

Comparaison des spécimens-types des espèces *densicosta* Quenstedt et *tetragona* Wetzel (Ammonoidea, Stephanoceratidae, Garantianinae).

Conséquences pour les indices biostratigraphiques du Bajocien supérieur ouest-européen et méditerranéen*

Henri GAUTHIER ⁽¹⁾

Michel RIOULT ⁽²⁾

Comparison of the type-specimens of species densicosta Quenstedt and tetragona Wetzel (Ammonoidea, Stephanoceratidae, Garantianinae).

Consequences for the biostratigraphical indexes of the West-European and Mediterranean Upper Bajocian

Géologie de la France, n° 4, 1999, pp. 59-65, 1 pl. photo.

Mots-clés : Synonyme, Ammonoidea, Spécimens-types, Bajocien, Indices biostratigraphiques, Garantianinae, Europe de l'Ouest.

Key words: Synonymy, Ammonoidea, Type specimens, Bajocian, Index fossils, Garantianinae, Western Europe.

Résumé

L'examen des spécimens originaux d'Ammonites Parkinsoni densicosta Quenstedt 1886, pl. 72, fig. 2 et Garantiana tetragona Wetzel 1911 démontre la conspécificité de ces spécimens et par conséquent la synonymie des deux espèces basées sur ces individus : le taxon densicosta est antérieur à tetragona, mais la mésinterprétation constante de densicosta, comme une espèce du genre Parkinsonia, en premier lieu par Quenstedt lui-même et ensuite par presque tous les auteurs, nous conduit à recommander l'abandon de ce taxon (par une décision de la CINZ) et de désigner cette espèce Garantiana tetragona Wetzel pour éviter à l'avenir toute confusion.

De récentes collectes banc par banc dans le Jura souabe (V. Dietze, sous presse) précisent sa position stratigraphique, laquelle semble pratiquement

limitée au sommet de la zone à Garantiana (sous-zone à Tetragona), au-dessus de Garantiana garantiana (d'Orbigny).

Comme l'ont déjà souligné G. Dietl et Galácz (in Callomon et al., 1987), G. Dietl (1990), Densicosta n'est donc pas un indice valable pour la sous-zone moyenne de la zone à Parkinsoni. En dépit de l'identité des indices zonal et subzonal, Parkinsonia parkinsoni (Sowerby) paraît le meilleur choix comme indice (G.E.G. Westermann, 1967) de cette unité biostratigraphique, parce que l'espèce est bien illustrée, avec une distribution cosmopolite et une répartition biostratigraphique limitée, beaucoup plus restreinte que Strigoceras truellei introduit par Buckman et utilisé en Angleterre mais non dans les autres pays européens.

L'espèce Garantiana tetragona Wetzel (= « densicosta » (Quenstedt)) caractérise la partie supérieure de la zone à

Garantiana : c'est la forme la plus représentative de cette sous-zone et son usage comme indice de celle-ci est généralement accepté. Donner la priorité à densicosta comme nom d'espèce introduirait un sérieux problème pour le choix d'un indice satisfaisant pour cette sous-zone, car il n'est pas possible d'utiliser l'indice Densicosta dans une acception différente de celle qu'il avait jusqu'ici, ce qui serait contraire aux règles de priorité et à la clarté de la nomenclature des indices de zone.

Abstract

Examination of the original specimens of Ammonites Parkinsoni densicosta Quenstedt (1886, pl. 72, Fig. 2) and Garantiana tetragona Wetzel (1911) demonstrates the conspecificity of these specimens and therefore the synonymy of the two species based upon these individuals. The taxon densicosta is anterior to

* Manuscrit reçu le 4 novembre 1999, accepté le 15 décembre 1999.

(1) Laboratoire de Paléontologie du Muséum National d'Histoire Naturelle, 8 rue Buffon 75005, Paris et Institut géologique Albert de Lapparent, 13 boulevard de l'Hautail, 95092 Cergy-Pontoise, France.

