

Zeitschrift:	Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber:	Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band:	52 (1959)
Heft:	2
Artikel:	Le "Complexe schisteux intermédiaire" dans le synclinal de la Gruyère (Préalpes médianes) : stratigraphie et micropaléontologie, avec l'étude spéciale des Globotruncanidés de l'Albien, du Cénomanien et du Turonien
Autor:	Klaus, Jean
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-162601

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Le «Complexe schisteux intermédiaire» dans le synclinal de la Gruyère (Préalpes médianes)

Stratigraphie et micropaléontologie, avec l'étude spéciale
des Globotruncanidés de l'Albien, du Cénomanien et du Turonien¹⁾

Par Jean Klaus, Fribourg

Avec 9 figures et 2 tableaux dans le texte, et 8 planches (I-VIII)

TABLE DES MATIÈRES

Abstract	755
Introduction	756
Généralités stratigraphiques	757
1. Le Néocomien	757
2. Les Couches rouges	758
3. Le Complexe schisteux intermédiaire	759
Les affleurements	761
1. situation	761
2. liste des affleurements	761
3. description des affleurements	761
Nº 1: Affleurement du Ruisseau rouge (SW Montbovon)	761
Nº 2: Affleurement de l'Auge (SW Montbovon)	763
Nº 3: Affleurement de la Combaz (NW Montbovon)	764
Nº 4: Pont de bois de Lessoc (sur la Sarine, en aval de la confluence de l'Hongrin)	765
Nº 5: Gare de Lessoc.	766
5a: Gare de Lessoc, route cantonale	767
5b: Gare de Lessoc, ruisseau en contrebas de la gare	767
5c: Gare de Lessoc, rive gauche de la Sarine	768
Microfaune de l'affleurement 5c	776
5d: Gare de Lessoc, talus de chemin de fer G.F.M.	778
Nº 6: Usine électrique de Neirivue	779
Nº 7: Ruisseau d'Afflon (S d'Enney)	779
Nº 8: La Forclaz (col entre Dent du Chamois et Dent de Bourgoz)	780
8a: La Forclaz (flanc NW de la Dent du Bourgoz: flanc SE du synclinal)	781
8b: La Forclaz (série du col)	783
8c: La Forclaz (série du chalet de la Grande Forclaz)	783
8d: La Forclaz (flanc SE de la Dent du Chamois: flanc NW du synclinal)	784
Lithologie du Complexe schisteux intermédiaire	784
1. série basale	785
2. série médiane	785
3. série terminale (zone de passage)	786

¹⁾ Publié avec l'aide du Fonds national suisse de la recherche scientifique.

La microfaune du Complexe schisteux intermédiaire	788
Méthodes de travail	788
Les Globotruncanidés du Complexe schisteux intermédiaire	789
1. Généralités	789
Famille des Globotruncanidae BROTZEN 1942, emend. BRÖNNIMANN & BROWN 1956	790
2. Description des espèces	791
Quelques remarques sur la phylogénie des Globotruncanidés de l'Albien au Coniacien	825
Deux espèces de non-Globotruncanidés	829
Conclusions stratigraphiques	831
1. L'extension stratigraphique des Globotruncanidés d'après divers auteurs	831
a. Apennins: O. RENZ, 1936	834
b. Breggia: R. GANDOLFI, 1942	834
c. Helvétique: H. BOLLI, 1944	835
d. Ultrahelvétique: L. MORNOD, 1950	836
e. Djebel-Ouenza (Algérie): G. DUBOURDIEU & J. SIGAL, 1949 et 1951	836
f. Algérie: J. SIGAL, 1952	836
g. Tunisie: F. DALBIEZ, 1955	837
h. Ultrahelvétique: H. GUILLAUME, 1958	837
2. La stratigraphie du Complexe schisteux intermédiaire	838
Zone 1 (zone à <i>Hedbergella</i>)	838
Zone 2 (zone inférieure à <i>Thalmanninella</i>)	839
Zone 3 (zone moyenne à <i>Thalmanninella</i>)	842
Zone 4 (zone supérieure à <i>Thalmanninella</i>)	842
Zone 5 (zone à <i>Rotalipora</i>)	843
Zone 6 (zone à <i>Praeglobotruncana</i>)	844
Zone 7 (zone à <i>Praeglobotruncana</i> et <i>Globotruncana</i>)	846
3. Considérations finales	846
Liste des auteurs cités	847
1. partie stratigraphique	847
2. partie micropaléontologique	848
Liste des cartes à consulter	851

TABLE DES ESPÈCES DÉCRITES

Genre <i>Hedbergella</i>	791
<i>Hedbergella trocoidea</i> (GANDOLFI)	792
Genre <i>Praeglobotruncana</i>	792
<i>Praeglobotruncana delrioensis</i> (PLUMMER)	793
<i>Praeglobotruncana stephani stephani</i> (GANDOLFI)	794
<i>Praeglobotruncana stephani turbinata</i> (REICHEL)	795
<i>Praeglobotruncana renzi</i> (THALMANN)	795
<i>Praeglobotruncana schneegansi</i> (SIGAL)	796
<i>Praeglobotruncana concavata</i> (BROTZEN)	797
<i>Praeglobotruncana? helvetica</i> (BOLLI)	797
Genre <i>Rotalipora</i>	798
Sous-genre <i>Ticinella</i>	802
<i>Rotalipora (Ticinella) roberti</i> (GANDOLFI)	803
Sous-genre <i>Thalmanninella</i>	803
<i>Rotalipora (Thalmanninella) ticinensis subticinensis</i> (GANDOLFI)	803
<i>Rotalipora (Thalmanninella) ticinensis ticinensis</i> (GANDOLFI)	804
<i>Rotalipora (Thalmanninella) multiloculata</i> (MORROW)	804
<i>Rotalipora (Thalmanninella) greenhornensis</i> (MORROW)	805
<i>Rotalipora (Thalmanninella) brotzeni</i> SIGAL	805
<i>Rotalipora (Thalmanninella) globotruncanoides</i> (SIGAL)	805

<i>Rotalipora (Thalmanninella) deeckei</i> (FRANKE)	806
<i>Rotalipora (Thalmanninella) reicheli</i> (MORNOD)	806
<i>Rotalipora (Thalmanninella) appenninica balernaensis</i> (GANDOLFI)	808
<i>Rotalipora (Thalmanninella) appenninica appenninica</i> (RENZ)	808
<i>Rotalipora (Thalmanninella) evoluta</i> (SIGAL)	810
<i>Rotalipora (Thalmanninella?) cf. micheli</i> (SACAL & DEBOURLE)	810
Sous-genre <i>Rotalipora</i>	812
<i>Rotalipora (Rotalipora) cf. montsalvensis</i> var. <i>minor</i> MORNOD	812
<i>Rotalipora (Rotalipora) montsalvensis</i> MORNOD	813
<i>Rotalipora (Rotalipora) cushmani</i> (MORROW)	814
<i>Rotalipora (Rotalipora) turonica</i> BROTZEN	815
<i>Rotalipora (Rotalipora) turonica</i> var. <i>expansa</i> CARBONNIER	816
<i>Rotalipora (Rotalipora) turonica</i> var. <i>thomei</i> HAGN & ZEIL	817
Genre <i>Globotruncana</i>	817
<i>Globotruncana? imbricata</i> MORNOD	819
<i>Globotruncana sigali</i> REICHEL	819
<i>Globotruncana angusticarinata</i> GANDOLFI	821
<i>Globotruncana lapparenti coronata</i> BOLLI	821
<i>Globotruncana lapparenti lapparenti</i> BROTZEN	822
<i>Globotruncana lapparenti tricarinata</i> (QUEREAU)	823
<i>Globotruncana linneiana</i> (d'ORBIGNY)	823
<i>Globotruncana arca</i> (CUSHMAN)	824
<i>Globotruncana fornicata</i> PLUMMER	825
Genre <i>Planomalina</i>	829
<i>Planomalina buxtorfi</i> (GANDOLFI)	829
Genre <i>Biticinella</i>	830
<i>Biticinella? breggiensis</i> (GANDOLFI)	830

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Fig. 1: Situation des affleurements	762
Fig. 2: Vue de l'affleurement de Complexe schisteux intermédiaire de la gare de Lessoc (rive gauche de la Sarine, coupe 5c)	768
Fig. 3: Coupe lithologique de l'affleurement 5c	773
Fig. 4: Détail de l'affleurement 5c	775
Fig. 5: Vue générale de l'affleurement du col de la Forclaz (coupe 8)	782
Fig. 6: Détail des lèvres des ouvertures dans les sous-genres <i>Rotalipora</i> (<i>Rotalipora</i>) et <i>Rotalipora (Thalmanninella)</i> et schéma structural de la disposition des ouvertures dans les genres <i>Rotalipora</i> (<i>Rotalipora</i>), <i>Rotalipora</i> (<i>Thalmanninella</i>) et <i>Globotruncana</i>	801
Fig. 7: Les rapports des espèces <i>Rotalipora (Thalmanninella) globotruncanoides</i> (SIGAL), <i>Rot. (Thalm.) deeckei</i> (FRANKE) et <i>Rot. (Thalm.) reicheli</i> (MORNOD)	807
Fig. 8: <i>Rotalipora (Rotalipora) cf. micheli</i> SACAL & DEBOURLE	811
Fig. 9: Essai de phylogénie des Globotruncanidés (Albien à Coniacien)	827
Tabl. 1: Extension stratigraphique des espèces de Globotruncanidés de l'Albien au Turonien-Coniacien (d'après divers auteurs)	832–833
Tabl. 2: Stratigraphie et micropaléontologie du Complexe schisteux intermédiaire dans le synclinal de la Gruyère	840–841
Pl. I à VIII: Les espèces de Globotruncanidés décrites dans le texte.	

ABSTRACT

The author describes the series called 'Complexe schisteux intermédiaire' which lies between the Neocomian (Berriasian to Barremian) and the 'Couches rouges' (Upper Turonian to Paleocene) of the Gruyère syncline (Canton of Fribourg, Switzerland), and which is of Middle and Upper Cretaceous age. In this series, a fairly well to excellently preserved microfauna was extracted by means of chemical agents (detergents). The Foraminifera are predominantly Globotruncanids.

The taxonomy of these Globotruncanids: genera *Praeglobotruncana*, *Rotalipora* (incl. *Ticinella* and *Thalmanninella*) is revised. *Ticinella*, *Thalmanninella* and *Rotalipora* s. str. are considered as sub-genera of *Rotalipora*. Between *Rotalipora* (*Thalmanninella*) and *Globotruncana*, the distinction is believed to be not greater than generic and both groups are included in the family Globotruncanidae. No new category was erected. Many species are attributed to an other genus or subgenus than previously. A partially new phylogeny is proposed. Twenty-eight species and eight subspecies or varieties of Globotruncanids are checked and described, of which 26 species and 8 subspecies or varieties are illustrated. Two species of other Foraminifera are also described and illustrated. The age of the Complex schisteux intermédiaire is given as Aptian ?, Albian, Cénomanian, Lower and Middle Turonian.

INTRODUCTION

Dans le synclinal de la Gruyère (Préalpes médianes plastiques), le Crétacé est représenté en grande partie par le Néocomien à la base et, au sommet, par le complexe des «Couches rouges», entité lithologique qui s'étend jusque dans le Tertiaire. Entre ces deux importantes formations, connues et datées avec une assez grande précision depuis longtemps, affleure sporadiquement un niveau connu sous le nom de «Complexe schisteux intermédiaire» (cf. Ch. SCHWARTZ-CHENEVART 1945, p. 116). Son faciès est caractérisé par une alternance de calcaires marneux en petits bancs et de schistes marneux sombres souvent dominants. Compris entre le Néocomien, dont les auteurs s'accordent pour dater le sommet du Barrémien et les Couches rouges, dont on fixe en général la base au Cénomanien supérieur ou au Turonien, il était censé représenter en gros le Cénomanien et très probablement aussi l'Aptien et l'Albian. Des coupes minces contenant des Foraminifères albiens ou (et surtout) cénomaniens (*Globotruncana ticinensis*, *Globotruncana appenninica*) ont confirmé ce point de vue.

Le présent travail s'occupe plus en détail de la faune du Complexe schisteux intermédiaire sur la base d'exemplaires isolés et tente d'en préciser la stratigraphie. Il a été entrepris grâce à un crédit du Fonds national suisse de la Recherche scientifique, accordé à M. le professeur J. Tercier (Institut de Géologie, Fribourg) pour des recherches stratigraphiques et micropaléontologiques dans les Préalpes romandes. C'est sous le patronnage de M. J. Tercier que ces recherches ont été effectuées.

Le cadre géographique de cette étude a été restreint à la portion du synclinal de la Gruyère (unité tectonique des Préalpes romandes) comprise dans la vallée de la Haute-Gruyère, parcourue par la Sarine, entre Montbovon et Estavannens, à 30 km environ au S de Fribourg (v. fig. 1). Le synclinal s'étend plus au loin au SW et au NE. Le Complexe schisteux intermédiaire ou son équivalent stratigraphique y a été étudié également naguère sur la base de coupes minces (v. p. ex. R. UMIKER, 1952, pour l'extrême NE du synclinal). Il sera peut-être étudié plus tard du point de vue micropaléontologique sur la base des Foraminifères isolés dans ces régions. De plus, le faciès crétacé du Complexe schisteux intermédiaire n'est pas restreint au synclinal de la Gruyère et se retrouve également dans le synclinal de Château-d'Oex (Ch. SCHWARTZ-CHENEVART, 1945, p. 117). Son étude dans cette autre unité sera probablement entreprise également plus tard.

Pour le moment, près de 500 échantillons, provenant d'une quinzaine d'affleurements de la vallée de la Gruyère, ont été étudiés. Pour la première fois, une faune

microscopique a été isolée et étudiée systématiquement dans le Crétacé des Préalpes médianes, dont le Complexe schisteux intermédiaire est la série la plus favorable à l'extraction des Foraminifères. Cette faune, souvent bien conservée, parfois même dans un état exceptionnellement bon, s'est révélée riche en espèces et en individus. Elle permet d'affirmer la présence du Cénomanien complet dans les niveaux du Complexe schisteux intermédiaire, ainsi que celle du Turonien inférieur et moyen. L'Albien y est également certain, l'Aptien probable. La faune comprend essentiellement des Globotruncanidés. Elle est comparable à celles de niveaux de même âge d'Israël, d'Afrique du Nord, d'Italie, du Tessin, des Préalpes externes suisses (Montsalvens, canton de Fribourg), des Alpes de Bavière, des Karpathes polonaises et dans une certaine mesure, d'Allemagne du Nord (Poméranie).

L'étude détaillée des caractères ombilicaux (aperturaux) des espèces de Globotruncanidés décrites a mené à des changements d'ordre systématique. *Ticinella* et *Thalmanninella* sont considérés comme sous-genres de *Rotalipora*. Les genres *Hedbergella*, *Praeglobotruncana* et *Globotruncana* sont reconnus. Nous rattachons au genre *Praeglobotruncana* quelques espèces considérées jusqu'ici comme espèces du genre *Globotruncana*. L'étude des ouvertures du genre *Globotruncana* a été un peu approfondie. Huit planches de dessin visant à rendre l'aspect réel des individus des espèces de Globotruncanidés décrites en évitant un schématisation trompeur illustrent cette étude. Une phylogénie nouvelle par quelques points est proposée.

Tout le matériel ayant servi de base à ce travail (échantillons, matériel lavé, exemplaires isolés et lames minces) est déposé à l'Institut de Géologie de l'Université de Fribourg (Suisse).

GÉNÉRALITÉS STRATIGRAPHIQUES

Nous avons vu que le Complexe schisteux intermédiaire du synclinal de la Gruyère s'intercale dans la série du Crétacé des Préalpes médianes plastiques entre le Néocomien et les Couches rouges. Il faut préciser quelque peu la stratigraphie de ces deux séries.

1. *Le Néocomien*

La base du Crétacé est constituée dans la région qui nous intéresse par la formation dite «néocomienne». Caractérisée par une alternance de calcaires marneux et de schistes fins, son comportement est plus plastique que celui du Malm. La limite entre le Néocomien et le Malm est rarement nette, cependant «dans son ensemble, le Néocomien se distingue des assises sous-jacentes par la structure de ses formations et leur plus grande plasticité; la roche, procédant d'une vase calcaire, réalise un type de structure lithographique qu'on ne rencontre pas dans le Malm (si ce n'est à son extrême sommet) et la plasticité inhérente à une telle roche est accrue encore par sa disposition en bancs plus finement lités que ceux du Malm» (SCHWARTZ-CHENEVART, 1945, pp. 112-113).

La définition lithologique du Néocomien de la Gruyère donnée par les auteurs récents qui s'en sont occupés (CH. SCHWARTZ-CHENEVART, 1945, pp. 112-116; M. CHATTON, 1947, pp. 93-95; G. FAVRE, 1952, pp. 82-85; L. PUGIN, 1952, pp. 280-282; J. SPOORENBERG, 1952, pp. 63-64) est constante sur toute l'étendue du territoire que nous étudions. En voici les caractéristiques principales:

Le Néocomien est formé par une alternance de calcaires et de schistes en petits bancs. Les calcaires sont marneux, à pâte fine. Ils sont finement lités, en petits bancs de 1 à 8 cm, atteignant exceptionnellement jusqu'à 20 cm, de couleur grise, gris vert ou gris bleu. Ils portent, surtout dans la partie supérieure du Néocomien, des taches noires de forme diverse qui peuvent envahir toute la roche. Les lentilles et les rognons de silex, parfois des veines assez étendues sont fréquents. On note aussi la présence de nodules de pyrite. Les calcaires marneux alternent régulièrement avec des schistes marneux souvent foncés d'épaisseur plus faible. L'ensemble du complexe néocomien a une puissance normale de 100 à 150 m. Il est parfois réduit (tectoniquement) à une vingtaine de mètres.

Cette formation, signalée par B. STUDER, 1834, p. 235, sous le nom de «calcaire du Stockhorn» était déjà considérée par cet auteur (1853, p. 48) comme d'âge crétacé (v. J. TERCIER & J. KLAUS, article «Stockhornkalk» du Lexique stratigraphique international, vol. I: Europe, fasc. VII: Suisse, à paraître). Parmi les auteurs traitant du Néocomien des Préalpes médianes, citons V. GILLIÉRON, 1873a, pp. 34–36; E. FAVRE & H. SCHARDT, 1887, pp. 150 sqq., pp. 167–168. Les auteurs plus récents qui ont étudié le Néocomien de la Gruyère dans des monographies régionales et que nous avons cités au sujet de la lithologie du Néocomien placent la limite supérieure du Néocomien à l'apparition des «schistes à Rosalines» (Complexes schisteux intermédiaires ou Couches rouges) et affirment la présence dans les séries néocomiennes des étages Berriasiens (avec doute pour L. PUGIN, 1952, p. 280), Valanginien, Hauterivien et Barrémien (en tout cas en partie pour L. PUGIN, ibid.). Ils citent à l'appui de cet âge des listes d'Ammonites. Le Valanginien, l'Hauterivien et (G. FAVRE, 1952, p. 85), la zone à *Desmoceras difficile* du Barrémien inférieur en particulier sont bien datés.

2. *Les Couches rouges*

La «*pierre argileuse rouge*» signalée par H. B. DE SAUSSURE, 1786, t. II, p. 541, et décrite sous le nom de «*couches rouges à grands Inocérames*» par E. RENEVIER, 1868, p. 52, affleurant dans la partie supérieure de la série stratigraphique des Préalpes médianes a frappé tous les plus anciens observateurs (v. J. TERCIER & J. KLAUS, article «Couches rouges» du Lexique stratigraphique international, vol. I: Europe, fasc. VII: Suisse, à paraître).

Les Couches rouges des Préalpes médianes sont une formation compréhensive composée de calcaires argileux et de schistes argileux blancs, gris, verts ou rouges, contenant parfois des schistes charbonneux, des blocs exotiques, de fines brèches.

L'âge de cette formation donna lieu à des interprétations diverses, allant du Buntsandstein au Crétacé supérieur. Après C. BRUNNER VON WATTENWYL, 1857, le premier à dater les Couches rouges du Crétacé supérieur, V. GILLIÉRON, 1873b, pp. 51, 52 et 1873, c, p. 296, DESOR, 1873, p. 52, E. FAVRE & H. SCHARDT, 1887, p. 171, leur attribuent définitivement cet âge sur la foi de fossiles (Inocérames, Echinodermes) recueillis par MERIAN et DESOR. A. JEANNET, 1918, pp. 605 sqq., décrivant les Couches rouges de la région des Tours d'Aï, leur attribue un âge crétacé supérieur (Cénomanien à Sénonien) après l'étude critique des faunes de Rudistes, d'Inocérames et d'Oursins trouvées par divers géologues. Il signale

également des Foraminifères et en particulier *Pulvinulina tricarinata*, qu'il identifie avec *Rosalina Linnei*.

Ce sont les Foraminifères et en particulier les Globotruncanidés («Rosalines» auct.) qui permettent actuellement de fixer avec une grande précision l'âge des Couches rouges. K. BERLIAT, 1943, pp. 127 sqq., est l'un des premiers à donner une série complète des Couches rouges (Tours d'Aï) datée par les Foraminifères étudiés en lames minces (*Globotruncana* du Cénomanien au Maestrichtien, *Globorotalia* pour le Paléocène). Dans le synclinal de la Gruyère, il fait débuter les Couches rouges typiques au Turonien. Citons quelques auteurs ayant repris après lui l'étude des Couches rouges du synclinal de la Gruyère dans des travaux de stratigraphie régionale: Ch. SCHWARTZ-CHENEVART, 1945, pp. 121-122, affirme la présence du Crétacé supérieur complet, du Cénomanien au Maestrichtien, dans le synclinal de la Gruyère, sans préciser la limite inférieure des Couches rouges. M. CHATTON, 1947, pp. 95 sqq., décrit le profil du Petit Haut-Crêt, où il constate une lacune s'étendant de la base du Turonien au Danien, soulignée par une brèche à dents de Poissons. Pour lui, les Couches rouges sont donc représentées par un peu de Cénomanien et par le Danien supérieur et le Paléocène dans cette localité, située hors de la vallée de la Gruyère. G. FAVRE, 1952, pp. 88 sqq., décrit une coupe située sur la rive droite de l'Hongrin, à Praz-du-Pont, où les Couches rouges sont représentées du Turonien inférieur au Paléocène compris. Pour L. PUGIN, 1952, pp. 284 sqq. (région d'Enney) les Couches rouges comprennent tous les étages du Cénomanien supérieur au Maestrichtien, étage avec lequel se termine la série stratigraphique dans cette localité. J. SPOORENBERG, 1952, pp. 65-67, signale dans la région de Lessoc-Montbovon des Couches rouges d'âge cénomanien supérieur ou turonien inférieur, ailleurs d'âge turonien, et admet que la partie supérieure de cette série lithologique a été enlevée avec le Flysch par l'érosion. En résumé, la présence du Cénomanien supérieur, du Turonien, du Sénonien, du Maestrichtien, du Danien et d'une partie du Paléocène est admise. Des lacunes stratigraphiques locales semblent exister. Les macrofossiles sont rares. Les microfossiles, au contraire, sont très abondants.

3. Le Complexe schisteux intermédiaire

Entre le Néocomien, dont le faciès comprend en tout cas encore le Barrémien inférieur, et les Couches rouges, dont nous venons de voir que la base est considérée comme d'âge cénomanien supérieur ou turonien, se place le «Complexe schisteux intermédiaire». Le terme est de Ch. SCHWARTZ-CHENEVART, 1945, p. 116. Mais cet horizon, intercalé entre les calcaires et les schistes clairs, lités, du Néocomien et les marno-calcaires des Couches rouges a été observé depuis longtemps.

Ainsi, V. GILLIÉRON, 1873a, p. 42, note déjà dans la chaîne du Stockhorn la présence d'un niveau à intercalations marno-schisteuses plus importantes que dans le Néocomien, de teinte verdâtre plus accusée et à taches noirâtres aux bords plus arrêtés, imitant parfois les Fucoïdes. A. JEANNET, 1918, pp. 620 sqq., signale une assise marno-argileuse noire, à la base des Couches rouges de Leysin, au-dessus des *Couches à Brachiopodes* (aujourd'hui reconnues comme d'âge cénomanien). G. HENNY, 1918, p. 36, décrit un complexe de 2 à 3 m d'épaisseur, formé de couches calcaires

alternant avec des schistes très noirs et bitumineux, plus épais que dans le Néocomien, dans le synclinal des Rochers de Naye. Il n'en retrouve pas l'équivalent dans la vallée de l'Hongrin (extrémité SW du synclinal de la Gruyère).

Parmi les auteurs traitant du synclinal de la Gruyère dans des monographies, citons: C. C. MAUVE, 1921, p. 420, qui indique un niveau de passage entre Néocomien et Couches rouges près de l'usine électrique de Neirivue (*«Grenzschicht zwischen Neocom und Couches rouges»*), d'une épaisseur de 15 cm (?). T. VERPLOEGH-CHASSÉ, 1924, p. 10, parle du même niveau (*«Übergangsschichten zwischen Neocom und Oberer Kreide»*) et le parallélise avec le Crétacé moyen (Gault). Il le signale en particulier au col de la Forclaz. W. à WENGEN, 1924, p. 36, décrit le «Crétacé moyen» à schistes noirs qu'il trouve près du Dah (Estavannens) et derrière les Cressets (collines de Grandvillard) et qu'il attribue au Cénomanien. C. GF. REVERTERA, 1926, pp. 56 sqq., mentionne la même série (*«Übergangszone vom Neocom zur Oberkreide»*) et la considère comme un faciès mixte ou de transition entre le Crétacé inférieur et le Crétacé supérieur. Il y voit une formation de mer peu profonde.

Plus près de nous, K. BERLIAT, 1943, p. 131, identifie dans la partie supérieure de ce niveau de transition *Globotruncana appenninica* RENZ. Il y voit le lien sans solution de continuité du Barrémien (sommet du Néocomien) au Turonien (base des Couches rouges) et lui attribue un âge aptien, albien et cénomanien. H. W. LOSER, 1943 (inédit), signale un nouvel affleurement de cette série, près d'Estavannens. CH. SCHWARTZ-CHENEVART, 1945, p. 116, donne au Complexe schisteux intermédiaire le nom qui a ensuite été consacré par l'usage et décrit cette série dans le synclinal de Château-d'Oex et dans celui de la Gruyère (Gros Haut-Crêt). Il note lui aussi la présence de *Globotruncana appenninica* RENZ. Il admet également que le Complexe schisteux intermédiaire dans le synclinal de la Gruyère représente le passage du sommet du Néocomien aux Couches rouges sans interruption de la sédimentation et que l'Aptien et l'Albien y sont représentés avec le Cénomanien. A propos du synclinal de Château-d'Oex, il se demande si le sommet des calcaires lithographiques de faciès néocomien n'aurait pas là le même âge que les niveaux moyens du Complexe schisteux intermédiaire dans le synclinal de la Gruyère.

Nous verrons à propos de la description des affleurements la part qu'ont prise M. CHATTON, 1947, F. DELANY, 1952, L. PUGIN, 1952, G. FAVRE, 1952, et J. SPOORENBERG, 1952, dans la description du Complexe schisteux intermédiaire. Disons que G. FAVRE, 1952, p. 87, y signale *Globotruncana appenninica* RENZ, *Globotruncana renzi* THALMANN-GANDOLFI, *Globotruncana lapparenti inflata* BOLLI. Il fait débuter le Complexe schisteux intermédiaire après le Barrémien et monter jusqu'au Turonien inférieur. L. PUGIN, 1952, p. 286, le parallélise avec le Crétacé moyen, entre le Barrémien présent au sommet des couches néocomiennes et la base des Couches rouges (cénomaniennes). Il le date donc du Barrémien supérieur (avec doute), de l'Aptien, de l'Albien et peut-être en partie du Cénomanien (p. 280). J. SPOORENBERG, 1952, p. 64, suppose que l'âge de ces couches va jusqu'au Cénomanien-Turonien inférieur.

LES AFFLEUREMENTS

1. Situation

Après ce résumé de l'état des connaissances sur le Complexe schisteux intermédiaire et sur les séries encaissantes, nous décrirons les affleurements qui ont fourni la faune isolée, objet de ce travail (v. fig. 1, p. 762). Tous les affleurements, à l'exception de celui de la Forclaz, peuvent être trouvés sur la Carte nationale de la Suisse, 1:50000, feuille 262 (Rochers de Naye). C'est l'ordre géographique qui sera suivi, en descendant la vallée de la Sarine de Montbovon à Estavannens. Pour l'affleurement de la Forclaz (Carte nat. de la Suisse, 1:25000, feuille 1.225: Gruyères), il faut quitter la vallée en suivant le synclinal dans sa montée axiale jusqu'au col situé entre Dent du Chamois et Dent de Bourgoz.

2. Liste des affleurements

N° 1: Ruisseau rouge (SW Montbovon)

N° 2: L'Auge (SW Montbovon)

N° 3: La Combaz (NW Montbovon)

N° 4: Pont de bois de Lessoc (sur la Sarine, en aval de la confluence de l'Hongrin)

N° 5: Gare de Lessoc

5a: route cantonale

5b: ruisseau en contrebas de la gare

5c: rive gauche de la Sarine

5d: talus G. F. M.

N° 6: Usine électrique de Neirivue

N° 7: Ruisseau d'Afflon (près d'Enney)

N° 8: La Forclaz

8a: flanc SE du synclinal (pied de la Dent de Bourgoz)

8b: col de la Forclaz

8c: chalet de la Grande Forclaz

8d: flanc NW du synclinal (pied de la Dent du Chamois)

Pour la situation de ces affleurements, voir la figure 1.

