette lignée d'*O. densicostata*, au fur et à mesure que l'on se rapproche du sommet de la sous-zone à Polygyralis, cette crête évolue en tubercule allongé radialement tandis que les côtes secondaires se placent dans le prolongement des côtes primaires, elles-mêmes déjà proverses, puis s'infléchissent légèrement vers l'avant, dessinant un angle très obtus sur le ventre ; simultanément, la bande lisse

ventrale s'élargit et se creuse plus ou moins en V (subsp. *obliqua* nov. : pl. IX, fig. 4 a-c). Cette évolution est d'autant plus sensible que l'on se rapproche davantage de l'ouverture de la coquille. Là aussi, un nucléus très bien conservé (D = 21 mm : pl. IX, fig. 6 a, b) montre précisément l'ornementation des tours internes, identique, dès ce diamètre, à celle des tours externes : tubercules latéraux très nets, absence complète de tubercules ventraux, sillon ventral assez étroit ; mais les côtes secondaires sont encore orthogonales au plan de symétrie de la coquille ; elles sont régulièrement bifurquées et leur terminaison est rectiradiée. Le péristome est toujours tubulaire. La densité de costulation manifeste une certaine variabilité ainsi que l'indice de division des côtes.

Il est difficile de situer la sous-espèce *O. densicostata extrema* Wetzel (1954, p. 557, pl. 11, fig. 2) dans cette lignée d'après la seule vue latérale d'un tour moyen (il n'a pas été possible de voir l'original) ; d'après son tableau p. 572, Wetzel la situe dans la sous-zone à Baculata. Cependant, il fait par ailleurs référence à la fig. 1, pl. IV de R. Douvillé, 1915 ; cette forme bien figurée par ce dernier, à côtes denses et fines formant un angle plat sur le ventre, existe à Feuguerolles, mais avec les *Orthogarrantiana* plus anciens, dans l'horizon médian de la sous-zone à Polygyralis (horizon à Densicostata orthogona, voir ci-dessus).

L'original d'*A. densicostatus* Quenstedt (1886, pl. 71, fig. 9) est proche de la sous-espèce nouvelle *orthogona*, mais plus épais et à costulation plus fine et plus dense. Le grand spécimen figuré par R. Douvillé (1915, pl. III, fig. 1) est intermédiaire entre les sous-espèces nouvelles *orthogona* et *obliqua*. Le spécimen figuré par Buckman (1925, pl. DLXXXI) sous le nom de *Baculoceras baculatum* (Quenstedt) est en réalité un *Orthogarrantiana densicostata obliqua* nov.

2) Dans la sous-zone à Baculata apparaissent les Garantianinae à tubercules ventraux véritables, à bande ventrale large et à péristome perdant sa morphologie tubulaire, mais ayant encore leur rangée de tubercules latéraux bien marqués, c'est-à-dire les premiers

Garantiana s. s., à deux rangées de tubercules. Ils peuvent être rapportés au groupe plus involute de *G. baculata* (Quenstedt) et à celui de *G. althoffi* Bentz. Les tours internes de *G. baculata* possèdent déjà l'ornementation caractéristique de l'espèce, avec les tubercules latéraux et ventraux, comme permet de l'observer, aux diamètres de 11 et 22 mm, un nucléus de très fine conservation (coupe C : - 30- 10 cm ; sous-zone à *Baculata* : pl. IX, fig. 7 a, b) très proche des petits figurés de Quenstedt (1886, pl. 70, fig. 10, 11.). En Normandie, leur péristome ne nous est pas connu. Ils ont en général une section arrondie mais, parmi eux, certaines formes moins épaisses, à section octogonale, à côtes surtout bifurquées (absence de trifurcations) semblent différentes des morphes germaniques de ces espèces (pl. X, fig. 2 a, b).

3) Vers le sommet de la sous-zone à *Baculata*, les *Orthogarantiana* disparaissent, sauf *Orthogarantiana conjugata* (Quenstedt) qui persiste à la base de la zone à *Garantiana* (sous-zone à *Dichotoma*) ; cette espèce occupe une place à part dans les *Garantianinae*, avec ses côtes externes non interrompues sur le ventre mais, d'après l'holotype, seulement très légèrement atténuées, du moins pour le dernier tour ; il présente une légère contraction de la loge d'habitation et possède un péristome tubulaire d'*Orthogarantiana*. Deux nucléus (D = 21 et 25 mm : pl. X, fig. 11 a, b ; pl. XII, fig. 8 a-c et pl. XIV, fig. 10) montrent, à ces diamètres, une morphologie identique à celle des tours externes des individus complets : même section, même ornementation, même costulation rectiradiée assez forte et absence complète d'interruption ventrale des côtes, sans même la moindre atténuation de leur relief sur la région siphonale. Cette espèce reste très proche des *Cadomites*. Elle s'en différencie cependant très nettement par la forme très tubulaire du péristome, avec son bourrelet rectiradié, alors qu'il est échancré près de la suture ombilicale chez les *Cadomites* en général, par sa costulation rectiradiée, à côtes surtout bifurquées, par son épaisseur moindre et par l'augmentation beaucoup plus lente de la section des tours avec le diamètre (surtout en hauteur), enfin, par la très faible atténuation des côtes dans

la région siphonale lorsqu'elle est visible, ce qui n'est pas le cas des trois spécimens récoltés à Feuguerolles.

Simultanément, dans cette sous-zone à *Dichotoma*, apparaissent les *Garantiana* du groupe *garantiana* (d'Orbigny) à tubercules ventraux bien marqués, mais dont les tubercules latéraux diminuent beaucoup d'importance et se limitent aux tours internes ou disparaissent chez la plupart des individus. L'état de conservation de la faune rend parfois difficile l'appréciation de la présence ou de l'absence de ces tubercules latéraux ; par contre, ils sont bien visibles quoique très petits sur un certain nombre de nucléus ; à ce stade de développement, certains spécimens sont même très proches des tours internes de *G. baculata*, par exemple, ils s'en distinguent, entre autres, par la proversité plus accentuée de leurs côtes secondaires. Leur bande ventrale est large, de profil variable (creusée en V ouvert, plate ou bombée). Leur péristome est constitué par un pli simple ou double qui suit la sinuosité des côtes. Cependant, vers la base de la sous-zone, certains spécimens paraissent posséder encore un vestige de péristome tubulaire. L'espèce *platyrryna* Buckman appartient également à ce groupe. Avec la même morphologie générale du groupe *garantiana*, il existe des individus à côtes peu denses, simplement bifurquées, conservant des tubercules latéraux et au contraire, d'autres à costulation fine et dense et sans tubercules latéraux. Ces derniers s'apparentent à la forme figurée par F.A. Quenstedt (1886-1887, pl. 72, fig. 2) sous le nom de "*Ammonites parkinsoni densicosta*" que J.H. Callomon, G. Dietl *et al.* ont récemment (1987, p. 16) rapportée non à un *Parkinsonia* mais à un *Garantiana* finement costulé de la zone à *Garantiana*, ce qui entraîne la non-validité du choix de cette espèce comme indice (Pavia et Sturani, 1968) d'une sous-zone de la zone à *Parkinsoni*. La variabilité augmente donc fortement à ce moment.

4) Dès le milieu de la zone à *Garantiana* et surtout à son sommet, certains spécimens, tandis que leur taille augmente assez fortement, prennent une allure de plus en plus élancée, avec des tours hauts et comprimés dont la section croît rapidement avec le diamètre ; sur

la loge d'habitation, les côtes deviennent plus denses et franchissent de plus en plus tôt la ligne médioventrale sans s'interrompre, plus précocement et plus fortement sur le test que sur le moule interne. Ces formes aboutissent à *Garantiana tetragona* Wetzel qui caractérise le sommet de la zone à *Garantiana*, mais semble monter un peu dans la base de la zone à *Parkinsoni* ; ce taxon constitue la fin de ce rameau.

5) Enfin apparaissent vers le sommet (?) de la zone à *Garantiana*, - et *Garantiana intermedia* Bentz, avec ses tours très involutes, serait peut-être une forme de passage -, des *Garantianinae* à sillon ventral étroit et profond, beaucoup plus involutes, d'allure plus massive et à croissance généralement plus rapide en hauteur et en épaisseur, dont l'acmé se situe dans la sous-zone à *Acris*, simultanément à l'apparition des *Parkinsonia* : ce sont les "*jungeren Garantiana*" de Wetzel (1911) lesquels terminent l'évolution des *Garantianinae*. *Odontolites longidens* (Quenstedt) appartient à ce groupe.

L'étude de cette sous-famille, bien que limitée à un seul site, se fonde sur une biostratigraphie détaillée et bien établie par de nombreuses coupes. Elle permet de mieux comprendre les tendances évolutives des *Garantianinae* et de distinguer les critères morphologiques principaux des critères secondaires :

a) la morphologie ventrale des *Garantianinae* est très importante (largeur et allure du sillon ventral, absence ou présence de tubercules ventraux), comme cela a été souligné aussi chez les *Oppeliaceae* (Elmi, 1967). Une des tendances les plus constantes, soulignée depuis longtemps par les auteurs (Wetzel, Bentz, etc) est l'augmentation de la proversité des côtes externes, depuis une forme rectiradiée initiale jusqu'à une courbure proverse de plus en plus grande, de telle sorte qu'elles forment sur le ventre un chevron de plus en plus anguleux vers l'avant ; en même temps, elles traversent de plus en plus tôt la région ventrale sans interruption. Cette évolution se manifeste de plus en plus précocement dans l'ontogénèse (évolution centripète). La forme du péristome, l'involution des tours, la forme de leur

section et leur croissance sont également des éléments fondamentaux de leur évolution.

Une autre tendance évolutive est l'augmentation du relief et du pincement des côtes.

b) Il n'en est pas de même des tubercules latéraux, pour lesquels l'évolution ne manifeste pas de direction constante : ils apparaissent presque au début des Garantianinae, puis diminuent d'importance et disparaissent, au moins dans les tours externes pour réapparaître plus ou moins chez les derniers représentants de la sous-famille dans la zone à Parkinsoni.

c) La densité des côtes, la hauteur du point de bifurcation, l'indice de division nous paraissent des facteurs secondaires de différenciation, interspécifiques, ou même de variabilité intraspécifique, pour lesquels ne se discerne pas de tendance évolutive nette.

Plusieurs lignées peuvent être suivies sur des périodes assez longues : celle d'*Orthogarantiana densicostata*, – qui pourrait prendre naissance au sein du groupe *haugi* Pavia –, semble bien conduire à *Garantiana garantiana* par l'intermédiaire de la sous-espèce *obliqua* : en effet, dans cette lignée, le renforcement et l'arrondissement progressif des tubercules ventraux sur la loge d'habitation vont de pair avec l'élargissement de la bande ventrale, l'affaiblissement des tubercules latéraux, le raccourcissement progressif du péristome tubulaire. Cette lignée d'*Orthogarantiana densicostata* pourrait donner également naissance par une branche latérale, à *G. baculata*, en évoluant vers un stade involute gardant les deux rangées de tubercules, ventraux et latéraux. La ressemblance des nucléus de formes de *G. garantiana* avec ceux de *G. baculata* appuie cette interprétation. *G. garantiana* évolue ensuite vers *Garantiana tetragona* par élévation de la hauteur des tours, augmentation de la taille, franchissement de plus en plus précoce des côtes sans interruption sur la région siphonale. On peut y voir un certain parallélisme avec la lignée *Orthogarantiana schroederi* $\Rightarrow$ *Garantiana althoffi* $\Rightarrow$ *G. trauthi* $\Rightarrow$? *G. intermedia*, lignée mal représentée en Normandie et beaucoup mieux en

Allemagne. *G. intermedia* pourrait être à l'origine du groupe terminal des Garantianinae, épaisses et involutes, de la sous-zone à Acris (voir ci-dessous).

Comparaison des faunes normandes et germaniques. Quelques remarques d'ordre morphologique et biostratigraphique

Les modalités de l'évolution des Garantianinae ne semblent pas différentes dans les autres régions de l'Europe de l'Ouest. Mais les faunes d'Angleterre et d'Espagne sont connues de manière encore trop partielle ; celles du sud-est de la France (région de Digne, Pavia, 1973) le sont par du matériel souvent déformé par compaction. Seules les faunes germaniques sont assez bien étudiées pour permettre une comparaison. Cependant, les travaux dont elles font l'objet sont déjà anciens (Wetzel 1911, 1954, Bentz 1924, 1928) et, à notre connaissance, il en est question seulement dans quelques publications récentes, biostratigraphiques (par exemple G. Dietl *et al.*, 1978, Callomon *et al.*, 1987, G. Dietl, 1988) ou paléontologiques (M. Metz, 1992).

1. Les formes épaisses sont fréquentes en Allemagne, alors que, sauf dans la zone à Parkinsoni, elles sont assez rares en Normandie où dominent les formes plus comprimées et un peu plus évolutives, ce qui donne à la faune normande un allure générale assez différente dans les zones à Niortense et à Garantiana. En particulier, *Orthogarantiana schroederi* semble très rare en Normandie. Nous n'en avons pas rencontré dans les collections anciennes ni dans les collectes récentes ; il n'en a été trouvé à Feuguierolles qu'un seul spécimen. G. Pavia (1973) ne le cite pas dans la région de Digne. Il ne semble pas signalé en Angleterre. *Garantiana althoffi* et *G. trauthi* aussi sont assez peu fréquents. Pour ces raisons sans doute, les espèces allemandes décrites par F.A. Quenstedt et W. Wetzel (1911) ont été mal comprises par R. Douvillé (1915). Réciproquement, A. Bentz (1924) interprète souvent de façon inexacte les figures de Douvillé. Sans doute n'a-t-il pas vu les

originaux, mais surtout il leur applique mal ses propres critères.

Par contre, les faunes terminales de Garantianinae (sous zone à Acris) sont très comparables en Allemagne et en Normandie.

2. L'espèce *Orthogarantiana schroederi* est trop rare à Feuguierolles (un seul exemplaire trouvé dans la partie médiane de la sous-zone à Polygyralis) pour que son extension verticale puisse être précisée. Les observations dans le nord-ouest de l'Allemagne (Basse-Saxe, Hanovre) des anciens auteurs allemands (Althoff 1928, Bentz 1928, Wetzel 1954), reprises par G.E.G. Westermann (1967) et G. Dietl (1978) la font monter jusqu'au sommet de la sous-zone à Baculata, où un horizon et même une sous-zone à *Schroederi* ont été envisagés (Westermann 1967, Pavia 1973). Cependant, la succession observée récemment par M. Metz (1992) dans la même région : *O. crassa* Bentz $\Rightarrow$ *O. schroederi*, qu'il met en synonymie avec *longovicienne* (Steinmann) $\Rightarrow$ *G. althoffi* $\Rightarrow$ *G. baculata* $\Rightarrow$ *G. baculata compressa* (qu'il met en synonymie avec *G. protracta* Bentz) s'accorde mieux avec nos propres observations à Feuguierolles, puisque nous trouvons *O. schroederi* bien au-dessous de *G. baculata*.