(2) 18, rue de la Délivrande, 14000 Caen, France.

tetragona Wetzel, but the constant misinterpretation of *densicosta*, initially by Quenstedt himself as a variety of *Ammonites Parkinsoni* Sowerby and later by almost all authors as a species of the genus *Parkinsonia*, leads us to recommend the ruling out of this taxon (by ICZN decision) and to name this species *Garantiana tetragona* Wetzel so as to avoid confusion in the future.

Recent bed by bed sampling in the Swabian Alb (V. Dietze, in press) specifies its stratigraphical position, which seems practically limited to the top of the *Garantiana* Zone, above *G. garantiana* (d'Orbigny).

As already emphasized by G. Dietl and A. Galácz (in Callomon et al., 1987) and G. Dietl (1990), *Densicosta* is therefore not valid as an index for the middle part of the *Parkinsoni* Zone. Despite the identity of the zonal and subzonal indexes, *Parkinsonia parkinsoni* (Sowerby) seems to be the best index for this biostratigraphical unit (G.E.G. Westermann, 1967), because this species is a well-illustrated *Parkinsonid* with a cosmopolitan distribution and a relatively limited biostratigraphical distribution, more restricted than *Strigoceras truellei* (d'Orbigny) first chosen by Buckman and used in England but not the rest of Europe.

The species *Garantiana tetragona* Wetzel (= "*densicosta*" (Quenstedt)) characterizes the upper part of the *Garantiana* Zone; it is the most representative form of this subzone and its use as an index of the upper subzone of the *Garantiana* Zone is generally accepted. To give priority to *densicosta* would create a serious problem as regards the choice of a satisfactory index for this subzone because it would preclude its use as index in any other sense.

Problème de nomenclature et répartition stratigraphique des taxons *densicosta* et *tetragona*

Rappel bibliographique. Quenstedt a figuré en 1886 deux spécimens du Brauner Jura ε de Nipf (Ipf) sous le nom d'*Ammonites Parkinsoni densicosta* (p. 604, pl. 72, fig. 1 et 2). Ils ont été refigurés par Schlegelmilch (1985, pl. 32, fig. 5 ; pl. 34, fig. 1). Le premier, à côtes plus

fines et côtes bifurquées moins nombreuses, fut renommé par Trauth (1923, p. 238-239) *Garantiana wetzeli*. Cependant, le second, à côtes plus fortes, appartient aussi au genre *Garantiana*, comme Dietl et Galácz in Callomon et al. (1987, p. 16-17), G. Dietl (1990) l'ont fait remarquer. En effet, les terminaisons ventrales des côtes secondaires sont opposées et non alternes comme dans le genre *Parkinsonia* et la ligne cloisonnaire, correctement dessinée par Quenstedt, est radiale et typique des *Garantianinae*.

Comparaison. De plus, la comparaison du spécimen original d'*Ammonites Parkinsoni densicosta* figuré par Quenstedt en 1886 pl. 72, fig. 2 avec l'original de *Garantiana tetragona* Wetzel 1911 pl. XI, fig. 8-9 (lectotype désigné par Schlegelmilch, 1985) et aussi avec tous les syntypes de la collection Wetzel, originaires de Bielefeld, Teutoburger Waldes, nous amène à la conclusion que ces spécimens sont conspécifiques.

Le spécimen original de la figure 2 de Quenstedt est dépourvu du test sur le flanc droit, entièrement cloisonné comme le montre d'ailleurs la figuration de Quenstedt ; c'est un phragmocône de 92 mm de diamètre qui devait atteindre au moins 130-135 mm. Il semble *a priori* différent du lectotype de *Garantiana tetragona* Wetzel, 1911 pl. XI, fig. 8-9 ; mais ce dernier a le test entièrement préservé et, sur celui-ci, les côtes sont beaucoup plus marquées, avec une section arrondie au lieu d'être aiguë et pincée comme sur le moule interne ; de plus, toujours sur le test, à la fin du phragmocône et sur la loge d'habitation (c'est-à-dire sur un tour ou davantage), elles traversent sans interruption la région ventrale au lieu de s'interrompre sur la plus grande partie du dernier tour comme c'est le cas sur le moule interne.