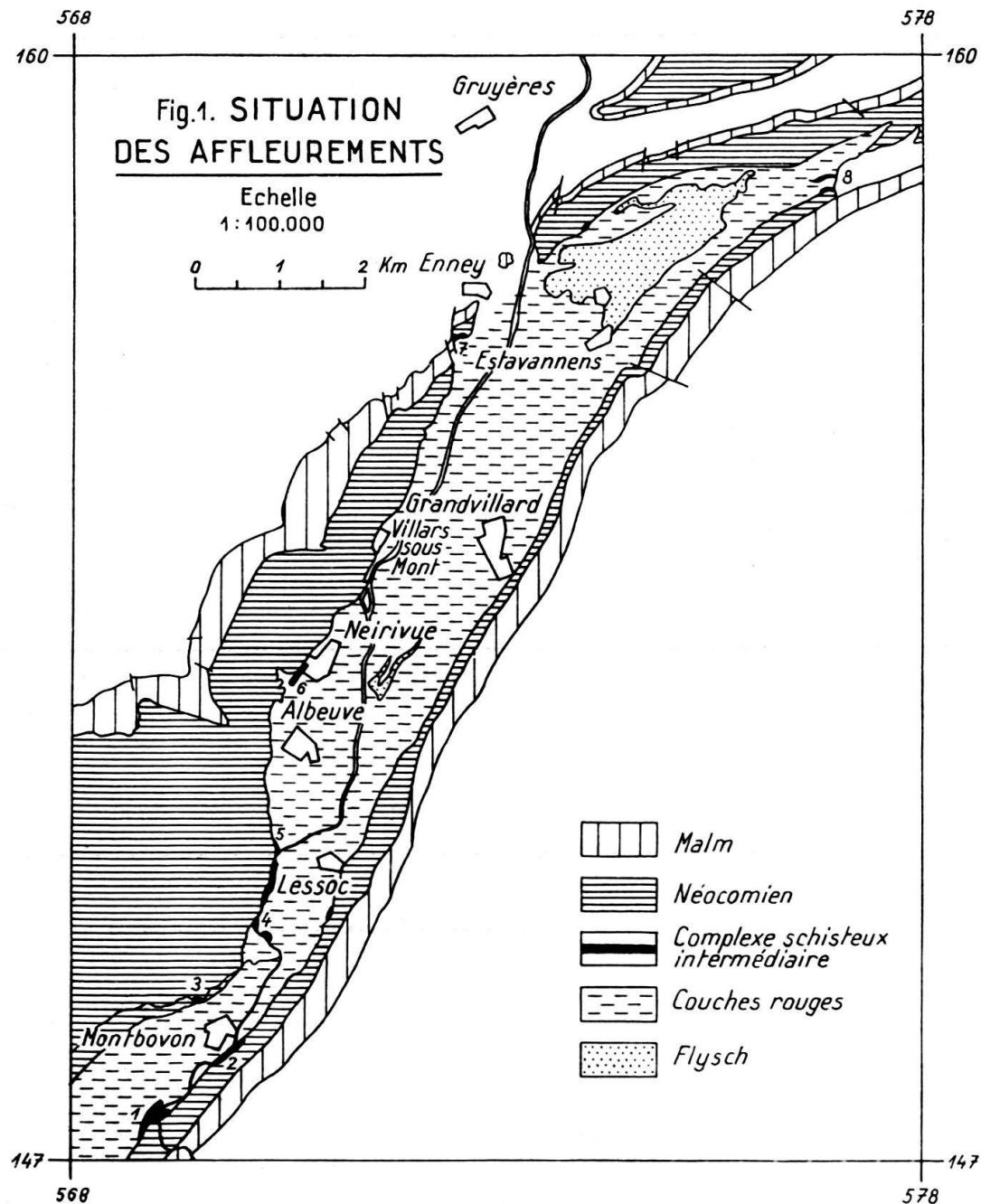
Deux de ces affleurements seront décrits plus en détail. L'un, celui de la gare de Lessoc (N° 5), parce qu'il donne la meilleure idée de la lithologie du Complexe schisteux intermédiaire, l'autre, celui de la Forclaz (N° 8), à cause de la richesse de sa faune.

3. Description des affleurements

N° 1: Affleurement du Ruisseau rouge (SW de Montbovon)

Cet affleurement est situé au bord de la route cantonale de Bulle à Château-d'Oex, entre Montbovon et le défilé de la Tine, au S du hameau de Vers-les-Pichons, à 1 km SW de Montbovon. Coord.: 568.950/147.575. Il figure sur la carte au 1:25000 du travail de thèse de G. FAVRE, 1952. Il constitue la série du flanc SW du synclinal,

adossée à l'anticlinal de Sottaz. Il est formé de calcaires marneux gris ou foncés, en petits bancs de 5 à 10 cm, intercalés avec des schistes sombres de moins d'importance, du moins à l'extrémité SW de l'affleurement. Les couches sont coupées dans le sens de leur direction, ce qui ne permet en général l'observation que d'une série restreinte, mais elles sont affectées de replis assez intenses, bien que de peu d'amplitude.



La série du Complexe schisteux intermédiaire est en contact du côté SW, à 79 m à partir du Ruisseau rouge, avec des calcaires siliceux gris, verdâtres ou rosés, où la loupe ne découvre pas d'autres organismes que des Radiolaires et entre lesquels s'intercalent des schistes marneux verdâtres ou rouges. Cette série est considérée comme néocomienne (G. FAVRE, 1952, carte au 1:25000). Le Complexe

schisteux intermédiaire est ensuite recouvert en partie par les Couches rouges. En direction NE à partir du Ruisseau rouge, les couches sont plus tranquilles et la lithologie change un peu, les calcaires marneux gris, tachetés, devenant subordonnés par rapport aux schistes (schistes marneux gris, feuillettés à plaquetés, clairs à sombres, en niveaux de 20, 30 et même 60 cm). Les derniers bancs visibles avant les Couches rouges à l'extrémité NE de l'affleurement sont à 125 m du Ruisseau rouge.

Les schistes, assez chargés en éléments détritiques, n'ont fourni qu'une faune assez pauvre. Les Globigérines, très petites, dominant. *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI), quelques *Praeglobotruncana* sp. et une faune accessoire où *Robulus* sp. prédomine caractérisent presque tous les échantillons. De nouvelles recherches nous ont permis cependant de trouver un échantillon contenant: *Hedbergella trocoidea*, *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER), *Rotalipora (Ticinella) roberti* (GANDOLFI), *Rot. (Thalmanninella) ticinensis subticinensis* (GANDOLFI) et *Rot. (Thalm.) ticinensis ticinensis* (GANDOLFI). Le contact avec les Couches rouges est caché par la végétation. A 122 m après la fin du Complexe schisteux intermédiaire visible, un échantillon de calcaire marneux rouge a fourni, par désagrégation chimique, un exemplaire de Globotruncanidé mal conservé voisin de *Rotalipora (Thalmanninella) reicheli* (MORNOD). Le même échantillon, en lame mince, présente des sections de *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER), *Praeglt. stephani* (GANDOLFI), *Rotalipora (Rot.) turonica* BROTZEN, *Rot. (Thalmanninella) cf. reicheli* (MORNOD), *Praeglt. ? helvetica* (BOLLI), *Praeglt. renzi* (THALMANN), *Praeglt. schneegansi* (SIGAL) et *Globotruncana marginata* (REUSS).

Dans le pâturage surplombant la route, le long du chemin qui relie le pont sur le Ruisseau rouge au hameau de Vers-les-Pichons, à 30 m du dernier banc visible des schistes du Complexe intermédiaire (soit à 12–15 m par le travers des couches), le premier banc visible de Couches rouges contient des Globigérines et des *Globorotalia* d'affinités paléocènes.

N° 2: Affleurement de l'Auge (SW de Montbovon)

Cet affleurement est situé sur la rive gauche de la Sarine, un peu en aval de l'aplomb du hameau de l'Auge. Coord.: 569 300/148 000. Il est de peu d'importance. Les couches du Complexe schisteux intermédiaire, très redressées, sont à découvert sur une cinquantaine de mètres de long, et montrent une puissance de 7 à 8 m.

Il s'agit du faciès typique du Complexe schisteux intermédiaire, tel que nous le verrons illustré le mieux par la coupe de la gare de Lessoc (rive gauche de la Sarine, N° 5c). Les calcaires marneux gris, tachetés de noir, en bancs de 5 à 10 ou 15 cm alternent avec des niveaux de schistes feuillettés ou plaquetés, gris clair ou gris sombre de 20 ou 30 cm et parfois de 60 cm d'épaisseur. On remarque dans les niveaux de schistes les plus épais une variation du type lithologique, les schistes marneux feuillettés passant à des schistes plaquetés plus calcaires. Ce changement lithologique s'accompagne en général d'un changement de teinte, les schistes plaquetés plus calcaires étant plus clairs.

La faune isolée, sans être rare, est pauvre en espèces et comprend des Globigérines, *Anomalina* sp. et *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI).

N° 3: Affleurement de la Combaz (NW de Montbovon)

Pour parvenir à cet affleurement, on quitte la route cantonale Bulle-Château-d'Oex à 300 m avant le pont routier sur l'Hongrin, et l'on suit un chemin à main droite, qui s'engage dans le vallon de l'Hongrin et mène au groupe de maisons de la Combaz d'Avaux (à 700 m de la route cantonale). Des maisons de la Combaz d'Avaux, on prend à gauche un chemin conduisant à un petit pont sur l'Hongrin et après le pont, on s'engage le long de la rive droite de l'Hongrin jusqu'un peu en amont du viaduc de chemin de fer du M. O. B. (ligne Montreux-Oberland bernois), à la sortie de la ligne du tunnel de Montbovon.

Sur les deux rives de l'Hongrin et dans le lit même du torrent affleure la série du Complexe schisteux intermédiaire, cartée par G. FAVRE, 1952, et signalée par cet auteur dans sa thèse (*ibid.*, p. 86). Coord.: 569 550/148 800. Les premiers bancs du Complexe schisteux intermédiaire forment des barres dans le lit du torrent. Ils sont constitués de calcaires un peu marneux, tachetés, verdâtres, avec des intercalations de schistes marno-calcaires verdâtres un peu gréseux. Ils apparaissent remplis, en coupes minces, de Globigérines, *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI) et *Rotalipora (Ticinella) roberti* (GANDOLFI). La série classique du Complexe schisteux intermédiaire (schistes marneux noirs et calcaires marneux subordonnés) affleure ensuite sur les deux rives. Il forme sur la rive gauche un talus ébouleux sous la pile du viaduc et, rive droite, des barres rocheuses, dominées par un talus ébouleux jusqu'au chemin menant à la Combaz d'Avaux en passant sous l'entrée du tunnel. La série est d'abord presque horizontale rive gauche, avec des replis, puis plonge de 30° vers 100° plus en aval. Sur la rive droite, l'épaisseur des schistes et des calcaires est de 10 m environ jusqu'au chemin. Dans le lit de l'Hongrin, le pendage est de 30° vers 100°.

Les échantillons récoltés sur la rive droite, le long du cours de l'Hongrin, ont fourni la faune isolée suivante: Globigérines, *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI), *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI), à proximité des calcaires verdâtres signalés plus haut. Ces Foraminifères proviennent des schistes marno-calcaires foncés.

Plus loin, à 10 m des calcaires verdâtres, soit à peu près à l'aplomb du viaduc, ils contiennent des Globigérines, *Hedb. trocoidea*, *Rotalipora (Thalmanninella) ticinensis ticinensis* (GANDOLFI), *Rot. (Thalm.) multiloculata* (MORROW), *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI), *Pseudoclavulina eggeri* (CUSHMAN), *Robulus* sp. Les calcaires sont ici de teinte noire, et les schistes plus rares: délit de \pm 5 cm de schistes en alternance avec des calcaires de \pm 8 cm d'épaisseur.

Dans la même série, un peu en aval du pont, la faune isolée comprend: Globigérines, *Hedb. trocoidea*, *Rot. (Thalm.) ticinensis ticinensis*, formes de passage entre *Rot. (Thalm.) ticinensis ticinensis* et *Rotalipora (Thalm.) appenninica balernaensis* (GANDOLFI), *Rot. (Thalm.) appenninica balernaensis* (GANDOLFI), *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI), *Robulus* sp.

Les derniers bancs du Complexe schisteux intermédiaire affleurant sur la rive droite avant que la coupe se perde sous la végétation contiennent encore *Rot. (Thalm.) ticinensis ticinensis*, *Rot. (Thalm.) multiloculata* et *Rot. (Thalm.) appenninica balernaensis*. Dans le talus surplombant la série que nous venons de voir sur

la rive droite, et qui monte jusqu'au chemin, la faune ne présente pas d'éléments nouveaux.

Si l'on monte ensuite jusqu'au chemin reliant la Combaz d'Avaux à la Combaz d'Amont, surplombant l'Hongrin, et passant juste sous l'entrée du tunnel de Montbovon et sous le tablier du viaduc M. O. B., on note une nouvelle série, formant corniche, et discordante sur la série étudiée ci-dessus. Il s'agit de schistes marneux gris, puis verts et violacés, avec intercalation de calcaires marneux en petits bancs, ne présentant pas encore la lithologie typique des Couches rouges (marno-calcaires en petits bancs). Cette série est traversée de plusieurs failles verticales qui en compliquent l'étude. A 3 m en amont du passage voûté dans le pilier du viaduc, dans une série de schistes gris, *Hedbergella trocoidea* (grandes formes), *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI) et *Praeglt. stephani turbinata* (REICHEL) abondent. Ces trois espèces constituent à peu près exclusivement la faune.

Dans des schistes situés 1 m plus haut que la base visible de la série, apparaissent, à côté des espèces précédentes, *Praeglt. ? helvetica* (BOLLI), *Praeglt. renzi* (THALMANN), *Praeglt. concavata* (BROTZEN), *Praeglt. schneegansi* (SIGAL).

A 26 m en amont du viaduc, le long du chemin, une nouvelle série schisteuse, séparée de la première par des failles et dont la base doit être très proche du sommet du Complexe schisteux intermédiaire de faciès classique (schistes noirs et calcaires marneux) est constituée de schistes gris, verts et violacés, avec intercalation de calcaires marneux. Les schistes gris, à 30 cm du sol, contiennent: *Hedbergella trocoidea*, *Praeglt. stephani*, *Praeglt. stephani turbinata*, *Praeglt. renzi*, *Praeglt. concavata*, *Praeglt. schneegansi*.

Jusqu'à 1,5 m du sol, les schistes gris dominent. A ce niveau s'intercalent des schistes verts et violacés jusqu'à 4 m au-dessus de la base de la série grise. Tous les échantillons prélevés contiennent *Hedbergella trocoidea* (grande forme), une forme turbinée attribuable à *Hedb. trocoidea*, *Praeglobotruncana stephani*, *Praeglt. stephani turbinata*. Dans le haut de la série, apparaissent à nouveau *Praeglt. renzi*, *Praeglt. concavata*, *Praeglt. schneegansi*. Il est difficile de préciser le rapport exact des deux séries signalées (à 3 m et à 26 m du viaduc). Il est probable que la plus rapprochée du pont représente l'équivalent de la partie supérieure de la série la plus éloignée.

Nº 4: Pont de bois de Lessoc (sur la Sarine, en aval de la confluence de l'Hongrin).

J. SPOORENBERG, 1952, p. 64, décrit les derniers bancs du Complexe schisteux intermédiaire affleurant avant les Couches rouges typiques en aval du pont de bois couvert de Lessoc, sur la rive droite de la Sarine, un peu en aval de la confluence du Torrent. Reprenons cette localité, en suivant le chemin qui bifurque juste avant le pont routier sur l'Hongrin, à main gauche en allant d'Albeuve à Montbovon. Nous passons le pont de bois, descendons le talus à gauche jusque dans le lit du Torrent et, à partir de sa confluence avec la Sarine, suivons la rive droite de cette rivière. Coord.: 570 300/149 600.

J. SPOORENBERG, ibid., a découvert dans un banc calcaire intercalé dans les schistes noirs du Complexe schisteux intermédiaire, à 2,5 m des Couches rouges, un exemplaire mal conservé de *Holcoscaphites* sp., genre présent de l'Albien au Campanien. Entre 2,5 et 4 m des Couches rouges, il a déterminé en coupe mince *Globotruncana appenninica* RENZ et *Globotruncana stephani* GANDOLFI. Les premiers

bancs de Couches rouges contiennent *Globotruncana stephani* GANDOLFI et *Glt. lapparenti* BROTZEN. Nous n'avons pas exécuté de nouvelles coupes minces dans ces niveaux. Il semble cependant que le contact entre les derniers niveaux du Complexe schisteux intermédiaire et les premiers bancs des Couches rouges est tectonique. Ces bancs sont broyés, lardés de calcite et le niveau à schistes gris et verdâtres que nous avons noté à la Combaz et que nous retrouverons à la gare de Lessoc est absent. Ces niveaux schisteux gris et verts, par ailleurs, sont visibles sur la rive gauche de la Sarine, dans une petite voûte anticlinale, en aval du pont de bois, puis dans un petit repli synclinal aigu, dont le flanc NW, de pendage SE, est en contact avec le Complexe schisteux intermédiaire typique. Le tout est malheureusement inaccessible, dans les falaises de la Sarine.

Après le contact anormal et les premiers bancs étudiés par J. SPOORENBERG, nous avons examiné la série du Complexe schisteux intermédiaire affleurant sporadiquement sur la rive droite de la Sarine, jusqu'au coude que la rivière décrit à 200 m en aval de la confluence du Torrent. A 5,5 m des Couches rouges formant promontoire à cette confluence, soit à 4 m par le travers des couches, une petite série de Complexe schisteux intermédiaire de faciès habituel (calcaires marneux gris et noirs, en petits bancs, avec intercalation de schistes gris et noirs) a fourni la faune isolée suivante: petites Globigérines, *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI), *Rotalipora (Thalmanninella) appenninica balernaensis* (GANDOLFI), *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica* (RENZ), *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI). Les mêmes espèces se retrouvent à 8 m et à 12 m des Couches rouges. A cette dernière distance, la série a subi des influences tectoniques et l'on note une discordance angulaire. Les couches sont ensuite masquées sur 100 m par la végétation. Une petite falaise de 25 m de long affleure ensuite. Le pendage est de 45° SE. Les échantillons contiennent: Globigérines, *Hedb. trocoidea*, *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica* et une faune accessoire à *Pseudoclavulina*, *Robulus*, etc.

La roche en place disparaît à nouveau sur 50 m sous la couverture végétale. Un petit affleurement de Complexe schisteux intermédiaire, peu redressé (30° vers 100°) forme falaise au coude de la Sarine. Les premiers bancs sont hors de portée, mais les couches du Complexe schisteux intermédiaire du promontoire sont ensuite accessibles sur 8 m. C'est l'amorce du flanc NW du synclinal de la Gruyère. La série est formée de bancs marno-calcaires de 10 ou 20 cm, séparés par des lits de schistes gris ou noirs, fissiles, de 5 à 15 cm. On trouve des rognons de pyrite dans les schistes, et des taches et voiles argileux sur les marno-calcaires. La faune isolée est composée de: Globigérines, *Hedbergella trocoidea*, *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica*, *Rot. (Thalm.) appenninica balernaensis*, *Planomalina buxtorfi* à la base et, au sommet, par: Globigérines, *Hedb. trocoidea*, *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica*, *Planomalina buxtorfi*, *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER), *Praegl. stephani* (GANDOLFI), *Praegl. stephani turbinata* (REICHEL).

Nº 5: Gare de Lessoc

Nous arrivons à l'affleurement le plus important par son extension. Il donne une bonne idée de la lithologie du Complexe schisteux intermédiaire. Les conditions tectoniques n'en sont pas absolument satisfaisantes mais, en multipliant les coupes de détail pour l'échantillonnage, on peut se faire une idée de la succession stratigraphique.

graphique. Il a été signalé par F. DELANY, 1948. Elle note que «sur la rive gauche de la Sarine, en amont de la gare de Lessoc, dans les 2 m environ inférieurs aux premiers calcaires rouges, les radiolaires des calcaires verts néocomiens sont remplacés par des *Globotruncana appenninica* et *Gl. renzi* du Cénomanien-Turonien, sans aucun changement lithologique» (p. 97). G. FAVRE, 1952, traite à nouveau de cet affleurement. Il note que l'épaisseur du Complexe schisteux intermédiaire, est réduite à une quinzaine de mètres. «Dans les derniers mètres précédant le roc her de teinte rouge appartenant au Crétacé supérieur et sur lequel s'appuie le pont, les bancs calcaires interstratifiés dans les schistes noirs contiennent une faune de Foraminifères importants». Il cite, outre «*Globotruncana appenninica* RENZ et *Globotruncana renzi* THALMANN-GANDOLFI», déjà signalés par Mlle DELANY: «*Globotruncana lap-parenti inflata* BOLLI».

Pour reprendre l'étude de cet affleurement et le situer dans son contexte, nous décrirons plusieurs coupes très rapprochées les unes des autres.

N° 5a: Gare de Lessoc. Route cantonale

Les bancs qui affleurent ici, au bord W de la route cantonale, au S de la gare de Lessoc (coordonnées: 570 340/150 700) appartiennent encore au Néocomien. Le niveau duquel ils font partie est très peu inférieur (10 m?) aux derniers bancs du Néocomien visibles au bord de la Sarine, avant le début du Complexe schisteux intermédiaire. Ce sont des calcaires gris tachetés, en bancs de 10-30 cm, avec quelques schistes intercalés. La faune macroscopique de ce gisement a été étudiée par G. FAVRE, 1952, p. 84. Elle comprend: *Desmoceras difficile* D'ORB., *Belemnites pistilliformis* BLAINV. Elle situe ce niveau dans la zone à *Desmoceras difficile* du Barrémien inférieur. Les calcaires n'ont présenté en lame mince que quelques fragments d'Algues, une section qu'on peut rapporter à *Pseudoclavulina* et des *Nannoconus*. Les schistes désagrégés par traitement chimique n'ont fourni qu'un exemplaire de *Cornuspira*.

N° 5b: Gare de Lessoc. Ruisseau en contrebas de la gare

Avec cette coupe, nous atteignons les premiers niveaux visibles du Complexe schisteux intermédiaire. Pour atteindre ces niveaux, il faut descendre, depuis la gare de Lessoc, dans le ruisseau en contrebas de la station. La coupe a été prise au bas de la petite chute déterminée par les derniers bancs de Néocomien, au contact du Néocomien et du Complexe schisteux intermédiaire. L'allure de l'affleurement ne permet pas de conclure s'il y a passage ou contact tectonique, mais la série est en partie broyée et les niveaux sont lardés de calcite. Il n'y a pas de succession nette, mais approximativement une vingtaine de niveaux de calcaires et de schistes noirs alternés au début du Complexe schisteux intermédiaire, après le contact avec le Néocomien. Ces niveaux conduisent aux premiers bancs de la coupe du bord de la Sarine (rive gauche) mais, là encore, sans passage stratigraphique certain.

Les premiers niveaux sont stériles en coupe mince. Plus haut dans la série, apparaissent des Radiolaires, des Globigérines, *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI), *Rotalipora (Thalmanninella) appenninica appenninica* (RENZ) et *Rot. (Thalm.) appenninica balernaensis* (GANDOLFI). Les schistes désagrégés sont stériles pour une part et très chargés de quartz et de calcite mais, dans le haut de la série, nous

avons reconnu un exemplaire isolé de *Rot. (Thalm.) apenninica appenninica*, parmi d'autres restes indéterminables.

N° 5c: Gare de Lessoc. Rive gauche de la Sarine (v. fig. 2)

C'est l'affleurement signalé par F. DELANY et par G. FAVRE. Ces auteurs, cependant, ne se sont occupés que des derniers mètres du Complexe schisteux intermédiaire précédant les Couches rouges typiques. Pour notre part, nous allons partir à nouveau du Néocomien certain, qui affleure le long de la Sarine et étudier tout le Complexe schisteux intermédiaire qui s'étend sur une cinquantaine de mètres, soit une puissance calculée et mesurée de 25 m environ.

Pour atteindre l'affleurement, coord.: 570 400/150 650, on peut soit emprunter le ruisseau en contrebas de la gare de Lessoc, peu praticable, soit prendre la route de Lessoc et, avant le pont routier métallique, escalader la petite butte à main droite et descendre directement vers la Sarine. Arrivé au bord de la rivière, on est en face de la série du Complexe schisteux intermédiaire formant un talus en retrait de la berge, puis une pente escarpée dominée par un paquet important de marnocalcaires des Couches rouges (voir photo fig. 2).

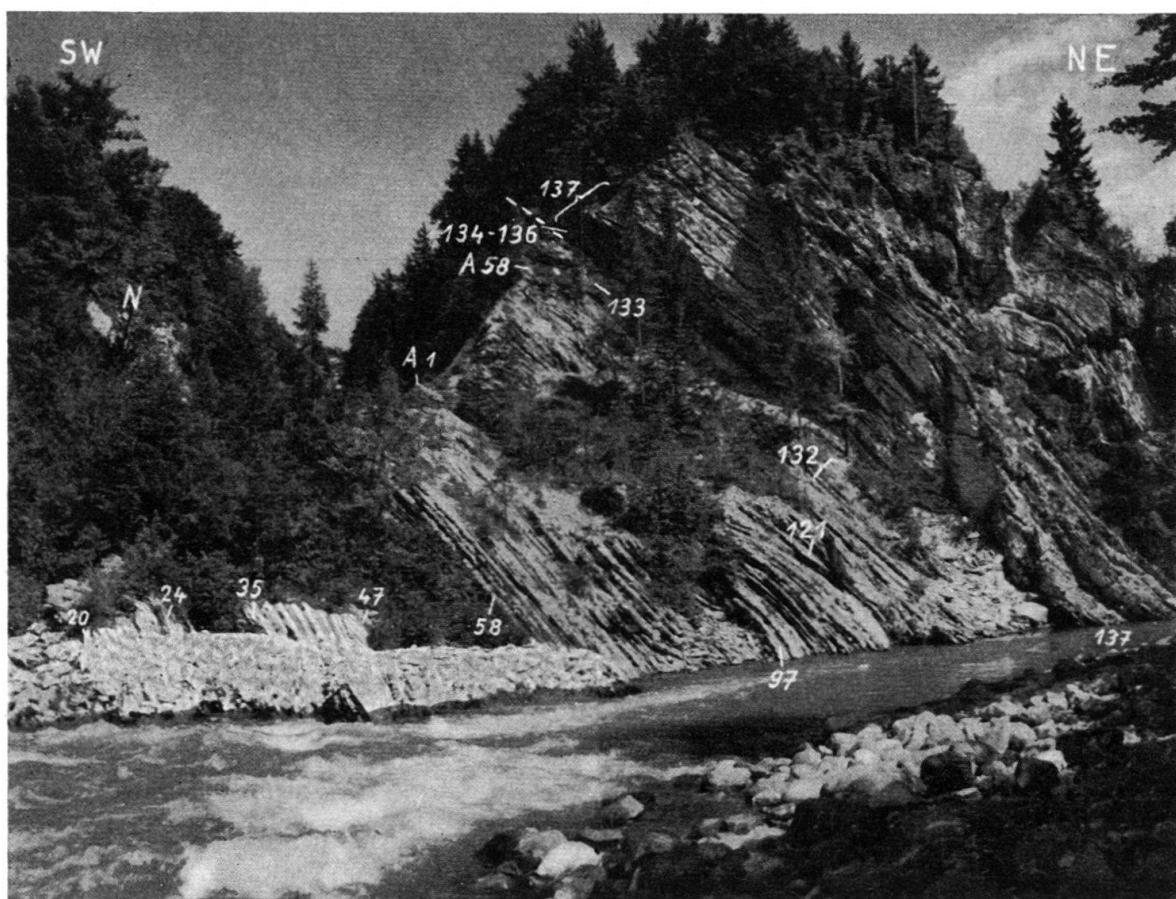


Fig. 2. Vue de l'affleurement de Complexe schisteux intermédiaire de la gare de Lessoc (rive gauche de la Sarine, coupe no. 5c). La falaise à gauche de la photographie est constituée par le sommet du Néocomien (N). Niveaux 20 à 136 ainsi que A1 à A58: Complexe schisteux intermédiaire. Niveau 137: premiers bancs des Couches rouges. - - -: plan de chevauchement.

Sur la rive gauche de la Sarine, en amont de la confluence du ruisseau passant sous la gare de Lessoc, les derniers bancs du Néocomien forment falaise. On peut en étudier les derniers niveaux, jusqu'au matériel torrentiel apporté par le ruisseau. Ce sont des calcaires légèrement marneux, gris, tachetés de noir, de 3 à 8 cm d'épaisseur, alternant avec des schistes subordonnés, sauf dans le dernier mètre, où ces schistes atteignent 20 cm. Les calcaires, qui contiennent des fragments de Bélemnites, n'ont révélé en coupe mince aucun organisme intéressant, à part des *Nannoconus*. Citons cependant quelques organismes monosériés et bisériés, une *Planomalina?*, des Globigérines. La désagrégation des schistes n'a rien apporté de plus. Il est difficile de décider si les tout derniers niveaux affleurant ici appartiennent encore au Néocomien ou déjà au Complexe schisteux intermédiaire. La prédominance des schistes (en lits atteignant 20 cm) fait pencher pour cette dernière attribution, mais aucun argument paléontologique ne l'étaye.

Interrompue par l'entaille du ruisseau et le matériel torrentiel accumulé, la roche en place affleure à nouveau sur la rive gauche du ruisseau. On ne peut préciser quelle lacune sépare ces niveaux du Néocomien. En effet, les bancs sont en position horizontale. Au débouché du ruisseau, il s'agit de fauchage superficiel. Plus haut, il semble que cette position, tranchant avec l'inclinaison générale des couches, soit due à une cause tectonique. Dès qu'on s'écarte du ruisseau, en descendant le cours de la Sarine, les couches prennent une inclinaison à peu près constante, de 40 à 50° vers 90 à 110° E. Nous admettrons que les niveaux étudiés dans le ruisseau en contrebas de la gare (coupe N° 5b) représentent à peu près ce qui manque entre les premiers bancs du Complexe schisteux intermédiaire visibles à cet endroit et le début de la coupe sur la rive gauche de la Sarine. Ces niveaux ayant été numérotés de 1 à 19, le premier niveau de la coupe sur la rive gauche de la Sarine est le niveau 20. C'est un banc de calcaire marneux noir, lardé de calcite, d'une épaisseur de 12 cm, observable dans le talus. Il est en saillie et se prolonge jusqu'à la Sarine. Il est précédé d'un autre banc calcaire plus en retrait et suivi d'autres bancs calcaires également plus en retrait. Il porte à la peinture rouge l'inscription: K. 800 = Niv. 20 (voir la série lithologique, fig. 3, p. 773).