3. Les espèces de Wetzel 1911 (que nous allons dans la partie III rattacher au genre *Odontolites*) : *alticosta*, *coronata*, *cyclogaster*, *depressa*, *pompeckji*, *quensiedti* (1911, pl. XI, fig. 2–3 non 1954, pl. 13, fig. 3 – *suevica*), *subangulata* étaient citées par lui en 1911 des "Couches à Parkinsonia", certaines, comme *subangulata*, étaient attribuées aux "Couches à Subfurcatum". Cette biostratigraphie a depuis été revue, en particulier par A. Bentz (1928) et par W. Wetzel lui-même (1954). Par ailleurs, l'espèce *subgaranti*, considérée aussi par W. Wetzel en 1911 (de même que *suevica*) comme appartenant aux couches à *Parkinsonia* inférieures, fut par la suite située dans la zone à Garantiana (Pseudogarantien – Schichten : Bentz, 1928 pp. 141–142). En sorte que Pavia et Sturani ont pu la prendre comme indice de la sous-zone médiane de cette zone. A Feuguierolles, malgré la collecte de nombreuses Garantianinae, il n'a été récolté

aucun *Odontolkites* (voir ci-dessous chapitre III) au dessous de la base de la zone à Parkinsoni, excepté peut-être *Odontolkites* ? cf. *quenstedti* (Wetzel 1911) dans la sous-zone à Garantiana. Les *Odontolkites* sont, au contraire, extrêmement fréquents avec les Parkinsonia de la sous-zone à Acris dans les localités normandes où ce niveau est bien représenté. En Espagne, le genre *Odontolkites* est, à notre connaissance, très peu signalé au-dessous de la zone à Parkinsoni ; S. Fernandez-Lopez (1985) cite seulement l'espèce *coronatus* (au sommet de la zone à Garantiana).

Les dépôts bajociens d'Allemagne du Nord (Basse Saxe) contenant les Garantianinae sont dominés à Bethel, Bielefeld, Gerzen, Warzen, etc par des terrigènes fins. Ces faciès de bassin renferment des faunes bien préservées où dominent des ammonites à tours renflés, à forte costulation, à côtes trifurquées fréquentes variant facilement de densité. En Normandie, ce sont des carbonates de plate-forme en bordure de Massif ancien qui conservent les Garantianinae, pour lesquelles dominent plutôt des ammonites à tours comprimés et à costulation pincée, à côtes moins nombreuses souvent bifurquées. Vasières profondes ou plates-formes à écueils constituent deux types de fonds marins où les conditions de vie devaient être assez différentes pour influencer sur le cachet général de livrées d'ammonites et sur la composition de leurs populations.

Éléments de révision de la taxonomie et de la systématique des Garantianinae d'après les types et figurés de la littérature

1. La synonymie de l'espèce *subgaranti* Wetzel, 1911 avec l'espèce *garantiana* d'Orbigny a été récemment reconnue (H. Gauthier et al., 1995) par la comparaison du moulage de l'holotype de Wetzel au lectotype d'Arkell et aussi à la figuration originale de d'Orbigny (1845, pl. 123, fig. 1, 2). Pour cette dernière, il faut ne pas tenir compte de la terminaison (qui est celle d'un *Orthogartiana*) ajoutée malencontreusement par d'Orbigny à sa figuration (H. Gauthier et M. Rioult in J.-C. Fischer et al., 1994). Il est clair que cette circonstance

a gêné les auteurs pour la compréhension et l'utilisation de l'espèce de d'Orbigny. Il n'en reste pas moins que, ultérieurement, l'espèce *garantiana* a été prise comme type du genre *Garantiana* (Hyatt, Mascke), puis du sous-genre (*Garantiana*) Bentz, 1928. Elle avait été préalablement désignée comme indice de zone (*hemera*) biostratigraphique (S. Buckman, 1893). Sa notion avait donc recueilli un consensus de la communauté scientifique. Elle fut précisée à juste titre par la désignation d'un lectotype par W.J. Arkell (1956) qui en avait senti la nécessité.

Ce lectotype et la figuration de d'Orbigny ont été comparés et discutés en détail par H. Gauthier et M. Rioult (loc. cit. : p. 108-109). Bien que présentant des différences avec la figuration, il entre, à notre avis, dans la synonymie de l'espèce *garantiana*. Il est possible, tout au plus (et peut-être d'ailleurs souhaitable) de considérer deux sous-espèces : *garantiana subgaranti* et *garantiana garantiana*.

2. La synonymie des deux espèces (*subgaranti* = *garantiana*) génère une difficulté taxonomique puisqu'elles sont les espèces-types de deux sous-genres différents, tous deux créés par Bentz (1928) : (*Garantiana*) et (*Subgarantiana*). En réalité, la définition originale donnée par A. Bentz du sous-genre (*Subgarantiana*) ne s'applique pas du tout à l'espèce *subgaranti* qu'il prend pourtant comme type. A. Bentz définit en effet les (*Subgarantiana*) comme les "jüngeren *Garantiana*", à côtes ventrales courbées vers l'avant et formant un angle marqué sur le ventre, à sillon ventral assez étroit bordé de chaque côté d'une rangée externe de tubercules. Cette définition ne s'applique qu'aux espèces de W. Wetzel 1911, c'est-à-dire *alticosta*, *coronata*, *cyclogaster*, *depressa*, *pompeckji*, *quenstedti*, *subangulata* des couches à Parkinsonia, non aux espèces telles que *subgaranti*, *suevica*, *trauthi*, *tetragona* qui toutes possèdent une bande ventrale très large, des côtes externes modérément courbées en avant et se rapportent au sous-genre (*Garantiana*) tel que le crée et le définit A. Bentz dans la même publication. Cependant, cet auteur fait rentrer ces dernières espèces dans son sous-genre (*Subgarantiana*), en faisant

ainsi un sous-genre composite, ce que la synonymie des deux espèces-types met en évidence. Il n'est pas possible de se conformer à la définition stricte de A. Bentz pour éventuellement clarifier la classification et tourner la difficulté taxonomique, sans préalablement demander une décision spéciale à la Commission internationale de Nomenclature zoologique (C. I. N. Z., article n° 70) afin de désigner une nouvelle espèce-type, comme, par exemple, *alticosta* Wetzel 1911, p. 169, pl. XII, fig. 1-7. Cette procédure est bien compliquée pour un résultat peu satisfaisant.

3. Par ailleurs, le sous-genre (*Subgarantiana*) Bentz, 1928 a été mis en synonymie (Arkell, 1957) avec le sous-genre (*Hlawiceras*) S. Buckman, 1921 dont l'espèce-type *platyrrymum* Buckman 1921 ne montre, en réalité, aucune affinité non plus avec les (*Subgarantiana*) tels qu'ils sont en fait décrits par Bentz. Ses caractères subgénériques (bande ventrale large bordée de tubercules bien formés, côtes secondaires moyennement inclinées vers l'avant et ne traversant la région siphonale que vers l'extrémité de la loge d'habitation, faible involution des tours, section peu épaisse) sont, au contraire, ceux d'un (*Garantiana*).

Par contre, le genre *Odontolkites* S. Buckman 1925, avec comme espèce-type *Ammonites parkinsoni longidens* Quenstedt ; 1846, p. 144, 1849, pl. 11, fig. 10 = *Garantiana praecursor* (C. Mayer, 1864) ; 1886, p. 592, pl. 71, fig. 6 (non Quenstedt 1858, p. 469, pl. 63, fig. 7 = Quenstedt 1886, p. 604, pl. 72, fig. 3 = *Garantiana quenstedti* Wetzel 1911) convient au groupe d'espèces décrites par Wetzel et reprises par Bentz dans sa définition. A tort selon nous, il a été mis en synonymie par Arkell (in Moore 1957) avec le sous-genre (*Garantiana*).

Cependant, il est certainement préférable de diviser les Garantianinae macroconques en trois genres sans sous-genres : *Orthogartiana*, *Garantiana*, *Odontolkites*. Il ne semble ni logique, ni avantageux de conserver à la fois genre et sous-genres puisque la sous-famille les réunit déjà. Les différences entre *Orthogartiana* et *Garantiana* justifient amplement leur séparation au niveau du

genre, laquelle est déjà adoptée d'ailleurs par les auteurs (Sturani, 1971, Pavia, 1973). Les critères différenciant les genres *Garantiana* et *Odontolkites* sont suffisamment nets, et il n'y a aucun avantage à les maintenir en un seul genre pour les reséparer ensuite dans deux sous-genres.

4. En résumé, les trois genres macroconques des *Garantianinae* se définissent ou redéfinissent ainsi :

Genre *Orthogarrantiana* (Bentz, 1928) = ex-sous-genre (*Orthogarrantiana*) Bentz, 1928 : sillon ventral étroit, côtes secondaires non terminées par un tubercule ventral, rectiradiées (orthogonales à la ligne siphonale) ou très peu proverses ; ces caractères sont les mêmes pour les tours internes et externes, mais chez les formes les plus évoluées, le sillon ventral s'élargit et la terminaison des côtes externes se renforce, sur la loge d'habitation, en une crête radiale. Tours le plus souvent peu involutes à section augmentant lentement en hauteur avec le diamètre, péristome tubulaire. Espèce-type : *Orthogarrantiana schroederi* Bentz 1924. Principales espèces : *O. fredericiromani* (Roché), *O. haugi* Pavia, *O. crassa* Bentz, *O. schroederi* Bentz, *O. densicostata* (Quenstedt), *O. longoviciense* (Steinmann), *O. conjugata* (Quenstedt). Extension stratigraphique : de la base de la zone à Niorrente à l'extrême base de la zone à *Garantiana*.

Genre *Garantiana* Hyatt 1900 emend. Mascke 1907 = ex-sous-genre (*Garantiana*) Bentz, 1928 + ex-sous-genre (*Subgarantiana*) Bentz 1928 *pro parte* : bande ventrale large bordée de tubercules bien formés, côtes secondaires légèrement proverses formant un angle très obtus sur le ventre ; ces caractères sont communs aux tours internes et externes, mais, vers la fin de la loge d'habitation, l'angle ventral formé par les côtes secondaires devient plus aigu et, près du péristome, celles-ci peuvent traverser sans interruption la ligne siphonale. Enroulement un peu plus involute. Tours à section croissant plus rapidement en hauteur avec le diamètre, péristome simple constitué par une ride ou un bourrelet, sauf chez les tout premiers représentants pour lesquels il est encore partiellement tubulaire. Des tubercules

latéraux peuvent exister ou non. Espèce-type (Bentz, 1928) : *Garantiana garantiana* (d'Orbigny). Principales espèces : *G. baculata* (Quenstedt), *G. althoffi* Bentz, *G. densicosta* (Quenstedt), *G. platyrryma* (Buckman), *G. trauthi* Bentz, *G. garantiana*, *G. garantiana* forme *suevica* Wetzel, *G. intermedia* Bentz (forme de passage à *Odontolkites* ?), *G. tetragona* Wetzel (forme limite terminale de cette branche, à section croissant rapidement en hauteur). Extension stratigraphique : du sommet de la zone à Niorrente à l'extrême base de la zone à Parkinsoni. Il n'est pas nécessaire (Bentz, 1928, p. 178) d'en séparer *Baculoceras* Mascke 1907 défini par l'espèce-type *A. baculatus* Quenstedt 1886-1887, ni *Hlawiceras* Buckman 1921, défini par l'espèce-type *platyrrymum* Buckman 1921, dont les caractères sont ceux d'un *Garantiana* (voir ci-dessus).

Genre *Odontolkites* S. Buckman, 1925 = ex-sous-genre (*Subgarantiana*) Bentz, 1928 (*pro parte*) : sillon ventral étroit et profond, côtes secondaires proverses, terminées par une crête aiguë, en général très courbées vers l'avant sur le dernier tour, formant sur le ventre un chevron prononcé orienté vers l'avant, costulation en général très forte, très aiguë, tours involutes (recouvrement des tours successifs jusqu'à la moitié de la hauteur des flancs) à section épaisse croissant rapidement en hauteur avec le diamètre, péristome simple en léger bourrelet. Espèce-type : *Odontolkites longidens* (Quenstedt, 1846, 1849). Principales espèces, celles de Wetzel, 1911 : *Odontolkites subangulatus*, *O. alticostus*, *O. coronatus*, *O. cyclogaster*, *O. depressus*, *O. pompeckji*, *O. quenstedti*. ; *Ammonites bifurcatus* Schlotheim, d'après le dessin de son sillon ventral, pourrait bien appartenir à ce genre. Extension stratigraphique : en Normandie du sommet (?) de la zone à *Garantiana* à la base de la zone à Parkinsoni (sous-zone à Acris). D'après Bentz (1928, p. 141, tabl. p. 142), ils apparaissent plus précocement dans le nord-ouest de l'Allemagne.

5. Les microconques connus contemporains des *Orthogarrantiana* sont les *Strenoceras* et les *Torrensia* (Sturani, 1971). Les *Strenoceras* et les *Orthogarrantiana* semblent apparaître presque

simultanément et disparaissent en même temps. Il serait tentant de les considérer comme dimorphes microconques-macroconques, ainsi que l'ont déjà fait quelques auteurs (dont récemment M. Metz 1992) ; mais leurs morphologies sont bien différentes, en particulier celles de leurs tours internes puisque les *Orthogarrantiana* ne montrent pas de tubercules ventraux. C. Sturani (1971) et C. Pavia (1983) considèrent les *Torrensia* comme les dimorphes microconques des *Orthogarrantiana*. Nous n'en avons pas récolté à Feugueroles.

Les microconques contemporains des *Garantiana* et des *Odontolkites* sont les *Pseudogarrantiana* qui apparaissent en même temps que les *Garantiana* et disparaissent à peu près en même temps que les *Odontolkites* ; on peut leur trouver une parenté surtout avec les *Odontolkites* et la possibilité du dimorphisme de ces formes est à approfondir.

6. Parmi les nombreuses espèces créées et figurées par les auteurs allemands et dont nous avons examiné presque tous les moulages, il est bien difficile de voir par quels caractères certaines se différencient. Les types figurés de certaines espèces ou sous-espèces de Wetzel diffèrent très peu d'espèces de Bentz et en sont en réalité synonymes (*G. dubia koppei* Wetzel, 1954, pl. 11, fig. 6 a, b = *G. dubia rotundata* Wetzel 1954, pl. 12, fig. 2 a, b = *G. althoffi* Bentz, 1928, pl. 15, fig. 5 a, b et 6 a, b ; *G. cf. dubia koppei* Wetzel 1954, pl. 11, fig. 7 = *G. trauthi* Bentz subsp. *robusta* Wetzel 1954, pl. 13, fig. 1 a, b). Inversement, d'autres spécimens figurés sous le même nom d'espèce ne peuvent pas être conspécifiques. Par exemple, *G. suevica* Wetzel 1911 in Bentz 1928, pl. 16, fig. 2 a-d est à rapporter non à *suevica* mais à l'espèce *subangulata* Wetzel 1911 ; de même, *G. quenstedti* Wetzel in Wetzel 1954, pl. 13, fig. 3 diffère de *G. quenstedti* Wetzel 1911, pl. XI, fig. 2 a, b et est conspécifique de *G. suevica* Wetzel, 1911. D'autres espèces ont déjà été mises en synonymie dans la littérature (Pavia, 1973 ; Metz, 1992 ; voir ci-dessus).