En réalité, les caractères des types figurés de ces deux espèces sont quasi identiques : costulation presque de même densité et de même allure, avec la même courbure régulière vers l'avant des côtes primaires et secondaires sur tous les tours, la même hauteur en moyenne des points de bifurcation ; tours de même enroulement (même recouvrement de 2/5 du tour précédent, à condition de comparer des parties non déformées et au même diamètre, car sur le spécimen original du lectotype de *tetragona*, les tours internes

sont écrasés, incomplets et déplacés par rapport à la spire d'enroulement, ce qui modifie le recouvrement apparent de l'avant-dernier tour par le tour externe, dont les deux derniers tiers ont conservé leur forme), de même forme avec une section comprimée à croissance rapide en hauteur et des rapports de dimensions très proches :

Type de *densicosta* (en mm) :

D	H	E
92	32	27
78	27	26

Type de *tetragona* (en mm) :

D	H	E
92	33	27,5
78	28	26,5

La seule différence observable est, si l'on considère le seul demi-tour homologue des deux spécimens pour lequel les côtes sont dénombrables (entre les diamètres de 92 mm et environ 68 mm), la présence de trois côtes non divisées pour l'original de *densicosta* alors qu'il n'en existe probablement qu'une sur ce demi-tour pour *tetragona* lequel présente par contre deux côtés trifurqués.

Type de *densicosta*

entre D = 92 et 68 mm :

Nprim.	Nsec.
30	57-58

Type de *tetragona*

entre D = 92 et 68 mm :

Nprim.	Nsec.
26-27	55-56

L'état de conservation des tours plus internes du type de *tetragona* ne permet pas d'observer sur ces derniers les côtes secondaires et leur indice de division. Sur la portion terminale du même spécimen (loge d'habitation) il existe deux trifurcations (ce qui n'est pas rare dans cette série) mais, nous l'avons déjà signalé, la loge n'est pas conservée pour le type de *densicosta* et la comparaison ne peut être faite.

L'examen, sur l'original d'*A. Parkinsoni densicosta* pl. 72, fig. 2, du flanc gauche, opposé à celui figuré par Quenstedt, lequel a conservé son test, confirme encore, si besoin en était, cette identité des caractères, avec en particulier, la section arrondie des côtes ; la figuration ici, pour la première fois, de ce flanc gauche (pl. 1, fig. 1 a) montre cette ressemblance frap-

pante. D'autre part, une portion terminale de tour d'un syntype de *tetragona* (coll. Wetzel n° 578-139, figuré aussi pour la première fois : pl. 1, fig. 3 a-b) montre à la fois ces caractères du moule interne et du test. Le lectotype de *tetragona* est également refiguré (pl. 1, fig. 2 a-c).

Ces spécimens ne présentent pas de différence dépassant le niveau de variétés et ne peuvent être distingués spécifiquement (ainsi que tous les syntypes de la coll. Wetzel, constitués d'ailleurs par de simples fragments de tours). Autrement dit, les deux espèces *densicosta* et *tetragona*, dont la définition est basée sur ces spécimens, sont synonymes.

Le taxon *densicosta* Quenstedt 1886 a priorité sur *tetragona* Wetzel 1911 ; cependant, dès sa création par Quenstedt comme une variété de l'espèce *Ammonites Parkinsoni* Sowerby, ce taxon *densicosta* fut mal interprété ; ensuite, la quasi-totalité des auteurs jusqu'en 1987 (excepté Wetzel en 1911, à notre connaissance), l'ont rattaché à tort au genre *Parkinsonia* Bayle, 1878. Il ne peut continuer à être utilisé, maintenant dans un sens différent, sans perpétuer la confusion qui a régné jusqu'à présent sur son utilisation. A notre avis, le taxon *densicosta* doit être abandonné au bénéfice de *Garantiana tetragona* Wetzel 1911, bien défini des points de vue biostratigraphique et systématique, ce qui bien sûr nécessite une décision de la Commission internationale de nomenclature zoologique.