Niveau Epaisseur

cm

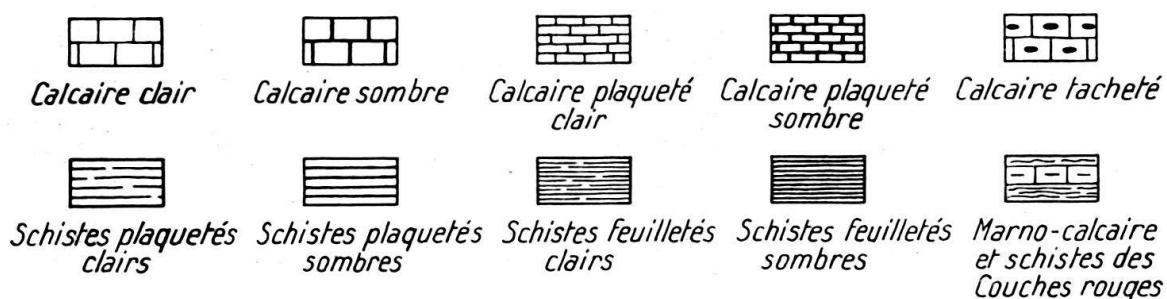
20	12	banc calcaire noir, lardé de calcite
21	10	schistes marno-calcaires gris sombre
22	10	banc calcaire marneux gris, tacheté, lardé de calcite
23	30	schistes marno-calcaires gris
24	15	calcaire marneux gris, tacheté, lardé de calcite Le pendage est ici de 55° vers 90°.
25	10	schistes marno-calcaires noirs
26	10	schistes marno-calcaires gris
27	7	calcaire marneux gris tacheté Ce banc est en ligne droite à 2,15 m du niveau 20.
28	15-20	schistes marno-calcaires gris
29	5-7	calcaire marneux gris tacheté
30	15	schistes marno-calcaires gris
31	12-15	calcaire marneux gris tacheté
32	35-40	schistes marno-calcaires gris, dont 15 cm fins, 20 cm lités (lits de 1 cm)
33	15	calcaire marneux plaqueté gris tacheté

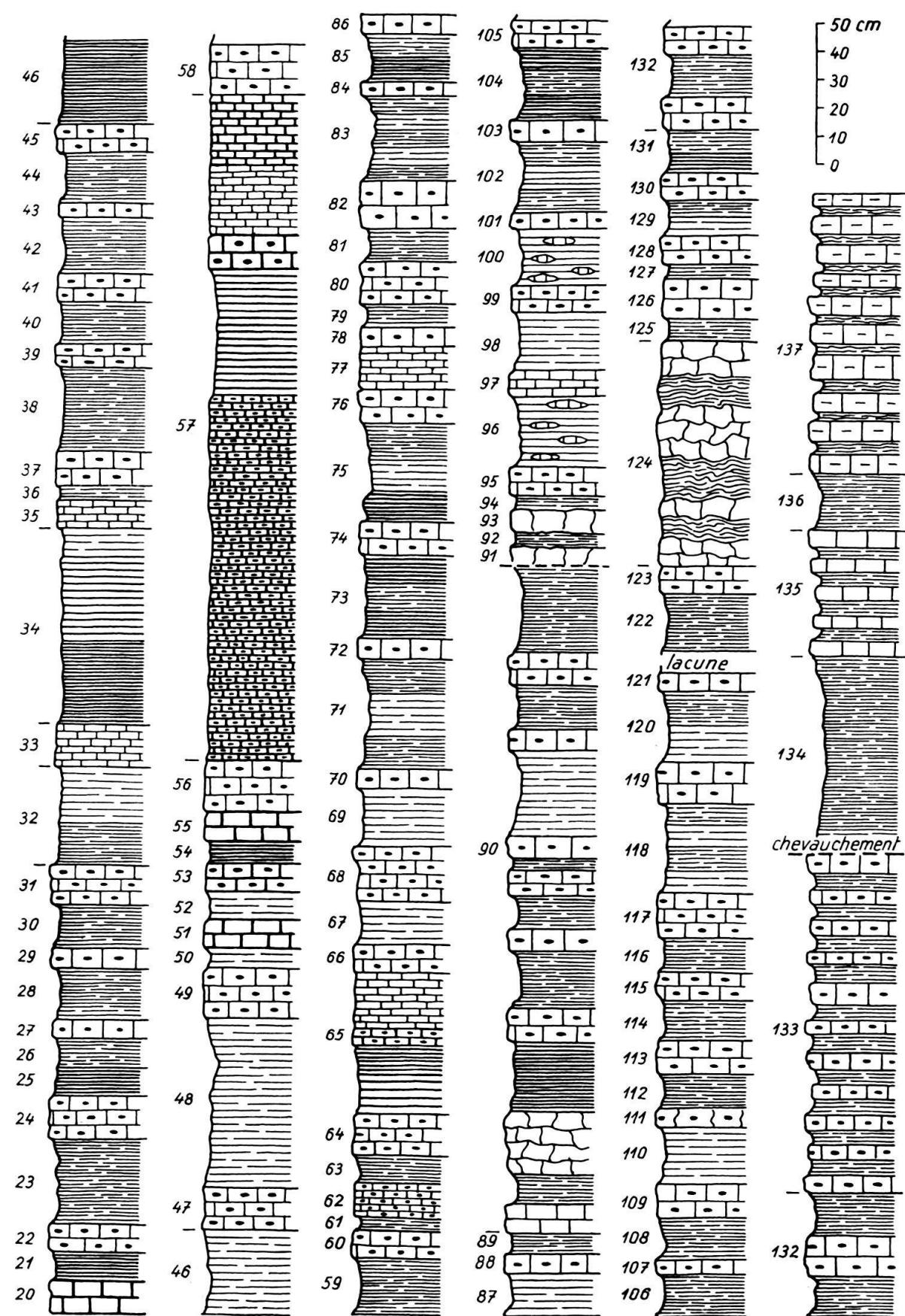
Niveau	Epaisseur cm	
34	70	schistes marno-calcaires gris sombre, dont 30 cm fins, gris sombre, 30 cm plaquetés, noirs, et 10 cm plaquetés, gris Ces niveaux (28-34) sont masqués de buissons et un peu en retrait sur les précédents (20-27) et sur les suivants (35-47).
35	10	calcaire gris plaqueté
36	3-5	schistes marno-calcaires gris
37	12	calcaire marneux gris tacheté Ces niveaux sont à 6 m du niveau 20 et forment des bancs continus de la Sarine au talus.
38	30	schistes marno-calcaires gris
39	8	calcaire marneux gris tacheté
40	15	schistes marno-calcaires gris
41	10	calcaire marneux gris tacheté
42	20	schistes marno-calcaires gris
43	5	calcaire marneux gris tacheté
44	15-20	schistes marno-calcaires gris
45	10	calcaire marneux gris tacheté
46	50-70	schistes marno-calcaires fins, gris sombre, puis plaquetés, gris clair
47	13-15	calcaire marneux gris tacheté Le pendage est ici de 45° vers 105°. La coupe dans le talus (niveaux 20-47) est couverte sur 2,1 m par de l'éboulis et de la végétation. Les niveaux 48-56 sont pris sans lacune au bord de la Sarine. Ils ont au total une épaisseur de 1,35 m.
48	60	schistes marno-calcaires gris plaquetés
49	18	calcaire marneux gris tacheté
50	7	schistes marno-calcaires gris plaquetés
51	10	calcaire marneux gris sombre
52	10	schistes marno-calcaires gris plaquetés
53	10	calcaire marneux gris sombre tacheté
54	8	schistes marno-calcaires gris sombre
55	10	calcaire marneux gris sombre
56	18	calcaire marneux gris tacheté Au niveau 57, la coupe est reprise dans le talus, sans lacune.
57	235	soit: 130 cm calcschistes clairs plaquetés en lits de 1 cm, avec lentilles calcaires localement, le tout gris sombre, tacheté de noir 45 schistes marno-calcaires sombres plaquetés 10 calcaire marneux gris sombre tacheté 50 calcschistes gris, plaquetés, clairs à sombres
58	18	calcaire marneux clair tacheté C'est le premier gros banc calcaire dans le talus après la zone schisteuse des derniers 100 à 120 cm du niveau 57. Il est à 15,25 m du niveau 20.
59	20	schistes marno-calcaires gris
60	10	calcaire marneux gris tacheté
61	5	schistes marno-calcaires gris
62	12	calcaire marneux plaqueté gris, tacheté
63	10	schistes marno-calcaires gris
64	15	calcaire marneux gris tacheté
65	50	soit: 17 cm calcschistes sombres finement plaquetés 8 schistes marno-calcaires sombres plus tendres (déprimés) 5-6 calcaire marneux gris sombre, tacheté, un peu schisteux 20 calcschistes clairs plaquetés

Niveau	Epaisseur cm	
66	10	calcaire marneux gris tacheté Le pendage est ici de 45° vers 100°. Les niveaux 59 à 66 sont en relief, puis, après le niveau 66, suit une zone déprimée.
67	15	schistes marno-calcaires gris, plaquetés
68	20	calcaire marneux gris tacheté
69	20	schistes marno-calcaires plaquetés gris
70	5-7	calcaire marneux gris tacheté Ce niveau forme le dernier banc en relief avant la zone déprimée. Il est à 19,05 m du niveau 20.
71	40	schistes marno-calcaires gris, feuillettés, puis plaquetés, puis de nouveau feuillettés
72	7	calcaire marneux gris tacheté
73	30	schistes marno-calcaires feuillettés, noirs, puis gris, puis de nouveau noirs Ce niveau forme le point le plus en retrait de la zone déprimée. Il est marqué d'une ligne d'arbustes.
74	12	calcaire marneux gris, tacheté, à traces d'algues à la surface du banc
75	35	schistes marno-calcaires feuillettés sombres, puis plaquetés clairs et enfin feuillettés clairs
76	12	calcaire marneux gris tacheté
77	15	marno-calcaire schisteux plaqueté gris à restes de Bivalves (Inocérames) Du niveau 78 au niveau 90 suit une zone faillée et broyée au bas du talus. La coupe est prise à partir du niveau 78 et sans lacune avec le niveau 77 dans le haut du talus où la coupe est meilleure.
78	7	calcaire marneux gris tacheté
79	8	schistes marno-calcaires feuillettés puis plaquetés, gris
80	15	calcaire marneux gris tacheté Le pendage est ici de 50° vers 100°.
81	12	schistes marno-calcaires feuillettés, gris
82	17	calcaire marneux gris, tacheté, formé de l'accolement de deux bancs
83	30	schistes marno-calcaires feuillettés, puis plaquetés, de nouveau feuillettés, plaquetés et enfin feuillettés, le tout gris
84	5	calcaire marneux gris tacheté
85	17	schistes marno-calcaires feuillettés, noirs puis gris
86	7	calcaire marneux gris tacheté
87	15	schistes marno-calcaires plaquetés gris
88	7	calcaire marneux gris tacheté
89	7	schistes marno-calcaires gris La coupe pénètre dans une zone faillée et plissée. Une grande faille verticale coupe les niveaux suivants, avec un rejet dont on ne peut déterminer l'importance, car il semble qu'il y a eu un charriage de toute la zone affleurant à la lèvre de la faille.
90	250	Le niveau 90 comprend toute l'alternance de calcaires et de schistes affleurant encore sur 2,5 m dans le sommet du talus (zone couverte d'arbustes) jusqu'à la faille. soit: 10 cm calcaire marneux gris 10 schistes marno-calcaires feuillettés gris clair 22 calcaire marneux en gros banc, à surface bosselée, un peu plissé, gris clair 25 schistes marno-calcaires feuillettés sombres 12-13 calcaire marneux gris clair tacheté 20 schistes marno-calcaires feuillettés gris 8 calcaire marneux gris 12 schistes marno-calcaires feuillettés gris

9	calcaire marneux gris
3-4	schistes marno-calcaires clairs
8-9	calcaire marneux gris
35	schistes marno-calcaires plaquetés clairs
8	calcaire marneux gris
16-18	schistes marno-calcaires feuilletés gris
12	calcaire marneux gris
30	schistes marno-calcaires gris
	Après la faille, la coupe reprend au bas du talus, au bord de la Sarine (niveau 91).
91	7 calcaire marneux plissoté, gris, à filons de calcite
92	4 schistes marno-calcaires gris
93	8 calcaire marneux plissoté, gris, à filons de calcite
94	5 schistes marno-calcaires gris
95	10 calcaire marneux gris, tacheté
96	25 schistes marno-calcaires plaquetés, gris, avec quelques intercalations calcaires de 2 à 3 cm d'épaisseur
97	10 calcaire marneux plaqueté gris
	Le niveau 97 forme la première forte côte rocheuse après la zone faillée. Il est à 27,1 m du niveau 20.
98	20 schistes marno-calcaires plaquetés gris
99	10 calcaire marneux gris tacheté
100	20 schistes marno-calcaires plaquetés gris, avec intercalations locales de calcaire
101	6 calcaire marneux gris tacheté
102	25 schistes marno-calcaires feuilletés, puis plaquetés, puis de nouveau feuilletés, gris
103	8 calcaire marneux gris tacheté
104	25 schistes marno-calcaires feuilletés noirs, puis gris, puis de nouveau noirs
105	10 calcaire marneux gris tacheté
106	15 schistes marno-calcaires feuilletés gris
107	5 calcaire marneux gris tacheté
108	15 schistes marno-calcaires feuilletés gris
109	12 calcaire marneux gris tacheté
	Les niveaux 110 à 115 correspondent à une zone faillée, un peu écrasée. Cette zone est à 33 m du niveau 20.

Fig. 3. Coupe lithologique de l'affleurement de Complexe schisteux intermédiaire de la gare de Lessoc (rive gauche de la Sarine, coupe no. 5c, niveaux 20 à 136). Le niveau 137 est constitué par les premiers bancs des Couches rouges. Echelle: 1:25.





Niveau	Epaisseur cm	
110	20	schistes marno-calcaires plaquetés gris
111	7	calcaire marneux broyé, laminé, gris, tacheté, lardé de calcite
112	12	schistes marno-calcaires feuillettés gris
113	12	calcaire marneux gris tacheté
114	12-15	schistes marno-calcaires gris
115	8-12	calcaire marneux gris tacheté
116	12	schistes marno-calcaires feuillettés, gris clair
117	15-18	calcaire marneux gris tacheté
118	32-35	schistes marno-calcaires plaquetés, puis feuillettés, de nouveau p'aquetés et enfin feuillettés, gris Les niveaux 112 à 118 sont traversés par une petite faille, sans rejet apparent.
119	15	calcaire marneux gris tacheté
120	25	schistes marno-calcaires plaquetés puis feuillettés, gris
121	7	calcaire marneux gris tacheté Dans cette zone, la coupe est affectée d'influences tectoniques (série broyée et faillée). Le niveau 121 peut se suivre presque du haut en bas du talus. Les niveaux 119 à 121 sont repérables dans le haut du talus. Quelques restes de bancs (calcaires et schistes) faisant suite au niveau 121 dans le haut du talus sont négligés. Le niveau 122 fait suite au niveau 121 au bas de la zone broyée. Notons que les niveaux 97-121 sont peut-être une répétition tectonique (par pli-faille, v. fig. 2, p. 768) des niveaux précédant le no 97 (approximativement niveaux 76-96)
122	20	schistes marno-calcaires feuillettés gris
123	10	calcaire marneux gris tacheté
124	80	calcaires et schistes broyés
125	8	schistes marno-calcaires gris Du niveau 125 à 130, les 3 niveaux calcaires (126, 128, 130) forment trois côtes, de plus en retrait et des restes de niveaux schisteux (127, 129) tapissent le dos des plaques calcaires. Le niveau 126, premier des trois niveaux en retrait, est à 39,5 m du niveau 20.
126	14	calcaire marneux gris tacheté Le pendage est de 43° vers 130°.
127	5	schistes marno-calcaires feuillettés gris
128	10	calcaire marneux gris tacheté
129	13	schistes marno-calcaires plaquetés, puis feuillettés, gris
130	10	calcaire marneux gris tacheté
131	15	schistes marno-calcaires feuillettés, gris sombre, puis gris clair Le niveau 130 est à nu sur 80 cm et le niveau 131 le sépare du prochain horizon calcaire (premier du niveau 132), à quelques mètres de hauteur dans le talus (zone un peu broyée).
132	80	trois bancs de calcaires avec intercalation de schistes feuillettés gris

Le reste de la coupe, 150 cm avant les schistes gris précédant les Couches rouges franches est couvert ici par l'éboulis de marno-calcaires gris et rouges formant l'affleurement en surplomb. Pour l'étude des derniers niveaux du Complexe schisteux intermédiaire, la coupe est reprise dans le haut de l'affleurement, à 5 m de l'arête qui le termine et à 3 m sous le surplomb des Couches rouges (v. fig. 4).

On a ici une petite série plissotée de Complexe schisteux intermédiaire en retrait, sur des couches en série tranquille. Cette série plissotée est probablement l'équivalent du niveau 132. Elle s'étend sur 1,2 m, puis vient une série contenant des schistes gris ou verts sur 1,2 m, avant la raye très marquée provoquée par des schistes gris avant le surplomb. La série plissotée de 1,2 m (calcaires de 5 à 8 cm, schistes gris et souvent foncés de 3 à 15 cm) se compose de:

- 6-7 cm calcaire marneux gris
 4 schistes marno-calcaires sombres
 5 calcaire marneux gris
 15 schistes marno-calcaires feuillettés noirs
 10-12 calcaire marneux un peu plaqué, gris
 16 schistes marno-calcaires clairs (avec deux bancs plus calcaires et lenticulaires)
 5 calcaire marneux gris
 15 schistes marno-calcaires plaquettés foncés
 4-5 calcaire marneux gris
 7-8 schistes marno-calcaires gris
 10 calcaire marneux gris en deux bancs

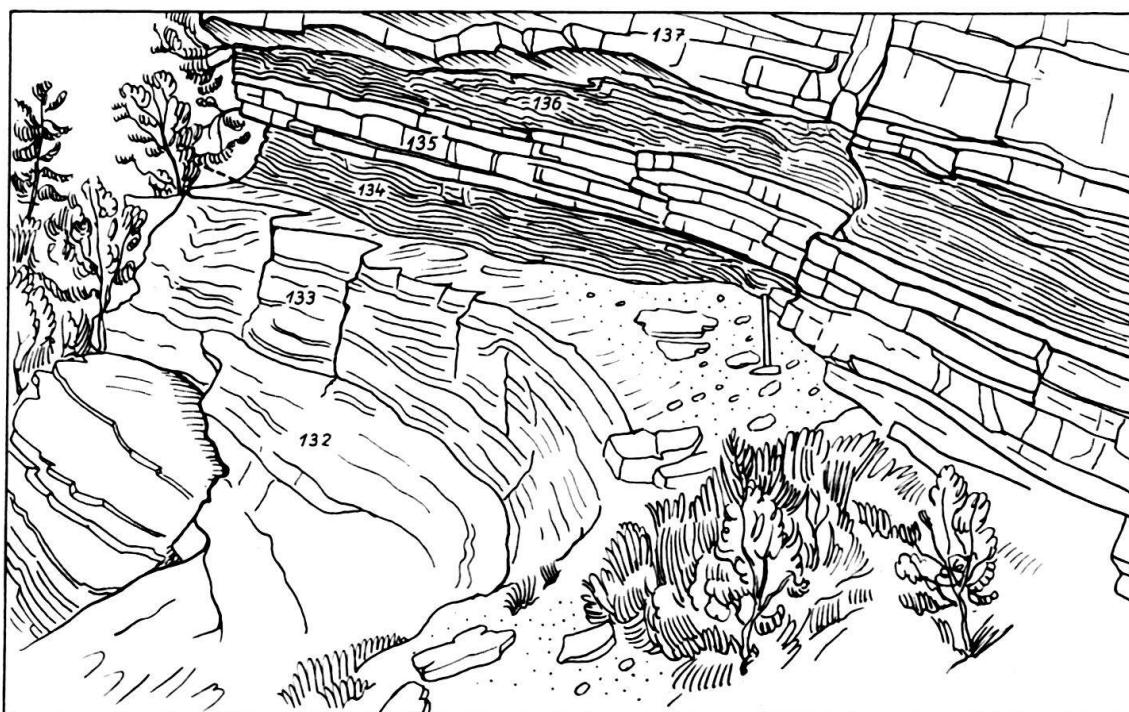


Fig. 4. Détail de l'affleurement de Complexe schisteux intermédiaire de la gare de Lessoc (rive gauche de la Sarine, coupe no. 5c). Niveaux 132 à 136: derniers niveaux du Complexe schisteux intermédiaire. Niveau 137: premiers bancs des Couches rouges. - - -: plan de chevauchement.

La série plissotée à schistes gris ou verts qui suit sur 1,2 m constitue le niveau 133. Elle est formée par une dizaine d'alternances de calcaire marneux grenu, gris, un peu plissoté, en bancs de 5 à 8 cm et de schistes marno-calcaires feuillettés, rugueux, en lits de 5 à 10 cm, gris ou verts. Le sommet de cette série est constitué par un banc calcaire de 7 cm (formant le mur de la raye). Entre ce banc calcaire et les niveaux occupant le fond de la vire semble passer un plan de chevauchement. Quand on remonte en effet le fond de la vire sur le dos de la couche terminale du niveau 133, on découvre au fur et à mesure de la progression des niveaux situés stratigraphiquement de plus en plus bas dans la série qui surmonte cette couche.

Dans le fond de la vire, en commençant à 1,5 m sous les Couches rouges en surplomb, on a:

- | | |
|------------------|-------------------------------|
| niveau 134:50 cm | schistes marno-calcaires gris |
| 135:45 | calcaires et schistes |
| 136:20 | schistes gris |

En remontant la raye ainsi que nous l'avons dit plus haut, on voit affleurer sous le niveau 134 des schistes verts et violacés.

Au-dessus du niveau 136 s'installent des marno-calcaires gris et verts en petits bancs de 5 à 10 cm, avec de minces intercalations schisteuses, typiques des Couches rouges. Nous en faisons le niveau 137, dont nous avons échantillonné les 5 premiers mètres, en partie ici, à la base du surplomb, et en partie au niveau de la Sarine, dans les premiers promontoires escarpés de la falaise rive gauche. Les marno-calcaires gris et verts qui forment le premier promontoire au niveau de la Sarine correspondent à peu près, car des failles compliquent l'étude des Couches rouges, à la première moitié des Couches rouges en surplomb. La série est assez broyée, surtout calcaire, avec des schistes subordonnés. Le pendage est de 50° vers 110° et les premiers de ces niveaux sont à 47 m du niveau 20. Nous avons arrêté notre coupe après le deuxième promontoire, au mur du premier niveau rouge.

Comme il y a probablement lacune entre la série plissotée du niveau 133 et les premiers schistes de la raye (niveau 134), une coupe supplémentaire a été levée dans le Complexe schisteux intermédiaire du haut de l'affleurement. Elle est prise dans l'arête, un peu plus bas que le petit piton rocheux visible à gauche de l'arête, à mi-hauteur de l'affleurement de Complexe schisteux intermédiaire. La base de la coupe est un peu triturée. Le premier banc net à la base de l'arête qui soit continu sur une certaine distance est individualisé sur 1 m. Il est coupé par une petite faille. C'est le N° A/1, tous les niveaux de cette coupe complémentaire étant notés de la lettre A. Nous ne donnerons pas la description des 58 niveaux levés banc par banc dans cette coupe. Disons seulement qu'elle conduit elle aussi à une zone de broyage et à un plan de chevauchement, inférieur (stratigraphiquement) à celui que nous avons vu passer entre le niveau 133 et le niveau 134 de la coupe placée plus bas dans l'affleurement. Après cette zone de broyage, nous arrivons à la série de Complexe schisteux intermédiaire déjà homologuée plus haut au niveau 132, puis aux schistes gris et verdâtres et aux calcaires un peu jaunâtres du niveau 133.

Microfaune de l'affleurement de la gare de Lessoc (rive gauche de la Sarine: N° 5c)

Dans la série débutant au niveau 20 et affleurant tout au long de la Sarine, jusqu'au surplomb des Couches rouges, la faune est présente de façon constante. On peut l'extraire par procédés chimiques de tous les niveaux schisteux et souvent les niveaux calcaires présentent de bonnes sections en lames minces. Il faut remarquer, cependant, que les calcaires, surtout à la base de la coupe, présentent souvent des Radiolaires et que les Globotruncanidés sont absents, nouvel exemple de l'intermutabilité de ces organismes. Ce fait explique que les auteurs antérieurs (F. DELANY, 1948, p. ex.) ont rattaché cette partie de la coupe au Néocomien et n'ont rangé dans le Complexe schisteux intermédiaire que la partie supérieure de la coupe, où les Globotruncanidés apparaissent dans les calcaires.

Les espèces reconnues parmi la faune extraite des schistes sont:

Globigérines

Hedbergella trocoidea (GANDOLFI)

Rotalipora (Thalmanninella) appenninica balernaensis (GANDOLFI)

Rotalipora (Thalmanninella) appenninica appenninica (RENZ)

Rotalipora (Thalmanninella) evoluta (SIGAL)

Rotalipora (Thalmanninella) brotzeni SIGAL

Rotalipora (Thalmanninella) greenhornensis (MORROW)

Rotalipora (Thalmanninella) globotruncanoides (SIGAL)

- Rotalipora (Thalmanninella) reicheli* (MORNOD)
Rotalipora (Thalmanninella?) cf. micheli (SACAL & DEBOURLE)
Rotalipora (Rotalipora) cushmani (MORROW)
Praeglobotruncana delrioensis (PLUMMER)
Praeglobotruncana stephani (GANDOLFI)
Praeglobotruncana stephani turbinata (REICHEL)
Praeglobotruncana renzi (THALMANN)
Praeglobotruncana schneegansi (SIGAL)
Praeglobotruncana concavata (BROTZEN)
Praeglobotruncana? helvetica (BOLLI)
Globotruncana cf. imbricata MORNOD
Planomalina buxtorfi (GANDOLFI)

ainsi qu'une faune accessoire présente de façon sporadique et peu abondante, comprenant: Nodosaires, *Gümbelina*, *Robulus*, *Pseudoclavulina* cf. *eggeri* (CUSHMAN), *Tritaxia* cf. *pyramidata* REUSS, Ostracodes, etc.

On peut suivre une certaine évolution, assez lente, dans cette faune.

Les Globigérines, ainsi que *Hedbergella trocoidea* sont présents dans toute la série. Du niveau 20 au niveau 49, à côté de ces formes, on remarque: *Rot. (Thalm.) appenninica balernaensis* et *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica*, abondants, *Praeglt. delrioensis* ou *Praeglt. stephani*, rares, ainsi que *Planomalina buxtorfi*, fréquent.

Du niveau 50 au niveau 74, à côté des Globigérines, se présentent: *Hedb. trocoidea* très fréquent, *Praeglt. stephani*, *Praeglt. stephani turbinata* (qui est apparu un peu plus tard que l'espèce précédente). *Rot. (Thalm.) appenninica balernaensis* est rare, *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica* fréquent. *Planomalina buxtorfi* est très fréquent et, dans les niveaux 50 à 70, constitue l'élément dominant de la faune.

Du niveau 75 au niveau 131, à côté des Globigérines et de *Hedb. trocoidea*, toujours présents, on remarque de nombreux *Praeglt. delrioensis*, *Praeglt. stephani* et *Praeglt. stephani turbinata*, ainsi que *Rot. (Thalm.) greenhornensis*, plus rare. *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica* est très abondant et *Planomalina buxtorfi* a presque disparu. Certaines formes annoncent *Rot. (Thalm.) globotruncanoides*.

Dans les niveaux 132 et 133, qui comprennent chacun plusieurs bancs, la faune évolue un peu. *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica* présente de très belles formes bien évoluées et on note la présence de *Rot. (Thalm.) brotzeni*, à côté de *Rot. (Thalm.) greenhornensis* et de quelques *Rot. (Thalm.) evoluta*. *Rot. (Thalm.) globotruncanoides* arrive aussi à sa forme type. *Rot. (Thalm.) reicheli* apparaît. *Planomalina buxtorfi* persiste, rare. *Rot. (Thalm.) appenninica balernaensis* n'est presque plus représenté. Quelques exemplaires attribuables à *Rot. (Thalm.?) micheli*, ainsi que *Praeglt. stephani* et *Praeglt. stephani turbinata* sont rares.

Le niveau 134, formant le fond de la raye sous le surplomb des marno-calcaires des Couches rouges, est séparé du niveau 133, on l'a vu, par un plan assez net qui témoigne probablement d'un chevauchement. La faune, elle aussi, change brusquement du premier de ces deux niveaux au second. En effet, les niveaux 134 à 136 sont caractérisés tout d'abord par la présence très abondante de grandes formes de

Hedb. trocoidea, de *Praeglt. stephani* et *Praeglt. stephani turbinata*. Enfin, un peu plus haut, dans ces mêmes niveaux, les formes bicarénées font leur apparition : nous remarquons *Praeglt. renzi* (THALMANN), *Praeglt. concavata* (BROTZEN), *Globotruncana* cf. *imbricata* MORNOD et, avec les formes bicarénées, *Praeglt. schneegansi* (SIGAL) et *Glt. sigali* REICHEL, qui sont des formes monocarénées ou dont le caractère bicaréné s'ébauche à peine, mais souvent associées aux premières.