Mais une révision d'ensemble des espèces ne peut être réalisée à bon escient que dans le cadre d'une étude quantitati-

ve de populations de niveaux stratigraphiques bien connus et de leur ontogénèse pour l'ensemble de la sous-famille.

Remerciements

C'est un grand plaisir pour nous d'adresser nos plus vifs remerciements, en espérant ne pas commettre d'oubli, à toutes les personnes qui ont bien voulu nous prêter leur concours :

tout d'abord au professeur Philippe Taquet, directeur du Laboratoire de Paléontologie du M.N.H.N., ainsi qu'à Agnès Lauriat-Rage, professeur au Muséum, qui ont mis à notre disposition les moyens du Laboratoire ;

– à Christian Montenat, directeur de l'Institut géologique Albert de Lapparent ;

– à Olivier Dugué, R. Enay, Jean-Claude Fischer, Pierre Hantzpergue, Didier Marchand, Giulio Pavia pour les critiques et discussions constructives qui nous ont fait progresser soit dans la compréhension du site, soit dans l'élaboration des conclusions biostratigraphiques ou paléontologiques ou dans leur mise en forme ;

– à Alain Bonnot avec lequel nous avons eu des échanges de points de vue intéressants et Mathias Metz (communication personnelle) ;

– à André Gauthier qui a revu la version anglaise du manuscrit ;

– pour la collaboration technique, à Denis Serrette et Lionel Merlette (photographies des spécimens), Michel Lemoine (préparation de lames minces), Françoise Pillard (montage des planches), Philippe Richir, Etienne Lutz, Lucien Boucher (moulages de spécimens) ;

– pour les recherches bibliographiques, à Sylvie Barta-Calmus, Michèle Mannu et à Jean Roman ;

– pour les facilités de correspondance, de secrétariat et de reprographie, à Elyane Molin, Didier Molin, Joséiane Maréchal, Danièle Quintus, Colette Secqueville ; à Régis Chirat (Faculté des Sciences de Caen) pour le traitement informatique des figures 1, 2 ;

– pour le travail sur le terrain, à Jean Louboutin, Philippe Musitelli, Luigi Perez, Daniel Raynaud ;

– pour l'autorisation d'accès à la carrière Guérin à Feuguerolles-sur-Orne, Marcel Vin-

cent, directeur ; pour son accueil et son attitude coopérative, Michel Fleury, chef de l'exploitation ;

– pour la mise à notre disposition de spécimens récoltés à Feuguerolles : Francis Auvray, Christine da Boa Vista, Francine Dubois-Frit, Jean-Pierre Malfay, Luigi Perez, Daniel Raynaud ;

– pour le prêt de spécimens ou l'envoi de moulages de types et figurés : J. Helms, H.U. Schlüter (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Berlin) ; M. Büchner (Naturkunde-Museum des Stadt, Bielefeld) ; M. Metz (Bünde, Deutschland) ; S. Ritzkowski (Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum Göttingen) ; D. Daniel, P. Schültz (Landesmuseum Hannover, Naturkunde Abteilung) ; G. Dietl (Staatliches Museum für Naturkunde, Stuttgart) ; H.D. Bergner, H. Mulfinger (Universität Tübingen, Institut für Geologie und Paläontologie) ; M. K. Howarth, D. Phillips (British Museum, Natural History) ; Ivimey-Cook, S.P. Tunnicliff (British Geological Survey) ; G. Pavia (Università degli studi di Torino) tout particulièrement pour le prêt de nombreux originaux de la région de Digne ; A. Prien, M. Servin (Université Claude-Bernard, Lyon-Villeurbanne).

Références

- ALTHOFF W. (1928). – Übersicht über die Gliederung der mesozoischen Schichten bei Bielefeld. *Bericht d. Naturw.*, **5**, pp. 1-20.
- ARKELL W.J. (1956). – Jurassic Geology of the World. Oliver & Boyd Ed., Edinburgh, p. I-XV, 806 p., 102 fig., 28 tab., 46 pl.
- ARKELL W.J., KUMMEL B., WRIGHT C.W. (1957). – Mesozoic Ammonoidea. In Moore R.C. ed. : "Treatise on Invertebrate Paleontology", *Geol. Soc. Amer., Univ. Kansas Press*, Part. L, Mollusca 4, Cephalopoda, Ammonoidea, pp. L80-L490, 558 fig.
- BENTZ A. (1924). – Die Garantien-schichten von Norddeutschland mit besonderer Berücksichtigung des Brauneisen-oolithorizontes von Harzburg. *Jb. preuss. geol. Landesanst.*, Berlin, **45** (1924), pp. 119-193, pl. 4-9.
- BENTZ A. (1928). – Über Strenoceraten und Garantianen insbesondere aus dem Mittleren Dogger von Bielefeld. *Jb. preuss. geol. Landesanst.*, Berlin, **49**, pp. 138-206, pl. 14-19.
- BUCKMAN S.S. (1893). – The Bajocian of the Sherborne district : its relation to subjacent and superjacent strata. *Quart. J. Geol. Soc., London*, **49**, pp. 479-522, London.
- BUCKMAN S.S. (1919-1930). – Type Ammonites. W. Wesley & Son Ed., London, vol. III (1919-1921), p. 1-64, pl. CXXXI-CCLXVII A ; vol. IV (1922-1923), p. 1-67, pl. XXIII A, pl. CXXXI A, pl. CCLXVII B-CDXXII ; vol. V (1925), p. 1-88, pl. CDXXIII-DLXXVI ; vol. VI (1925-1927), p. 1-61, pl. DLXXVII-DCCXVII B ; vol. VII (1927-1930), p. 1-78, pl. DCCXVIII A-DCCXC B.
- 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. d'It.*, **40**, pp. 85-112.
- CALLOMON J.H., DIETL G. et al. (1987). – Zur Stratigraphie des Mittel- und unteren Oberjuras in Sengenthal bei Neumarkt / Opf. (Fränkische Alb). *Stuttgarter Beitr. Naturk. Ser. B*, n° 132, 53 p., 5 pl.
- DIETL G. (1980). – Die Ammoniten-Gattung Caumontisphinctes aus dem südwestdeutschen Subfurcaten-Oolith (Bajocium, Mittl. Jura). *Stutt. Beitr. für Naturk.*, Ser. B, n° 51, 43 p., 5 pl.
- DIETL G. (1988). – Der Hamiten-Ton (Ober Bajocium, Mittl. Jura) in Bauaufschlüssen der neuen Bundesautobahn A8, Streckenabschnitt Aichelberg-Grübingen. *Jh. Ges. Natkd. Württemb.*, **143**, pp. 59-77, pl. 1-4., 4 fig.
- DIETL G., FLAIG R., GLÜCK E. (1978). – Zur Stratigraphie des Ober-Bajocium am Plettenberg bei Balingen, Württemberg. *Stutt. Beitr. Naturkd.*, sér. B, n° 40, 16 p.
- DOUVILLÉ R. (1915). – Etude sur les Cosmocératidés des collections de l'Ecole nationale supérieure des Mines. *Mém. Expl. Carte géol. dét. Fr.*, Paris, **75** p., 24 pl.

- ELMI S. (1967). – Le Lias et le Jurassique moyen de l'Ardèche. *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, **19** (fasc. 3), pp. 509-845, 17 pl.
- FERNANDEZ-LOPEZ S.R. (1985). – El Bajocense en la Cordillera Iberica. Thèse Doct. Univ. Complut. Madrid, texte. V + 850 p., 116 fig., atlas : 23 p., 67 pl.
- FISCHER J.-C. (dir. sci.) *et al.* (1994). – Révision critique de la Paléontologie française d'Alcide d'Orbigny incluant la réédition de l'original vol. I, Céphalopodes jurassiques, 340 p., 90 pl. + 652 p., 233 pl.
- GAUTHIER H., RIOULT M., TRÉVISAN M. (1995). – Enregistrement biostratigraphique exceptionnel dans "l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux" au Sud de Caen (Normandie, France) : complément au stratotype du Bajocien. *C. R. Acad. Sci. Fr.*, **321**, (II a), pp. 317-321.
- HYATT A. (1900). – Cephalopoda. In : "Textbook of Paleontology", Zittel, english ed., Macmillan Ed., London, vol. I, part. II, pp. 502-604.
- MASCHE E. (1907). – Die Stephanoceras verwinden in der Coronatum-Schichten von Norddeutschland. Inaug. Dissert., Univ. Göttingen, 38 p.
- MAUBEUGE P.L. (1955). – Les Ammonites aaléniennes, bajociennes et bathoniennes du Jura suisse septentrional. 1^{re} partie, 48 p., 11 pl., *Mémoires suisses de Paléontologie*, **71**.
- MAYER C. (1864). – Description des coquilles fossiles de terrains jurassiques. *J. Conchyl.* **XII**, pp. 368-378.
- METZ M. (1992). – Die Faunenhorizonte der "Subfurcaten-Schichten" (Bajocium, Niortense-Zone) in Nordwestdeutschland. *Osnabrücker naturw.* **18**, pp. 25-65, pl. 1-4.
- MORTON N. (1976). – Bajocian (Jurassic) stratigraphy in Skye, Western Scotland. *Scott. J. Geol.*, **12**, pp. 23-33.
- NICOLESCO C. (1917). – Sur un nouveau genre de Périssphinctidés (Bigotella) de l'Oolithe Ferrugineuse de Bayeux (Calvados). *Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris, (4), **16**, pp. 153-179, pl. 4.
- NICOLESCO C. (1918). – Rectification de nomenclature. *C.R. Soc. géol. Fr.*, Paris, n° 1-2, p. 36.
- NICOLESCO C. (1932). – Etude monographique du genre Bigotites. *Mém. Soc. géol. Fr.*, Paris, n. s., **7**, mém. 17, 52 p., 8 fig., 8 pl.
- ORBIGNY A. d' (1842-1851). – Paléontologie française. Terrains jurassiques. I. Céphalopodes. Paris, Texte, pp. 1-80 (1842), pp. 81-192 (1843), pp. 193-312 (1844), pp. 313-368 (1845), pp. 369-432 (1846), pp. 433-464 (1847), pp. 465-504 (1848), pp. 505-520 (1849), pp. 521-632 (1850), pp. 633-642 (1851) ; Atlas, 234 pl.
- PARSONS C.F. (1976). – A stratigraphic revision of the humphriesianum/subfurcatum Zone rocks (Bajocian stage, Middle Jurassic) of Southern England. *Newsl. Stratigr.*, Leiden, **5/2/3**, pp. 114-142, 5 fig., 3 tab.
- PARSONS C.F. (1980). – Aalenian and Bajocian correlation chart in: Cope J.C.W. *et al.*: A correlation of Jurassic rocks in the British Isles. P. II Middle and upper Jurassic. *Geol. Soc. London*, Sp. report n° 15, pp. 5-21.
- PAVIA G. (1973). – Ammoniti del Baiociano superiore di Digne (Francia SE, dip. Basses-Alpes). *Boll. Soc. paleont. ital.*, Pisa, **10**, 2 (1971), pp. 75-142, 8 fig., pl. 13-29, 3 tab.
- PAVIA G. (1983). – Ammoniti e biostratigraphia del Bajociano inferiore di Digne (Francia SE, dip. Alpes-de-Haute-Provence). *Bollettino Museo regionale di Scienze naturali*, Torino, **1**, 254 p., 34 fig., 32 pl, tab. I-IIIb.
- PAVIA G. (1983). – New data on Orthogarantiana (Torrensia) Sturani, 1971 (Ammonitina, Stephanocerataceae) in the European Upper Bajocian. *Boll. del Museo Region. di Sci. Natur.*, Torino, **1**, n° 2, pp. 201-214, pl. 1.
- PAVIA G. (1994). – In: Cresta S. & Pavia G. (Eds.), Proceedings at the 3rd Int. Meet. Ad. Bajoc. Strato. *Miscell. Serv. Geol. Naz.*, t. 5, 93-111.
- PAVIA G., STURANI C. (1968). – Etude biostratigraphique du Bajocien des chaînes subalpines aux environs de Digne (Basses-Alpes). *Boll. Soc. géol. ital.*, Roma, **87**, pp. 305-316, 3 fig.
- QUENSTEDT F.A. (1845-1849). – Petrefactenkunde Deutschlands. Die Cephalopoden, 580 p., 36 pl.
- QUENSTEDT F.A. (1856-1858). – Der Jura. 842 p., 100 pl.
- QUENSTEDT F.A. (1886-1887). – Die Ammoniten des Schwabischen Jura. II. Der Braune Jura. Stuttgart, pp. 441-815, pl. 55-90.
- RIOULT M. *et al.* (1991). – Outcrop Sequence stratigraphy of the Anglo-Paris Basin Middle to Upper Jurassic (Normandy, Maine, Dorset). *Bull. Centre Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine*, **15**, 1, pp. 101-194, 9 pl., 18 tabl., Boussens.
- RIOULT M. (coordonnateur) *et al.*, 1995 (sous presse). – L'étage bajocien in : Révision des zones du Jurassique en France. *Bull. Centre Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine*.
- SCHMIDTILL K., KRUMBECK L. (1938). – Die Coronaten-Schichten von Auerbach (Oberpfalz, Nordbayern). *Zeitschrift der Geol. Gesell.*, **90**, pp. 297-360, pl. 10-14.
- STURANI C. (1971). – Ammonites and stratigraphy of the « Posodonia alpina » beds of the Venetian Alps (Middle Jurassic, mainly Bajocian). *Mem. Ist. Geol. Mineral. Univ. Padova*, **28**, 190 p., 46 fig., 16 pl.
- VILLE A. (1963). – Etude quantitative sur quelques *Garantiana* de Bourgogne et des régions voisines. D.E.S. sous la direction de H. Tintant, Univ. de Dijon, France, 62 p., 9 pl., 38 tabl. (inédit).
- WESTERMANN G.E.G. (1967). – Lexique stratigraphique international. Vol. I – Europe, fasc. 5f2, : Allemagne. Jurassique moyen (Alpes exclus). Ed. CNRS, 197 p., Paris.
- WETZEL W. (1911). – Faunistische und stratigraphische Untersuchung der Parkinsonienschichten des Teutoburger Waldes bei Bielefeld. *Palaeontographica*, Stuttgart, **58**, pp. 139-278, 52 fig., pl. 11-20.
- WETZEL W. (1924). – Beiträge zur Stratigraphie und Paläogeographie des mittleren Doggers von Nordwest-europa. *Palaeontographica*, Stuttgart, **65**, pp. 155-247.
- WETZEL W. (1954). – Die Bielefelder Garantianen; Geschichte einer Ammoniten Gattung. *Geol. Jb.*, Stuttgart, **68**, pp. 547-586, 8 fig., pl. 11-14.