Dans l'attente d'une telle décision, nous désignerons cette espèce *Garantiana tetragona* Wetzel (= « *densicosta* » (Quenstedt)).

Nouvelles coupes : de nouvelles coupes détaillées dans la région d'Ipf, localité-type de l'espèce *densicosta* (Jura souabe) ont été récemment effectuées (V. Dietze, sous presse). Une étude des *Garantianinae* (H. Gauthier), sur des spécimens bien conservés et bien repérés, apporte une confirmation morphologique de nos conclusions ainsi que des précisions sur la répartition biostratigraphique de *Garantiana tetragona* Wetzel (= « *densicosta* » (Quenstedt)) ainsi que de *Garantiana wetzeli* Trauth. Il est possible en effet, dans ces coupes, de distinguer plusieurs faunes successives d'ammonites (*Garantianinae*) bien individualisées :

a) dans la zone à *Garantiana* :

- une faune à nombreuses *Garantiana* du groupe *garantiana* (d'Orbigny) où *G. wetzeli* et *G. tetragona* (= « *densicosta* ») semblent absents (sous-zone à *Garantiana*) ;

- une faune à nombreuses *Garantiana wetzeli* et *G. tetragona* (= « *densicosta* ») avec lesquelles il n'a pas été trouvé de *G. garantiana* ; l'espèce *wetzeli* est abondante à la base et semble rare au sommet (sous-zone à *Tetragona*). Elle permet de préciser, sur des récoltes de niveaux précis, la variabilité individuelle de la densité de costulation : aucun individu n'a une costulation identique à un autre ; quelques côtes non divisées, rares, apparaissent de manière aléatoire comme des particularités individuelles.

b) dans la zone à *Parkinsoni* :

- simultanément à l'apparition des *Parkinsonia*, une faune à nombreux *Odontolkites* (cf. H. Gauthier *et al.*, 1996) du groupe *alticostus* (Wetzel), avec peut-être de très rares représentants de *G. tetragona* (= « *densicosta* ») (V. Dietze, communication personnelle) et quelques spécimens ayant à la fois des caractères de *G. tetragona* et d'*Odontolkites*, ces spécimens pouvant être considérés comme des transients (sous-zone à *Acris*).

Indices biostratigraphiques dans le Bajocien supérieur

Sous-zone moyenne de la zone à *Parkinsoni*

a) Récapitulation historique

Dans la subdivision de la zone à *Parkinsoni* du Bajocien supérieur, plusieurs indices ont été utilisés successivement par les auteurs. Buckman (« Upper Inferior Oolite », 1893, 1928 : 32) proposa d'abord *Strigoceras truellei* (d'Orbigny) comme indice d'*hemera* dans son âge *Parkinsonian*, dans le Dorset et le Somerset, pour les « Truellei beds » situés au-dessus de l'« Astarte obliqua bed » et au-dessous des « Sponge beds » ; G.E.G. Westermann (1967, tabl. I : 4,5 ; tabl. IX : 114, 115) a utilisé, dans sa zonation, dans le nord-ouest de l'Europe, des « Parkinsoni-Schichten », l'espèce *Parkinsonia*

parkinsoni (J. Sowerby) comme indice de la sous-zone moyenne de la zone à *Parkinsoni*. G. Pavia et Sturani, dans le sud-est de la France (1968 : 315) ont préféré *Parkinsonia densicosta* (Quenstedt) pour choisir un indice subzonal, pour eux au sein des *Parkinsoniidae*, différent de l'indice de zone.