Le saut est moins brusque, si l'on reprend la série du Complexe schisteux intermédiaire dans le haut de l'affleurement en allant vers les Couches rouges. Du niveau A/1 au niveau A/9, on a *Praeglt. delrioensis* et *Praeglt. stephani* voisinant avec *Hedb. trocoidea*. *Rot. (Thalm.) appenninica balernaensis* est rare, *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica* dominant. De plus, *Rot. (Thalm.) greenhornensis* et *Rot. (Thalm.) brotzeni* sont accessoirement présents. *Planomalina buxtorfi* n'apparaît presque pas. Du niveau A/10 au niveau A/51, la même faune subsiste. *Rot. (Thalm.) appenninica balernaensis* devient encore plus rare. A côté de *Rot. (Thalm.) brotzeni* et de *Rot. (Thalm.) greenhornensis* apparaît *Rot. (Thalm.) globotruncanoides*. *Praeglt. stephani* est rare, de même que *Rot. (Thalm.) greenhornensis*. Par contre, la présence de *Rot. (Thalm.) brotzeni* est constante, de même que celle de *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica*. *Rot. (Thalm.) globotruncanoides* est aussi présent constamment. Du niveau A/52 au niveau A/57, à la faune ci-dessus, d'où disparaît *Rot. (Thalm.) greenhornensis*, alors que *Rot. (Thalm.) brotzeni* et *Rot. (Thalm.) globotruncanoides* subsistent avec *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica*, s'ajoutent *Rot. (Thalm.) reicheli* et *Rot. (Thalm.) evoluta*. *Rot. (Rot.) cushmani* apparaît au niveau A/57. Cette dernière faune est donc un peu plus évoluée que celle des derniers niveaux de la coupe du bas de l'affleurement avant la lacune entre les niveaux 133 et 134, et cette lacune un peu moins importante.

Pour situer la faune du Complexe schisteux intermédiaire dans le cadre de celle du Crétacé supérieur dans le synclinal de la Gruyère, indiquons encore la faune contenue dans le niveau 137 (soit les 5 premiers mètres des Couches rouges typiques). Nous avons vu que les niveaux 134 à 136 contenaient surtout des *Praeglobotruncana*. Dans le niveau 137, on a également les mêmes *Praeglobotruncana*, accompagnés de quelques *Globotruncana*, soit une série de formes bicarénées ou habituellement présentes avec les premiers Globotruncanidés bicarénés. Ce sont : *Praeglt. renzi*, *Glt. cf. imbricata* (à la base), *Praeglt. schneegansi*, *Praeglt. concavata*, *Praeglt. ? helvetica*, *Glt. sigali*, *Glt. lapparenti coronata* BOLLI.

N° 5d: Gare de Lessoc. Talus du chemin de fer G. F. M.

Cet affleurement, aux conditions tectoniques peu claires, nous présente le sommet du Complexe schisteux intermédiaire que nous venons de voir au bord de la Sarine, ainsi que les premiers niveaux des Couches rouges. Il est situé le long de la voie de chemin de fer du G. F. M. (Gruyère–Fribourg–Morat), à 135 m environ de la gare de Lessoc en direction de Bulle, à droite de la voie ferrée, dans le talus en déblai creusé pour la ligne, et s'étend sur une cinquantaine de mètres. Ce sont des schistes argileux gris sombre, puis verts et après un intervalle de 4 m, recouvert par la terre végétale, les schistes verts réapparaissent. Des marnocalcaires alternent ensuite avec des schistes, le tout gris et vert, puis rouge, et enfin de nouveau gris.

Les premiers schistes marneux gris, attribuables au Complexe schisteux intermédiaire, contiennent des Globigérines, *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI), *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER), *Praeglt. stephani* (GANDOLFI), *Rotalipora (Thalmanninella) appenninica appenninica* (RENZ), *Rot. (Thalm.) brotzeni* SIGAL et *Rot. (Thalm.) greenhornensis* (MORROW). Dans les premiers schistes verts, on a *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica*, *Rot. (Thalm.) brotzeni* et *Rot. (Thalm.) globotruncanoides* (SIGAL). Les schistes verts qui sont séparés des premiers par la couverture végétale contiennent *Hedb. trocoidea*, *Praeglt. stephani*, *Praeglt. stephani turbinata* (REICHEL), *Praeglt.? helvetica* (BOLLI) et *Praeglt. schneegansi* (SIGAL). A la base du niveau rouge apparaissent à côté de *Hedb. trocoidea*, de *Praeglt. stephani* et de *Praeglt. stephani turbinata*: *Globotruncana sigali* REICHEL, *Glt. lap-parenti coronata* BOLLI et *Glt. linneiana* (D'ORB.).

Nº 6: Usine électrique de Neirivue

Cette coupe a été remarquablement décrite par L. PUGIN, 1952, p. 283. Nous renvoyons à cette description, en précisant les coordonnées de l'affleurement: 570 750/152 900. L'analyse de la faune en lames minces par L. PUGIN est elle aussi très complète. Il cite: Radiolaires (base de l'affleurement), Globigérines (*Globigerina cretacea* d'ORB.?), *Oligostégines*, *Robulus*, *Discorbis*, *Gyroidina*, *Cibicides*, *Cassidulina* et Verneuilinidae, *Planulina*, Gümbelinidae. De plus, prismes d'Inocérames et, dans le dernier banc: rares *Globotruncana tycinensis* GANDOLFI.

Notre étude n'apporte guère de faits nouveaux: quelques niveaux, cependant, contiennent en foule *Nannoconus* (niveaux 5 à 10 de PUGIN) et dans les derniers niveaux (17 à 23) apparaît *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI). Enfin, sur les exemplaires isolés, nous avons pu distinguer dans les derniers niveaux: *Rotalipora (Thalmanninella) tycinensis tycinensis* (GANDOLFI) de sa sous-espèce *Rot. (Thalm.) tycinensis subtycinensis* (GANDOLFI).

Nº 7: Ruisseau d'Afflon (S d'Enney)

L. PUGIN, 1952, pp. 283-284, signale cet affleurement, situé dans le ruisseau d'Afflon, à l'altitude de 790 m environ. Il note que sur un Néocomien très réduit, de 10 m de puissance, repose une alternance de calcaires marneux et de schistes noirâtres assez mal découverts, sur une distance de 25 m. Au sommet de ce niveau sombre, L. PUGIN a identifié *Globotruncana appenninica* RENZ.

Précisons les coordonnées de cet affleurement: 572 500/156 750. On y accède soit par le chemin menant d'Enney à la Vudallaz, soit en remontant le ruisseau depuis la route cantonale. Les derniers bancs du Néocomien, affectés de replis, ont un pendage général de 45 à 60° vers 170°. Ils donnent lieu à une petite chute du ruisseau. Ce sont des bancs épais, compacts, de 50 cm d'épaisseur, ou au contraire lités, en bancs de 2, 3, 5 cm. Le tout est broyé. Les schistes sont absents. En lame mince, on remarque des Radiolaires et de nombreux *Nannoconus*.

Les premiers bancs visibles après ces niveaux néocomiens sont à 15 m plus bas, au long du ruisseau, dans le talus, rive gauche. Ce sont des schistes argileux et des marno-calcaires, le tout de teinte noire. Les schistes contiennent de nombreuses Globigérines, *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI), *Rotalipora (Thalmanninella) tycinensis* (GANDOLFI) et *Anomalina cf. bentonensis* MORROW. En coupe mince, *Rotalipora (Ticinella) roberti* (GANDOLFI) semble également présent.

Après une nouvelle interruption, le Complexe schisteux intermédiaire affleure à nouveau dans le lit du ruisseau, à 20 m du Néocomien, et sur 5 m d'épaisseur. Il est composé de schistes argileux sombres, de calcaires marneux gris crème à traînées argileuses (plus abondantes à la fin de cette série). Les bancs mesurent 5 à 20 cm. Dans cette série, on trouve des Globigérines, *Hedb. trocoidea*, *Rot. (Thalm.) appenninica balernaensis* (GANDOLFI), *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica* (RENZ), *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI), très fréquent et, à partir du milieu de la série, *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER), *Praeglt. stephani* (GANDOLFI) et *Praeglt. stephani turbinata* (REICHEL). Au sommet de la série, un exemplaire de *Rot. (Thalm.) evoluta* (SIGAL) s'est rencontré. La faune accessoire est rare: Textulaires, *Robulus*, *Pseudoclavulina*.

A 30 m du Néocomien, 5 m plus bas que la fin de la série précédente, affleurent des marno-calcaires rouges et des schistes marno-calcaires très argileux. Ils contiennent en lame mince les *Globotruncana* bicarénés du groupe *lapparenti* et, de plus, *Praeglobotruncana? helvetica* (BOLLI). Les schistes ont livré une faune mal conservée, où l'on peut identifier *Praeglt. stephani* (GANDOLFI), *Praeglt. stephani turbinata* (REICHEL), *Praeglt. concavata* (BROTZEN), *Glt. lapparenti* BROTZEN, *Glt. lapparenti coronata* BOLLI, *Glt. angusticarinata* GANDOLFI.

Nº 8: La Forclaz (col entre Dent du Chamois et Dent de Bourgoz: fig. 5, p. 782)

M. CHATTON, 1947, p. 95, cite les Couches rouges du Col de la Forclaz. Il les figure sur sa carte au 1:25000 (ibid.), mais comme K. BERLIAT s'occupait à la même époque des Couches rouges des Préalpes médianes, M. CHATTON ne donne pas de description détaillée de la série du col, et n'y distingue pas le Complexe schisteux intermédiaire, autrefois signalé par T. VERPLOEGH-CHASSÉ, 1924, p. 10.

Le col dont il est question ici figure sur la feuille de la Carte nationale de la Suisse 1:25000, Nº 1225 (Gruyères). Coord.: 576 825/158 650. Il ne porte pas de nom sur cette carte, mais en revanche le chalet d'alpage situé à 150 m W 1/4 SW du col est désigné sous le nom de Grande Forcla. On y accède le plus commodément à partir du Pralet, dans la vallée du Motélon.

Après la coupe de Lessoc, que nous avons étudiée en détail comme exemple lithologique, c'est la seconde localité dont nous nous occuperons plus longuement, cette fois-ci à cause de la richesse de la faune. Avant de la décrire, nous signalerons que nous avons ici la seule coupe nettement située sur le flanc SW du synclinal de la Gruyère. Nous sommes remonté le long de tous les torrents qui, sur ce flanc, débouchent dans le synclinal. Tous ont amené de grandes masses de matériel torrentiel (voir les cônes de déjection de Lessoc, de Grandvillard, d'Estavannens). Les Couches rouges, ainsi que le Complexe schisteux intermédiaire sont cachés sous ces déjections et en dehors des entailles naturelles, le Complexe schisteux intermédiaire, s'il existe, est à plus forte raison recouvert par la végétation.

Dans le ruisseau du Dâ, près d'Estavannens, quelques niveaux schisteux noirâtres, au sommet d'une importante série de calcaires et de schistes du Néocomien pourraient faire penser à la présence du Complexe schisteux intermédiaire. Aucune faune, cependant, n'a permis de préciser l'âge de ces schistes foncés qui peuvent donc encore être considérés comme néocomiens. M. S. Butty,

étudiant en géologie, a repéré quelques schistes sombres à la hauteur de la chapelle du Dâ. Ceux-ci pourraient appartenir à la série du Complexe schisteux intermédiaire. Comme M. Butty s'occupe du levé de cette région, nous lui laissons l'étude de cette série.

Au milieu du synclinal de la Gruyère, dans les collines au S de Grandvillard, affleurent également quelques schistes foncés dans une petite série de couches rouges à schistes verdâtres que M. Butty nous a également signalés. Comme la présence du Complexe schisteux intermédiaire en plein centre du synclinal gruérien aurait été capitale, nous nous sommes occupés de ces schistes. La série sombre est probablement très proche du Complexe schisteux intermédiaire, et en constitue une sorte de récurrence de faciès, car sa faune la situe déjà dans la série des couches rouges (*Globotruncana sigali* REICHEL, *Glt. lapparenti coronata* BOLLI). Le Néocomien est donc ici très près de la surface, et cet affleurement souligne le dédoublement du synclinal dont nous parlerons plus bas.

Enfin, sur le flanc NE du synclinal, H. W. LOSER, 1943 (inédit), signale un affleurement de Complexe schisteux intermédiaire dans le lit du ruisseau de Montmochy (N d'Estavannens). Cette série, dit-il, a quelque 15 m de long et 3 m de puissance, et s'observe sous des débris morainiques. Nous sommes remonté le long de ce ruisseau, sans retrouver la série signalée, probablement enfouie par un glissement de ce matériel morainique.

A la Forclaz, nous verrons plusieurs coupes distinctes:

N° 8a: La Forclaz (flanc NW de la Dent de Bourgoz: flanc SE du synclinal)

La première coupe est prise le long de l'arête S du col, depuis le Néocomien jusqu'aux couches rouges. Les mesures sont prises le long de la pente topographique de l'arête. A 290 m du col, à la cote 1650, affleure sur l'arête une petite série de couches néocomiennes plus ou moins horizontales. Ce sont des bancs calcaires de 20 à 30 cm en petits lits de 2 à 3 cm, avec intercalation de schistes marneux gris sombre. M. Dorthe, étudiant en géologie, qui nous accompagnait lors d'une visite à cette coupe, a recueilli ici quelques fragments d'Ammonites et un exemplaire entier qui a été déterminé par L. PUGIN comme: *Lytoceras subfimbriatum* (D'ORB.). Cette espèce est typique de l'Hauterivien et du Barrémien. Les calcaires contiennent des Globigérines et des Radiolaires. Les schistes ont livré quelques *Robulus* et *Cornuspira* sp. A 270 m du col (altitude 1645 m) affleurent des calcaires clairs, tachetés, à rognons de silex, du Néocomien. Les derniers bancs néocomiens sont situés à 255 m du col, en position presque horizontale, dans le talus, à 8 m de l'arête, et à quelque 3 à 4 m du premier banc de Complexe schisteux intermédiaire visible sur l'arête. Dans le même talus, à 11 m en direction 325° NE du point situé sur l'arête à 250 m du col, affleurent les premiers schistes noirs du Complexe schisteux intermédiaire, avec des calcaires gris tachetés, très près des derniers bancs du Néocomien. On peut suivre ensuite les marno-calcaires gris tachetés et les schistes clairs ou sombres, feuilletés ou plaquetés du Complexe schisteux intermédiaire jusqu'à l'arête (à 250 m du col). Il y a localement des zones broyées et même des discordances, si bien qu'on ne peut lever de coupe suivie.

Dans ces schistes, les espèces suivantes ont été reconnues: Globigérines, *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI), *Rotalipora (Ticinella) roberti* (GANDOLFI), Rot. (*Thal-*

manninella) tycinensis subticinensis (GANDOLFI), Rot. (*Thalm.*) *ticinensis tycinensis* (GANDOLFI), Rot. (*Thalm.*) *multiloculata* (MORROW), *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI), *Anomalina?* cf. *bentonensis* MORROW, *Anomalina* sp., *Biticinella?* *breggiensis* (GANDOLFI), ainsi qu'une faune accessoire à *Cibicides*, *Gyroidina*, *Gümbelina*, *Robulus*, *Cornuspira*, *Patellina* cf. *inconspicua* (BRADY), *Conorbina* cf. *marginata* BROTZEN, et des Ostracodes. Les Globotruncanidés sont en général très bien conservés.

Les couches sont ensuite recouvertes de végétation sur l'arête. Quelques schistes prélevés à 234 m du col contiennent: *Hedb. trocoidea*, Rot. (*Thalm.*) *appenninica appenninica* (RENZ), Rot. (*Thalm.*) *globotruncanoides* (SIGAL), Rot. (*Thalm.*) *reicheli* (MORNOD), Rot. (*Rot.*) *turonica* BROTZEN, *Planomalina buxtorfi* et *Pseudoclavulina eggeri* (CUSHMAN).

Enfin, à 233 m du col, après une nouvelle interruption due à la végétation, et à 5 m en dessous de l'arête, les derniers niveaux du Complexe schisteux intermédiaire, de type classique, formés de marno-calcaires de 5 à 10 cm d'épaisseur et d'intercalations schisteuses gris clair ou sombre de 30 cm ont fourni: *Hedb. trocoidea*, Rot. (*Thalm.*) *appenninica appenninica*, Rot. (*Thalm.*) *globotruncanoides*, Rot. (*Thalm.*) *brotzeni* SIGAL, Rot. (*Thalm.*) *greenhornensis* (MORROW), Rot. (*Rot.*) *montsalvensis* MORNOD, Rot. (*Rot.*) *turonica*, *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Anomalina* sp. et *Pseudoclavulina eggeri* (CUSHMAN). Ces niveaux sont à moins de 3 m des premiers bancs des Couches rouges (marno-calcaires gris).

De même qu'il y a probablement lacune tectonique entre les derniers bancs visibles du Néocomien et les premiers niveaux du Complexe schisteux intermédiaire, il semble qu'il y a également ici lacune tectonique entre les derniers niveaux du Complexe schisteux intermédiaire et les premiers bancs visibles des Couches rouges.



Fig. 5. Vue générale de l'affleurement du col de la Forclaz (no. 8). Vue prise du chalet des Plans, vers l'W 1/4 SW. Le chalet visible sur le dessin est le chalet du Coulat. M: Malm (flanc de la Dent de Bourgoz). N: Néocomien. Csi: Complexe schisteux intermédiaire. Cr: Couches rouges. Remarquer la bande de Csi qui passe au col, marquant le dédoublement du synclinale.

Nº 8b: La Forclaz (série du col)

Une nouvelle série de Complexe schisteux intermédiaire affleure tout près du col. Elle marque donc avec une extrême netteté le dédoublement du synclinal de la Gruyère en deux synclinaux secondaires, fait indiqué sur les profils de M. CHATTON, 1947, et marqué par les deux bandes de Flysch contenues dans les deux moitiés de synclinal au-dessus d'Estavannens.

Depuis le passage du chemin au col dans la roche en place (Couches rouges), dirigeons-nous, en dessous de l'arête S du col (sur le versant NE), en direction SW. A une distance de 17 m affleurent les derniers bancs de Couches rouges (calcaires marneux rouges) en série continue. Puis l'on observe une petite série broyée de calcaires marneux gris et de schistes sombres, pénétrée d'un coin de Couches rouges formées de marno-calcaires et de schistes. En revenant vers le col, on rencontre des calcaires marneux gris et des schistes sombres, puis une série continue de Complexe schisteux intermédiaire de faciès typique, à schistes gris clair ou gris sombre, alternant avec des calcaires marneux gris tachetés. A 7 m du col, cette série se perd sur quelques mètres sous la végétation, puis réapparaît et butte contre les Couches rouges du col (marno-calcaires rouges).

Dans cette série, la faune isolée fournie par les schistes est assez constante et comprend: *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI), *Rotalipora (Thalmanninella) appenninica appenninica* (RENZ), *Rot. (Thalm.) reicheli* (MORNOD), *Rot. (Thalm.?) cf. micheli* (SACAL & DEBOURLE), *Rot. (Rot.) cf. montsalvensis minor* MORNOD, *Rot. (Rot.) montsalvensis* MORNOD, *Rot. (Rot.) cushmani* (MORROW), *Rot. (Rot.) turonica* BROTZEN, *Rot. (Rot.) turonica thomei* HAGN & ZEIL, *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Praeglt. stephani turbinata* (REICHEL) et une faune accessoire à Buliminidés, *Pseudoclavulina* et *Robulus*.

Nº 8c: La Forclaz (série du chalet de la Grande Forclaz)

Dans le prolongement de la série affleurant au col et que nous venons de voir, on observe également les niveaux du Complexe schisteux intermédiaire au S du chalet de la Grande Forclaz. Ils apparaissent dans le pâturage raviné par le ruisseau superficiel. A 40 m au S 1/4 SE du chalet et à 10 m du chemin en remontant le pâturage, on rencontre les derniers bancs de Couches rouges du demi-synclinal passant au pied de la Dent de Bourgoz. A 30 m du chalet et également à 10 m du chemin, apparaissent des schistes marno-calcaires gris sombre, constituant les premiers bancs visibles discontinus du Complexe schisteux intermédiaire. A leur suite, viennent des schistes marno-calcaires gris vert. En se rapprochant de 3 m du chalet, on trouve des schistes marno-calcaires sombres, mêlés d'autres schistes beiges. Deux mètres encore plus près du chalet, à 5 m plus haut dans le pâturage, affleurent des schistes marno-calcaires gris sombre. En contact avec ceux-ci, on observe des schistes marno-calcaires gris beige qui buttent en direction du chalet contre les Couches rouges du demi-synclinal du flanc de la Dent du Chamois (marno-calcaires rouges).

Dans cette série également, la faune est assez constante et très semblable à celle du col. Certains échantillons sont dans un état de conservation excellent, et l'on distingue même des nuances de coloris entre les différents genres de Foraminifères représentés. Les espèces reconnues sont: Globigérines, *Rotalipora (Thalmanninella)*

appenninica appenninica (RENZ), *Rot.* (*Thalm.*) *greenhornensis* (MORROW), *Rot.* (*Thalm.*) *globotruncanoides* (SIGAL), *Rot.* (*Thalm.*) *evoluta* (SIGAL), *Rot.* (*Thalm.*) *reicheli* (MORNOD), *Rot.* (*Rot.*) *montsalvensis* MORNOD, *Rot.* (*Rot.*) *cushmani* (MORROW), *Rot.* (*Rot.*) *turonica* BROTZEN, *Rot.* (*Rot.*) *turonica expansa* CARBONNIER, *Rot.* (*Rot.*) *turonica thomei* HAGN & ZEIL, *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER), *Praeglt. stephani* (GANDOLFI), *Praeglt. stephani turbinata* (REICHEL), Buliminidés, *Pseudoclavulina*, *Pseudovalvularia*, *Robulus*.

En revenant en arrière, à 27 m du chalet, mais près du chemin, on trouve des schistes marno-calcaires gris sombre. Depuis ce niveau et jusqu'à 10 m du chalet, le talus est recouvert par la végétation. Ces schistes sont moins riches en faune et contiennent: Globigérines, *Hedb. trocoidea* (GANDOLFI), *Rot.* (*Thalm.*) *appenninica balernaensis* (GANDOLFI), *Rot.* (*Thalm.*) *appenninica appenninica* (RENZ), *Rot.* (*Thalm.*) *globotruncanoides* (SIGAL), *Rot.* (*Thalm.*) *reicheli* (MORNOD), *Rot.* (*Thalm.*) *brotzeni* SIGAL et *Pseudoclavulina*.

A partir de 10 m avant le chalet, et jusque derrière celui-ci, s'observent les marno-calcaires en petits bancs, à schistes subordonnés, de teinte grise, un peu verdâtre, parfois rosée, des couches rouges, dégagées par une fouille (pendage 65° vers 130°). Ces schistes contiennent des exemplaires nombreux, pas toujours bien conservés, des genres *Praeglobotruncana*: *Praeglt. schneegansi* (SIGAL) et *Globotruncana*: *Glt. cf. imbricata* MORNOD, *Glt. linneiana* (D'ORB.), *Glt. angusticarinata* GANDOLFI, *Glt. lapparenti* BROTZEN, *Glt. lapparenti coronata* BOLLI, *Glt. lapparenti tricarinata* (QUEREAU), *Glt. fornicata* PLUMMER.

N° 8d: La Forclaz (flanc SE de la Dent du Chamois: flanc NW du synclinal)

Nous dirons quelques mots des conditions sur ce flanc, uniquement pour donner une idée complète des conditions du synclinal gruéien au col de la Forclaz, car le Complexe schisteux intermédiaire est absent ici. La limite du Néocomien et des couches rouges passe à 250 m au N 1/4 NW du col, à peu près à la hauteur de l'isohypse 1600 dans l'arête NE du col. Contre les calcaires en bancs minces du Néocomien viennent se plaquer des marno-calcaires rouges. Ces premiers niveaux contiennent, déterminables en lames minces, les espèces de *Globotruncana* du groupe *lapparenti*, ainsi que *Globotruncana elevata* DALBIEZ et sont donc en contact tectonique avec le Néocomien, car si l'on descend de ce contact vers le col, on observe en lame mince dans la série des couches rouges, les *Globotruncana* bicarénés des niveaux plus anciens du Crétacé supérieur. On ne peut trancher définitivement de l'existence d'une lacune du sommet du Crétacé supérieur (Maestrichtien) et du Paléocène, car l'absence des niveaux à *stuarti* et des niveaux à *Globorotalia* peut être due au seul fait de ce contact tectonique.

LITHOLOGIE DU COMPLEXE SCHISTEUX INTERMÉDIAIRE

Tous les auteurs ont reconnu le caractère principal du Complexe schisteux intermédiaire: l'alternance de calcaires marneux souvent foncés et de schistes marneux de teinte sombre prédominante. En l'analysant plus en détail, on peut y reconnaître certaines différences et distinguer deux séries, peu tranchées, il est vrai: une série basale et une série médiane et y inclure un troisième terme, que

nous appellerons série terminale ou zone de passage. Celle-ci forme en effet le sommet du Complexe schisteux intermédiaire, avant la base des Couches rouges de faciès typique et se situe entre les couches de faciès «Complexe schisteux intermédiaire» typique et celles de faciès «Couches rouges». Elle n'a jamais été attribuée au Complexe schisteux intermédiaire, mais il est possible que certains auteurs l'aient remarquée, en l'incorporant aux Couches rouges.

1. Série basale

C'est la série décrite par L. PUGIN, 1952, pp. 283 sqq., et qui affleure près de l'usine électrique de Neirivue. Les calcaires sont prédominants, en bancs de 5 à 15 cm d'épaisseur, mais formant aussi des complexes de plusieurs dizaines de centimètres ou même de 4 à 5 m, où les schistes noirs sont subordonnés (minces délit). Calcaires et schistes sont noirâtres, parfois verdâtres. On retrouve le même faciès dans la coupe de la Combaz, dans les premiers niveaux du Complexe schisteux intermédiaire affleurant en barres dans le ruisseau. Les calcaires sont un peu marneux, tachetés, verdâtres et les schistes un peu gréseux, verdâtres, sont subordonnés. Ce type se retrouve à la base de l'affleurement du Ruisseau rouge, ainsi qu'à celle du ruisseau d'Afflon. Cette série atteint une épaisseur approximative de 15 m.

2. Série médiane

La coupe lithologique de la gare de Lessoc (coupe N° 5c, rive gauche de la Sarine) nous donne une excellente représentation du Complexe schisteux intermédiaire dans son faciès typique (voir coupe de détail fig. 3). Nous avons essayé d'appliquer à son étude quelques principes de l'analyse séquentielle telle qu'elle est exposée entre autres par AUG. LOMBARD dans divers travaux et surtout dans son ouvrage de synthèse (A. LOMBARD, 1956). Il s'agit d'une succession indéfiniment répétée de séries binaires (alternances de calcaires et de schistes). Les calcaires sont toujours marneux, en général gris clair, et parsemés de taches noirâtres qui affectent parfois des formes faisant penser à une origine organique: filets, ramifications proches de certaines formes d'Algues. Ils portent parfois des restes d'Algues ou de Bivalves (Inocérames). Ces bancs calcaires ont en général une dizaine à une quinzaine de centimètres d'épaisseur, parfois moins: 8 cm, parfois plus: 20 cm. Les schistes sont marneux. Ils sont gris clair ou gris sombre, presque noirâtres. Ils sont fins, feuilletés ou au contraire plus chargés de calcaire et plaquetés. Ils contiennent souvent de la pyrite. Ils sont assez souvent de même épaisseur que les calcaires: (7 cm), 10 à 15 cm, (20 cm). Mais très souvent aussi, leur épaisseur est plus grande: 30, 40 et même 60 cm. Dans ce cas, on observe en général une variation d'allure à l'intérieur du banc de schistes: la série commence par un schiste feuilleté, fin, qui passe à des schistes plaquetés avant le banc calcaire suivant. On note aussi la disposition inverse, les schistes plaquetés faisant suite au banc calcaire, puis devenant plus fins. Plus souvent, la série débute par des schistes fins, feuilletés, qui se chargent de calcaire et deviennent plaquetés, puis redeviennent fins et feuilletés. Ce changement peut s'accompagner d'un changement de couleur, les schistes fins étant plus sombres, les schistes plaquetés pour leur part étant plus clairs. Il s'agit donc là encore de séries binaires, mais à l'intérieur même des schistes.

On peut avoir en résumé les séries des types suivants:

- 1: calcaire
schistes
calcaire (niveaux 20-22, par exemple)
- 2: calcaire
schistes feuillets
schistes plaquetés
calcaire (niveaux 31-33)
- 3: calcaire
schistes plaquetés
schistes feuillets
calcaire (niveaux 119-121)
- 4: calcaire
schistes feuillets
schistes plaquetés
schistes feuillets
calcaire (niveaux 70-72, 74-76)

Le type 4 condense donc deux séries binaires, dont l'une n'a pas amené le retour du calcaire franc, mais seulement d'un schiste plus chargé en calcaire. Ce phénomène peut se répéter deux fois dans un même intervalle schisteux, sans revenir à la phase calcaire pure (niveaux 82-84).

En analysant la sédimentation de cette façon, on a l'impression d'une pulsation rythmique assez régulière des phases calcaires et des phases marneuses, les grosses intercalations schisteuses se résolvant en termes de moindre épaisseur, comparables aux termes des alternances pures de calcaires et de schistes. Il reste des exceptions, et certains niveaux marneux atteignent parfois des épaisseurs de 30 ou même 60 cm sans différenciation (niveaux 23, 34, 48). Il y a aussi des niveaux schisteux plus minces (3 à 5 cm: niveau 36, par ex.), mais c'est là souvent le résultat d'un écrasement, ces niveaux minces apparaissant surtout dans les zones broyées et faillées. Enfin, le rythme à l'intérieur des schistes peut se traduire seulement dans la couleur, sans que la lithologie ait apparemment changé (niveau 73).

Cette succession d'alternances régulières débute, mal marquée, du niveau 1 au niveau 19 (dans le ruisseau en contrebas de la gare). Elle est très nette dès le niveau 20 (base de la coupe sur la rive gauche de la Sarine) et peut se lire tout au long de la coupe jusqu'à la raye marquant le plan de charriage à 1,2 m sous le début des marno-calcaires typiques des Couches rouges. Au-dessus de ce plan de charriage et même déjà un peu en dessous (quoique moins nettement), la lithologie change. L'épaisseur de cette série médiane atteint ici 25 mètres.