Une fiche indique le début de la loge d'habitation. *An arrow shows the beginning of the body chamber.*
Tous les spécimens figurés sont déposés au Laboratoire de Paléontologie du Muséum, 8 rue Buffon, 75005 Paris

PLANCHE I

Sous-zone à Romani Sous-zone à Humphriesianum

- Fig. 1 a-c.** – *Phaulostephanus* aff. *paululus* Buckman in Pavia 1983, pl. 23, fig. 5 ; coupe C : 10 cm au-dessus de la Couche verte. Sous-zone à Romani, horizon à Edouardiana × 1
- Fig. 2 a, b.** – *Teloceras* (*Teloceras* ?) *labrum* Buckman ; coupe Z : 70 cm au-dessus de la Couche verte. Sous-zone à Romani, horizon à Edouardiana (sommet). × 0,9
- Fig. 3 a-c.** – *Chondroceras evolvens* (Waagen) ; coupe C : 210 - 205 cm. Sous zone à Romani, horizon à Gervillii. × 1
- Fig. 4.** – *Oppelia* cf. *subradiata* (J. de C. Sowerby) ; coupe X : - 250 - 245 cm. Sous-zone à Romani, horizon à Gervillii (sommet). × 1
- Fig. 5 a, b.** – *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) cf. *pyritosum* (Quenstedt) ; coupe X : - 245 - 240 cm. Sous-zone à Humphriesianum, horizon à Humphriesianum. × 0,7
- Fig. 6 a, b.** – *Teloceras* (*Teloceras* ?) *labrum* Buckman (probablement) ; coupe X : - 235 - 230 cm. Sous-zone à Humphriesianum, horizon à Humphriesianum. × 1,1
- Fig. 7 a-c ; 8 a, b.** – *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) *scalare* Weisert. Fig. 7 : coupe C : - 165 cm ; × 0,9. Fig. 8 : coupe C : - 160 cm ; × 1 (remarquer l'interruption ventrale des côtes sur le demi-tour conservé de loge d'habitation // please note the ventral break of the ribs upon the preserved half-whorl of the body chamber). Sous-zone à Humphriesianum, horizon à Umbilicum.

PLANCHE II

Sous-zone à Humphriesianum

- Fig. 1 a-c.** – *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) *brodiaei* (J. Sowerby) ; "banc à *Stephanoceras*" (sommet). × 1
- Fig. 2 a-c.** – *Stephanoceras* (*Skirroceras*) gr. *dolichoecum* ? (Buckman) ; "banc à *Stephanoceras*" (sommet). × 2/3
- Fig. 3 a-c.** – *Itinsaites iurgidus* (Westermann) : "banc à *Stephanoceras*". × 1
- Fig. 4.** – *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) *umbilicum* (Quenstedt) ; coupe C : - 165 - 160 cm. Sous-zone à Humphriesianum, horizon à Umbilicum. × 3/4

PLANCHE III

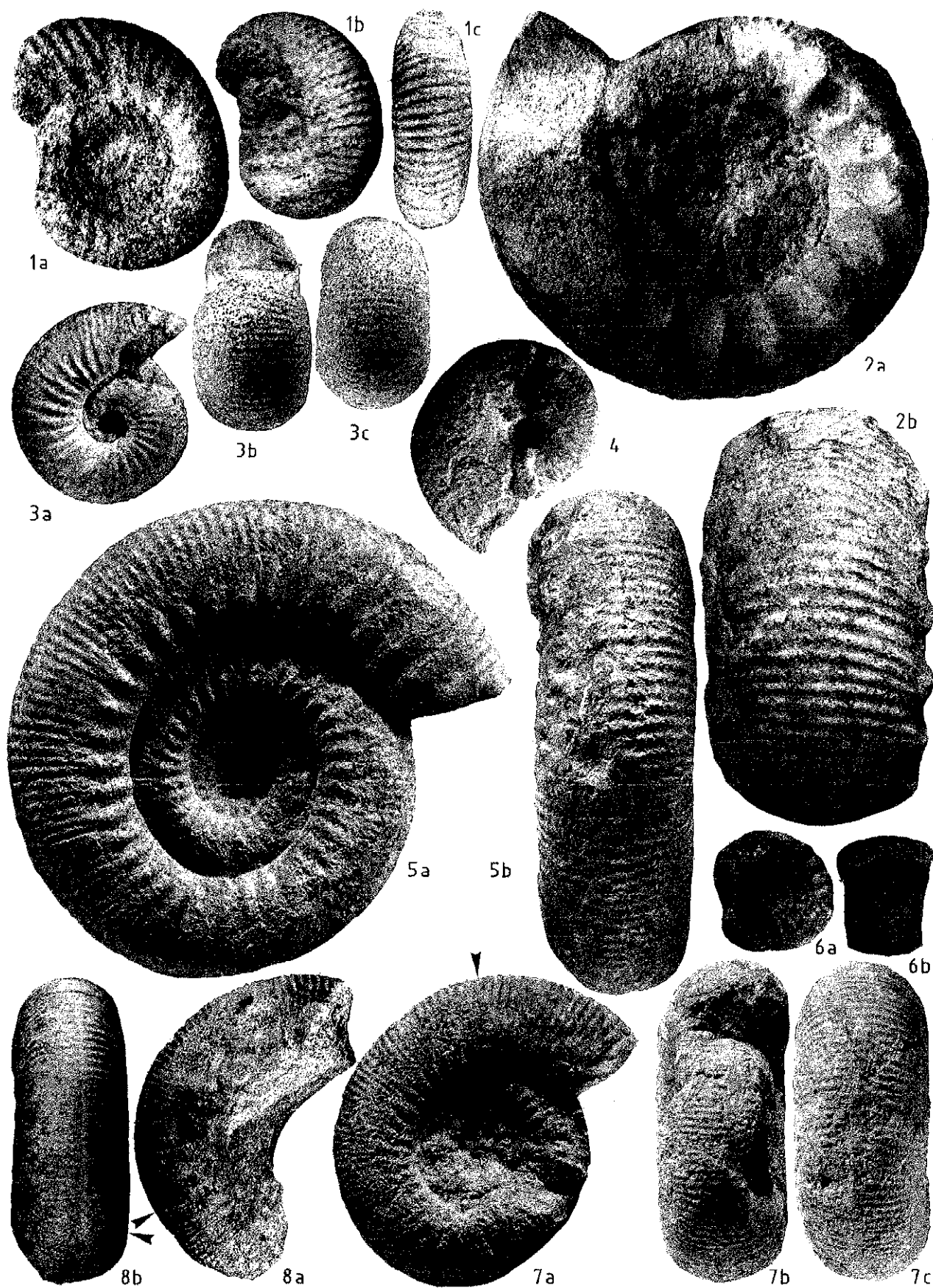
(fig. 1, 3, 5 en place : Sous-zone à Blagdeni, horizon à Dubium)

- Fig. 1 a, b ; 2 a, b.** – *Teloceras* (*Pavicerus* Subgen. nov.) cf. *triplex* Weisert. Fig. 1 : coupe C : - 160 cm ; sommet sous-zone à Humphriesianum ou sous-zone à Blagdeni, base horizon à Dubium ; × 2/3. Fig. 2 : "banc à *Stephanoceras*" (sommet) ; × 1.
- Fig. 3 a, b.** – *Itinsaites densus* (Buckman) ; coupe C : - 145 cm. Sous-zone à Blagdeni, horizon à Dubium. × 1
- Fig. 4 a, b.** – *Stephanoceras* (*Stephanoceras*) *tenuicostatum* Hochstetter ; non en place. Vraisemblablement sous-zone à Blagdeni, horizon à Dubium. × 1
- Fig. 5.** – *Teloceras* (*Pavicerus* Subgen. nov.) *blagdeniforme* (Roché) ; coll. D. Raynaud, coupe C : - 143 cm. Sous-zone à Blagdeni, limite horizon à Dubium/horizon à Coronatum. (voir aussi pl. IV, fig. 1). × 2/3

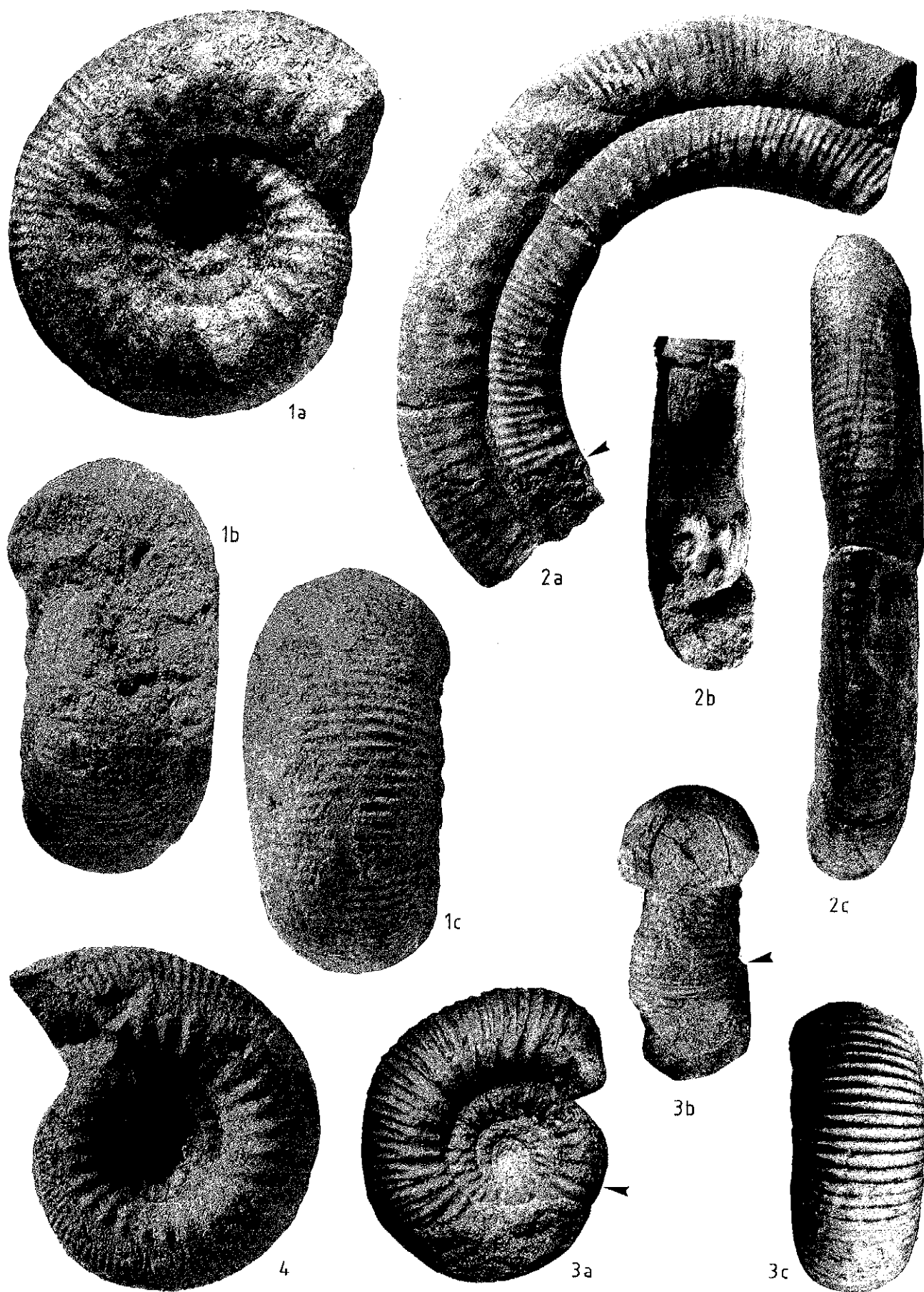
PLANCHE IV

Sous-zone à Blagdeni Sous-zone à Banksii

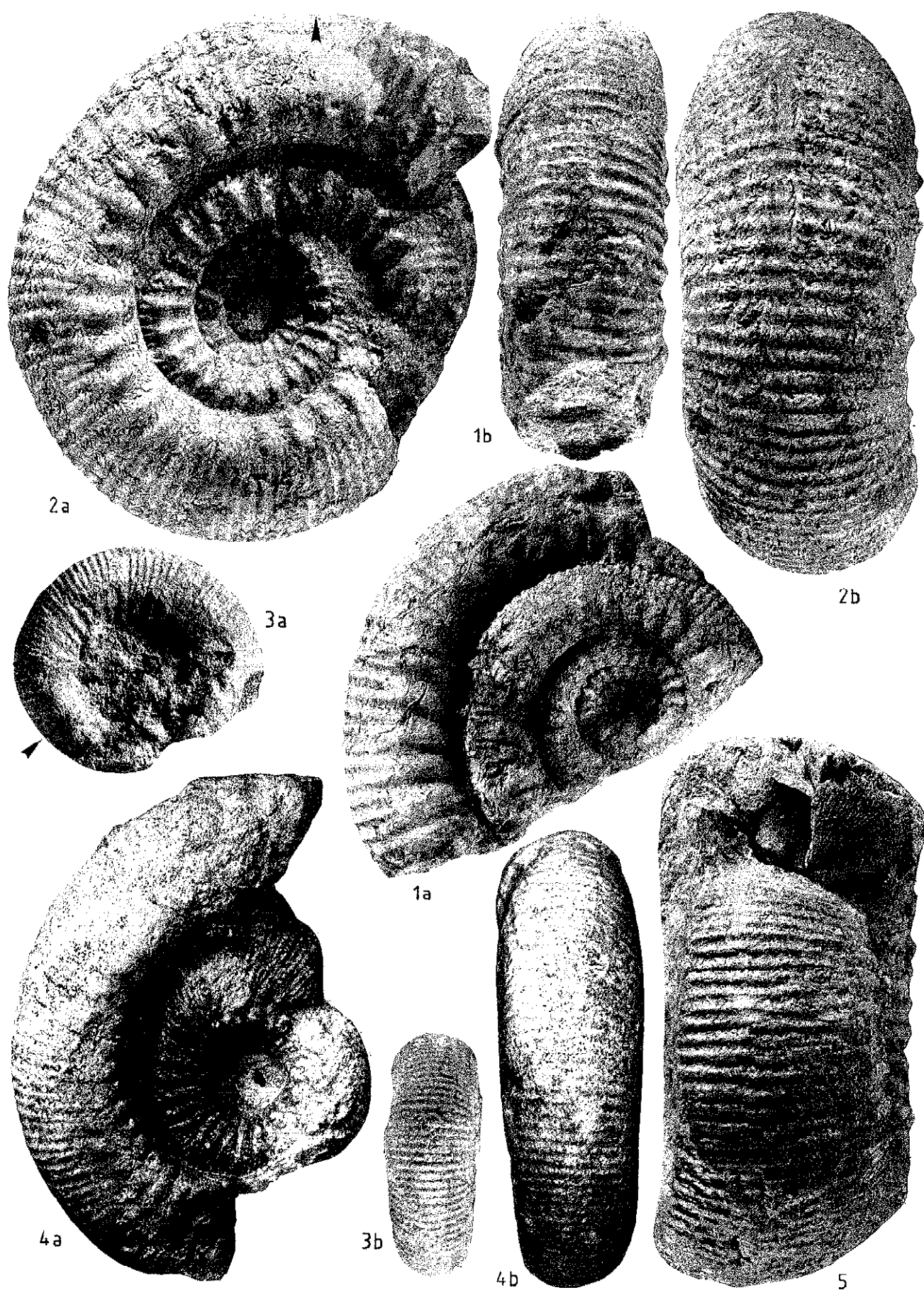
- Fig. 1.** – *Teloceras* (*Pavicerus* Subgen. nov.) *blagdeniforme* (Roché) ; coll. D. Raynaud, coupe C : - 143 cm. Sous-zone à Blagdeni, limite horizon à Dubium / horizon à Coronatum. (voir aussi pl. III, fig. 5) × 2/3
- Fig. 2 a, b.** – *Teloceras* (*Teloceras*) *blagdeni* (J. Sowerby) ; coll. D. Raynaud, coupe C : - 145 cm. Sous-zone à Blagdeni, limite horizon à Dubium/horizon à Coronatum. × 0,7
- Fig. 3 a, b.** – *Teloceras* (*Teloceras*) *coronatum* (Schlotheim) ; coupe X : - 145 cm. Sous-zone à Banksii (base). × 1
- Fig. 4.** – *Itinsaites* ? *ventriplanus* ? (Westermann) ; coupe X : ? - 165 - 160 cm. Sous-zone à Blagdeni, base horizon à Coronatum ? × 1,3