Comme nous l'avons mentionné ci-dessus, l'espèce *densicosta* avait été interprétée diversement par plusieurs auteurs, notamment Nicolesco qui lui rattachait, à titre de variété de l'espèce *parkinsoni* (Sowerby), de véritables *Parkinsonia* (1928 : 34-37, fig. text. 13-14, pl. VIII, fig. 3-12, nucléus et pl. IX, fig. 1, adulte) provenant du sommet de l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux (couche *d* de Sully, Calvados), c'est-à-dire une couche située entre la sous-zone à *Acris* et la sous-zone à *Bomfordi*. Or, les références à *Ammonites Parkinsoni densicosta* Quenstedt [P.L. Maubeuge (1951 : 92) ; G. Pavia et Sturani (1968 : 315) ; G. Pavia (1973 : 48)] sont toujours accompagnées de la référence à *Parkinsonia parkinsoni* var. *densicosta* Quenstedt *emend.* Nicolesco ; ainsi, ces auteurs avaient en tête la figuration des spécimens normands pour cette espèce. De plus, dans son approche phylogénétique des *Parkinsonia*, Nicolesco concluait (1928 : 62-63) que *P. parkinsoni* var. *densicosta* appartenait à son 2^{ème} groupe de *Parkinsonia*, succédant au 1^{er} groupe (*P. acris* et *subarictis-orbignyana*). Schlegelmilch en 1985, en le refigurant, rapporte encore l'original de la pl. 72, fig. 2 de Quenstedt (1886) à *Parkinsonia densicosta sensu* Nicolesco. C'est en fonction de l'interprétation et de la figuration de Nicolesco que *P. densicosta* a été conservée (M. Rioult *et al.*, 1997 in E. Cariou et P. Hantzpergue, coordonnateurs) comme indice de la sous-zone moyenne de la zone à *Parkinsoni*.

Mais la position systématique de l'espèce « *densicosta* » Quenstedt (= *G. tetragona* Wetzel) étant bien établie, il est nécessaire de supprimer ce taxon dans le genre *Parkinsonia* (à notre avis, de l'abandonner complètement : voir ci-dessus). Son usage comme indice de la sous-zone moyenne de la zone à *Parkinsoni* est de toutes manières illégitime (G. Dietl, *loc. cit.*).

b) L'espèce *Parkinsonia parkinsoni* (J. Sowerby, 1821, vol. IV, p. 1, pl. 307)

a été refigurée à plusieurs reprises : Buckman et le secrétaire de la Palaeontographical Society (1908, pl. V, fig. 2 a-c), Arkell (1952 : 143-144, text-fig. 53 ; 1956, pl. 35, fig. 1 a, b). Elle est bien connue et de large répartition géographique. Du point de vue stratigraphique, elle se rencontre presque uniquement dans la sous-zone moyenne de la zone qui porte son nom. Par sa morphologie, elle est intermédiaire entre les formes primitives évolutives et les formes tardives involutes de *Parkinsonia*.

Strigoceras truellei (d'Orbigny, 1845), utilisé à la suite de Buckman par les géologues anglais comme indice de sous-zone, possède une extension verticale plus grande et même, pour Buckman (1928 : 1932), il caractérise l'*hemera* immédiatement inférieure à l'*hemera* Parkinsoni. En Normandie, de véritables représentants de l'espèce sont déjà présents dans la partie inférieure de la zone à Parkinsoni, voire avant (H. Gauthier *et al.*, 1996). Il est donc moins adéquat que l'indice Parkinsoni. De plus, il est préférable de respecter l'homogénéité des indices en

les choisissant parmi les Parkinsoniinae dans la zone à Parkinsoni, comme elle l'est dans la zone à Garantiana en les choisissant parmi les Garantianinae.

Dans ces conditions, il est, à notre avis, préférable de revenir à l'usage de l'indice Parkinsoni (Westermann, 1967) comme indice de la sous-zone moyenne de la zone à Parkinsoni.

Sous-zone supérieure de la zone à Garantiana

Si l'on accepte d'abandonner le taxon *densicosta* Quenstedt selon l'opinion qui nous paraît scientifiquement justifiée (à valider par une décision des instances compétentes) au bénéfice de l'espèce *tetragona* Wetzel, celle-ci reste valide comme indice ; elle est parfaitement représentative de la sous-zone supérieure de la zone à Garantiana et d'un usage généralement reconnu.

Si au contraire, par application stricte des règles de priorité, l'usage de l'espèce *densicosta* (Quenstedt) était maintenu, le

problème de l'indice de la sous-zone supérieure de la zone à Garantiana, deviendrait sans solution satisfaisante, car l'utilisation de *Densicosta* comme indice dans un sens différent de celui qui lui est attribué jusqu'ici n'est pas envisageable.