3. Série terminale (zone de passage)

Les derniers bancs du niveau 133 contiennent déjà des schistes un peu verdâtres. Les calcaires marneux ont une teinte un peu jaunâtre. Le rythme de sédimentation est plus rapide: calcaires de 5 à 8 cm d'épaisseur, schistes de 5 à 10 cm. Le niveau 134 (au fond de la raye) consiste en schistes d'abord verts, puis violacés et enfin en 50 cm de schistes marno-calcaires gris. Le niveau 135 est formé de 45 cm de calcaires et de schistes gris, le niveau 136, de 20 cm de schistes gris. Puis s'installent les marno-calcaires typiques des Couches rouges (niveau 137).

Nous sommes ici dans une zone d'hésitation, où le rythme particulier du Complexe schisteux intermédiaire est troublé, où s'étalent des schistes plus abon-

dants et plus variés, avant que les Couches rouges franches viennent clore le cycle du Crétacé. On peut évidemment discuter de l'attribution de cette zone de passage, plus schisteuse, au Complexe schisteux intermédiaire. Elle n'en a plus le faciès typique. Elle n'a pas non plus celui des Couches rouges franches. Nous l'avons incluse dans le «Complexe schisteux intermédiaire» puisque ce complexe, par définition, est schisteux, mais on pourrait aussi bien y voir la base des Couches rouges.

Nous retrouvons cette zone de passage, absolument identique, à l'affleurement de la Combaz (N° 3, près de la sortie du tunnel M. O. B.).

Nous trouvons enfin un terme supplémentaire qui fait probablement aussi partie de cette zone de passage à l'affleurement de la Forclaz (N° 8c: près du chalet de la Grande Forclaz). Des arguments paléontologiques nous feront admettre qu'il se placerait dans la série de la gare de Lessoc (N° 5c: affleurement de la rive gauche de la Sarine) entre le sommet du Complexe schisteux intermédiaire typique (série médiane, niveau 133) et la zone de passage à schistes verts, violacés et gris (niveaux 134 à 136). Il a probablement disparu de cette série à la suite des actions tectoniques mises en jeu lors du plissement du synclinal de la Gruyère. Voyons comment ce dernier terme se présente près du chalet de la Forclaz.

Quelques niveaux particuliers apparaissent ici. Ils sont schisteux, de teinte gris vert ou gris clair et beige. Ces niveaux ont fourni une faune plus évoluée que celle du sommet du Complexe schisteux intermédiaire typique de Lessoc, et plus ancienne que celle des derniers niveaux (zone de passage) de Lessoc. Ils sont entrelardés dans des schistes de faciès normal du Complexe schisteux intermédiaire (à schistes marno-calcaires gris sombre), dont la faune est analogue à celle de la série affleurant au col et encore très proche de celle du sommet du Complexe schisteux intermédiaire de faciès typique de Lessoc.

Nous pensons donc que ces niveaux de la Forclaz, conservés grâce à une tectonique moins violente (peut-être à la faveur de la montée axiale du synclinal), complètent la série du Complexe schisteux intermédiaire et se placent entre la série de type classique et la zone de passage telle qu'on la voit à Lessoc et à la Combaz. Nous l'incluons dans la zone de passage. L'épaisseur de la série terminale est difficile à estimer, car les affleurements sont morcelés. Il semble que les évaluations extrêmes doivent se ranger entre 5 et 10 m.

Cette zone de passage ou série terminale a été remarquée seulement dans les affleurements de la Combaz, de la gare de Lessoc et de la Forclaz. La série médiane de type classique, par contre, est visible dans la plupart des affleurements et particulièrement dans le sommet de la série du Ruisseau rouge, à l'affleurement de l'Auge, au pont de bois de Lessoc, dans le sommet de la série du ruisseau d'Afflon, au col de la Forclaz (série du flanc de la Dent de Bourgoz et série du col). La série basale, on l'a vu, affleure à la base de la coupe du Ruisseau rouge, à la Combaz, à l'usine électrique de Neirivue, à la base de la série du ruisseau d'Afflon et au col de la Forclaz (base de la série du flanc de la Dent de Bourgoz).

Il sera très difficile, du point de vue lithologique, de fixer une limite entre le sommet du Néocomien et la base du Complexe schisteux intermédiaire. Il y a passage insensible du faciès du Néocomien à celui du Complexe schisteux intermédiaire et il faut faire débuter cette dernière formation là où les schistes sombres intercalés entre les calcaires prennent une importance presque égale à celle de ces

calcaires. Par contre, la limite supérieure, qu'on veuille inclure, comme nous le faisons, la zone de passage à schistes gris, verts, violacés et beiges dans le Complexe schisteux intermédiaire, ou qu'on l'attribue déjà aux Couches rouges, est plus nette. Tout en faisant le passage entre les deux formations, la zone de passage se distingue de chacune d'elles et peut donc être utilisée, là où elle existe, comme limite lithologique. Nous verrons que cette limite lithologique correspond également à un changement paléontologique et peut donc se situer stratigraphiquement.

LA MICROFAUNE DU COMPLEXE SCHISTEUX INTERMÉDIAIRE

Méthodes de travail

Calcaires et schistes du Complexe schisteux intermédiaire contiennent une riche microfaune, particulièrement de Globotruncanidés: genres *Hedbergella*, *Praeglobotruncana*, *Rotalipora* (y c. *Ticinella* et *Thalmanninella*), *Globotruncana*.

Il n'a pas été possible d'isoler pour le moment les Foraminifères des calcaires marneux. Nous avons donc fait confectionner, pour l'étude de ces niveaux, près de 200 coupes minces à l'Institut de Géologie de Fribourg. Comme ces calcaires sont intercalés dans les schistes, nous avons là un élément de comparaison entre formes isolées et sections en lames minces, qui sera exploité plus à fond ultérieurement. Disons cependant que, dans une même série, les lames minces ne renferment souvent que des Globigérines et des Radiolaires, alors que les schistes intercalés contiennent une riche faune de Globotruncanidés. Dans d'autres cas, alors que les schistes étaient stériles, les lames minces ont fourni quelques sections de Globotruncanidés précieux pour situer la série.

Les schistes, dès le début de ces recherches, ont livré une faune isolée souvent abondante. Son état de conservation est variable, de médiocre (individus très cristallisés) à très bon. Les premiers lavages, effectués au Perhydrol (H_2O_2 à 30%) n'ont cependant fourni que des exemplaires fortement encroûtés de gangue. Les dépressions ombilicales, en particulier, n'étaient jamais dégagées, et nous avons dû procéder à de longs nettoyages à l'aiguille pour mettre en évidence les détails (pour la description de la méthode, voir M. REICHEL, 1950, p. 597, et L. MORNOD, 1950, p. 577). Au cours de nos recherches, nous avons eu connaissance de la méthode décrite par R. VERNIORY, 1956 et 1957 (Genève), et nous rendons hommage à l'apport précieux que cet auteur a donné aux méthodes micropaléontologiques.

Cette méthode, applicable aux sédiments marneux friables ou durs du Complexe schisteux intermédiaire, est basée sur l'action des mouillants, après une désagrégation préalable au Perhydrol. Les résultats se sont révélés excellents sur nos roches. La gangue est éliminée à peu près complètement, les dépressions ombilicales des Foraminifères sont dégagées à satisfaction complète, et tous les détails des ouvertures sont mis en évidence.

Dans notre laboratoire de l'Institut de Géologie de Fribourg, nous avons traité pour chaque échantillon une prise de 2 ou 3 cm³ du résidu de lavage après traitement au Perhydrol, dont nous avons récolté la fraction restée sur le tamis 70 (vide théorique moyen de maille: 0,287 mm). Nous avons effectué pour chaque prise un double traitement, le premier pendant $\frac{1}{4}$ d'h. à 1 h, au BRADOSOL (produit Ciba), suivi de plusieurs lavages à l'eau, le deuxième pendant 1 à 3 heures au

DÉSOGÈNE (produit Geigy), suivi après décantation par l'action du trichloréthylène (5–15 min.). Nous avons terminé l'opération par trois ou quatre lavages au trichloréthylène, jusqu'à ce que le liquide reste clair, et enfin par deux lavages à l'acétone, pour dégraisser et sécher le résidu. On peut encore accélérer le séchage à la chaleur. Il ne reste dans le récipient que les Foraminifères nettoyés, la calcite et les éléments détritiques. Nous n'avons pas constaté d'action nocive sur les Foraminifères, à condition de ne pas dépasser les temps d'action indiqués.

Nous avons procédé, après l'action du Perhydrol, le tamisage et le séchage individuel de chaque échantillon, au traitement des résidus par séries de 6 ou 8 prises, dans des cristallisoirs de 5 cm de diamètre et 3 cm de profondeur. Ces dimensions se sont révélées les meilleures pour agiter les échantillons dans le bain de mouillant, ainsi que pour la décantation. On peut filtrer le trichloréthylène sur un entonnoir, puis séparer le mouillant qui surnage dans une burette à robinet, et récupérer le trichloréthylène. On peut également récupérer le mouillant, s'il n'est pas trop souillé, par simple filtration.

Les Foraminifères ainsi dégagés se sont révélés la plupart du temps recristallisés, à part ceux de quelques niveaux dont la conservation était privilégiée (coupe de la Forclaz). Les détails des Foraminifères sont peu lisibles dans cet état. Nous avons donc procédé souvent à la calcination pour rendre l'ornementation ou même les détails des ouvertures plus visibles (voir à ce sujet E. TRIEBEL, 1947, p. 30, et M. REICHEL, 1950, p. 597).

Il est clair qu'après cette succession de manipulations physico-chimiques, il est difficile d'établir des comparaisons statistiques entre la faune des divers échantillons. En effet, certains schistes très réfractaires à l'attaque par le Perhydrol laissent un résidu abondant sur les tamis, alors que d'autres passent presque entièrement en suspension colloïdale. Les prises de volume uniforme pour l'attaque par les mouillants représentent donc des proportions inégales de l'échantillon initial. Par contre, l'étude des proportions relatives des espèces est possible, car le traitement conserve également tous les individus.

Pour l'illustration, après des essais de photographie dont les résultats, à cause de la profondeur de champ insuffisante, n'ont pas été satisfaisants, nous avons recouru au dessin. Ces dessins, exécutés d'après le microscope binoculaire au grossissement 100 par M. G. Papaux, préparateur de l'Institut de Géologie de Fribourg, sous notre contrôle constant, ont tous pour base un Foraminifère calciné. Ils essaient de reproduire toute la réalité du Foraminifère, sans le schématisation parfois dangereux qui est courant dans les figurations des espèces que nous illustrons. On remarquera que le détail des ouvertures ne correspond pas tout à fait aux schémas-types donnés.

Les Globotruncanidés du Complexe schisteux intermédiaire

1. Généralités

La microfaune du Complexe schisteux intermédiaire est représentée par de nombreuses espèces que nous avons énumérées lors de la description des affleurements. Ces espèces appartiennent essentiellement aux Globotruncanidés. La faune accessoire qui les accompagne est clairsemée et ne donne pas de précisions stratigraphiques. Citons: Verneuilinidae: *Tritaxia*, avec *Trit. cf. pyramidata* REUSS,

Pseudoclavulina, avec *Pseudoclav. eggeri* (CUSHMAN); Ophtalmidiidae: *Cornuspira*; Lagenidae: *Robulus*, *Lenticulina*, *Vaginulina*, *Marginulina*, *Saracenaria*, *Dentalina*; Heterohelicidae: *Gümbelina*; Buliminidae: *Bulimina*, *Bolivina*; Rotaliidae: *Patellina*, avec *Pat. cf. inconspicua* (BRADY), *Conorbina*, avec *Con. cf. marginata* BROTZEN, *Gyroidina*; Anomalinidae: *Anomalina*, avec *Anom. cf. bentonensis* MORROW; *Planomalina*, avec *Planom. buxtorfi* (GANDOLFI), *Cibicides*; enfin probablement le «morphogenre» *Biticinella* SIGAL, 1956, dont la place n'est pas certaine pour nous, avec *Biticinella? cf. breggiensis* (GANDOLFI). Seule, l'espèce *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI) est parfois représentée par des individus abondants et peut constituer la majeure partie des éléments de la faune de certains niveaux (premier tiers de la série médiane du Complexe schisteux intermédiaire). Radiolaires et Ostracodes ainsi que petites Globigérines sont fréquents.

Nous nous étendrons donc uniquement quelque peu sur les Globotruncanidés. Les espèces de cette famille ont été décrites à maintes reprises et souvent exhaustivement. Nous ne donnerons donc pas de nouvelle description approfondie et nous nous contenterons de quelques remarques nécessitées par la taxonomie toujours fluctuante dans cette famille. Les limites de variabilité des unités taxonomiques inférieures (espèces, sous-espèces, variétés) ne sont d'ailleurs pas toujours précisées de façon idéale et leur place dans les divers genres ou sous-genres est encore sujette à caution.

Parallèlement à la présente étude, plutôt stratigraphique, où la paléontologie est au service direct de la chronologie, nous avons entrepris un travail plus systématique. Dans ce travail ultérieur, nous essayerons de faire, sur du matériel de provenance plus variée, une analyse comparative des espèces signalées ici.

Pour le moment, l'étude des ouvertures des Globotruncanidés de l'Albien, du Cénomanien et du Turonien que nous avons examinés nous oblige à quelques précisions systématiques à l'intérieur des genres *Ticinella*, *Thalmanninella* et *Rotalipora* et, pour le reste, nous nous contenterons de préciser ce que nous entendons par les genres et les espèces auxquels nous avons attribué les exemplaires de la faune du Complexe schisteux intermédiaire. Nos observations nous obligent d'ailleurs à changer la place dans les genres des Globotruncanidés de quelques espèces. Nous nous sommes abstenu de créer de nouvelles catégories, estimant que les unités existantes sont assez abondantes pour y ranger notre matériel et qu'une synthèse ne saurait tendre qu'à réduire le nombre de ces unités. C'est ainsi que des études biométriques et statistiques entreprises récemment nous font entrevoir des lignées évolutives regroupant diverses espèces de Thalmanninelles, Rotalipores ou *Praeglobotruncana*. Dans le présent travail, nous nous bornons à signaler les espèces créées jusqu'ici, et retrouvées dans nos séries, même si ces espèces sont destinées à être mises plus tard en synonymie sur la base de critères statistiques.

Famille des GLOBOTRUNCANIDAE BROTZEN 1942,
emend. BRÖNNIMANN & BROWN, 1956

On a peine à choisir la famille dans laquelle placer des espèces qui ont pour la plupart été créées à l'intérieur du genre *Globotruncana*, mais qui ont été ensuite attribuées à d'autres genres voisins et rangées avec ces genres dans des familles diverses.

C'est ainsi que *Rotalipora* BROTZEN, genre créé en 1942 et placé dans la sous-famille Globotruncaninae BROTZEN, famille Valvulineriidae, a été ensuite envisagé comme genre de la famille des Globorotaliidae par J. A. CUSHMAN, 1948, et simultanément comme genre de cette même famille par J. SIGAL, 1948b. M. REICHEL, 1950, en fait un sous-genre du genre *Globotruncana* CUSHMAN, 1927, P. J. BERMUDEZ, 1952, un genre de la famille Cymbaloporidae. *Rotalipora* a ensuite été traité comme genre de la famille Globotruncanidae par P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956; comme genre de la sous-famille des Globotruncaninae, famille des Globorotaliidae, par Z. REISS, 1957; comme genre de la famille Globorotaliidae, de laquelle est exclu le genre *Globotruncana*, par H. M. BOLLI, A. R. LOEBLICH & H. TAPPAN, 1957. J. SIGAL, 1958, envisage enfin d'en faire un genre d'une nouvelle famille: Rotaliporidae.

Notre dessein n'étant pas d'entrer ici dans ces questions de systématique supérieure, nous nous en tiendrons, par commodité, à la famille des Globotruncanidae, telle qu'elle a été élargie par P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, p. 528, ce qui nous permet d'y ranger toutes nos espèces de *Hedbergella*, *Ticinella*, *Thalmanninella*, *Rotalipora*, *Praeglobotruncana* et *Globotruncana*. Au sujet de la séparation de *Rotalipora* (ainsi que de *Thalmanninella* et *Ticinella*) des vrais *Globotruncana*, proposée par J. SIGAL, 1958, il nous semble prudent d'attendre une étude plus approfondie de l'ouverture de *Globotruncana* proprement dit. Les précisions nouvelles apportées par J. SIGAL, 1956c et 1958, sur le caractère particulier des ouvertures accessoires de *Ticinella*, *Biticinella*, *Rotalipora* (et *Thalmanninella*), que nous avions constaté pour notre part au sujet du genre *Rotalipora* (y. c. *Ticinella* et *Thalmanninella*), montrent une assez grande différence avec l'idée classique qu'on se fait de l'ouverture de *Globotruncana* proprement dit. Mais, à notre avis, la nature de cette ouverture dans le genre *Globotruncana* est encore loin d'être suffisamment élucidée. Nous essayons d'y apporter une petite contribution, et il se pourrait qu'après une étude nouvelle, portant sur du matériel mieux conservé que le nôtre, la différence anatomique entre *Rotalipora* et *Globotruncana* paraîsse plus petite qu'il ne semble aujourd'hui.

2. Description des espèces

Genre *Hedbergella* BRÖNNIMANN & BROWN, 1958

Le genre *Hedbergina* avait été créé par P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, pour y ranger des formes décrites sous des noms divers dans l'Aptien, l'Albien et le Cénomanien. L'espèce *Globigerina seminolensis* HARLTON, 1927, avait été choisie comme génotype. BRÖNNIMANN & BROWN ayant constaté que les formes décrites par eux (1956, pp. 529, sqq.) concordaient bien avec la figure donnée par HARLTON, (1927, pl. 5, fig. 7a, b), mais non avec l'holotype de cette espèce, ces auteurs ont donné au genre en question le nouveau nom d'*Hedbergella*, en choisissant comme génotype la variété *Anomalina lorneiana* d'ORB., var. *trocoidea* GANDOLFI, 1942, qu'ils ont élevée au rang d'espèce (P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1958a, p. 16).

Le caractère propre du genre, de test rugueux et grossièrement granuleux, est d'avoir des loges (dernière et avant-dernière ou dernière seulement sur les 6 ou 8 loges que porte l'individu au dernier tour) s'étendant vers l'intérieur de l'ombilic,

ainsi comblé en grande partie. L'ouverture est arrondie, intériomarginale, ouvre dans l'ombilic et porte une courte lèvre ne formant pas de plaque ombilicale. Les loges ne sont pas carénées.

Hedbergella trocoidea (GANDOLFI)

Pl. I, fig. 1a-c

- 1942 *Anomalina lorneiana* var. *trocoidea* GANDOLFI, p. 99; pl. 2, fig. 1a-c; pl. 4, fig. 2, 3; pl. 13, fig. 2a, b, 5a, b.
 1942 *Anomalina lorneiana* GANDOLFI (non d'ORB.), p. 98; pl. 4, fig. 1, 19; pl. 8, fig. 2; pl. 13, fig. 1a, b, 4a, b.
 1956 *Hedbergina seminolensis* BRÖNNIMANN & BROWN (non HARLTON), p. 529; pl. 20, fig. 4-6.
 1958 *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI), BRÖNNIMANN & BROWN, p. 16; fig. 1a-c, p. 16 (fig. d'après GANDOLFI).

C'est l'espèce originalement décrite comme variété *trocoidea* de l'*Anomalina lorneiana* d'ORBIGNY par GANDOLFI. Les caractères donnés par P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, pour le genre sont aussi ceux de l'espèce. Nous trouvons dans toute la série du Complexe schisteux intermédiaire des formes attribuables à cette espèce, pour la plupart du temps de petite dimension: 0,4 mm, mais atteignant parfois 0,5 à 0,7 mm dans les niveaux de la zone de passage. La spire peut être basse, comme dans *Anomalina lorneiana* d'ORB., GANDOLFI, 1942 (non *Rosalina lorneiana* d'ORBIGNY, 1840), ou plus haute, comme dans *Anomalina lorneiana* var. *trocoidea* GANDOLFI, ou même prendre l'allure conique de la spire de *Praeglobotruncana stephani turbinata* (REICHEL), dans les niveaux de la zone de passage du Complexe schisteux intermédiaire. Ces formes se rapprochent des exemplaires décrits par J. SIGAL, 1952a, comme *Globigerina paradubia* et *Globigerina aumalensis*, qui sont peut-être des *Hedbergella*, ou des *Praeglobotruncana*.

L'espèce *Globigerina seminolensis* HARLTON a été décrite dans la Glenn Formation du Pennsylvanien, ce qui est sans doute une erreur (v. P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956 et 1958a). Ces deux auteurs (*ibid.*), donnent à l'espèce *Hedbergella trocoidea* une extension allant de l'Aptien ou de l'Albien au Cénomanien.

Exemplaire figuré: K. 8480. D: 0,45-0,4. H: 0,2.

Genre *Praeglobotruncana* BERMUDEZ, 1952

P. J. BERMUDEZ, 1952, p. 52, crée le genre *Praeglobotruncana*, dont il donne une description assez vague. Ce genre est composé de formes monocarénées, dont l'ouverture est une rainure à la base de la face septale de la dernière loge. Le génotype que BERMUDEZ désigne est *Globorotalia delrioensis* PLUMMER, 1931.

En 1953, p. 164, N. N. SUBBOTINA crée le genre *Rotundina*. Génotype: *Globotruncana stephani* GANDOLFI, 1942. La description du genre note des loges plutôt renflées, s'allongeant vers l'ombilic, à carène simple, disparaissant parfois sur les dernières loges, ou à double carène, les deux rangs de perles n'étant souvent pas nettement séparés. L'ouverture est à l'extrémité adombilicale de la loge, s'étendant quelque peu vers la périphérie, avec une lèvre peu marquée, formant une lisière autour de l'ombilic.

Pour P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, p. 531, *Globotruncana stephani* étant synonyme de *Globorotalia delrioensis*, le genre *Rotundina* SUBBOTINA est un synonyme postérieur de *Praeglobotruncana* BERMUDEZ, genre que les deux auteurs ci-dessus reconnaissent. Bien que nous n'admettions pas avec certitude pour le moment la synonymie de *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI) avec *Praeglt. delrioensis* (PLUMMER), nous pensons que ces deux espèces appartiennent au même genre, caractérisé par son ouverture intériomarginale-ombilicale étroite, bordée d'une petite lèvre, formant lisière dans l'ombilic, et ne formant pas de plaque ombilicale. Le genre *Praeglobotruncana* étant antérieur, c'est ce nom que nous retiendrons, en remarquant qu'il peut contenir des formes à loges globuleuses, comme le souligne SUBBOTINA pour *Rotundina* (*Praeglobotruncana stephani*) ou plus aplatis, comme le note BERMUDEZ pour *Praeglobotruncana* (*Praeglt. delrioensis*) et que la carène peut être simple, à rang unique ou double de perles, comme le notent BRÖNNIMANN & BROWN (*Praeglt. delrioensis*), ou au contraire nettement double, comme dans *Praeglt. concavata* (BROTZEN), espèce que nous incluons dans ce genre. Dans les espèces que nous rangeons dans ce genre, il n'y a jamais de bourrelet sutural et périombilical nettement marqué sur la face ventrale et les sutures ombilicales sont déprimées et en général radiales et droites.

Praeglobotruncana delrioensis (PLUMMER)

Pl. VI, fig. 1a-c

1931 *Globorotalia delrioensis* PLUMMER, p. 199, pl. 13, fig. 2a-c.

1952 *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER), BERMUDEZ, p. 52.

1956 *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER), BRÖNNIMANN & BROWN, p. 531, pl. 21, fig. 8-10; pl. 24, fig. 16-17; t. f. 9, 10, 13, 15-18 (p. partie).

Nous trouvons cette espèce, monocarénée, esquissant un double rang de perles ou d'épines sur la carène au moins dans quelques loges du dernier tour, à ouverture intériomarginale arrondie, parfois en fente, bordée d'une petite lèvre et à ombilic étroit, à spire presque plane, dans la plupart des niveaux du Complexe schisteux intermédiaire. A la partie inférieure de cette formation, dans les niveaux de l'Auge, par exemple, *Praeglobotruncana delrioensis* est présent, en l'absence de *Praeglobotruncana stephani* et *stephani turbinata*.

P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, mettent en synonymie avec *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER), l'espèce *Globotruncana stephani* GANDOLFI 1942, ainsi que *Globorotalia marginaculeata* LOEBLICH & TAPPAN 1946. Dans une discussion de la monographie de BRÖNNIMANN & BROWN, M. REICHEL, 1957, p. 94, met en doute la synonymie *stephani-delrioensis*. P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1958b, p. 202, dans une réponse à cette discussion, se demandent de quelle valeur un individu doit être plus conique que *Praeglobotruncana delrioensis* pour être appelé *Praeglt. stephani* et de quelle autre valeur il doit être encore plus conique pour être appelé *Praeglt. stephani turbinata*. Une étude statistique que nous avons actuellement entreprise pourra sans doute donner réponse à cette question. Pour le moment, disons que parmi les centaines d'exemplaires examinés, nous avons reconnu dans les individus attribuables au genre *Praeglobotruncana* des formes assez voisines de l'holotype de l'espèce *delrioensis* et d'autres voisines de l'holotype de l'espèce *stephani*, telle que GANDOLFI, 1942, et après lui REICHEL, 1950, la

figurent (matériel de la Breggia) et enfin des formes voisines du type de la variété *stephani turbinata*, telle que GANDOLFI, 1942, l'a illustrée et décrite sous le nom de *Globotruncana appenninica bêta*, et telle que REICHEL, 1950, la décrit à nouveau en la plaçant en variété de l'espèce *Globotruncana stephani* (matériel de la Breggia).

Il semble cependant probable que nous avons affaire à une lignée évolutive continue, ou peut-être au même chronocline, et qu'une différenciation spécifique ou même infraspécifique soit peu aisée. Nous décrirons provisoirement sous le nom de l'espèce de GANDOLFI et de la variété de REICHEL les exemplaires qui forment les populations ayant les caractères les plus distincts de ceux du cycle de *Praeglobotruncana delrioensis*.

Par contre, plusieurs espèces décrites par des auteurs divers sont probablement synonymes avec *Praeglt. delrioensis*, sous réserve de la vérification de la disposition de l'ouverture. Ce sont: *Globorotalia marginaculeata* LOEBLICH & TAPPAN, 1946, p. 257; pl. 37, fig. 19a-c, 20a, b, 21; t. f. 4a, p. 257, *Globorotalia almadenensis* CUSHMAN & TODD, 1948, p. 98; pl. 16, fig. 24a, b, *Globotruncana benacensis* CITA, 1948, pl. 3, fig. 3a-c, et peut-être *Globigerina (Globotruncana) marginata turona* OLBERTZ, 1942, pl. 5, fig. 3a-c.

BRÖNNIMANN & BROWN, 1956, donnent l'âge de *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER) comme Albien supérieur à Cénomanien, peut-être Turonien inférieur.

Exemplaire figuré: K. 1538a. D: 0,5-0,4. H: 0,2. h: 0,1. h/D: 0,216.

Praeglobotruncana stephani stephani (GANDOLFI)

Pl. VI, fig. 2a-c

- 1942 *Globotruncana stephani* GANDOLFI, p. 130; pl. 3, fig. 4, 5; pl. 4, fig. 36, 37, 41-44; pl. 6, fig. 4 (p. parte); pl. 9, fig. 5, 8; pl. 14, fig. 2.
 1957 *Globotruncana (Globotruncana?) stephani stephani* GANDOLFI, GANDOLFI, p. 62; pl. 9, fig. 3a-c.

Cette espèce, décrite par R. GANDOLFI, 1942, sur du matériel de la Breggia, a été redessinée par M. REICHEL, 1950, qui y observe un type d'ouverture bordée d'expansions lamelleuses échancrées, en rossette. Il constate l'absence d'ouvertures accessoires et la réduction de la partie septale de l'ouverture intériomarginale (p. 608). Il place cette espèce dans le sous-genre *Globotruncana*, en la considérant comme la forme la plus primitive de toutes. Il admet qu'il serait difficile de trouver un critère net pour la ranger dans ce sous-genre plutôt que dans un autre de la famille des Globorotalidés. P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, l'incluent dans la synonymie de *Praeglt. delrioensis*. Nous pensons que le type d'ouverture intériomarginale-ombilicale étroite, à courte lèvre dans l'ombilic justifie cette place dans le genre *Praeglobotruncana*. Mais l'allure générale des individus, assez constante, à dernières loges globulueuses, à spire assez haute ($0,275 < h/D < 0,360$ env., contre $h/D < 0,275$ pour *Praeglt. delrioensis*) nous fait considérer ces individus pour le moment comme formant une espèce distincte, apparaissant d'ailleurs plus tardivement que *Praeglt. delrioensis* dans nos coupes. La tendance à former un double rang de perles sur la carène des premières loges du dernier tour, esquissée chez *Praeglt. delrioensis*, se remarque également dans cette espèce et laisse entrevoir le passage à *Praeglt. renzi*.

L'espèce a été signalée dès le Cénomanien inférieur ou moyen et jusque dans le Turonien. Nous la trouvons dans tous les niveaux du Complexe schisteux intermédiaire à partir du premier tiers de la série médiane.

Exemplaire figuré: K. 1538 f. D: 0,45–0,4. H: 0,23. h: 0,14. h/D: 0,310.

Praeglobotruncana stephani turbinata (REICHEL)

Pl. VI, fig. 3a–c

1942 *Globotruncana appenninica* RENZ, var. *bêta* GANDOLFI, pp. 116–123; fig. 41, 2a, b, p. 118.

1950 *Globotruncana stephani* GANDOLFI, var. *turbinata* REICHEL, p. 609.

1957 *Globotruncana* (*Globotruncana?*) *stephani turbinata* (REICHEL), GANDOLFI, p. 62; pl. 9, fig. 4a–b.