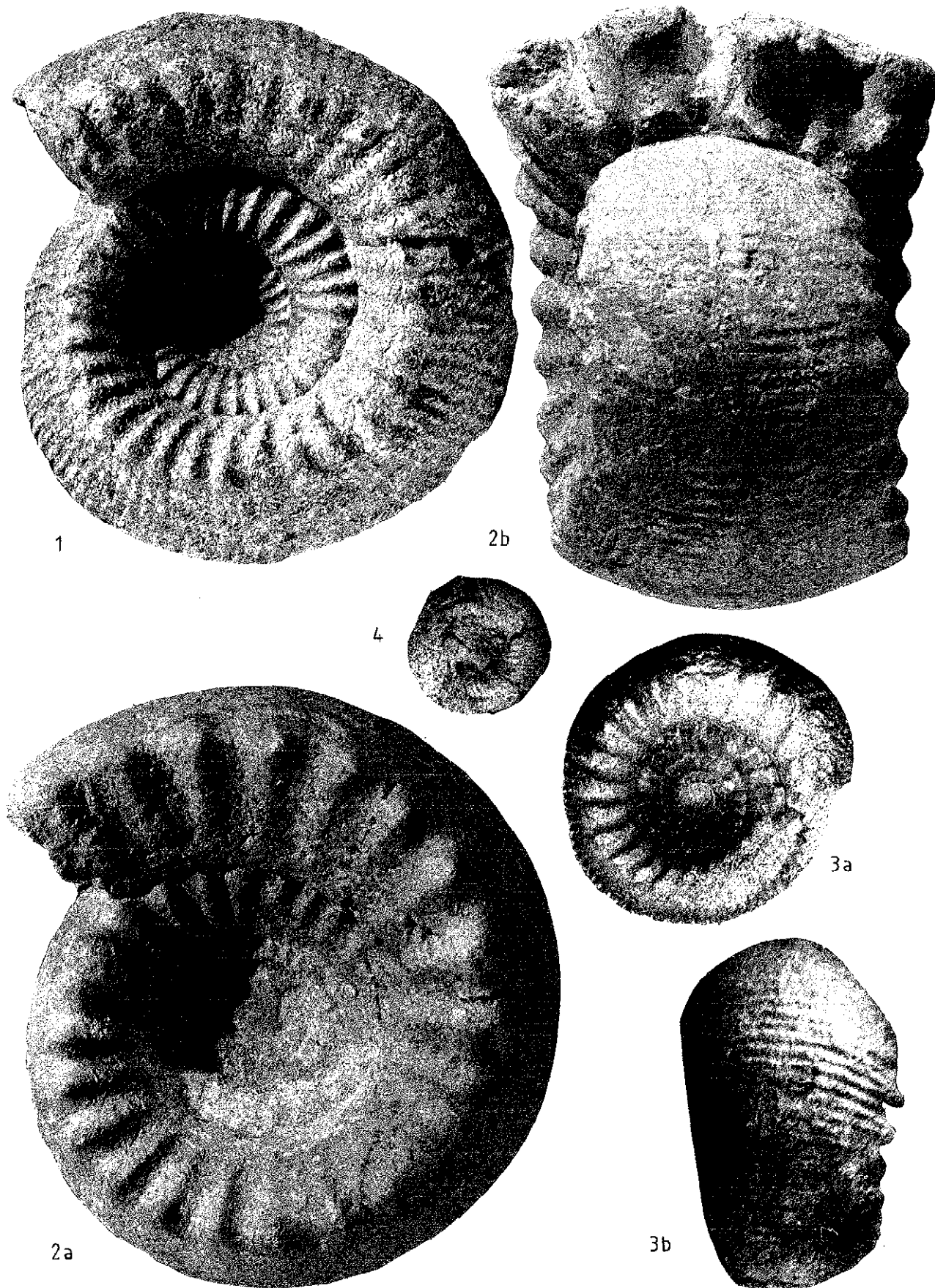
PL. 1 Sous-zone à Romani
Sous-zone à Humphriesianum



PL. II Sous-zone à *Humphriesianum*



PL. III (fig. 1, 3, 5 en place : Sous-zone à Blagdeni, horizon à Dubium)



PL. IV Sous-zone à Blagdeni
Sous-zone à Banksii

PLANCHE V

Sous-zone à Banksii

Sous-zone à Polygyralis, horizon à Hennigi

- Fig. 1 a,b. – *Teloceras (Teloceras) banksii* (J. Sowerby) ; coupe T : - 95 cm. Sous-zone à Banksii. × 2/3
 Fig. 2 a-c. – *Normannites orbigny* s. l. (Buckman) ; coupe T : - 95 cm. Sous-zone à Banksii. × 1
 Fig. 3 a, b ; fig. 4. – *Caumontisphinctes aplous* Buckman ; coupe X : -143 cm ; - 135 cm. Sous-zone à Banksii. × 1
 Fig. 5 a-c. – *Cadomites lissajousi* Roché ; coupe T : - 105 - 95 cm. Sous-zone à Banksii. × 1
 Fig. 6. – *Strigoceras pseudostrigifer* (Maubeuge) ; coupe C : - 110 - 100 cm. Sous-zone à Banksii. × 1
 Fig. 7 a, b. – *Caumontisphinctes hennigi* (Bentz) ; coupe X : - 120 cm. Sous-zone à Polygyralis, horizon à Hennigi. × 1
 Fig. 8. – *Caumontisphinctes bifurcus* Buckman ; coupe X : - 115 cm. Sous-zone à Polygyralis, horizon à Hennigi. × 1

PLANCHE VI

Sous-zone à Polygyralis : *Caumontisphinctes*, *Cadomites*

- Fig. 1 a, b. – *Caumontisphinctes polygyralis* Buckman ; coupe T : - 65 - 55 cm. Sous-zone à Polygyralis. × 1
 Fig. 2 a, b. – *Caumontisphinctes rota* (Bentz), spécimen entièrement cloisonné ; coupe C : - 65 cm. Sous-zone à Polygyralis, horizon à *Densicostata orthogona nov.* × 1
 Fig. 3 a, b. – *Cadomites pinguis* (Quenstedt) ; coupe A : -110 -105 cm. Sous-zone à Polygyralis, horizon à Hennigi. × 2/3
 Fig. 4 a-c. – *Cadomites homalogaster* Buckman ; coupe T : - 50 cm. Sous-zone à Polygyralis, horizon à *Orthogona obliqua nov.* × 2/3
 Fig. 5 a-c. – *Cadomites deslongchampsii* (d'Orbigny) ; coupe C : - 40 cm. Sous-zone à Polygyralis, horizon à *Densicostata obliqua nov.* × 0,9

PLANCHE VII

Sous-zone à Polygyralis

Sous-zone à Baculata

Sous-zone à Dichotoma

- Fig. 1 a-c. – *Cadomites cf. psilacanthus* (Wernbter) ; coupe U : - 30 cm. Sous-zone à Baculata. × 0,9
 Fig. 2 a, b. – *Cadomites septicostatus* Buckman ; coupe U : - 25 cm. Sous-zone à Baculata. × 0,9
 Fig. 3 a, b. – *Leptosphinctes davidsoni* Buckman ; coupe T : - 30 - 25 cm. Sous-zone à Baculata. × 0,8
 Fig. 4 a-c. – *Oppelia cf. flexa* (S. Buckman) ; coupe A : - 75 cm. Sous-zone à Polygyralis. × 1
 Fig. 5 a, b. – *Sphaeroceras terpartitum* Westermann ; non en place. Vraisemblablement sous-zone à Dichotoma. × 1

PLANCHE VIII

Sous-zone à Polygyralis.

Orthogarantiana (fig. 2-5 en place : horizon à *Densicostata orthogona nov.*)

- Fig. 1 a, b. – *Orthogarantiana fredericiromani* (Roché) ; non en place. × 1
 Fig. 2 a-c ; 5 a,b. – *Orthogarantiana haugi* Pavia ; coupe X : - 95 - 90 cm et -110 cm. Sous-zone à Polygyralis, horizon à *Densicostata orthogona nov.* × 1
 Fig. 3 a, b. – *Orthogarantiana aff. haugi* Pavia ; coupe T : -70 - 65 cm. Sous-zone à Polygyralis, horizon à *Densicostata orthogona nov.* × 0,9
 Fig. 4 a-c. – *Orthogarantiana schroederi* Bentz ; coupe X : - 115 - 110 cm. Sous-zone à Polygyralis, horizon à *Densicostata orthogona nov.* × 1