Remerciements

Nous tenons à remercier V. Dietze avec lequel nous avons eu de nombreuses discussions, J.H. Callomon, G. Dietl et G. Schweigert pour leurs remarques pertinentes, J.C. Fischer, R. Enay et D. Marchand pour leurs judicieux avis. Nous exprimons également notre gratitude au Dr Liebau (Université de Tübingen) pour la consultation de la collection Quenstedt et la fourniture de moulages des types, pour les photographies de l'original de Quenstedt et au Dr Jahnke (Université de Göttingen), pour le prêt de nombreux spécimens de la collection Wetzel, ainsi qu'à D. Serrette (Laboratoire de Paléontologie du Muséum) pour la réalisation des photographies.

Références

- Arkell W.J. (1951-1958) - English Bathonian Ammonites, 264 p., 33 pl.
- Arkell W.J. (1956) - Jurassic Geology of the World, 791 p., 46 pl.
- Buckman S.S. (1893) - The Bajocian of the Sherborne district: its relation to subjacent and superjacent strata. *Quarter. Rev. Geol. Soc., London*, **49**, 479-522.
- Buckman S.S. (1908) - Illustration of type specimens of the Inferior Oolite Ammonites in the Sowerby Collection. *Palaeontogr. Soc., London*, **42**, 7 pl, edited by the secretary.
- Buckman S.S. (1927-1930) - Type Ammonites, 7, 1-78, 118 pl.
- Callomon J.C., 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.
- Cariou E., Hantzpergue P. (coordonnateurs) (1997) - Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen. Zonations parallèles et distribution des Invertébrés et microfossiles. Ammonites, Bajocien par Rioult M. *et al.*, 41-53, tabl. VI, pl. 14, 15.
- Dietl G. (1990) - Remark to the subzonal subdivision of the Parkinsoni Zone. *Mem. Descr. Carta Geol. Ital.*, 115-116.
- Gauthier H., Rioult M., Trévisan M. (1996) - Répartition biostratigraphique des Ammonites dans l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux (Bajocien) à Feugueroles-sur-Orne (Calvados). Eléments nouveaux pour une révision des Garantianinae. *Géologie de la France*, n° 2, 1996, 27-42, 10 fig., 14 pl.
- Maubecge P. L. (1951) - Les Ammonites du Bajocien de la région frontière franco-belge (bord septentrional du Bassin de Paris).
- Nicolesco C. (1927) - Etude monographique du genre *Parkinsonia*. *Mém. Soc. géol. Fr.*, (N. S.) n° 9, **4**, (1927), 1-40, pl. I-X ; **5**, 41-84, pl. XI-XVI.
- Orbigny (d') A. (1842-1851) - Paléontologie française. Terrains jurassiques. Céphalopodes, 641 p., 233 pl.
- Pavia G. (1973) - Ammoniti del Bajociano superiore di Digne (Francia SE, dip. Basses-Alpes). *Boll. Soc. paleont. Ital.*, Pisa, **10**, 2 (1971), 75-142, 8 fig., pl. 13-29, 3 tabl.
- Pavia G., Sturani C. (1968) - Etude biostratigraphique du Bajocien des chaînes subalpines aux environs de Digne (Basses-Alpes). *Boll. Soc. geol. Ital.*, Roma, **87**, 305-316, 3 fig.
- Quenstedt F. A. (1886-1887) - Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. II. Der Braune Jura. Stuttgart, 441-815, pl. 55-90.

Schlegelmilch R. (1985) - Die Ammoniten des süddeutschen Doggers, 284 p., 59 pl.

Sowerby J. (1812-1823) - The Mineral Conchology of Great Britain. Arding & Merrett Eds., London, **4**, 160 p., pl. 307-318 (1821), pl. 319-383 (1822).

Trauth F. (1923) - Über ein Dogger fauna aus dem Lainzer Tiergarten bei Wien. *Ann. Naturhistor. Mus. Wien*, **36**, (1923), 167-250, pl. I.