Cette variété a été originellement décrite par R. GANDOLFI, 1942, comme variété *bêta* de l'espèce *appenninica* RENZ, 1936. M. REICHEL, 1950, ayant constaté un type d'ouverture analogue à celui de *Globotruncana stephani*, qui écarte donc cette variété de l'*appenninica*, la range en variété de l'espèce *stephani*, sous le nom de *stephani turbinata*. Elle se distingue d'après REICHEL, p. 609, du type de l'espèce *stephani* par sa spire plus haute, donnant une allure conique au test, par le pourtour moins lobé, la carène marginale et septale s'étendant le plus souvent jusqu'à la dernière loge. Sa taille est généralement un peu supérieure à celle du type de l'espèce et l'on compte jusqu'à trois tours de spire. Nous mesurons un rapport h/D toujours supérieur à 0,360, soit 0,450 p. ex. pour l'exemplaire figuré.

Cénomanien à base du Turonien, apparaissant pour la plupart des auteurs plus tard que l'espèce type. Dans nos sédiments, elle apparaît également plus tard que *Praegl. stephani stephani* (au milieu de la série médiane du Complexe schisteux intermédiaire) et persiste dans tout le Complexe schisteux intermédiaire.

Exemplaire figuré: K. 874 m. D: 0,6–0,5. H: 0,35. h: 0,24. h/D: 0,450.

Praeglobotruncana renzi (THALMANN)

Pl. VI, fig. 4a–c

1936 «Zwischenform *appenninica-linnei*» RENZ, p. 20; pl. 6, fig. 20 p. ex.; pl. 8, fig. 2.

1942 *Globotruncana renzi* THALMANN (Programm of the 27th ann. Convention, Denver.) non *Globotruncana renzi* GANDOLFI, 1942.

On sait que R. GANDOLFI, 1942, et H. E. THALMANN, 1942, ont appelé indépendamment et simultanément du nom de *Globotruncana renzi* certaines formes que O. RENZ, 1936a, désignait comme «Zwischenform *appenninica-linnei*». H. E. THALMANN, 1946, p. 311, fait valoir que sa désignation a la priorité sur celle de R. GANDOLFI, mais admet qu'on accole les deux noms de THALMANN et de GANDOLFI au nom de *renzi*. C'est l'usage qui a souvent prévalu. Comme holotype, THALMANN a désigné la figure de RENZ, pl. 8, fig. 2. Il s'agit d'une photographie de section axiale en lame mince.

Les formes de passage *appenninica-linnei* de RENZ constituaient un groupe hétérogène. Tout récemment, R. GANDOLFI, 1957, s'est désolidarisé de H. E. THALMANN et a renommé *Globotruncana* (*Globotruncana*) *coldreniensis* GANDOLFI (GANDOLFI, 1957, p. 64, pl. 9, fig. 7a–c) les formes qu'il avait figurées autrefois parmi le

matériel isolé de la Breggia et qu'il avait appelées *renzi* (GANDOLFI, 1942, p. 124; fig. 45a-c, p. 124; pl. 3, fig. 1a-c).

Ces formes, comparables à certaines figures de coupes minces données par RENZ, 1936a (pl. 6, fig. 16, 21; pl. 8, fig. 3, 5) sont peut-être des *Praeglobotruncana*, peut-être aussi des *Globotruncana*. Elles sont assez proches de la *Globotruncana sigali* REICHEL ou de la *Praeglobotruncana schneegansi* (SIGAL): fig. 3 de la pl. 8, p. ex. L'étude nouvelle des niveaux du Flysch de la Breggia, que nous avons entreprise, apportera peut-être quelques lumières sur ce point.

Par contre, il existe des formes, comparables à d'autres figures de coupes minces données par RENZ (pl. 6, fig. 20, et en particulier la fig. 2 de la pl. 8, choisie par THALMANN comme holotype de son espèce *renzi*) qui sont assimilables à la forme isolée décrite par M. REICHEL, 1950, p. 612; pl. 16, fig. 8; pl. 17, fig. 8, sous le nom de *Globotruncana aff. renzi* (THALMANN-GANDOLFI).

Nous pensons que cette forme, figurée par RENZ en coupe mince, nommée *renzi* par THALMANN, illustrée en exemplaire isolé par REICHEL peut être considérée comme l'espèce *renzi*, à l'exclusion des formes de GANDOLFI, rebaptisées *coldriensis*, espèce dont la justification est encore à prouver, et à l'exclusion des figurations moins typiques de RENZ.

Nous renvoyons, pour la description, au texte de M. REICHEL, 1950, p. 612. Cette espèce est de forme voisine de *Praeglobotruncana stephani stephani* (GANDOLFI), mais la double carène se marque nettement sur les premières loges du dernier tour. Le type d'ouvertures, analogue à celui de *stephani*, permet de classer cette espèce dans le genre *Praeglobotruncana*.

Cette forme semble cantonnée au Turonien inférieur. Nous la trouvons dans le niveau supérieur de la série terminale du Complexe schisteux intermédiaire, ce qui lui donnerait cependant une extension un peu plus jeune (Turonien moyen).

Exemplaire figuré: K. 1305 d. D: 0,45-0,4. H: 0,2.

Praeglobotruncana schneegansi (SIGAL)

Pl. VI, fig. 5a-c

1952 *Globotruncana schneegansi* SIGAL, p. 33; fig. 34, p. 33.

La forme signalée par J. SIGAL, faiblement dissymétrique, dont les loges conservent une certaine globulosité, possède une carène ou deux carènes franches, étroitement accolées. La figure donnée par SIGAL 1952a, ne permet pas de trancher à coup sûr de la disposition de l'ouverture. Des formes rencontrées dans nos échantillons montrent la petite lèvre caractéristique du genre *Praeglobotruncana*, dans lequel nous incluons cette espèce.

Signalée au Turonien-Coniacien par SIGAL, 1952a, retrouvée au Turonien par H. HAGN & W. ZEIL, 1954, cette espèce apparaît dans la zone terminale de notre Complexe schisteux intermédiaire et persiste dans les niveaux inférieurs des Couches rouges.

Exemplaire figuré: K. 873 l. D: 0,6-0,45. H: 0,25. h: 0,13. h/D: 0,240.

Praeglobotruncana concavata (BROTZEN)

Pl. VII, fig. 2a-c

1934 *Rotalia concavata* BROTZEN, p. 66; pl. 3, fig. b.1952 *Globotruncana asymmetrica* SIGAL, p. 35; fig. 35, p. 34.

F. BROTZEN, 1934, p. 66, a décrit dans le Santonien–Campanien du Mont-Carmel (Israël), ce Foraminifère qu'il rangeait dans le genre *Rotalia*. Ses caractéristiques sont le côté dorsal plat à concave, l'ombilic large, un bourrelet périphérique large. Les caractéristiques concordent avec *Globotruncana asymmetrica* SIGAL, à l'exception du bourrelet périphérique nettement bicaréné dans l'espèce de SIGAL. Plusieurs auteurs, cependant, soit H. BOLLI, cit. in I. DE KLASZ, 1953, p. 237; I. DE KLASZ, 1953, p. 236; H. HAGN & W. ZEIL, 1954, p. 47, identifient les deux espèces. Les deux derniers auteurs le font sur la foi de Z. REISS (communication écrite). Ce micropaléontologue a eu du matériel de comparaison provenant d'Israël entre les mains. Nous pensons donc pouvoir souscrire à cette synonymie, en remarquant que pour H. BOLLI (ibid.), ce fossile daterait du Coniacien au ? Santonien inférieur, pour I. DE KLASZ (ibid.) et pour F. BROTZEN (ibid.) du Campanien au Santonien, alors que J. SIGAL, 1952a, signale *Globotruncana asymmetrica* au Turonien–Coniacien. F. DALBIEZ, 1955, p. 163, et tabl. p. 167, assigne à cette espèce sous le nom de *Globotruncana ventricosa ventricosa* WHITE un âge Santonien inférieur approximatif. Sans souscrire complètement à la synonymie suggérée par F. DALBIEZ entre *Glt. concavata-asymmetrica* et *Glt. canaliculata* (REUSS) var. *ventricosa* WHITE, nous figurons un exemplaire de *Praeglobotruncana* voisin de *Praegl. concavata*. La face dorsale plus bombée que dans cette espèce en fait un intermédiaire conduisant à *Praegl. ventricosa* (WHITE).

Nous rencontrons cette espèce (comparée à la figure de SIGAL), dans la série terminale du Complexe schisteux intermédiaire et les premiers niveaux des Couches rouges. Par son type d'ouverture, cette espèce se range dans le genre *Praeglobotruncana*.

Exemplaire figuré: K. 876 n. D: 0,6–0,5. H: 0,3.

Praeglobotruncana ? helvetica (BOLLI)1944 *Globotruncana helvetica* BOLLI, pp. 226–227; fig. 1 (9–12); pl. 9, fig. 6–8.

Cette forme, décrite en coupes minces dans des niveaux attribués au Cénomanien supérieur–Turonien inférieur de l'Helvétique, a été retrouvée comme forme isolée par de nombreux auteurs, grâce à son allure caractéristique. Citons: M.-B. CITA, 1948, pl. 4, fig. 1a-c; J. SIGAL, 1952a, p. 31; fig. 32, p. 31; E. SCHIJFSMA, 1955, pp. 321–334; t. f. 2, p. 325.

Cette espèce s'apparente à *Praeglobotruncana schneegansi*, dont elle diffère par l'angle plus grand (près de 90°) du côté latéral avec le côté dorsal qui est très plat, et à *Praeglobotruncana concavata*, dont elle diffère par la carène unique.

Nous pensons que cette espèce pourrait se ranger dans le genre *Praeglobotruncana*. Seul, l'état insuffisant du matériel dont nous disposons pour cette espèce nous empêche de faire cette attribution en toute certitude.

Elle a été signalée à la limite Cénomanien-Turonien par H. BOLLI dans le domaine helvétique. Son extension a été limitée par J. SIGAL, 1952a, au Turonien inférieur (Algérie), par F. DALBIEZ, 1955, à une zone restreinte dans le Turonien (Tunisie). H. HAGN & W. ZEIL, 1954, la signalent également dans des niveaux attribués au Turonien. Pour E. SCHIJFSMA, 1955, p. 325, cependant, cette espèce caractériserait en Tunisie un Turonien très supérieur ou même la base du Coniacien. J. SIGAL, 1956b, concilie ces opinions contradictoires. Il admet que *Glt. helvetica* existe au Coniacien inférieur, mais il pense qu'elle apparaît vraisemblablement vers le milieu du Turonien, et rappelle la découverte d'un échantillon à *Barroisiceras cf. haberfelleri* (de la base du Coniacien) contenant *Glt. sigali*, dominant, de rares *asymetrica*, et pas d'*helvetica* (cf. G. CHEYLAN, J. MAGNÉ, J. SIGAL & N. GREKOFF, 1953, p. 478, n. 1).

Nous ne disposons que de mauvais échantillons attribuables à cette espèce, présents dans la série terminale du Complexe schisteux intermédiaire, et nous nous abstenons d'illustrer ces formes dont l'identité n'est pas absolument certaine.

Genre *Rotalipora* BROTZEN 1942

Nous avons dit plus haut (p. 791) les vicissitudes du genre *Rotalipora*. Nous retiendrons que J. SIGAL, 1958, p. 262, serait tenté de séparer *Rotalipora* BROTZEN, 1942 (comprenant également le «morphogenre» *Thalmanninella* SIGAL, 1948) du genre *Globotruncana* CUSHMAN 1927 et de la famille des Globotruncanidae BROTZEN 1942, en rangeant ce genre avec les genres *Ticinella* REICHEL 1950 et *Biticinella* SIGAL 1956 dans une nouvelle famille, celle des Rotaliporidae. La raison de cette séparation est la découverte faite par J. SIGAL, 1956c, p. 210 sqq. de la vraie nature de l'ouverture supplémentaire du genre *Rotalipora*. De position supra-labiale, elle appartient par construction plutôt à la loge précédente et en partie seulement peut-être à la loge nouvelle. Nos observations concordent avec celles de J. SIGAL, du moins pour le genre *Rotalipora* (dans lequel nous rangeons en sous-genres *Ticinella*, *Thalmanninella* et *Rotalipora* s. str.).

Revenons à la diagnose originale de *Rotalipora* BROTZEN 1942, pour ce qui concerne la disposition de la face ombilicale. D'après BROTZEN, dans ce genre, l'ouverture principale, vaste, comporte une portion intériomarginale qui passe directement à une portion ombilicale. L'ombilic, vaste, est recouvert par une expansion (*Decke*) qui s'est formée par l'accolement des lèvres au-dessus des ouvertures ombilicales. Dans les sutures subsiste une ouverture (*Mündungsloch*), orientée vers l'arrière.

J. SIGAL, 1948, reproduit la diagnose de *Rotalipora* par BROTZEN intégralement. Le premier, il range également dans le genre *Rotalipora* l'espèce *Globorotalia cushmani* MORROW, que P. MARIE, 1948, avait déjà rattaché à son genre «*Rosalinella*». Il crée également l'espèce nouvelle *Rotalipora globotruncanoides*, ainsi que la variété *Rotalipora cushmani evoluta*.

A côté de ces formes, qu'il décrit comme Rotalipores, J. SIGAL, 1948b, crée le genre *Thalmanninella*. Nous renvoyons à sa diagnose in extenso (pp. 101-102). A côté des caractères morphologiques généraux (parcours réniforme du bourrelet carénal, se poursuivant par le bourrelet sutural et périombilical), notons quelques

détails concernant les ouvertures, conditionnés par cette allure spéciale des loges sur le côté ombilical: «Chaque loge se prolonge vers l'ombilic par un pont calcaire, mais celui de la dernière loge masque la plus grande partie des autres. L'ouverture intériomarginale de la dernière loge est seule visible, elle est haute, et se continue sous le pont calcaire, à la base d'un léger gauchissement de la face septale de la loge. L'ouverture intraombilicale est petite, entourée d'un côté par un bourrelet léger, limitée de l'autre côté par la face adombilicale de la loge précédente ou par son prolongement calcaire.»

Nous avons là tous les éléments nécessaires pour distinguer dans les formes rapportées aux genres ou sous-genres *Ticinella*, *Thalmanninella* et *Rotalipora* deux groupes, d'après les caractères morphologiques fournis par la disposition de l'ouverture.

Dans le groupe des formes dont les caractères se rapprochent de *Thalmanninella* proprement dit (cf. le génotype *Thalm. brotzeni*), nous observons, du moins dans les dernières loges, un pont calcaire (ou une expansion lamelleuse) qui prolonge les lèvres des ouvertures principales et accessoires (v. fig. 6, p. 801). Cette expansion s'étend dans l'ombilic. Dans les premières loges du dernier tour, cette expansion n'est pas encore développée aussi largement et l'ouverture accessoire (intraombilicale) de la loge se place sous un bourrelet en forme de cornet, ouvert vers l'arrière, ménagé par un prolongement de la loge. Ce prolongement, avec l'ouverture accessoire intraombilicale qu'il ménage, s'appuie sur l'expansion de la loge précédente, constituée au départ par la lèvre de l'ancienne ouverture ombilicale intériomarginale. Cette lèvre forme une espèce de gouttière, à concavité tournée vers le haut (si l'individu repose sur la face dorsale) et elle s'interrompt à la moitié ou aux $\frac{2}{3}$ de la longueur de l'ouverture intériomarginale en partant depuis l'ombilic. L'ouverture accessoire ne donne donc pas directement dans la loge, mais sur cette gouttière, dont le rebord constitue en fait la lèvre de l'ouverture accessoire. Nous admettons que le sarcode de la loge dont l'ouverture principale a été condamnée en partie par la construction d'une loge nouvelle envoyait par cette gouttière un prolongement débouchant à l'extérieur par l'ouverture accessoire (intraombilicale) ainsi ménagée.

Dans le groupe des formes dont les caractères se rapprochent de *Rotalipora* proprement dit (cf. le génotype *Rotalipora turonica*), nous observons une extension de la loge vers l'ombilic, plutôt qu'une expansion lamelleuse. L'extension de chaque loge s'appuie sur celle de la loge précédente et ménage, dans la dépression suturale ainsi prolongée vers l'ombilic, une ouverture en arc tournée vers l'arrière, ourlée d'une lèvre étroite. Chaque loge chevauchant la précédente, l'ouverture accessoire, dont la position centrifuge va de l'entrée des sillons suturaux dans les premières loges du dernier tour à une place située au $\frac{1}{3}$ du sillon sutural dans les dernières loges du dernier tour, donne sur la lèvre de l'ancienne ouverture principale intériomarginale-ombilicale. La disposition de cette lèvre, interrompue à la moitié ou aux $\frac{2}{3}$ de la longueur de cette ancienne ouverture à partir de l'ombilic, fait penser que, là aussi, le sarcode de la loge d'abord formée envoyait par cette gouttière un prolongement débouchant à l'extérieur par l'ouverture accessoire suturale ainsi limitée par la lèvre de l'ancienne ouverture principale, et par la paroi de la nouvelle loge.

Tous ces détails de disposition sont nettement lisibles quand on observe les lèvres des dernières loges des exemplaires que nous avons illustrés. Des exemplaires dont la dernière loge était cassée nous ont confirmé que le même dispositif existe effectivement pour les loges formées avant la loge terminale (v. fig. 6).

Il n'y a donc pas de différence fondamentale au point de vue de l'ouverture entre les formes du type *Rotalipora* et les formes du type *Thalmanninella*. Il n'y a qu'une question de degré dans la place de l'ouverture, dans l'importance de l'expansion lamelleuse des dernières loges, dans l'étirement de la loge elle-même vers l'ombilic.

Nous considérons donc les formes rangées jusqu'ici dans les genres *Ticinella*, *Thalmanninella* et *Rotalipora* comme faisant partie d'un même genre, le genre *Rotalipora*. Nous y distinguerons les sous-genres *Ticinella*, *Thalmanninella* et *Rotalipora* s. str.

Sous-genre *Ticinella*:

La disposition des ouvertures accessoires n'est pas encore nettement fixée, et on y trouve les deux types distingués plus bas (type *Thalmanninella* et type *Rotalipora* s. str.). Seule, l'absence de carènes sur les loges peut justifier la place de *Ticinella* à part dans un sous-genre.

Sous-genre *Thalmanninella*:

Dans ce sous-genre, l'ouverture principale est ombilicale-intériomarginale. La lèvre ourlant l'ouverture principale est importante et en se soudant avec celle de l'ouverture accessoire, elle forme dans la dernière ou les deux ou trois dernières loges une expansion lamelleuse couvrant en partie l'ombilic. Les ouvertures accessoires sont constituées par un repli du prolongement adombilical de la loge étirée vers l'arrière. Elles sont ouvertes vers l'arrière. Elles débouchent sur la gouttière ménagée par la lèvre de l'ancienne ouverture ombilicale-intériomarginale de la loge précédente qui a été recouverte. Cette lèvre participe essentiellement à la construction du dispositif apertural, la paroi de la loge nouvellement formée accessoirement seulement.

Sous-genre *Rotalipora* s. str.:

Dans ce sous-genre, l'ouverture principale est ombilicale-intériomarginale. La lèvre ourlant l'ouverture principale est en général peu importante, mais se prolonge dans l'ombilic. Les ouvertures accessoires sont ménagées dans la paroi de la loge nouvellement formée, qui se prolonge dans l'ombilic. Leur position, de ce fait, est plus suturale que dans *Thalmanninella*. Elles débouchent dans le prolongement de la loge vers l'ombilic, et sur la gouttière ménagée par la lèvre de l'ouverture ombilicale-intériomarginale de la loge précédemment formée, maintenant en partie recouverte. Cette lèvre est essentielle dans la formation de l'ouverture accessoire. La paroi de la loge nouvellement formée en ménage simplement l'issue.

Si nous appliquons ces critères de distinction aux formes décrites sous le nom de *Thalmanninella* ou de *Rotalipora*, nous constatons que quelques espèces appelées tardivement *Rotalipora* sont en fait plus proches du type *Thalmanninella* SIGAL (cf. *Thalm. brotzeni*) que du type *Rotalipora* BROTZEN (cf. *Rot. turonica*). Nous

aboutissons à la même conclusion en appliquant strictement la définition originale de *Rotalipora* et de *Thalmanninella*, pour ce qui est de la disposition aperturale.

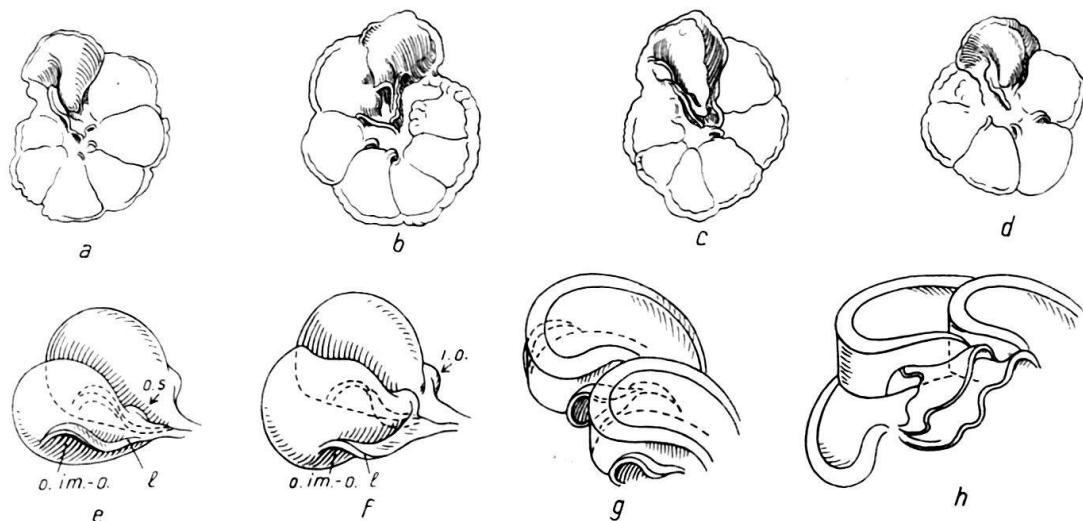


Fig. 6. Détail des lèvres des ouvertures dans les sous-genres *Rotalipora* (*Rotalipora*) et *Rotalipora* (*Thalmanninella*) et schéma structural de la disposition des ouvertures dans les sous-genres *Rotalipora* (*Rot.*) et *Rotalipora* (*Thalm.*) et le genre *Globotruncana*. Les figures a, b, c, d, présentent des individus dont la dernière loge (ou l'avant-dernière, la dernière étant cassée) est en partie érodée. Le remplissage de sédiment subsiste et donne le volume visible. Sous le sédiment apparaît la lèvre de l'ouverture principale, en forme de gouttière. Figs. a, b, c: Thalmanninelles, du groupe *appenninica*. Fig. d: Rotalipore, du groupe *turonica*. Sur la figure b, l'ouverture accessoire de la dernière loge, en cornet, donnant sur la gouttière formée par la lèvre de l'ancienne ouverture principale, est visible. Sur la figure c, un fragment de la paroi de la dernière loge (détruite) est visible, ainsi que la lèvre sur laquelle elle s'insère. Les figures e, f, g, h, présentent les schémas structuraux du dispositif apertural. Fig. e: *Rotalipora* (*Rotalipora*). L'ouverture accessoire est suturale et donne dans le prolongement de la loge et sur la lèvre de l'ancienne ouverture principale (intérieo-marginale) de la loge précédente. Fig. f: *Rotalipora* (*Thalmanninella*), groupe *appenninica*. L'ouverture accessoire est intra – ombilicale et donne par un prolongement de la loge en cornet sur la lèvre (représentée moins importante qu'elle n'est en réalité) de l'ancienne ouverture principale (intérieo-marginale) de la loge précédente. Fig. g: *Rotalipora* (*Thalmanninella*), groupe *brotzeni*. L'étirement de la loge dans le sens péri-ombilical fait migrer l'ouverture principale vers l'ombilic (par rapport à l'axe de la loge). L'ouverture accessoire (intra-ombilicale) donne par un cornet vigoureux sur la lèvre de l'ancienne ouverture principale (intérieo-marginale) de la loge précédente. Fig. h: genre *Globotruncana*. L'étirement de la loge dans le sens péri-ombilical est complet. Les loges se suivent et ne se chevauchent presque plus. L'ouverture principale a migré en position complètement intra-ombilicale. Elle porte une lèvre étroite. Dans l'avant-dernière loge (et les précédentes), la portion antérieure (distale) de l'ouverture principale est recouverte en partie par la paroi adombilicale de la dernière loge (ou des précédentes). Le cornet de l'ouverture accessoire (intra-ombilicale) donne sur la lèvre de l'ouverture principale de l'avant-dernière loge (ou des précédentes), dans sa portion arrière (proximale). Ce cornet se prolonge en expansion lamelleuse importante dans l'ombilic et chevauche les expansions des loges précédentes, produisant le «tegillum» de H. BOLLI, pourvu d'ouvertures infralaminaires. **o. im.-o**: ouverture principale intérieo-marginale ombilicale; **i. o.**: ouverture intra-ombilicale; **o. s.**: ouverture accessoire suturale; **l**: lèvre.

C'est ainsi que *Thalmanninella tycinensis subticinensis*, *Thalmanninella tycinensis tycinensis*, *Thalmanninella multiloculata*, *Thalmanninella greenhornensis*, *Thalmanninella brotzeni* peuvent continuer à être désignés comme *Thalmanninella*

(considéré comme sous-genre de *Rotalipora*). Nous pensons qu'il faut encore inclure dans ce sous-genre à cause de leurs caractères ombilicaux: *Rotalipora (Thalmanninella) appenninica balernaensis*, *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica*, *Rot. (Thalm.) evoluta*, *Rot. (Thalm.) globotruncanoides*, *Rot. (Thalm.) deeckeii*, *Rot. (Thalm.) reicheli*. Notre *Rot. (Thalm.?) cf. micheli* appartient probablement aussi à ce sous-genre.

Dans le deuxième groupe (*Rotalipora* s. str.), nous ferons figurer *Rot. (Rot.) montsalvensis minor*, *Rot. (Rot.) montsalvensis*, *Rot. (Rot.) cushmani*, *Rot. (Rot.) turonica* avec ses variétés (*expansa* et *thomei*), et probablement *Rot. (Rot.) micheli*.

Signalons que P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1958 b, p. 203, attribuent déjà l'espèce *appenninica alpha* au genre *Thalmanninella*. Enfin, pour être complet, donnons les critères de différenciation de quelques auteurs antérieurs:

P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, p. 533 et p. 536, distinguent les genres *Rotalipora* et *Thalmanninella* sur la base de l'existence ou de l'absence d'une plaque ombilicale (*umbilical cover-plate*), formée par les longues lèvres (*apertural flap*) des ouvertures des dernières loges se prolongeant dans un ombilic large. Pour eux, cette plaque ombilicale existe dans le genre *Thalmanninella* et porte les ouvertures accessoires. Elle n'existe pas dans le genre *Rotalipora*, dont l'ombilic peut être vaste ou petit, et dont les lèvres des ouvertures sont courtes. Les ouvertures accessoires ouvrent directement dans les loges. Ces critères sont valables mais entraînent également la nouvelle répartition des espèces à laquelle nous avons procédé.

J. HOFKER, 1956, p. 314, distingue ces deux genres par la position d'un *protoforamen* et d'un *deuteroforamen*. Le protoforamen (ouverture suturale classique) est en position suturale, séparé par une zone imperforée (*Mundplatte*) du deuteroforamen (ouverture principale ombilicale-intérimarginale classique) dans le genre *Rotalipora*. Dans le genre *Thalmanninella*, le protoforamen (ouverture intraombilicale classique) se situe plus bas vers l'ombilic, et entraîne avec lui vers l'ombilic la suture de la loge et sa portion adombilicale perforée. Ce protoforamen est séparé par une zone imperforée (*Mundplatte*) du deuteroforamen (ouverture principale ombilicale-intérimarginale classique). Si nous faisons abstraction des termes protoforamen et deuteroforamen (le deuteroforamen étant en fait l'ouverture primaire de la loge) et que nous retenons uniquement la distinction basée sur la position de l'ouverture (p. 319), nous pouvons souscrire également à cette différenciation.

Sous-genre *Ticinella* REICHEL 1950

Nous remarquerons que dans le sous-genre *Ticinella*, et même à l'intérieur de l'espèce *roberti* de ce sous-genre, le caractère de l'ouverture n'est pas encore nettement fixé et peut présenter le type du sous-genre *Thalmanninella* aussi bien que celui du sous-genre *Rotalipora*. Seule, l'absence de carène donne une certaine valeur à ce sous-genre à l'intérieur de *Rotalipora*. En effet, les ouvertures accessoires de certains spécimens semblent donner directement dans le prolongement de la loge étirée vers l'ombilic, et ne présentent pas d'expansions lamelleuses bien développées (Pl. I, fig. 3b). D'autres spécimens montrent une expansion lamelleuse bien développée dans les dernières loges et les ouvertures accessoires des loges sont à la base de ces expansions lamelleuses s'appuyant les unes sur les autres (Pl. I, fig. 2b).

Les caractères morphologiques généraux des deux exemplaires reproduits par ces figures sont les mêmes et l'on peut encore considérer ces formes comme appartenant au même sous-genre (et à la même espèce), à l'intérieur desquels s'effectuerait la spécialisation menant d'une part aux vrais Rotalipores et d'autre part aux Thalmanninelles.

Rappelons que le sous-genre *Ticinella* a été créé par M. REICHEL, 1950, p. 600, pour l'espèce *Anomalina roberti* créée par R. GANDOLFI, 1942, p. 100, dont M. REICHEL a remarqué les ouvertures accessoires intraombilicales analogues à celles de *Thalmanninella*. P. J. BERMUDEZ, 1952, p. 116, a érigé *Ticinella* en genre des Globigerinidae, P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, p. 527, ont rangé ce genre dans la famille des Globotruncanidae. H. M. BOLLI, A. R. LOEBLICH & H. TAPPAN, 1957, p. 41, réunissent ce genre avec le genre *Rotalipora*. J. SIGAL, 1958, p. 264, le considéreraient comme genre de la nouvelle famille des Rotaliporidae.