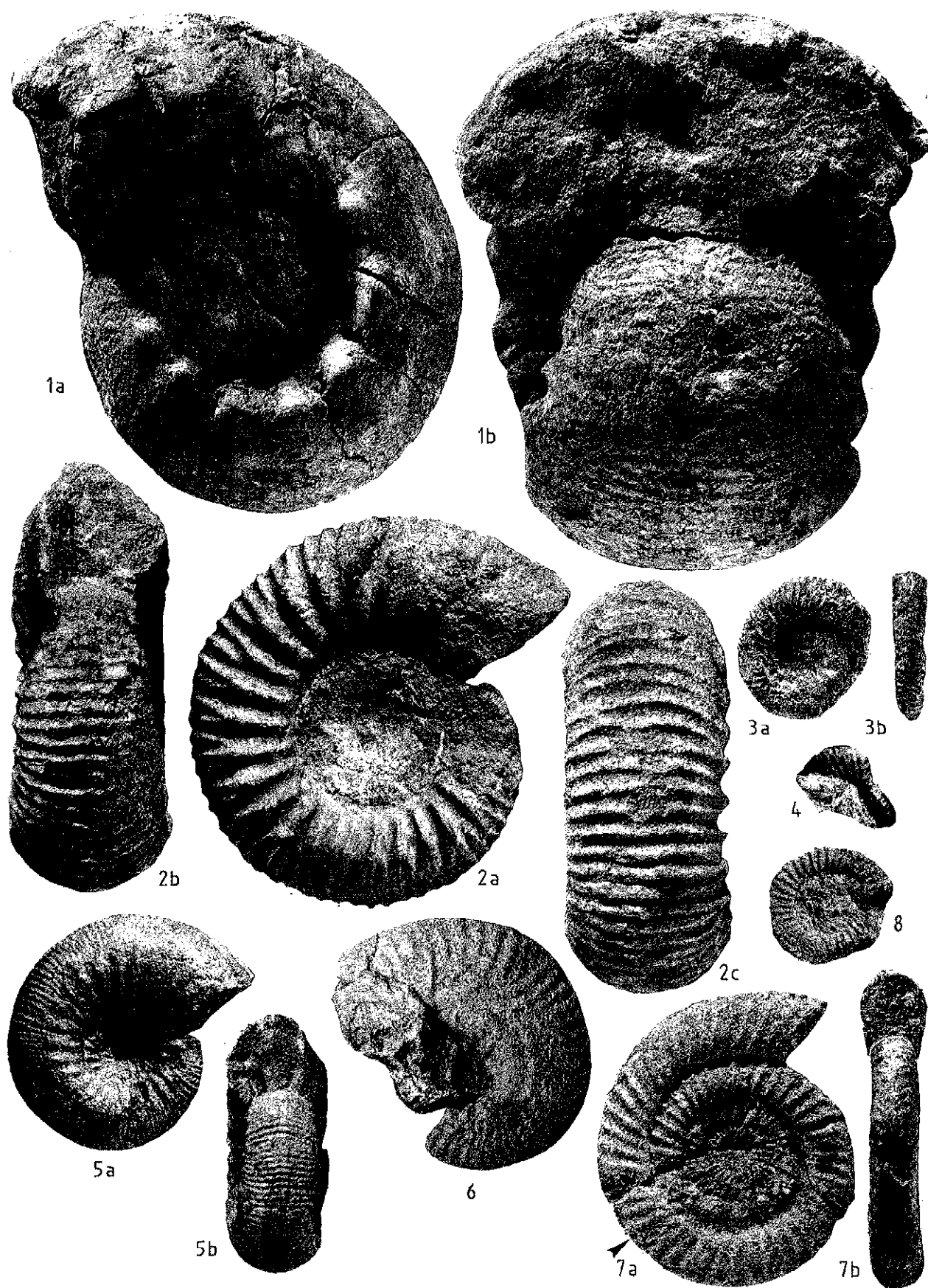
PLANCHE IX

Sous-zone à Polygyralis – horizon à *Densicostata orthogona nov.*

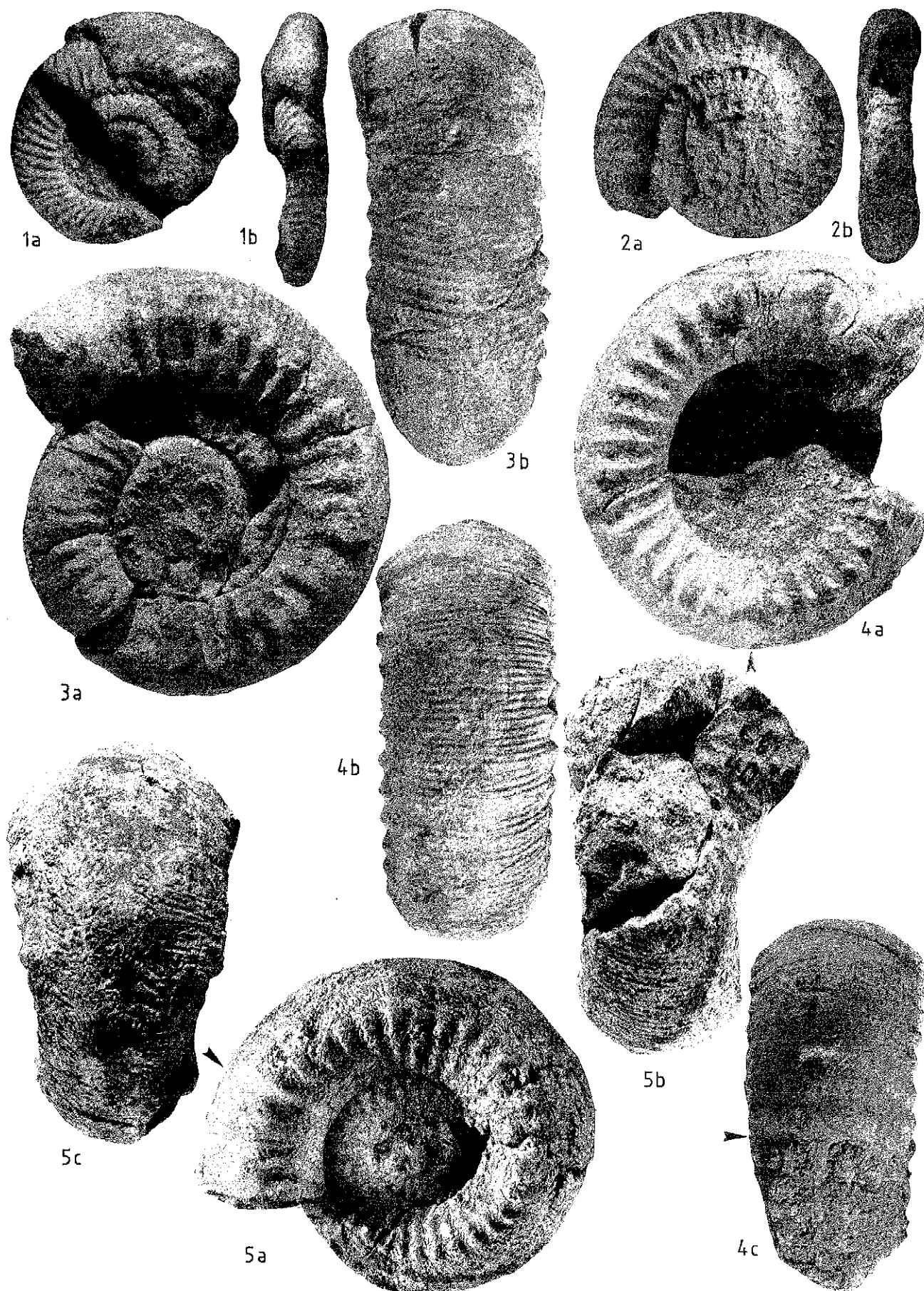
– horizon à *Densicostata obliqua nov.*

Sous-zone à Baculata

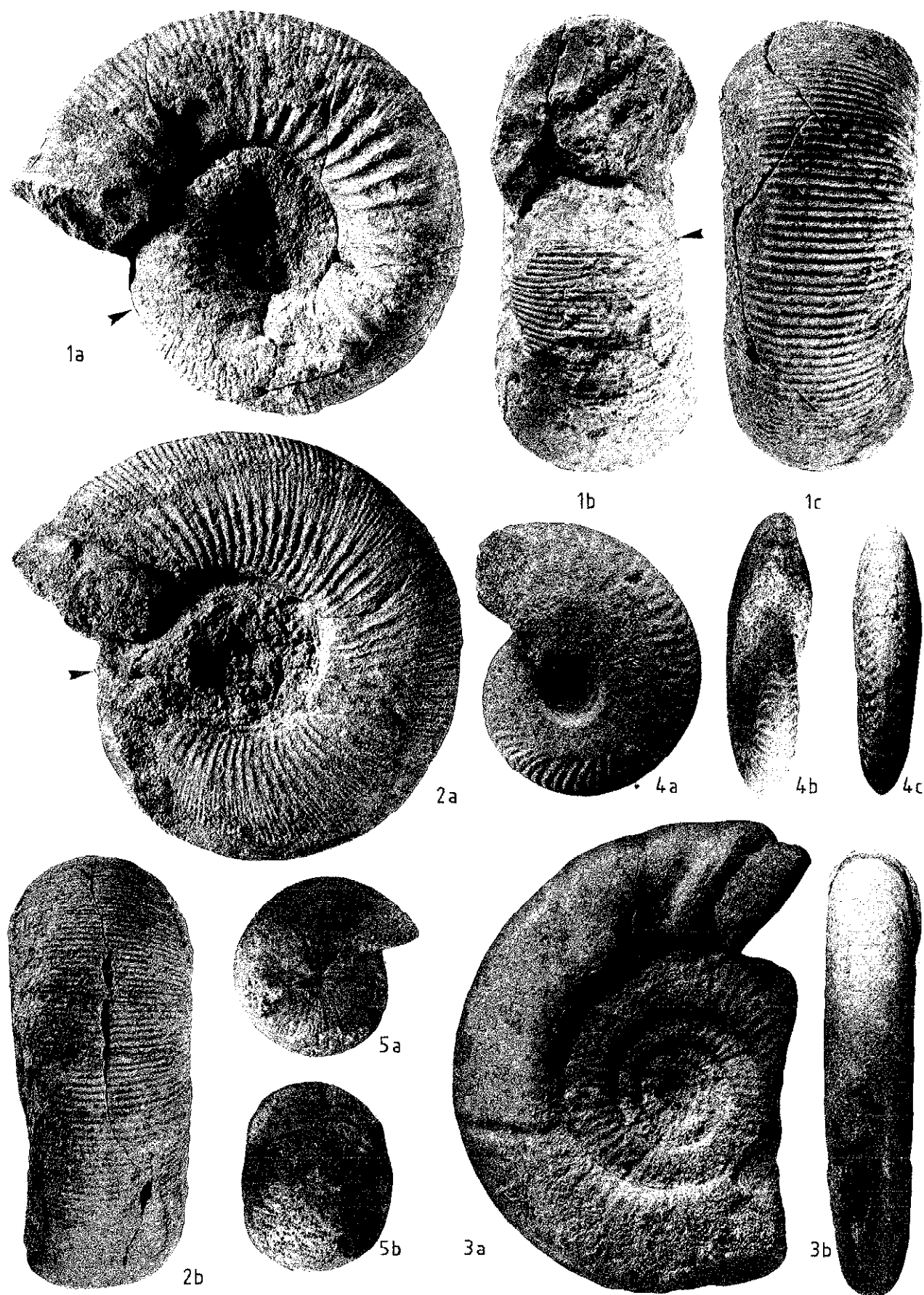
- Fig. 1 a-e. – *Orthogarantiana densicostata* (Quenstedt) *orthogona* subsp. nov., holotype ; coupe U : - 70 - 65 cm. Sous-zone à Polygyralis, horizon à *Densicostata orthogona nov.* × 0,9
 Fig. 2 a, b. – *Stenoceras bigoti* (Brasil) ; coupe V : - 70 - 60 cm. Sous-zone à Polygyralis, horizon à *Densicostata orthogona nov.* × 1
 Fig. 3 a, b. – *Stenoceras bajocense* (Blainville) ; coupe C : -50 - 45 cm. Sous-zone à Polygyralis, horizon à *Densicostata obliqua nov.* × 1
 Fig. 4 a-c ; 6 a,b. – *Orthogarantiana densicostata obliqua* subsp. nov. Fig. 4 : holotype ; coupe T : - 45 cm ; fig. 6 : nucléus, coupe A : - 80 -75 cm. Sous-zone à Polygyralis, horizon à *Densicostata obliqua nov.* × 1
 Fig. 5 a, b. – *Spiroceras fourneti* Roman et Pétouraud ; coupe X : - 87 cm. Sous-zone à Polygyralis, horizon à *Densicostata obliqua nov.* × 1
 Fig. 7 a, b. – *Garantiana baculata* (Quenstedt) ; coupe C : - 30 - 10 cm. Sous-zone à Baculata. × 1,5



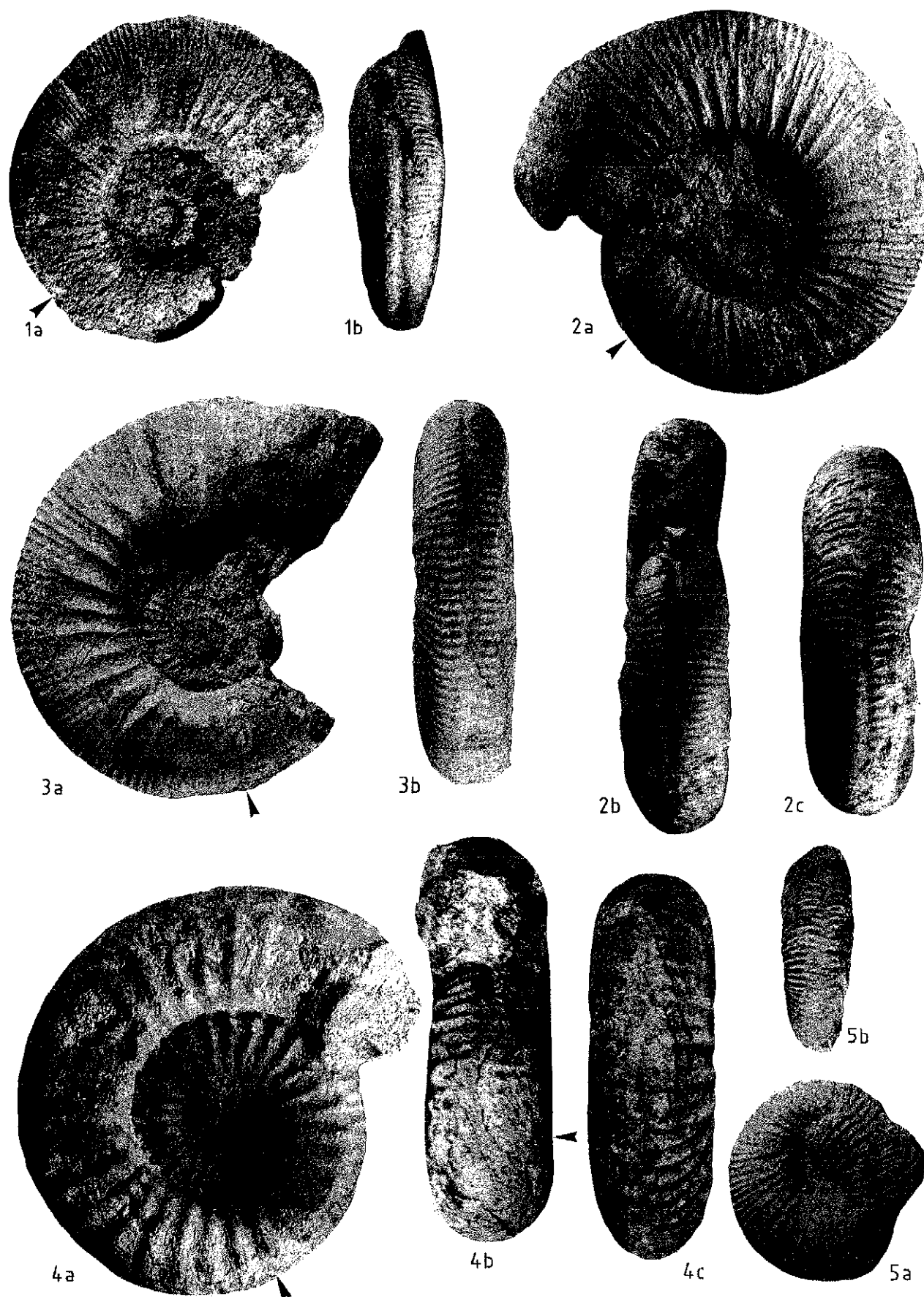
PL. V Sous-zone à Banksii
Sous-zone à Polygyralis, horizon à Hennigi



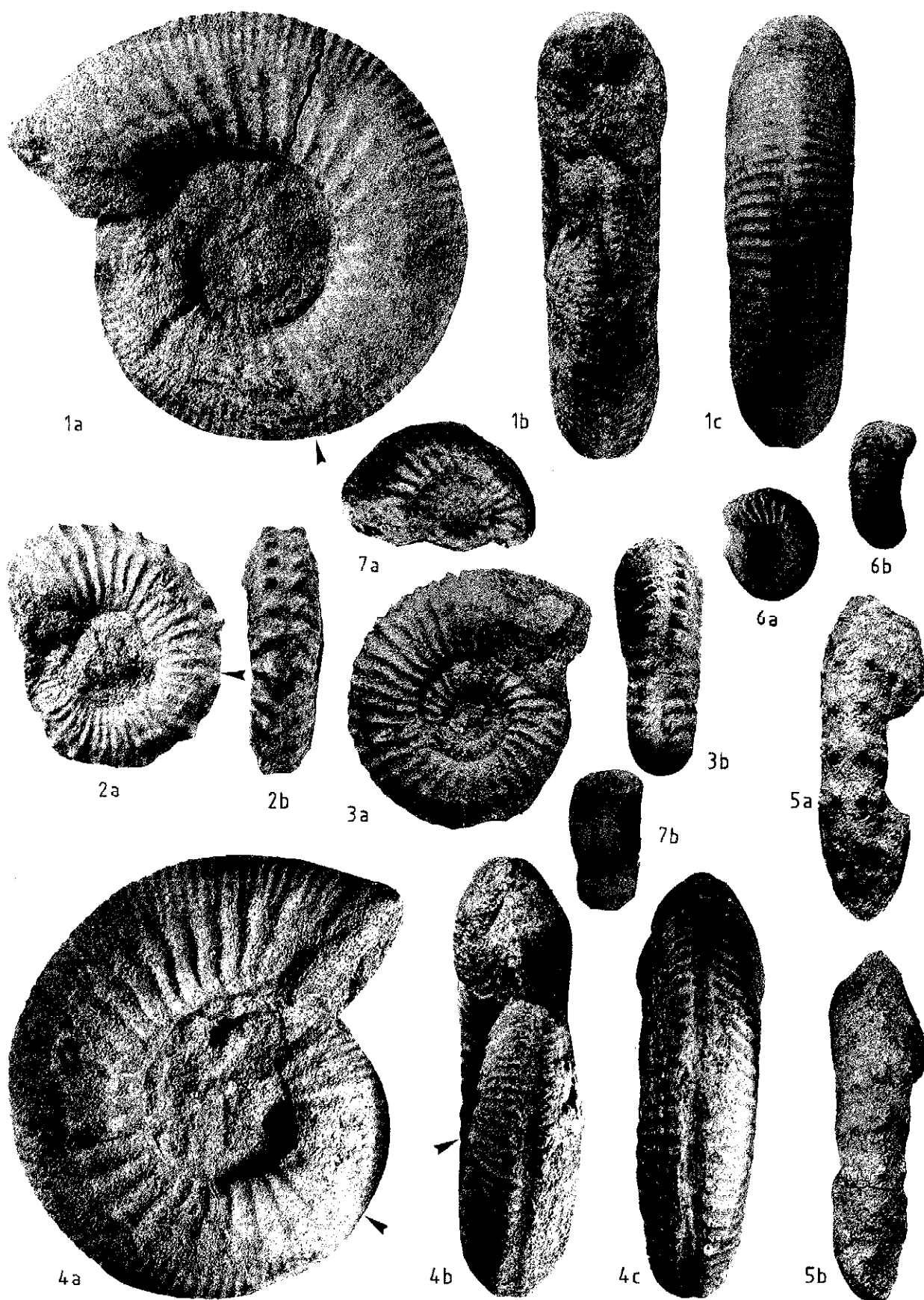
PL. VI Sous-zone à Polygyralis : *Caumontisphinctes*, *Cadomites*



PL. VII Sous-zone à Polygyralis
Sous-zone à Baculata. Sous-zone à Dichotoma



PL. VIII Sous-zone à Polygyralis.
Orthogantiana (fig. 2-5 en place : horizon à *Densicostata orthogona* nov.)