Westermann G. E. G. (1967) - Lexique stratigraphique international. Vol. I : Europe, fasc. 5f2, : Allemagne, Jurassique moyen (Alpes exclues). Ed. CNRS, 197 p., Paris.

Wetzel W. (1911) - Faunistische und stratigraphische Untersuchung der Parkinsonienschichten des Teutoburger Waldes bei Bielefeld. *Palaeontographica*, A, **58**, 77-157, 2 figs., 10 pl. ; Stuttgart.

Planche 1/Plate 1

Fig. 1.- a-c : *Ammonites Parkinsoni densicosta* Quenstedt (1886, pl. 72, fig. 2). Spécimen original, coll. Quenstedt, musée de Tübingen :

- a) vue du flanc gauche, opposé à celui figuré par Quenstedt ;
- b) vue du côté de l'ouverture ;
- c) vue ventrale.

Fig. 1.- a-c: *Ammonites Parkinsoni densicosta* Quenstedt (1886, pl. 72, fig. 2). Original specimen, Quenstedt collection, Tübingen museum:

- a) view of left flank, opposite to that figured by Quenstedt;
- b) side view of opening;
- c) ventral view.

Fig. 2.- a-c : *Garantiana tetragona* Wetzel (1911, pl. XI, fig. 8-9). Spécimen original, coll. Wetzel, musée de Göttingen :

- a) vue latérale ;
- b) vue du côté de l'ouverture ;
- c) vue ventrale (encadrée de blanc : partie restaurée).

Fig. 2.- a-c: *Garantiana tetragona* Wetzel (1911, pl. XI, fig. 8-9). Original specimen, Wetzel collection, Göttingen museum:

- a) lateral view;
- b) side view of opening;
- c) ventral view (restored part surrounded in white).

Fig. 3.- a,b : *Garantiana tetragona* Wetzel (1911). Syntype, coll. Wetzel n° 538-139, musée de Göttingen :

- a) vue latérale ;
- b) vue ventrale.

Fig. 3.- a,b: *Garantiana tetragona* Wetzel (1911). Syntype, Wetzel collection no. 538-139, Göttingen museum:

- a) lateral view;
- b) ventral view.

Tous = *Garantiana tetragona* Wetzel (= « *densicosta* » (Quenstedt)). Grandeur naturelle.

All = *Garantiana tetragona* Wetzel (= « *densicosta* » (Quenstedt)). Actual size.



TECTONIQUE, EUSTATISME ET CLIMAT DANS UN SYSTÈME GÉOMORPHOLOGIQUE CÔTIER

Le nord-ouest de la France au Pléistocène : exemple du Cotentin (Normandie)

par

Stéphane Baize

Document du BRGM n° 289

Dans les systèmes géomorphologiques, l'évolution des formes de surface et des bassins sédimentaires est contrôlée par la tectonique, le climat et l'eustatisme.

Le domaine d'application de cette étude est le Cotentin (Normandie). Le relief, développé sur des socles anciens ou sur des séries plus récentes, est constitué de plateaux d'altitudes modérées (<400 m) proches du littoral. Les premiers témoins de l'évolution plio-pléistocène montrent que le continent, encore peu incisé au Pliocène, est bordé par une plate-forme épicontinentale sur laquelle s'accumulent d'épaisses séries fossilifères dans des grabens subsidents (125 m pour 500 000 ans) le long de failles sub-verticales NW-SE (Centre-Cotentin).

L'évolution des milieux de dépôt à long terme (2 Ma), déduite des enregistrements sédimentaires détermine une séquence régressive de la plate-forme marine à la plaine alluviale. Ce recul de la ligne de rivage est mis en relation avec le ralentissement de la subsidence (20 m pour 500 000 ans). Près des bordures, les mouvements relatifs des bordures contrôlent la préservation, la géométrie et la déformation des séries sédimentaires. Les séquences sédimentaires de comblement des bassins sont, à plus court terme, associées à des variations du niveau marin relatif sous contrôle glacio-eustatique.