Rotalipora (Ticinella) roberti (GANDOLFI)

Pl. I, fig. 2a-c, 3a-c

- 1942 *Anomalina roberti* GANDOLFI, p. 100, pl. 2, fig. 2a-c; pl. 4, fig. 4-7, 20; pl. 5, fig. 1; pl. 13, fig. 3a, b, 6a, b.
 1950 *Globotruncana (Ticinella) roberti* (GANDOLFI), REICHEL, p. 600, pl. 16, fig. 1; pl. 17, fig. 1; t. f. 1, p. 601.

Les caractéristiques du genre et de l'espèce sont constituées par les loges globuleuses et les ouvertures accessoires de type intraombilical. La spire est basse ou au contraire assez haute. H. M. BOLLI, A. R. LOEBLICH & H. TAPPAN, 1957, pl. 10, fig. 1a-c, donnent une illustration de *Rotalipora roberti* (GANDOLFI) dont l'ombilic est étroit, rempli par les prolongements des loges dont les ouvertures accessoires ont une position suturale (dernières loges). Nos individus à ouvertures suturales ont un ombilic plus large. Pour les autres, la position est nettement intraombilicale. Cette espèce est en général attribuée à l'Albien, et nous la trouvons dans le niveau basal du Complexe schisteux intermédiaire.

Exemplaires figurés: K. 1517 j. D: 0,45-0,35. H: 0,2 (Pl. I, fig. 2)

K. 1517 d. D: 0,42-0,35. H: 0,22 (Pl. I, fig. 3)

Sous-genre *Thalmanninella* SIGAL 1948

Nous renvoyons pour la définition de ce sous-genre à la discussion du genre *Rotalipora* (pp. 798, 800).

Rotalipora (Thalmanninella) ticinensis subticinensis (GANDOLFI)

Pl. I, fig. 4a-c

- 1942 *Globotruncana ticinensis* var. *alpha* GANDOLFI, p. 113; pl. 2, fig. 4a-c; pl. 4, fig. 8, 9, 21, 22; pl. 5, fig. 3; pl. 11, fig. 5; pl. 13, fig. 9, 10.
 1956 *Globotruncana (Thalmanninella) ticinensis* var. *alpha* (GANDOLFI), REICHEL, p. 603; pl. 16, fig. 2; pl. 17, fig. 2.
 1957 *Globotruncana (Thalmanninella) ticinensis subticinensis* GANDOLFI, GANDOLFI, p. 59; pl. 8, fig. 1a-c.

La variété *Globotruncana tycinensis* var. *alpha* GANDOLFI, 1942, attribuée à *Thalmanninella* par M. REICHEL, 1950, et érigée en sous-espèce par R. GANDOLFI, 1957, est, dans l'ordre d'apparition stratigraphique, la première forme attribuable au sous-genre *Thalmanninella*. Elle est annoncée dans le sous-genre *Ticinella* par des formes dont les dernières loges portent une expansion lamelleuse importante, telles que celle de la pl. I, fig. 2. Les loges sont encore globuleuses, plus aplatis dorsalement que dans *Rot. (Ticinella) roberti*, et les tours internes montrent un pourtour caréné. La disposition de l'ouverture, comme pour toutes les espèces de *Thalmanninella*, est donnée dans la discussion du genre *Rotalipora* (p. 800). Espèce considérée comme albienne, elle a été trouvée dans la zone 2 (niveau supérieur de la série basale) du Complexe schisteux intermédiaire.

Exemplaire figuré: K. 1517 h. D: 0,45–0,4. H: 0,2.

Rotalipora (Thalmanninella) tycinensis tycinensis (GANDOLFI)

Pl. I, fig. 1a–c

- 1942 *Globotruncana tycinensis typica* GANDOLFI, p. 113; pl. 2, fig. 3a–c; pl. 4, fig. 10, 11, 23; pl. 5, fig. 2, 4; pl. 8, fig. 4–7; pl. 12, fig. 1; pl. 13, fig. 11a, b, 12a, b, 14.
 1956 *Globotruncana (Thalmanninella) tycinensis* (GANDOLFI), REICHEL, p. 603; pl. 16, fig. 3; pl. 17, fig. 3.
 1957 *Globotruncana (Thalmanninella) tycinensis tycinensis* GANDOLFI, GANDOLFI, p. 59; pl. 8, fig. 2a–c.

Rangée dans *Thalmanninella* par M. REICHEL, 1950, grâce à l'observation des ouvertures intraombilicales, cette espèce a un contour général également convexe dorsalement et ventralement. Elle a des loges encore globuleuses ventralement. Une carène nette marque cependant toutes les loges. Le parcours de cette carène est continu. Cette espèce, considérée comme albienne, est présente dans le niveau supérieur de notre série basale.

Exemplaire figuré: K. 1517 g. D: 0,5–0,4. H: 0,25.

Rotalipora (Thalmanninella) multiloculata (MORROW)

Pl. II, fig. 2a–c

- 1934 *Globorotalia? multiloculata* MORROW, p. 200; pl. 31, fig. 3a, b, 5a, b.
 1956 *Thalmanninella multiloculata* (MORROW), BRÖNNIMANN & BROWN, p. 534; pl. 20, fig. 1–3.

Forme encore plus bombée ventralement et dorsalement que *Thalm. tycinensis tycinensis*, cette espèce présente l'ébauche d'un bourrelet périombilical sur le côté ventral. La carène, marquée sur les dernières loges de façon plus ou moins nette, est très visible sur les premières loges du dernier tour. Elle décrit, d'une loge à l'autre, un parcours sinueux, le bourrelet carénal étant oblique par rapport au plan de la spire.

P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, mettent en synonymie avec *Thalmanninella multiloculata* la variété *tycinensis alpha* GANDOLFI figurée par R. GANDOLFI, 1942, et par M. REICHEL, 1950. Les populations que nous avons examinées gravitent autour de plusieurs centres. Une partie des exemplaires correspondent aux figurations de GANDOLFI et de REICHEL et n'ont pas suffisamment d'analogie avec *Thalmanninella multiloculata* illustrée par BRÖNNIMANN & BROWN, 1956, pl. 20, fig. 1–3 (holotype de *Globorotalia? multiloculata* MORROW, redessiné) pour

que nous les attribuons à cette espèce. D'autres peuvent se ranger dans cette espèce. L'espèce semble apparaître et disparaître dans le Complexe schisteux intermédiaire un peu plus tard que *Thalm. ticticensis* et sa variété *subticticensis*. P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, la signalent du Cénomanien au Turonien inférieur. Elle a en effet été décrite dans la Greenhorn formation (Hartland shale member) que BRÖNNIMANN & BROWN parallélisent avec le Cénomanien supérieur, ce qui laisse un doute sur l'identification de cette espèce.

Exemplaire figuré: K. 1516 c. D: 0,6–0,55. H: 0,5.

Rotalipora (Thalmanninella) greenhornensis (MORROW)

Pl. II, fig. 3a–c

1934 *Globorotalia greenhornensis* MORROW, p. 199; pl. 31, fig. 1a–c.

1956 *Thalmanninella greenhornensis* (MORROW), BRÖNNIMANN & BROWN, p. 535; pl. 20, fig. 7–9.

De forme générale biconvexe, cette espèce présente des loges dont l'angle de raccord du côté latéral au côté dorsal est de 45–50° environ. Le bourrelet péri-ombilical se marque assez nettement. Les lèvres des ouvertures accessoires débouchant à la base des prolongements envoyés par les loges dans l'ombilic sont très vigoureuses. La comparaison avec l'original, en l'absence de topotypes, est rendue difficile du fait de la grande différence entre les trois illustrations du même holotype: MORROW, 1934, pl. 31, fig. 1a–c; CUSHMAN, 1946, pl. 65, fig. 3a–c; BRÖNNIMANN & BROWN, 1956, pl. 20, fig. 7–9. Nous trouvons cette espèce, décrite par MORROW dans la même formation que la précédente, et donnée par P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, comme cénomanienne, peut-être turonienne inférieure, dans nos séries médiane et supérieure (sommet de la zone 3, zone 4, base de la zone 5).

Exemplaire figuré: K. 868 m. D: 0,6–0,6. H: 0,35.

Rotalipora (Thalmanninella) brotzeni SIGAL

Pl. III, fig. 1a–c

1948 *Thalmanninella brotzeni* SIGAL, p. 101; pl. 1, fig. 5a–c; pl. 2, fig. 6a, b, 7.

Génotype du genre *Thalmanninella*, cette espèce est abondamment décrite par son auteur. L'aspect latéral est assez proche de celui de l'espèce *Thalmanninella greenhornensis*. La caractéristique essentielle est le parcours réniforme du bourrelet sutural passant au bourrelet périombilical sur la face ventrale.

C'est une espèce cénomanienne, que nous trouvons dans la partie supérieure de la zone 4 et la partie inférieure de la zone 5 de nos séries médiane et supérieure du Complexe schisteux intermédiaire.

Exemplaire figuré: K. 1085 u. D: 0,57–0,45. H: 0,3.

Rotalipora (Thalmanninella) globotruncanoides (SIGAL)

Pl. IV, fig. 1a–c; t. fig. 7, 1a–c, p. 807

1948 *Rotalipora globotruncanoides* SIGAL, p. 100; pl. 1, fig. 4a–c; pl. 2, fig. 3a, b, 4a, b, 5.

Exhaustivement décrite par son auteur, cette espèce garde un aspect latéral assez proche de celui de *Thalmanninella brotzeni*. Sur la face ombilicale, le parcours

réniforme des loges de *Thalm. brotzeni* s'exagère, en donnant naissance à un bec par le rebroussement du bourrelet sutural au voisinage de l'aire ombilicale. Cette espèce a été souvent mise en synonymie avec *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica*. D'autre part, J. SIGAL, 1948b, a signalé des passages entre *Thalmanninella brotzeni* et *Rot. globotruncanoides*, nouvelle justification de la place dans le même sous-genre de ces espèces attribuées à des genres différents par les auteurs.

Espèce cénomanienne et turonienne, nous la trouvons au sommet de notre série médiane et dans le premier niveau de notre série terminale.

Exemplaire figuré: K. 1523 q. D: 0,62–0,55. H: 0,25.

Rotalipora (Thalmanninella) deeckeii (FRANKE)

T. fig. 7, 2a–c, p. 807

1925 *Rotalia deeckeii* FRANKE, pp. 90–91, fig. 7a–c.

1957 «*Rotalia*» *deeckeii* FRANKE, DALBIEZ, pp. 187–188; t. f. 1–5, p. 188.

Originalement décrite comme *Rotalia*, cette espèce a été rangée dans le groupe de *Globotruncana ventricosa* par F. DALBIEZ, 1955, p. 168, qui envisageait une synonymie possible avec *Globotruncana ventricosa ventricosa* WHITE. Le même auteur (F. DALBIEZ, 1957, pp. 187–188) considère «*Rotalia*» *deeckeii* comme appartenant à *Thalmanninella* (sous-genre de *Globotruncana*) et peut-être comme un passage d'une espèce de *Rotalipora* à une espèce de *Thalmanninella*. Il envisage une synonymie possible avec *Rot. appenninica gamma* (GANDOLFI), devenue *Rot. appenninica reicheli* MORNOD.

L'aspect latéral est assez proche de celui de *Rot. (Thalm.) reicheli*, en effet. L'angle du côté latéral et de la face dorsale s'approche de 90°. Le parcours en angle vif du bourrelet périombilical subsiste, comme dans l'espèce *globotruncanoides*. Les loges sont plus nombreuses, moins hautes, plus serrées que dans l'espèce *reicheli*. Nous y voyons une espèce se situant dans la lignée *globotruncanoides–reicheli* et probablement plus évoluée que cette dernière. Son type d'ouvertures permet de la ranger dans le sous-genre *Thalmanninella*.

Espèce présente dans un échantillon de Turonien inférieur (*couches à Labiatus*) de Misburg (Poméranie), que H. HILTERMANN nous a communiqué, nous la trouvons dans la zone inférieure de notre série terminale.

Exemplaire figuré: K. 2401 a (= H. HILTERMANN, Probe 19041, Misburg). D : 0,65–0,6. H : 0,4.

Rotalipora (Thalmanninella) reicheli (MORNOD)

Pl. IV, fig. 2a–c; t. fig. 7, 3a–c, p. 807

1942 *Globotruncana apenninica* RENZ var. *gamma* GANDOLFI, pp. 116–123; fig. 41 (1a, b), p. 118; fig. 42 (1), p. 119; fig. 44 (3–4), p. 122; pl. 6, fig. 6; pl. 14, fig. 6 (p. parte).

1950 *Globotruncana (Rotalipora) reicheli* MORNOD, p. 583; fig. 6 (1–6), p. 583; fig. 5 (4a–c), p. 581; pl. 25, fig. 2a–p, 3, 8.

M. REICHEL, 1950, p. 604, constate que la var. *gamma* de l'espèce *appenninica* RENZ, décrite par R. GANDOLFI, 1942, sous le nom de *Glt. apenninica* RENZ var. *gamma* GANDOLFI a des ouvertures accessoires suturales. Il la place dans le genre

Rotalipora, comme les autres variétés d'*appenninica*. L. MORNOD, 1950, p. 583, l'élève au rang d'espèce et en donne une description détaillée, d'après des exemplaires du Montsalvens. A notre avis, les ouvertures sont plutôt à la base des loges, très proches encore de l'ombilic, et non franchement suturales. Le reste du dispositif ombilical (expansions lamelleuses) nous fait également ranger cette espèce dans le sous-genre *Thalmanninella*.

Dans cette espèce, l'angle entre la face ventrale (côté latéral des loges) et la face dorsale peut atteindre 90° . On observe encore le parcours réniforme ou brisé du bourrelet sutural passant au bourrelet périombilical. Les premières loges du dernier tour portent souvent un double rang de perles au bourrelet carénal, sans qu'un véritable bandeau carénal se développe cependant.

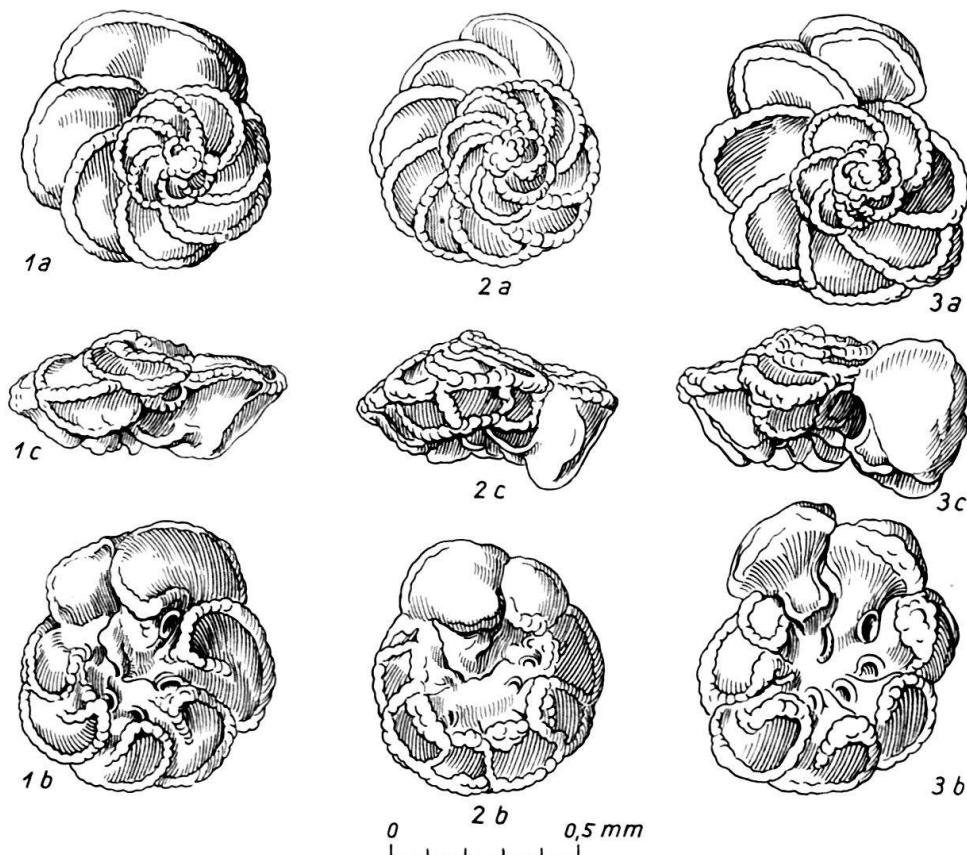


Fig. 7. Les rapports des espèces *Rotalipora (Thalmanninella) globotruncanoides* (SIGAL), *Rot. (Thalm.) deeckeai* (FRANKE) et *Rot. (Thalm.) reicheli* (MORNOD). 1a-c: *Thalm. globotruncanoides* (K. 1523 v), Complexe schisteux intermédiaire, série médiane. La Forclaz, coupe 8c (au S du chalet). Cénomanien moyen. 2a-c: *Thalm. deeckeai* (K. 2401 a, provenant de H. HILTERMANN, Probe 19.041: Misburg, Hafen, Couche à *Labiatus*, Turonien inférieur). 3a-c: *Thalm. reicheli* (K. 1085 z), Complexe schisteux intermédiaire, série terminale. La Forclaz, coupe 8c (au col). Cénomanien supérieur - Turonien inférieur. Noter l'allure analogue du côté spiral, avec un plus grand nombre de loges: $8\frac{1}{2}$ pour *deeckeai*, contre 6 pour *globotruncanoides* et $6\frac{1}{2}$ pour *reicheli* dans les exemplaires figurés ici, et une accentuation plus grande du cône central de *globotruncanoides* à *reicheli* - *deeckeai*, liée à une forme plus haute des loges dans les deux dernières espèces. Noter également le retour du bourrelet carénal sur la face ventrale, en parcours anguleux pour *globotruncanoides*, plus arrondi pour *reicheli* et d'allure quadratique pour *deeckeai*. Remarquer enfin l'analogie du système apertural, de type *Thalmanninella*. Toutes les figures: 40 ×.

Avec cette espèce, nous arrivons, semble-t-il, au terme de la lignée parcourue depuis *Thalmanninella subticinensis*, à travers *Thalm. ticinensis ticinensis*, *Thalm. multiloculata*, *Thalm. greenhornensis*, *Thalm. brotzeni*, *Thalm. globotruncanoides*, *Thalm. deeckeai*, jusqu'à *Thalm. reicheli*.

Signalée dans le Cénomanien supérieur et le Turonien inférieur, elle a été trouvée au sommet du dernier niveau de notre série médiane (zone 4) et dans le premier niveau de la série terminale (zone 5).

Exemplaire figuré: K. 1085 v. D: 0,8–0,7. H: 0,5.

Rotalipora (Thalmanninella) appenninica balernaensis (GANDOLFI)

Pl. III, fig. 2a–c

- 1942 *Globotruncana apenninica* RENZ var. *alpha* GANDOLFI, p. 117; fig. 40a–c, p. 117; pl. 4, fig. 12; pl. 14, fig. 1.
- 1950 *Globotruncana (Rotalipora) apenninica* O. RENZ var. *alpha* GANDOLFI, REICHEL, p. 605; fig. 3, p. 605.
- 1957 *Globotruncana (Rotalipora) apenninica balernaensis* GANDOLFI, GANDOLFI, p. 60; pl. 8, fig. 3a–c.

Après avoir suivi la lignée *Thalm. subticinensis*–*Thalm. reicheli*, il faut revenir en arrière et repartir de *Thalm. ticinensis ticinensis* probablement, pour suivre une autre lignée. Son premier terme est *Rot. (Thalm.) appenninica balernaensis*. Elle a été rangée par M. REICHEL, 1950, avec l'espèce type *appenninica*, dans le sous-genre *Globotruncana (Rotalipora)*. REICHEL remarque cependant que par son système d'ouverture, *appenninica alpha* est encore très rapprochée de *Thalmanninella* (p. 605). La forme générale est plus évolue, dorsalement, que dans *ticinensis*. Le contour général est plus plat. L'angle entre le côté latéral des loges et la face dorsale est de 45–50°. L'allure générale est donc plus basse que dans les formes étudiées jusqu'ici. Le dos de la loge est très peu bombé. Les sutures ventrales déprimées sont presque droites. Une masse de pustules marque le promontoire adombilical de chaque loge, mais sans former de bourrelet périombilical continu. Espèce cénomanienne, dont la plupart des auteurs admettent une apparition un peu plus précoce que celle de *appenninica* type et s'éteignant à l'intérieur du Cénomanien, elle se trouve dans le Complexe schisteux intermédiaire au sommet du niveau supérieur de la série basale (zone 2) et jusque vers le sommet du niveau supérieur de la série médiane (zone 4).

Exemplaire figuré: K. 839 b. D: 0,65–0,5. H: 0,25.

Rotalipora (Thalmanninella) appenninica appenninica (RENZ)

Pl. III, fig. 3a–c

- 1936 *Globotruncana appenninica* RENZ, p. 20; fig. 2, p. 14; pl. 6, fig. 2–8.
- 1942 *Globotruncana apenninica* RENZ var. *typica* GANDOLFI, et *Globotruncana apenninica* RENZ, *s. str.* GANDOLFI, pp. 116–123; fig. 42 (2–3), p. 119; pl. 2, fig. 5a–c, 6a–c?; pl. 4, fig. 13?, 14; pl. 6, fig. 4; pl. 9, fig. 3; pl. 12, fig. 6; pl. 14, fig. 3a, b, 4a, b.
- 1950 *Globotruncana (Rotalipora) apenninica* O. RENZ, REICHEL, p. 604; pl. 16, fig. 4; pl. 17, fig. 4.
- 1957 *Globotruncana (Rotalipora) apenninica apenninica* RENZ, GANDOLFI, p. 60; pl. 9, fig. 1a–c.

Cette espèce, créée par O. RENZ, 1936a, sur du matériel des Apennins et illustrée uniquement par des coupes minces a été retrouvée par R. GANDOLFI, 1942, dans du matériel isolé de la Breggia. Cet auteur y a distingué plusieurs variétés, dont la variété *bêta* est devenue *Praeglobotruncana stephani turbinata* (REICHEL) et la variété *gamma*: *Rotalipora (Thalmanninella) reicheli* (MORNOD). Restent la variété *typica*, aussi appelée *apenninica s. str.* par GANDOLFI et la variété *alpha*. M. REICHEL, 1950, a étudié les ouvertures accessoires de ces deux variétés et découvert qu'elles étaient du type «*Rotalipora*». L. MORNOD, 1950, p. 578, pense que la variété *apenninica alpha* correspond le mieux à l'espèce de RENZ et en parle donc sous le nom de *Glt. (Rot.) apenninica*, alors qu'il décrit *Glt. apenninica* RENZ *s. str.* et var. *typica* GANDOLFI sous le nom de *Glt. (Rot.) apenninica typica*, comme variété de l'espèce. H. HAGN & W. ZEIL, 1954, p. 23, identifient la variété *typica* avec *Rot. globotruncanoides* SIGAL et la décrivent sous ce nom d'espèce, tandis que L. MORNOD, 1950, et M. REICHEL, 1950, pensent que *Rot. globotruncanoides* est synonyme de *Rot. apenninica typica*. F. DALBIEZ, 1955, distingue *Glt. (Rot.) appenninica appenninica*, *Glt. (Rot.) appenninica alpha* et *Glt. (Rot.) appenninica typica* (avec laquelle *Glt. (Rot.) globotruncanoides* serait synonyme). R. GANDOLFI, 1957, p. 60, propose pour sa variété *typica* de l'espèce *apenninica* le nouveau nom de *Glt. (Rot.) apenninica apenninica* (voir déjà M.-B. CITA, 1948, p. 1). GANDOLFI propose pour la variété *alpha* le nouveau nom de *Glt. (Rot.) apenninica balernaensis*. Nous suivrons provisoirement R. GANDOLFI, 1957, en parlant, pour les formes identifiables à la variété *alpha* 1942, de *Rotalipora (Thalmanninella) appenninica balernaensis* et en employant le nom de *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica* pour les formes correspondant à l'*appenninica s. str.* et à la variété *typica* 1942.

En fait, des lavages effectués dans du matériel récolté en 1958 dans la série du Bottaccione (Apennins), d'où proviennent les exemplaires des figures originales de RENZ (coupes minces) confirment par les individus isolés le point de vue que c'est la forme *alpha* de GANDOLFI (*appenninica balernaensis*) qui se rapproche le plus de la figure 2, p. 14, de RENZ (exemplaire du bas à gauche) alors que l'exemplaire de la même figure (en haut à droite) est probablement une *ticinensis*. Il faudrait donc nommer *appenninica appenninica* les formes décrites par GANDOLFI comme *apenninica alpha* ou *apenninica balernaensis* et trouver un autre nom pour les formes qu'il a décrites comme *apenninica typica*, *apenninica s. str.*, et récemment *apenninica apenninica*. Plusieurs de ces formes, d'ailleurs, et spécialement celles qui portent un bourrelet périombilical lié de façon continue au bourrelet sutural et décrivant ainsi un arc sur toutes les loges du dernier tour ne sont probablement pas des *appenninica*, mais rentrent dans le groupe de formes évoluant de *Rot. (Thalm.) ticinensis* par *Rot. (Thalm.) multiloculata*, *greenhornensis* et *brotzeni* vers *Rot. (Thalm.) globotruncanoides*, *deeckeii* et *reicheli*. D'autres citations d'*appenninica* se rapportent à l'espèce *Glt. sigali* REICHEL (*appenninica* signalées dans le Turonien).

Dans cette espèce, le côté dorsal est un peu plus bombé que dans la var. *appenninica balernaensis*. L'angle entre le côté latéral de la loge et la face dorsale est de 45 à 55°. Le côté dorsal est très évolué. Les sutures ventrales sont droites. Il n'y a pas de vrai bourrelet périombilical si ce n'est sur les premières loges du dernier tour, ou un raccord s'ébauche entre ce bourrelet périombilical et le bourrelet

sutural. Il y a par contre sur les dernières loges du dernier tour des masses de pustules à l'extrémité adombilicale de la loge, disposées en V dont la pointe est dirigée vers l'ombilic. Cette disposition est illustrée de la façon la plus rapprochante par M. REICHEL, 1950, pl. 16 et 17 (toutes deux, fig. 4). Cette disposition pourrait, elle aussi, annoncer une évolution vers *globotruncanoides* (origine polyphylétique ?). Les ouvertures accessoires sont nettement intraombilicales, à l'extrémité adombilicale de la loge, et pour les premières loges du dernier tour, logées entre les pointes des V formés par les masses de pustules des extrémités adombilicales des loges. Une expansion lamelleuse est visible à la dernière ou aux deux ou trois dernières loges.

Avec toutes les réserves qu'il faut faire, vu l'hétérogénéité des formes décrites comme *appenninica appenninica*, l'espèce existe dans tout le Cénomanien. Nous la trouvons de la base de notre niveau inférieur de la série médiane (zone 3) au milieu de notre niveau inférieur de la série terminale (zone 5).

Exemplaire figuré: K. 1524 g. D: 0,75–0,65. H: 0,35.

Rotalipora (Thalmanninella) evoluta (SIGAL)

Pl. IV, fig. 3a–c

1948 *Rotalipora cushmani* MORROW var. *evoluta* SIGAL, p. 100; pl. 1, fig. 3a–c; pl. 2, fig. 2a, b.

1950 *Globotruncana (Rotalipora) evoluta* SIGAL, REICHEL, p. 605, n. 9.

1952 *Globotruncana (Rotalipora) evoluta* SIGAL, CARBONNIER, p. 118; pl. 7, fig. 2a, b.

Cette forme, d'abord envisagée comme sous-espèce de *cushmani*, semble se rapprocher davantage de l'espèce *appenninica* que de l'espèce *cushmani*, comme le remarque M. REICHEL, 1950, p. 605, n. infrapag. 9. Il propose de l'élever au rang d'espèce sous le nom de *Glt. (Rot.) evoluta* SIGAL, suivi en cela par A. CARBONNIER, 1952. Nous sousscrivons pleinement au rapprochement fait par M. REICHEL entre *appenninica alpha* et *cushmani evoluta*, et pensons qu'il eût été préférable de traiter cette var. de SIGAL comme variété de *appenninica*.

Très plate dorsalement et ventralement, la forme présente un angle de 30° environ entre le côté ventral et le côté dorsal de la loge. Le côté dorsal est évolute, comme dans la forme type et *balernaensis* d'*appenninica*. Les ouvertures sont encore intraombilicales, avec une tendance à devenir suturales dans les dernières loges. Il n'y a qu'une ébauche de bourrelet périombilical aux deux premières loges du dernier tour, et les pustules de l'extrémité adombilicale de la loge sont peu marquées.

L'espèce a été en général située vers la fin du Cénomanien. Nous la trouvons peut-être un peu plus bas (fin de la zone 4: niveau supérieur de la série médiane, et dans toute la zone 5: niveau inférieur de la série terminale du Complexe schisteux intermédiaire).

Exemplaire figuré: K. 853 n. D: 0,75–0,6. H: 0,2.

Rotalipora (Thalmanninella?) cf. micheli (SACAL & DEBOURLE)

Pl. IV, fig. 4a–c; t. fig. 8a–c, p. 811

1957 *Globotruncana (Rotalipora) micheli* SACAL & DEBOURLE, p. 58; pl. 25, fig. 4, 5, 12.

Nous arrivons à la dernière forme qui soit probablement attribuable au deuxième groupe que nous avons distingué à l'intérieur de *Rotalipora (Thalmanninella)*: espèces à côté dorsal évolute et dont l'angle du côté ventral avec le côté dorsal est faible. L'espèce *micheli*, créée par V. SACAL & A. DEBOURLE, 1957, présente ces caractéristiques. Elle est plano-convexe. Les loges (6 à 7 au dernier tour), s'accroissent rapidement. L'angle entre côté ventral et côté dorsal des loges est faible au début du dernier tour ($40\text{--}50^\circ$). Il devient cependant plus grand à la fin du dernier tour (dernière loge: près de 90°). SACAL & DEBOURLE, p. 58, pensent que cette espèce est étroitement liée à *Glt. appenninica*. Nous illustrons (Pl. IV, fig. 4a-c) un exemplaire où la dernière loge n'atteint pas encore la forme typique de *Rotalipora (Thalmanninella?) micheli* (angle du côté ventral avec le côté dorsal: 60°). C'est plutôt un terme de passage de *appenninica* à *micheli*, si *micheli* est une Thalmanninelle. La torsion des loges dans le sens de l'enroulement sur le côté ventral est sensible. Les ouvertures sont encore intraombilicales, justifiant l'attribution au sous-genre *Thalmanninella*. Les auteurs de l'espèce lui attribuent cependant des ouvertures accessoires intrasuturales «peu visibles», si bien que nous réservons encore le classement définitif dans ce sous-genre.