PL. IX Sous-zone à Polygyralis – horizon à *Densicostata orthogona* nov.
 – horizon à *Densicostata obliqua* nov.
 Sous-zone à Baculata

PLANCHE X

Sous-zone à *Baculata*

Sous-zone à *Dichotoma*

- Fig. 1 a, b. – *Garantiana baculata* (Quenstedt) ; coupe A : - 60 cm. Sous-zone à *Baculata* × 1
 Fig. 2 a, b. – *Garantiana* aff. *althoffi* Bentz ; coupe A : - 40 cm. Sous-zone à *Baculata* × 1
 Fig. 3 a, b. – *Stenoceras suevicum* Dietl ; coupe F : sous-zone à *Baculata* – sous-zone à *Dichotoma*. × 1
 Fig. 4. – *Stenoceras bigoti* (Brasil) et *Lissoceras* sp. ; coupe C : - 50 - 45 cm. Sous-zone à *Baculata*. × 1
 Fig. 5 a, b. – *Spiroceras orbigny* (Baugié et Sauzé) ; coupe X : - 70 cm. Sous-zone à *Baculata*. × 1
 Fig. 6 a, b. – *Prorsisphinctes limoniticus* (Buckman) (début L. H. à 20° au delà de la partie figurée); coupe A : - 45 - 40 cm. Sous-zone à *Baculata*. × 0,7
 Fig. 7 a, b. – *Bajocisphinctes bajociensis* (Siemiradzki) ; coupe A : - 35 cm. Limite sous-zone à *Baculata* / sous-zone à *Dichotoma*. × 0,7
 Fig. 8 a-c. – *Cleistosphinctes cleistus* Buckman ; coupe X : - 70 - 60 cm. Sous-zone à *Baculata*. × 1
 Fig. 9 a, b. – *Cadomoceras* cf. *costatum* Buckman ; coupe S : - 30 - 25 cm. Sous-zone à *Baculata* – sous-zone à *Dichotoma*. × 1
 Fig. 10 a, b. – *Cadomites* (*Polyplectites*) n. sp. n° 2 Fernandez-Lopez 1985, pl. 35, fig. 2 ; coupe U : - 10 cm. Sous-zone à *Dichotoma*. × 1
 Fig. 11 a, b. – *Orthogarantiana conjugata* (Quenstedt) ; coupe T : - 35 cm. Sous-zone à *Baculata*. × 1,1

PLANCHE XI

Sous-zone à *Dichotoma*

- Fig. 1 a, b. – *Pseudogarantiana* sp. ; coupe U : - 15 - 10 cm. Sous-zone à *Dichotoma*. × 1
 Fig. 2 a-c. – *Orthogarantiana conjugata* (Quenstedt) ; coupe A : - 30 - 25 cm. Sous-zone à *Dichotoma*. × 1
 Fig. 3 a, b. – *Garantiana platyrryma* (Buckman) ; coupe A : - 30 cm. Sous-zone à *Dichotoma*. × 1
 Fig. 4 a, b. – *Garantiana* cf. *garantiana* (d'Orbigny) ; coupe X : - 50 cm. Sous-zone à *Dichotoma*. × 1
 Fig. 5 a-c. – *Garantiana althoffi* Bentz (les tubercules latéraux sont presque complètement corrodés) ; coll. D. Raynaud, coupe C : - 25 cm. Sous-zone à *Dichotoma*. × 1
 Fig. 6 a-c. – *Lissoceras* sp. aff. *oolithicum* (d'Orbigny) in Sturani 1971, pl. 6, fig. 3,4 ; coupe X : - 50 cm. Sous-zone à *Dichotoma*. × 1
 Fig. 7 a-c. – *Microbajocisphinctes* cf. *tenuicostatus* Fernandez-Lopez ; coupe X : - 60 cm. Sous-zone à *Dichotoma*. × 1
 Fig. 8 a, b. – *Microbajocisphinctes tenuicostatus* Fernandez-Lopez ; coupe X : - 55 cm. Sous-zone à *Dichotoma*. × 1

PLANCHE XII

Sous-zone à *Garantiana*

(sauf fig. 8 : vraisemblablement sous-zone à *Dichotoma*)

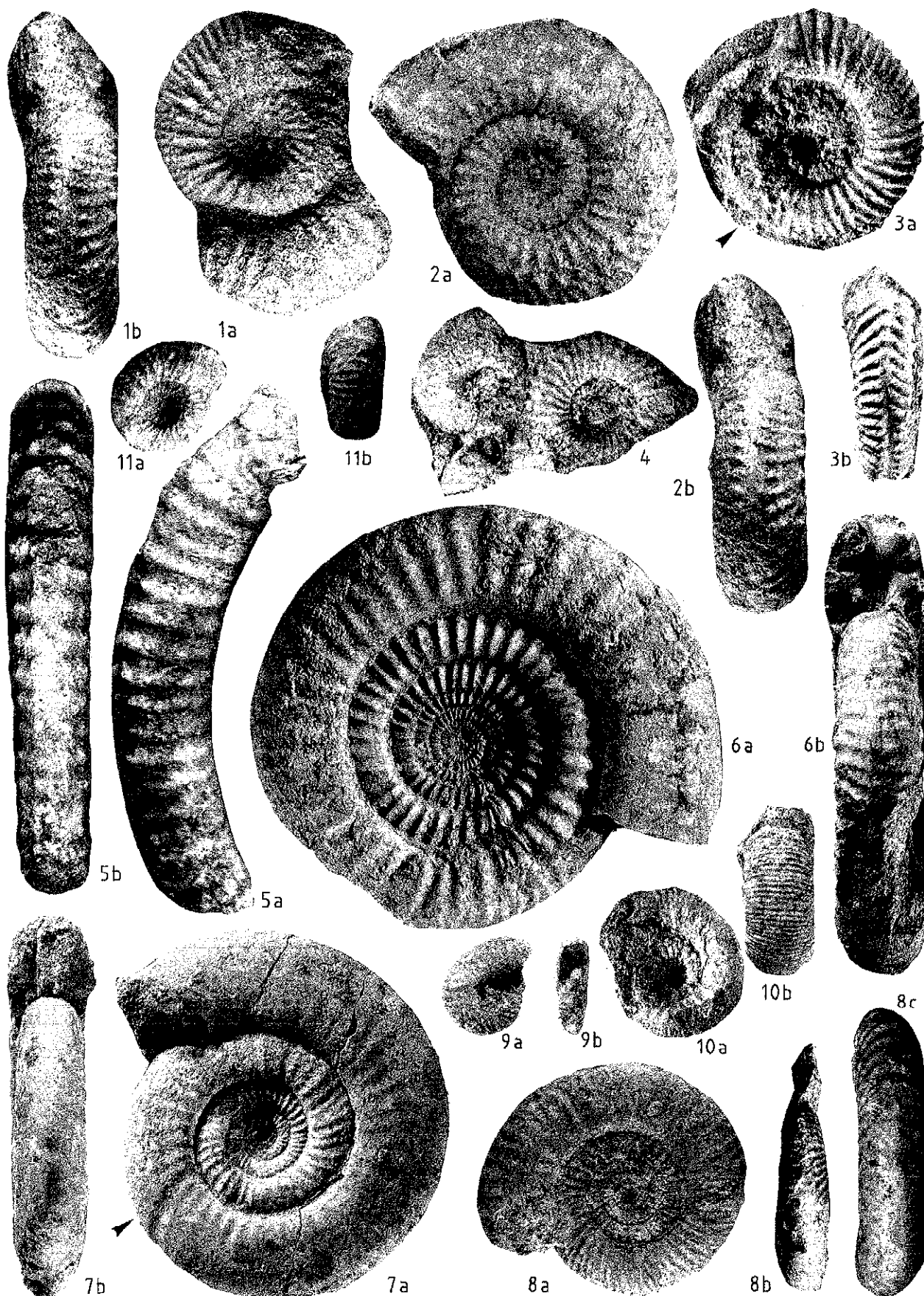
- Fig. 1 a-c. – *Microbajocisphinctes* cf. *densicostatus* Fernandez-Lopez ; coupe X : - 60 - 50 cm. Sous-zone à *Dichotoma* – sous-zone à *Garantiana*. × 1
 Fig. 2. – *Microbajocisphinctes pseudointerruptus* Fernandez-Lopez ; coupe A : - 15 - 10 cm. Sous-zone à *Garantiana*. × 1
 Fig. 3 a-c. – *Spiroceras annulatum* (Deshayes) ; coupe X : env. - 40 cm. Sous-zone à *Garantiana*. × 1
 Fig. 4 a-c. – *Garantiana garantiana* (d'Orbigny), forme à côtes fines cf. *densicosta* (Quenstedt), spécimen complet avec vestige du péristome ; coupe X : - 50 - 45 cm. Sous-zone à *Garantiana*. × 1
 Fig. 5 a, b ; 6 a-c. – *Garantiana garantiana* (d'Orbigny), forme à section arrondie *suevica* Wetzel ; coupe X : - 40 ; - 45 - 40 cm. Sous-zone à *Garantiana*. × 1
 Fig. 7 a-c. – *Garantiana garantiana* (d'Orbigny) spécimen complet avec péristome ; coupe X : - 35 cm. Sous-zone à *Garantiana*. × 0,8
 Fig. 8 a-c. – *Orthogarantiana conjugata* (Quenstedt) ; coupe V : - 10 - 5 cm. Provient probablement de la sous-zone à *Dichotoma* sous-jacente. × 1,1
 Fig. 9. – *Garantiana garantiana* (d'Orbigny) ; coupe X : - 45 - 40 cm. Sous-zone à *Garantiana*. × 1,2