L'évolution des reliefs continentaux apparaît accentuée au cours du Pléistocène. Cette évolution est envisagée à partir des méthodes géomorphologiques : analyse du réseau de drainage, du modelé du relief, évolution de la géométrie des surfaces d'érosion. L'interprétation des données morphométriques suggère que la dynamique des reliefs est commandée, à l'échelle du Pléistocène, par les mouvements verticaux tectoniques le long de failles NW-SE ou WSW-ENE. Ces failles juxtaposent des secteurs soulevés et rajeunis, et des secteurs plus matures. Dans les zones en soulèvement, les dénivelés, les pentes des thalwegs et des versants sont plus accusés. Néanmoins, l'intensité de la dissection du relief (densité et fréquence de drainage) et la position reculée des knickpoints sur les profils en long suggèrent que les mouvements verticaux sont précoces dans l'histoire pléistocène. Les étagements des surfaces d'érosion confirment l'existence au Pléistocène de mouvements verticaux différentiels. De plus, l'étagement des marqueurs stratigraphiques montre que le soulèvement est discontinu dans le temps (3 à 2-1,8 Ma : 200 m ; 2-1,8 Ma à l'Actuel : 80 m).

La confrontation des données géomorphologiques et géologiques (synthèse de bassin) et la comparaison avec les systèmes voisins du Nord-Ouest de l'Europe permettent de proposer un modèle d'évolution du système côtier du Cotentin, au Plio-Pléistocène.

In geomorphological systems, the evolution of landforms and sedimentary basins is controlled by tectonism, climate and eustasy.

The area studied here is the Cotentin (Normandy). Its relief, developed both on ancient basements and on younger successions, is one of moderately elevated plateaux (<400 m) close to the coast. The first indicators of the Plio-Pleistocene evolution show that the continent, still relatively undissected during the Pliocene, was bordered by an epicontinental shelf on which thick fossiliferous successions accumulated in subsiding grabens (125 m over 500,000 years) along subvertical NW-SE faults (Centre-Cotentin).

The long-term (2 Ma) evolution of the depositional environments, deduced from the sedimentary record, describes a regressive sequence from the offshore shelf to the alluvial plain. This recession of the shoreline was associated with a slowing down of the subsidence (20 m over 500,000 years). Near the borders, the relative movements of the borders controlled the preservation, geometry and deformation of the sedimentary successions. In the shorter term, the sedimentary basin fill sequences were associated with variations in relative sea level under glacio-eustatic control.

The development of the continental relief as determined from a geomorphological approach, i.e. analysis of the drainage pattern, shape of the topography, evolution of the geometry of the erosion surfaces, appears to have been accentuated during the Pleistocene. Interpretation of the morphometric data suggests that the dynamics of the relief were, at the scale of the Pleistocene, controlled by vertical tectonic movements along NW-SE or WSW-ENE faults. These faults juxtapose uplifted and rejuvenated areas with more mature areas. The uplifted areas show greater differences in height and steeper slopes along the thalwegs and hillsides. Nevertheless, the intensity of the landscape dissection (density and frequency of the drainage) and the far back position of the knickpoints on the longitudinal profiles suggest that the vertical movements were early in the Pleistocene history. The terracing of the erosion surfaces confirms the existence of the differential vertical movements during the Pleistocene. Furthermore, the terracing of the stratigraphic marker beds shows that the uplift was discontinuous with time (3 to 2-1.8 Ma: 200 m; 2-1.8 Ma to Present: 80 m).

Through a combined analysis of the geomorphological and geological (basin synthesis) data and through comparison with the nearby systems of northwestern Europe, it has been possible to put forward a model for the Plio-Pleistocene evolution of the Cotentin coastal system.

Prix de vente : 550 F + 50 F de frais de port et d'emballage pour la France et 60 F pour l'Étranger.

En vente chez votre libraire habituel ou aux : Éditions BRGM - BP 6009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France - Tél. : 02 38 64 30 28.
Fax : 02 38 64 36 82 accompagné de votre titre de paiement.