PLANCHE XIII

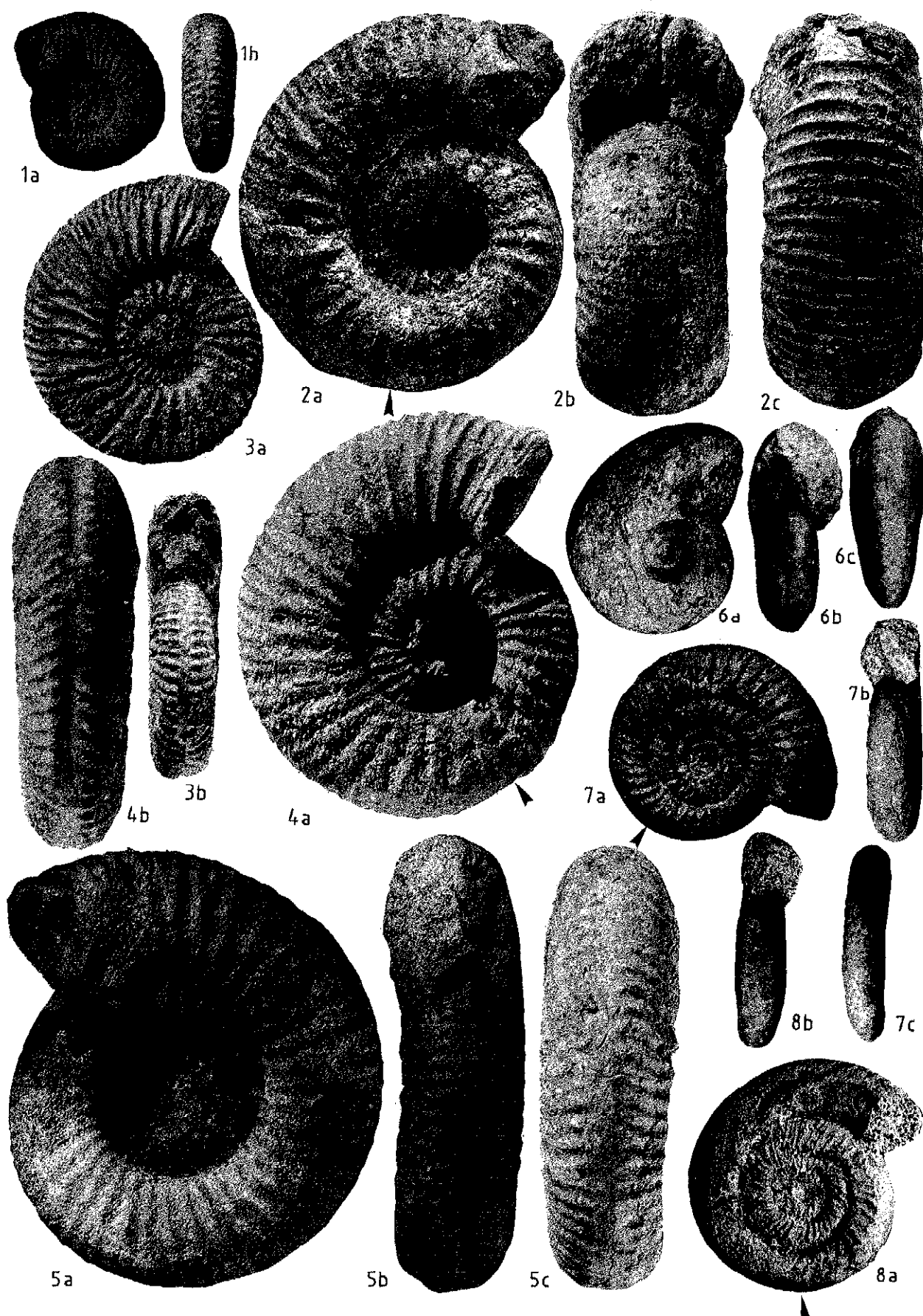
Sous-zone à *Tetragona*

Sous-zone à *Acris*

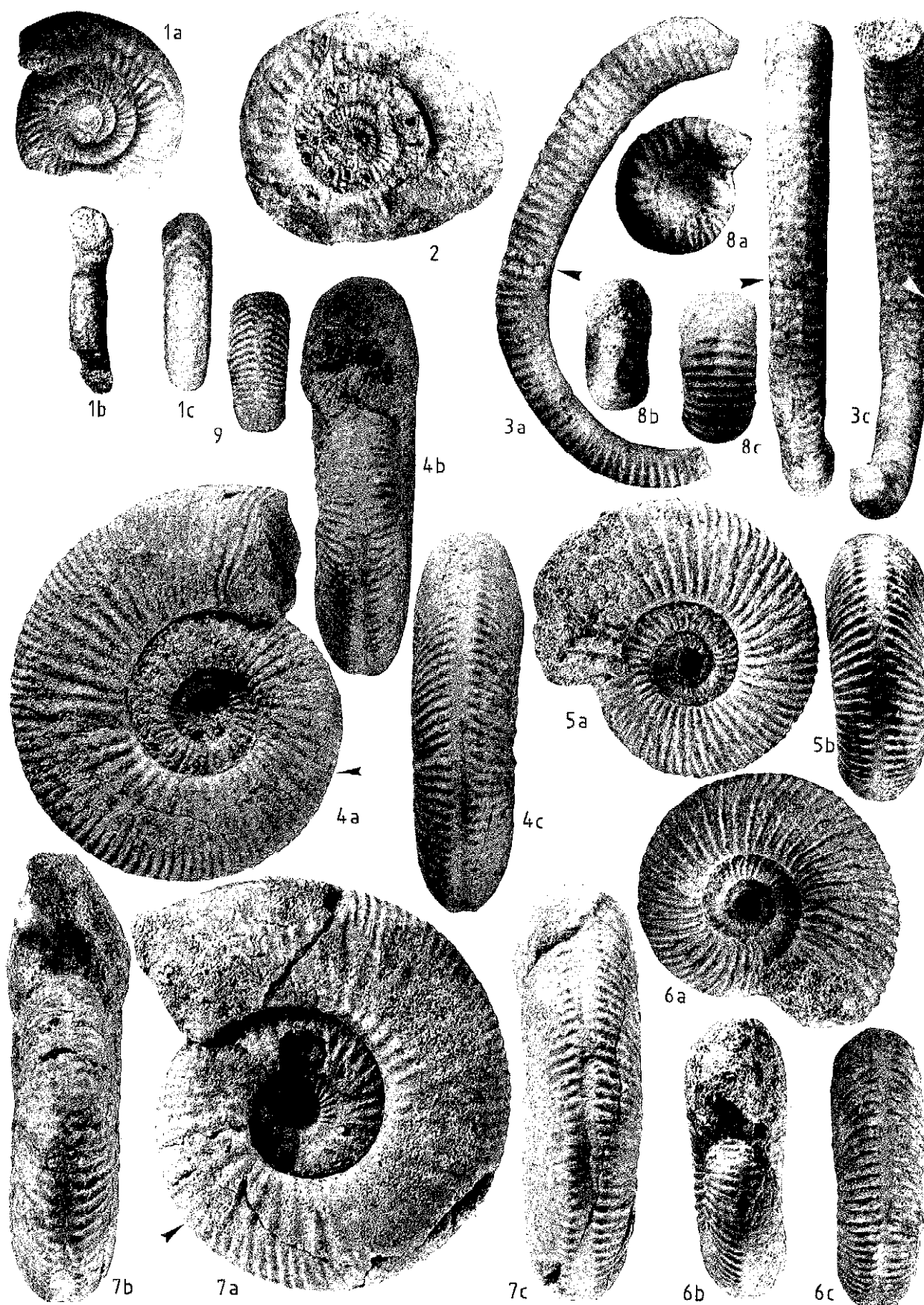
- Fig. 1 a, b. – *Garantiana* cf. *tetragona* Wetzel ; coupe X : - 25 cm. Sous-zone à *Tetragona*. × 0,8
 Fig. 2. – *Garantiana tetragona* Wetzel (le spécimen, beaucoup plus complet, n'a pu être sauvegardé) ; coupe X : - 25 cm. Sous-zone à *Tetragona*. × 1
 Fig. 3 a, b. – *Spiroceras annulatum* (Deshayes), péristome ; coupe X : - 25 cm. Sous-zone à *Tetragona*. × 1
 Fig. 4 a, b. – *Strigoceras symplectum* (S. Buckman) = ? *paronai* (Tranth) (Sturani, 1971) ; coupe X : - 30 - 25 cm. Sous-zone à *Tetragona*. × 1
 Fig. 5 a, b ; fig. 6 a-c. – *Parkinsonia rarecostata* (J. Buckman) (microconques) ; respectivement coupe G : - 5 à 0 cm et coupe X : - 5 à 0 cm). Sous-zone à *Acris*. Fig. 5 : × 2/3 ; fig. 6 : × 1
 Fig. 7 a, b. – *Parkinsonia* sp. (macroconche) ; coupe X : 0 cm. Sous-zone à *Acris*. × 2/3



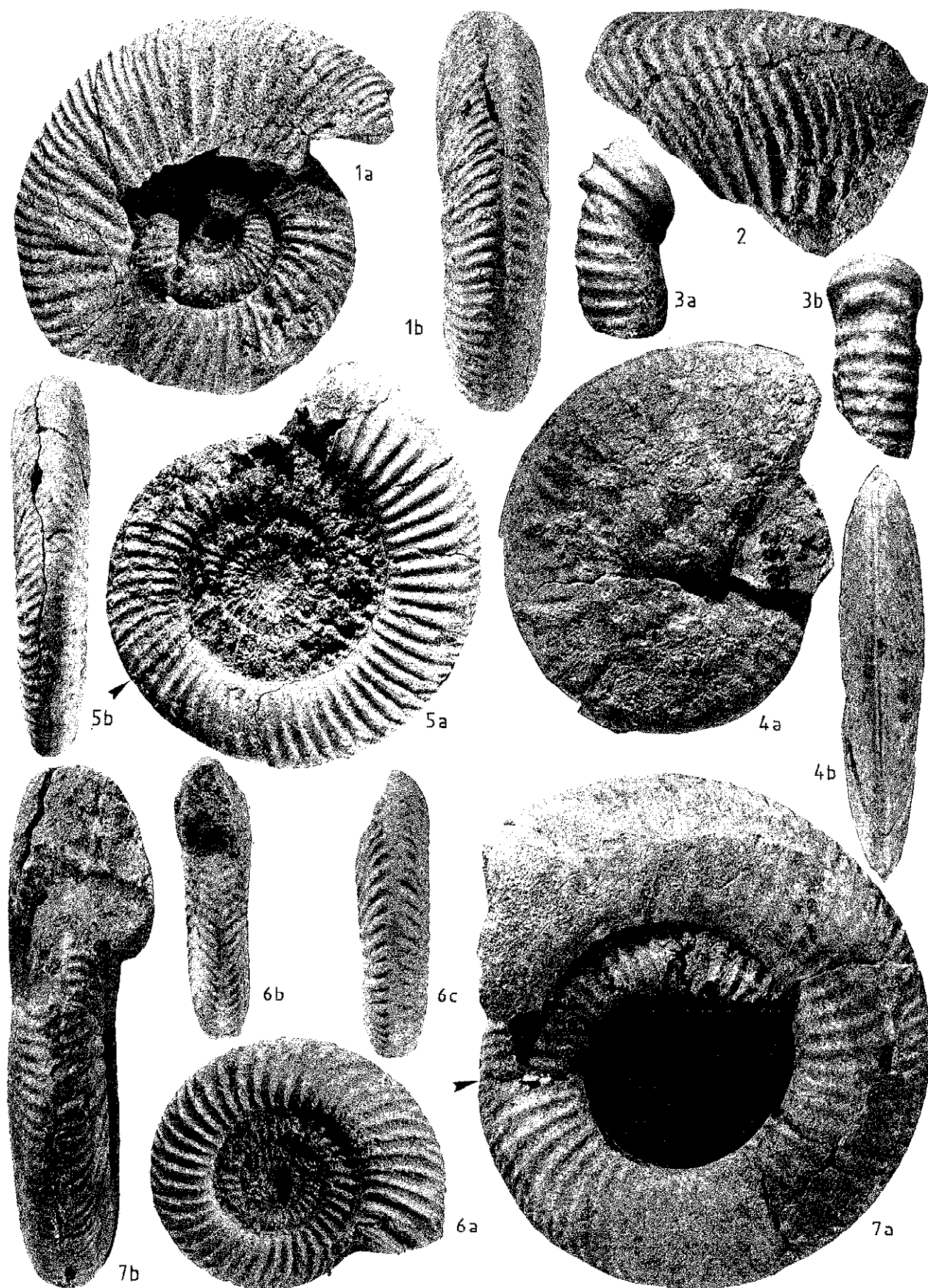
PL. X Sous-zone à Baculata
Sous-zone à Dichotoma



PL. XI Sous-zone à *Dichotoma*



PL. XII Sous-zone à *Garantiana*
(sauf fig. 5 : vraisemblablement sous-zone à *Dichotoma*)



PL. XIII Sous-zone à *Tetragona*
Sous-zone à *Acris*

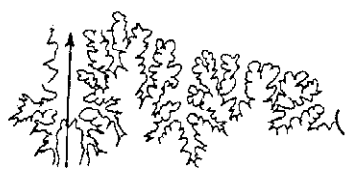


Fig. 1. - *Stephanoceras* (St.) *brodioei* (Sow.)
"banc à *Stephanoceras*" (sommet)

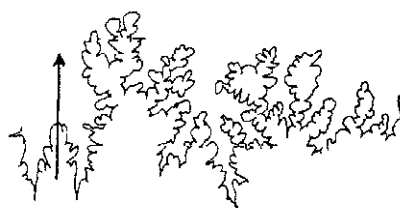


Fig. 2. - *Teloceras* (P.) cf. *triplex* Weisert
"banc à *Stephanoceras*" (sommet).

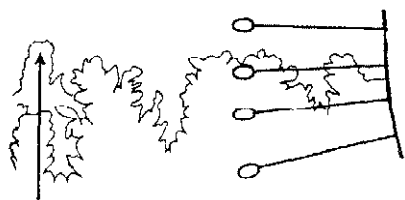


Fig. 3. - *Cadomites pinguis* (Quenstedt)
Coupe A : - 110 - 105 cm. Sous-zone à *Polygyralis*,
horizon à *Hennigi*



Fig. 4. - *Cadomites homologaster* Buckman
Coupe T : - 50 cm. Sous-zone à *Polygyralis*.



Fig. 5. - *Orthogarantiana* aff. *haugi* Pavia.
Coupe T : - 70 - 65 cm. Sous-zone à *Polygyralis*,
horizon à *Densicostata orthogona*.



Fig. 6. - *Orthogarantiana densicostata* (Quenstedt) subsp. *orthogona* nov.
Coupe U : - 70 - 65 cm. Sous-zone à *Polygyralis*,
horizon à *Densicostata orthogona*.

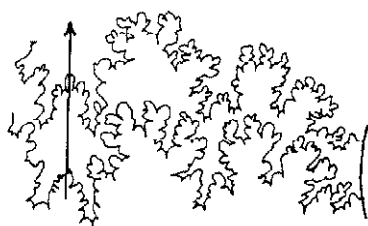


Fig. 7. - *Prorsisphinctes limoniticus* (Buckman)
Coupe A : - 45 - 40 cm. Sous-zone à *Baculata*.



Fig. 8. - *Bajocisphincte bajociensis* (Siemiradzki)
Coupe A : - 35 cm. Sous-zone à *Baculata*.

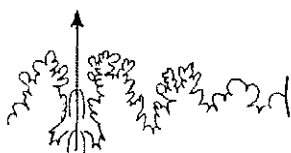


Fig. 9. - *Orthogarantiana conjugata* (Quenstedt)
Coupe A : - 30 - 25 cm. Sous-zone à *Dichotoma*.



Fig. 10. - *Orthogarantiana conjugata* (Quenstedt).
Coupe V : - 10 - 5 cm. Sous-zone à *Dichotoma* (probablement).

PL. XIV Lignes cloisonnaires $\times 1$
(relevé et dessin M. Trévisan)

OUVRAGES EN FRANÇAIS

LA SISMIQUE DE PUITS

De la pratique des différentes méthodes et de leurs applications en exploration pétrolière et en géophysique de gisement.

J.L. MARI, F. COPPENS - *Broché*, 21 x 29,7, 78 p. 116 F

SISMIQUE ET DIAGRAPHIES

Comment faciliter le calage de la sismique et améliorer la connaissance des réservoirs : l'apport des diagraphies et de la sismique de puits.

S. BOYER, J.-L. MARI - *Relié*, 21 x 27,5, 200 p. 320 F

TRAITEMENT DES DIAGRAPHIES ACOUSTIQUES

Initiation à l'utilisation de la méthode acoustique pour la caractérisation des formations.

J.-L. MARI, F. COPPENS, Ph. GAVIN, E. WICQUART
Extrait de la Revue de l'IFP - *Brochure*, 21 x 29,7, 104 p. 221 F

GÉOPHYSIQUE DES BASSINS SÉDIMENTAIRES

Un ouvrage clair et bien informé sur les méthodes géophysiques : leur évolution et leur mise en application.

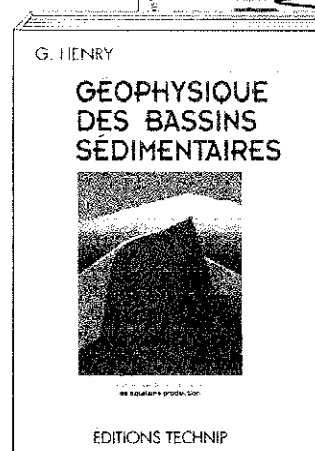
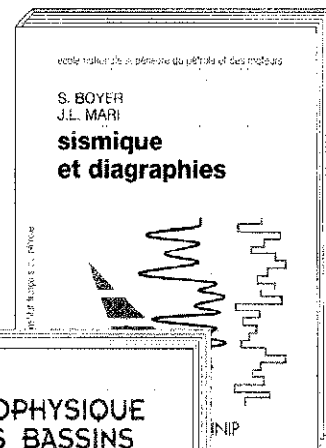
G. HENRY - *Relié*, 17 x 24, 464 p. 750 F

ÉLÉMENTS DE GÉOLOGIE

J. GUILLEMOT - 4^e édition. *Relié*, 17 x 24, 208 p. 247 F

GUIDE PRATIQUE POUR LE SYSTÈME INTERNATIONAL D'UNITÉ (SI)

M. MOUREAU - 2^e édition. *Broché*, 21 x 29,7, 45 p. 90 F



OUVRAGES EN ANGLAIS

WAVE SEPARATION

This easy-to-read fundamental work will be of great use to those who, whatever their discipline, are involved in wave separation and signal and noise extraction.

F. GLANGEAUD, J.-L. MARI
Paperback, 210 x 297, 86 p. 175 F

FORMATION IMAGING BY ACOUSTIC LOGGING

To demonstrate some little-known or unknown applications of acoustic logging for characterizing reservoirs.

Edited by J.L. MARI - *Paperback*, 210 x 297, 64 p. ... 160 F

GEODYNAMIC EVOLUTION OF SEDIMENTARY BASINS

Proceedings of interest to all geologists, either in academic institutions or in the petroleum industry.

Edited by F. ROURE, N. ELLOUZ, V.S. SHEIN, I.I. SKVORTSOV - *Paperback*, 210 x 297, 500 p. 480 F

APPLIED PETROLEUM GEOCHEMISTRY

"() to review the concepts upon which geochemistry is presently based, to screen them and to determine a consensus on what is well established and what is still controversial."

Edited by M.L. BORDENAVE
Hardback, 190 x 275, 538 p. 785 F

CARTES

CARTE BATHYMÉTRIQUE DE LA MARGE CONTINENTALE AU LARGE DU DELTA DU RHÔNE GOLFE DU LION

1 carte pliée, 21 x 29 (format plano 102 x 151,2),
échelle au 1/200 000. 520 F

CARTE GÉOLOGIQUE DES CARAÏBES AU 1/2 500 000

1 carte en deux coupures, 90 x 120, 12 couleurs,
légende détaillée. 1000 F

PRINCIPAUX TYPES DE CARTES EN GÉOLOGIE BUT. UTILISATION. ÉLABORATION

Broché, 21 x 27, 360 p. 809 F

THÈSES

DISTRIBUTION MICROSCOPIQUE DE LA MATIÈRE DISSÉMINÉE DANS LES ROCHES-MÈRES TECHNIQUE D'ÉTUDE. INTERPRÉTATION DES CONDITIONS DE DÉPÔT ET DE DIAGÈNÈSE

S. BELIN - *Broché*, 21 x 29,7, 372 p. 700 F

ARCHÉOLOGIE AÉRIENNE EN ÎLE-DE-FRANCE, BEAUCÉ, BRIE, CHAMPAGNE

D. JALMAIN - *Broché*, 18 x 24, 192 p. 184 F