En effet, un deuxième type de Globotruncanidé, plus proche encore peut-être de *Globotruncana (Rotalipora) micheli* SACAL & DEBOURLE par sa forme générale, est présent dans nos sédiments. Nous en donnons la figure ci-contre (fig. 8a-c, p. 811). Ce type présente des ouvertures suturales, qui rattacherait plus nettement l'espèce *micheli* au sous-genre *Rotalipora*, mais, pour nous, l'éloignerait de *Rot. (Thalm.) appenninica*. Nous aurions alors une convergence de formes extérieures dans la lignée des Thalmanninelles et dans celle des Rotalipores, et l'espèce *Rotalipora (Rotalipora) micheli* SACAL & DEBOURLE serait à placer au point de vue phylogénique dans le voisinage de *Rot. (Rot.) montsalvensis* MORNOD.

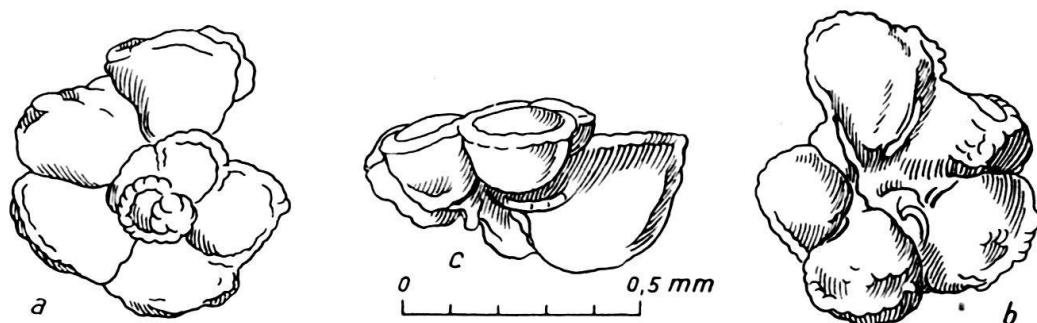


Fig. 8. *Rotalipora (Rotalipora) cf. micheli* SACAL & DEBOURLE. K. 1523 w. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale. La Forclaz, coupe 8c (au S du chalet). Cénomanien supérieur – Turonien inférieur. L'exemplaire figuré est un vrai Rotalipore (ouvertures accessoires suturales, lèvre de l'ouverture principale peu étendue). Il se place dans le voisinage de *Rotalipora micheli* SACAL & DEBOURLE par ses caractères morphologiques externes. Grossissement: 50 ×.

V. SACAL & A. DEBOURLE trouvent cette espèce dans des niveaux de flysch qu'ils attribuent au Cénomanien supérieur-Turonien inférieur. Nous trouvons les deux types ci-dessus dans le niveau inférieur de notre série terminale (zone 5) que nous rangeons également dans le Cénomanien supérieur-Turonien inférieur.

Exemplaires figurés: Pl. IV, fig. 4a-c: K. 1524 h. D: 0,6-0,55. H: 0,25.
fig. 8a-c, p. 811: K. 1523 w. D: 0,65-0,6. H: 0,4.

Sous-genre *Rotalipora* BROTZEN 1942

Pour la définition de ce sous-genre, voir la discussion du genre *Rotalipora* BROTZEN 1942 (pp. 798, 800).

Il est constitué par le groupe de formes présentant le plus d'affinités avec le génotype *Rotalipora turonica* BROTZEN, et correspondant à la définition du genre *Rotalipora* donnée par cet auteur, 1942, p. 32. Il comprend un nombre d'espèces restreint. Il s'agit plutôt d'une fin de lignée, dont nous ne voyons apparemment pas de descendants au-delà du Turonien inférieur. Nous aurions donc plus volontiers choisi le nom de *Thalmanninella* pour désigner le genre dans lequel nous réunissons les sous-genres *Ticinella*, *Thalmanninella* et *Rotalipora* s. str. Cependant, la taxonomie évoluant constamment, nous devons compter avec la possibilité d'une nouvelle redistribution de ce genre. Il est donc plus prudent de lui conserver le nom de *Rotalipora*, puisque celui-ci est antérieur à *Thalmanninella*.

Rotalipora (*Rotalipora*) cf. *montsalvensis* var. *minor* MORNOD

Pl. IV, fig. 5a-c

1950 *Globotruncana* (*Rotalipora*) *montsalvensis* MORNOD, var. *minor* MORNOD, p. 586; fig. 4 (2a-c), p. 580; fig. 8 (1a-c, 2-4), p. 586.

L. MORNOD, 1950, en créant l'espèce *montsalvensis* (voir ci-dessous), y distingue la var. *minor*, dont les différences essentielles par rapport à l'espèce type sont la dimension plus petite (D: 0,4-0,56 mm, contre 0,8 mm pour l'holotype de *montsalvensis*) et l'existence d'ouvertures suturales doubles ou triples à l'avant-dernière et à la dernière loge.

Si nous essayons de caractériser quelque peu cette forme, d'après les dessins de MORNOD, nous notons que la coquille est petite, l'accroissement entre l'avant-dernier et le dernier tour est rapide. L'accroissement dans les loges du dernier tour est ensuite plus lent. Les loges sont assez globuleuses, avec une carène faible. Sur la face ventrale, les sutures sont profondes. L'ouverture principale est ombilicale-intérimarginale, les ouvertures accessoires sont suturales, multiples à la dernière ou aux deux dernières loges, d'après MORNOD.

Nous trouvons des formes analogues dans le niveau inférieur de notre série terminale du Complexe schisteux intermédiaire. Les loges sont un peu moins étirées que sur les figures de L. MORNOD, le pourtour est un peu quadratique comme dans *montsalvensis minor*, mais nous ne notons aucune ouverture suturale multiple. Sous réserve d'une vérification du matériel du Montsalvens, dont les dépressions ombilicales des spécimens ont été nettoyées à l'aiguille, nous rapprochons, sans les identifier, nos formes de *Rotalipora montsalvensis minor*.

Notons la grande analogie morphologique entre *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI), notre figure, Pl. I, fig. 1a-c, et *Rot.* (*Rot.*) cf. *montsalvensis minor* (notre figure, pl. I, fig. 5a-c). Il ne paraît pas exclu, en l'absence de passages sûrs entre les formes du sous-genre *Thalmanninella* et celles du sous-genre *Rotalipora*, que notre

Rot. (Rot.) cf. montsalvensis minor soit issue de *Hedb. trocoidea*, par raffinement de la structure du test (rugueux chez *Hedb. trocoidea*), acquisition d'une carène et installation du système d'ouvertures suturales. Ceci réduirait quelque peu la parenté entre les sous-genres *Ticinella* et *Thalmanninella* d'une part, et *Rotalipora* d'autre part. Une autre hypothèse, tout aussi admissible, et que nous retenons pour le moment, est le passage de *Rot. (Ticin.) roberti* (GANDOLFI): notre figure, Pl. I, fig. 3a-c, forme à ouvertures suturales, à loges étirées, sans expansions lamelleuses importantes, vers *Rot. (Rot.) cf. montsalvensis minor*, là aussi par raffinement du matériel du test et installation d'une carène. Certes, pour justifier cette hypothèse, qui lie plus étroitement les sous-genres de *Rotalipora* s. l., les intermédiaires entre *Ticinella roberti* (forme albienne) et *Rotalipora montsalvensis minor* (forme du Cénomanien supérieur ou du Turonien inférieur) semblent manquer. Nous espérons tirer ce point au clair par l'étude de matériel plus divers que celui de la Gruyère.

Le passage de «*Globigerina* infracretacea» à *Rot. montsalvensis* var. *minor* par *Praeglobotruncana delrioensis* et *Praeglt. benacensis* envisagé par P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, p. 521, nous semble peu probable, *Praeglt. delrioensis*, avec son double rang de perles nous semblant trop spécialisé pour conduire par un retour en arrière à une forme à une carène simple comme *Rot. (Rot.) montsalvensis minor*. Cette variété nous semble être l'ancêtre des vrais *Rotalipores*: (*Rot.*) (*Rot.*) *montsalvensis*, *Rot. (Rot.) cushmani*, *Rot. (Rot.) turonica*.

La variété de MORNOD a été rencontrée par cet auteur dans les niveaux supérieurs du Cénomanien.

Exemplaire figuré: K. 1524 u. D: 0,5–0,45. H: 0,3.

Rotalipora (Rotalipora) montsalvensis MORNOD

Pl. V, fig. 1a-c

1950 *Globotruncana (Rotalipora) montsalvensis* MORNOD, p. 584; t. f. 4 (1a-c), p. 580; t. f. 7 (1a-c, 2a, d, c), p. 585.

Après la forme *montsalvensis minor*, dont le système d'ouvertures multiples, décrit par MORNOD, laisse subsister un doute sur la place réelle dans les genres des Globotruncanidés, l'espèce type *montsalvensis* MORNOD semble être le premier terme du groupe des vrais *Rotalipores*. En fait, dans le Complexe schisteux intermédiaire, l'espèce *cushmani* semble apparaître avant elle (dans quelques niveaux du sommet de la série du Complexe schisteux intermédiaire de Lessoc, avant le chevauchement). Les conditions tectoniques du sommet de cet affleurement n'étant cependant pas claires, il faut considérer avec précaution cette apparition isolée de la *cushmani* (en coupe mince) dans ces derniers niveaux. Au sommet de l'affleurement décrit par MORNOD (Montsalvens), cet auteur note la présence de *montsalvensis* seule, en l'absence de *cushmani*, ce qui confirmerait l'idée que l'espèce *montsalvensis* est la première de ce groupe.

L'espèce de MORNOD se distingue d'après son auteur des espèces voisines (*appenninica*, *turonica*, *cushmani*) par une face spirale très lobée, à loges quadratiques, à bourrelets effacés dans les dépressions suturales presque droites, par des loges renflées et allongées en spatules, par l'absence de bourrelets suturaux sur la

face ventrale et par la position fixe des ouvertures suturales ne migrant pas à partir d'une position ombilicale.

Tous ces caractères, une fois de plus, mettent les vrais Rotalipores, auxquels appartient l'espèce *montsalvensis*, en opposition avec les Rotalipores que nous avons rangés dans le sous-genre *Thalmanninella*. Au moment où apparaît *Rotalipora (Rot.) montsalvensis*, tous ces Thalmanninelles ont des bourrelets périombilicaux très marqués, l'accroissement des loges sur le côté dorsal est beaucoup plus progressif et régulier, il y a une grande dissymétrie entre côté dorsal et côté ventral des loges, enfin, les ouvertures accessoires, bien que marquant un déplacement centrifuge dans les dernières loges du dernier tour, sont nettement intraombilicales dans les premières. Nous ne pouvons admettre, pour cette lignée, la phylogénie proposée par P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, p. 521, faisant sortir l'espèce *appenninica* de l'espèce *montsalvensis* et mener à *cushmani*, l'espèce *appenninica* apparaissant bien avant *montsalvensis*.

L'espèce *montsalvensis* est très proche de l'espèce *Rotalipora (Rot.) cushmani* (MORROW). Parmi les différences notées par L. MORNOD, 1950, p. 586, on peut tout au plus retenir la présence chez *cushmani* de bourrelets suturaux arqués vers l'avant sur la face dorsale, d'un bourrelet carénal plus vigoureux, de loges moins allongées radialement et donc plus globuleuses. Nous ajoutons l'ornementation constituée par des pustules plus marquées chez *cushmani* et l'absence, en fait, de bourrelets suturaux sur la face dorsale chez *montsalvensis*. Il y a 5-7 loges au dernier tour. Ces différences ne justifieraient qu'une place subspécifique pour *montsalvensis*, qu'il faudrait considérer comme sous-espèce de *cushmani*. Il est en effet bien difficile, dans une population, de trancher pour l'appartenance d'un individu à l'une ou à l'autre espèce. Dans l'attente des résultats de notre étude statistique, nous gardons, avec cette réserve, l'espèce *montsalvensis*.

L. MORNOD signale cette espèce dans les derniers niveaux cénomaniens de ses profils. Nous la trouvons dans le niveau inférieur de notre série terminale, zone 5, que nous datons du Cénomanien supérieur-Turonien inférieur.

Exemplaire figuré: K. 1523 s. D: 0,7-0,65. H: 0,3. h: 0,14. h/D: 0,20.

Rotalipora (Rotalipora) cushmani (MORROW)

Pl. V, fig. 2a-c

1934 *Globorotalia cushmani* MORROW, p. 199; pl. 31, fig. 2a, b, 4a, b.

1948 *Rotalipora cushmani* (MORROW), SIGAL, p. 96; pl. 1, fig. 2a-c; pl. 2, fig. 1a, b.

Cette espèce, originalement décrite comme *Globorotalia*, a été rangée par J. SIGAL, 1948a, p. 13, et 1948b, p. 96, dans le genre *Rotalipora*, à cause de la présence d'ouvertures accessoires suturales. Le type d'ouvertures, en effet, répond absolument à la définition de BROTZEN donnée pour *Rotalipora*. Dans la discussion d'une note de J. KIKOÏNE, 1947, P. MARIE, 1948, pp. 39-42 avait déjà rangé cette espèce dans son genre *Rosalinella*. La note de KIKOÏNE tendait à mettre *Glt. appenninica* RENZ en synonymie avec *Globorotalia cushmani*.

La forme générale, dans l'espèce *cushmani*, est également biconvexe sur le côté dorsal et sur le côté ventral. Les loges (5 à 7 au dernier tour) sont globuleuses, mais se déprimant vers la périphérie. Elles sont marquées d'un bourrelet carénal périphérique vigoureux, restant pour toutes les loges dans le même plan. Les sutures

dorsales sont arquées vers l'avant, et tombent obliquement sur le tour interne (au moins dans les premières loges du dernier tour). L'ouverture principale intériomarginale-ombilicale est en fente, les ouvertures accessoires suturales.

H. HAGN & W. ZEIL, 1954, p. 30, par des sections axiales d'individus isolés de *cushmani*, démontrent que *Glt. alpina* BOLLI, espèce décrite en coupes minces, est synonyme de *Rot. cushmani* plutôt que de *Rot. turonica*, ainsi que l'avait admis M. REICHEL. Cet auteur a rapproché le premier (1950, p. 607) l'espèce *alpina* des Rotalipores et il a constaté la présence d'ouvertures suturales dans des individus figurant dans des lames minces des Apennins (matériel d'O. RENZ) et attribuables à cette espèce. P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, p. 538, admettent également la synonymie de *alpina* avec *cushmani* (espèce dans la synonymie de laquelle ils incluent *turonica*). Nous avons, pour notre part, effectué des sections orientées dans des spécimens de *cushmani*: l'aspect est identique à celui d'*alpina* BOLLI, 1944; fig. 1 (6, 7), p. 234; pl. 9 (fig. 3, 4), ainsi que dans des spécimens de *turonica*: l'aspect est plus convexo-concave que celui des exemplaires figurés par BOLLI. Seule, la figure 1 (5), p. 234 pourrait s'en rapprocher. Les coupes de *montsalvensis*, à bourrelet carénal moins marqué (cf. MORNOD, 1950, fig. 7, 2d), s'en écartent davantage. Toutes ces espèces ayant la même extension, nous croyons qu'on peut sans regret abandonner le nom d'*alpina*, qui a rendu quelque temps le service qu'on pouvait en attendre pour les identifications en lames minces et attribuer les sections qui s'y rapportent à *Rot. (Rot.) cushmani* et parfois à *Rot. (Rot.) turonica*.

L'espèce *cushmani* a été décrite dans le Hartland shale member de la Greenhorn formation par MORROW. P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, p. 538, parallélisent ce niveau avec le Cénomanien supérieur. Elle est signalée au Cénomanien supérieur et au Turonien inférieur en Amérique du Nord (Eagle Ford et Lower Austin, CUSHMAN, 1946), en Algérie (J. SIGAL, 1952a), en Tunisie (F. DALBIEZ, 1955). Nous l'avons trouvée dans le matériel provenant des couches à *Labiatus* (Turonien inférieur) de Misburg (Poméranie) mis à notre disposition par M. Hiltermann. Notons que F. BROTZEN, 1942, t. f. 11 (4), p. 34, figure un exemplaire de *turonica* qui ne correspond pas à sa description de l'espèce, mais qui est certainement une *cushmani*. Nous avons donc toutes les raisons d'admettre l'existence de cette espèce au Turonien inférieur, et probablement déjà au Cénomanien supérieur. Elle est présente dans notre niveau inférieur (zone 5) de notre série terminale. Signalons que P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, p. 538, donnent à cette espèce une extension plus vaste: Cénomanien supérieur à Coniacien.

Exemplaire figuré: K. 1085 x. D: 0,83–0,65. H: 0,33. h: 0,20. h/D: 0,25.

Rotalipora (Rotalipora) turonica BROTZEN

Pl. V, fig. 3a–c

1942 *Rotalipora turonica* BROTZEN, p. 32; t. f. 10, p. 33; non: t. f. 11 (4), p. 34.

L'espèce choisie comme génotype de *Rotalipora* par BROTZEN a une allure très caractéristique par son contour général au côté dorsal très convexe, par ses loges très renflées dorsalement et ventralement, marquées de masses de pustules sur les

deux faces, un peu étirées dans le sens de l'enroulement, par son bourrelet carénal vigoureux, légèrement plongeant sur chaque loge vers la périphérie, du fait de l'inclinaison de la loge sur son axe, ce qui lui donne un parcours sinueux et non régulier dans un seul plan comme dans l'espèce *cushmani*. Les sutures dorsales sont profondes, et le bourrelet sutural n'est marqué que dans les premières loges du dernier tour. Les sutures ventrales sont droites et déprimées. L'ouverture principale ombilicale-intérimarginale est arrondie, les ouvertures accessoires sont franchement suturales. Elle a 5-7 loges par tour. Forme évoluée à partir de *Rot. cushmani*, elle s'en distingue à première vue par tout l'aspect général, conditionné par la spire plus haute: $h/D > 0,365$, contre $h/D < 0,365$ pour *cushmani* mais de nombreux passages font penser qu'une étude statistique réunirait les deux formes dans un même chronocline.

P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, p. 537, mettent cette espèce en synonymie avec l'espèce *cushmani*. Contour général, ornementation constituée par des masses de pustules très fortes, parcours onduleux du bourrelet carénal, forme plus arrondie de l'ouverture principale ombilicale-intérimarginale permettraient de l'en distinguer. BRÖNNIMANN & BROWN appuient leur synonymie sur le fait que l'holotype de *Rot. cushmani* (redessiné par eux) apparaît presque identique à la figure de *turonica* donnée par F. BROTZEN (1942, t. f. 10). A notre avis, la fig. 11 (4) de BROTZEN, p. 34, est en effet très probablement la représentation d'une *cushmani*. Quant à la figure 10, p. 33, elle illustre tous les caractères de la *turonica* qui la distinguent de l'espèce *cushmani* dans l'état actuel de nos connaissances.

Rotalipora turonica est signalée par BROTZEN, 1942, au Cénomanien supérieur et au Turonien inférieur en Poméranie. Nous avons examiné des exemplaires très typiques provenant du Turonien inférieur (*couches à Labiatus*) du port de Misburg (Poméranie), mis à notre disposition par M. Hiltermann. G. DUBOURDIEU & J. SIGAL, 1951, la signalent au Cénomanien moyen en Algérie. D'après J. SIGAL, 1952a, on peut lui donner comme extension pour l'Algérie le Cénomanien moyen et supérieur. Pour F. DALBIEZ, 1955, elle apparaît au Cénomanien supérieur en Tunisie, et subsiste dans le Turonien basal. Sous le nom de *cushmani*, P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, p. 538, lui donnent une extension allant du Cénomanien supérieur au Coniacien. Nous admettons qu'elle caractérise le Cénomanien supérieur et le Turonien inférieur. Nous la trouvons dans notre niveau inférieur de la série terminale (zone 5).

Exemplaire figuré: K. 1526 c. D: 0,65-0,6. H: 0,4. h: 0,26. h/D: 0,40.

Rotalipora (Rotalipora) turonica BROTZEN var. *expansa* CARBONNIER

Pl. V, fig. 4a-c

1952 *Globotruncana (Rotalipora) turonica* BROTZEN, var. *expansa* CARBONNIER, p. 118; pl. 6, fig. 4a-c.

D'après A. CARBONNIER, 1952, cette variété se rapproche de l'espèce type *turonica* par sa face dorsale très convexe, sa face ventrale concave, son petit nombre de loges au dernier tour (4-5). Elle en diffère sur le côté dorsal par l'accroissement graduel des loges, la dernière étant plus haute que les autres, par les loges globuleuses, déprimées à proximité du rebord périphérique, sans bourrelet

sutural. Les sillons suturaux sont très déprimés sur le côté dorsal, moins déprimés sur le côté ventral.

Nous trouvons cette variété (?) en compagnie de *Rotalipora* (*Rotalipora*) *turonica* BROTZEN dans le niveau inférieur de notre série terminale du Complexe schisteux intermédiaire. Elle a été trouvée par A. CARBONNIER dans une faune attribuée au Cénomanien supérieur, dans la région de Taza (Maroc). Cette faune a ensuite été considérée comme un mélange d'espèces cénomaniennes remaniées dans du Turonien moyen à Coniacien, par J. SIGAL, 1952b. H. HAGN & W. ZEIL, 1954, p. 28, trouvent *turonica expansa* dans une faune qu'ils attribuent au Turonien inférieur. Nous pensons que l'extension de cette variété est cénomanienne supérieure à turonienne inférieure, comme celle de l'espèce type.

Exemplaire figuré: K. 1085 y. D: 0,66–0,6. H: 0,35.

Rotalipora (Rotalipora) turonica BROTZEN var. *thomei* HAGN & ZEIL

Pl. V, fig. 5a–c

1954 *Rotalipora turonica* BROTZEN *thomei* HAGN & ZEIL, p. 28; pl. I, fig. 6; pl. 4, figs. 5, 6.

H. HAGN & W. ZEIL, 1954, p. 28, décrivent cette forme comme nouvelle sous-espèce de *Rotalipora turonica* BROTZEN, en remarquant qu'il s'agit d'une variété et non d'une mutation au sens phylogénique.

La caractéristique est l'allure du côté dorsal, en forme de calotte, bombé à un point qu'on ne rencontre pas dans l'espèce type. Ils définissent le côté ventral comme très concave, tombant de la périphérie vers l'ombilic étroit. En fait, les figures de coupes minces qu'ils donnent (pl. 4, fig. 5, 6) ne montrent pas cette concavité du côté ventral. Au contraire, la paroi de la loge du côté ventral forme un plan à peu près horizontal (perpendiculaire à l'axe de la spire) et seule l'aire ombilicale est déprimé. Le bourrelet carénal nous semble aussi plus vigoureux que dans la description de HAGN & ZEIL (dont le dessin, sommaire, laisse dans le doute). Le dispositif apertural est celui de *turonica*. La périphérie est lobée. Il y a 5 à 6 loges au dernier tour.

Nous avons trouvé des exemplaires de cette forme, à laquelle nous hésitons à reconnaître l'individualité de la variété, dans le niveau inférieur de notre série terminale (zone 5), en compagnie de *Rot. turonica*. H. HAGN & W. ZEIL la mentionnent dans les niveaux qu'ils attribuent au Cénomanien supérieur.

Exemplaire figuré: K. 1085 d. D: 0,55–0,45. H: 0,3.

Genre *Globotruncana* CUSHMAN 1927

Ce genre, érigé par J. A. CUSHMAN, 1927, p. 91, est trop connu pour en préciser la définition. L'étude détaillée des ouvertures de ce genre reste cependant encore à faire. Elle a été entreprise par J. HOFKER, 1956, p. 315, qui distingue un *protoforamen* presque fermé et assez proche du *deuteroforamen*. Dans la mesure où notre matériel l'a permis, nous avons tenté de préciser la disposition de ces ouvertures.

Si l'on part de *Globotruncana sigali*, l'une des premières espèces attribuables aux *Globotruncana* s. str., on y distingue des replis ou cornets s'étendant dans l'ombilic et ménageant l'ouverture que HOFKER désigne comme protoforamen.

Pour nous, il s'agit là de la même disposition de principe que dans le genre *Rotalipora*, et plus spécialement dans le sous-genre *Thalmanninella*. Nous avons vu que, dans ce sous-genre, la lèvre de l'ancienne ouverture principale intériomarginale-ombilicale prend un grand développement et, en se soudant aux précédentes, recouvre l'ombilic par des expansions lamelleuses. Une partie de l'ancienne ouverture principale est respectée, mais se trouve recouverte par la loge nouvellement formée. L'ouverture accessoire ménagée par un cornet à la base de la loge donne sur une gouttière formée par la lèvre de l'ancienne ouverture principale et permet au sarcode émis par cette ancienne ouverture principale d'émerger à l'extérieur.

Il en est de même dans le genre *Globotruncana* (v. fig. 6, p. 801). Seul, l'allongement de la loge, de plus en plus étirée dans le sens de l'enroulement, modifie la disposition morphologique des expansions en cornet. Ces expansions s'étirent en cornet dans l'ombilic et s'y recroquevillent, mais chaque expansion ou cornet ménage un espace en s'appuyant sur le dos de l'expansion précédente et conduit ainsi par un canal sur la gouttière constituée par la lèvre ourlant la portion proximale «ombilicale» de l'ancienne ouverture principale. La portion distale «intériomarginale» très réduite, puisque la face septale ne porte pas d'ouverture, subsiste cependant, et s'ouvre dans le prolongement postérieur, adombilical, de la loge nouvellement formée, qui la chevauche en partie.

Cette disposition se devine sur la figure 1b de la pl. VIII (*Glt. linneiana*), sur la figure 2b de la pl. VIII (*Glt. lapparenti*). Elle est moins nette sur les figures 4b de la pl. VIII (*Glt. fornicata*) et 4b, 5b de la pl. VII (*Glt. lapparenti coronata*, *Glt. arca*), où les expansions lamelleuses sont en parties brisées. Les figures 1b, 3b de la pl. VII (*Glt. sigali*, *Glt. angusticarinata*) montrent un dispositif encore très proche de *Thalmanninella*. Les expansions en cornet hypertrophiées se recroquevillent dans l'ombilic. Celle de la dernière loge constitue le «*tegillum*» de H. BOLLI, 1957, p. 44, pourvu d'ouvertures infralaminales. Elles sont souvent brisées et nous espérons que l'étude de matériel mieux conservé, que nous n'avons pu nous procurer jusqu'à présent, nous permettra de donner plus de détails sur la disposition du dispositif apertural dans ce genre.

En attendant, nous pensons que les *Globotruncana* proprement dits, par l'intermédiaire de *Glt. sigali*, dérivent de *Thalmanninella*. J. SIGAL, 1956c, p. 212, en signalant le caractère spécial des ouvertures de *Thalmanninella*, pensait déjà que cette disposition pourrait diminuer le hiatus entre *Thalmanninella* et *Globotruncana*.

Il faudrait vérifier de façon critique la disposition de l'ouverture dans les nombreux genres nouveaux de Z. REISS, 1957, p. 134 sqq. Il est possible qu'à l'intérieur du genre *Globotruncana*, on trouve des formules variées du dispositif ombilical, mais peut-être aussi les schémas donnés ne correspondent-ils qu'à des états de conservation variés du dispositif ombilical décrit ci-dessus. Enfin, dans le genre *Marginotruncana* de J. HOFKER, 1956, p. 319, comme dans le genre *Helvetoglobotruncana* de Z. REISS, 1957, p. 317, il nous semble que la disposition de l'ouverture et de la lèvre qui l'orne est si proche de celle qui caractérise *Praeglobotruncana*, qu'une synonymie se justifierait. Le genre *Marginotruncana* HOFKER, d'après H. M. BOLLI, 1957, pp. 45–46, contiendrait des espèces attribuables à des genres divers.

Globotruncana ? imbricata MORNOD

1950 *Globotruncana imbricata* MORNOD, p. 589; fig. 5 (2a–c, 3a-d), p 58l; pl. 15, fig. 21–34.

Nous signalons pour mémoire cette petite forme, décrite par L. MORNOD, et rangée par cet auteur dans le genre *Globotruncana*, et dans laquelle on a voulu voir le terme de passage de la lignée *stephani-renzi* aux vrais *Globotruncana*. Les figures de MORNOD ne permettent pas de juger de la nature des ouvertures. La représentation que L. MORNOD en donne ne s'écarte pas beaucoup de celle qu'il donne pour *Glt. stephani*: fig. 10 (3a-c), p. 588, p. ex. Cette espèce pourrait donc appartenir à la rigueur au genre *Praeglobotruncana*. Nous doutons fortement que cette forme, à ombilic étroit, à sutures droites sur la face ombilicale, dont les loges ne sont pas étirées sur la face ombilicale dans le sens de l'enroulement, puisse appartenir au genre *Globotruncana* proprement dit.

Les caractères morphologiques sont proches de ceux de *Praeglt. stephani*, dont elle se distingue par la double carène, formant sur chaque loge, vue de profil, une épingle à cheveu caractéristique, s'imbriquant d'une loge à l'autre. Nous avons reconnu quelques rares individus, toujours mal conservés, attribuables à cette espèce dans notre niveau supérieur de la série terminale (zone 6).

L. MORNOD la signale au Montsalvens dès ses premiers niveaux turoniens (qui ne sont probablement pas d'âge Turonien inférieur: cf. H. GUILLAUME, 1957, p. 125), sans qu'elle atteigne les niveaux à *ventricosa*, que MORNOD attribue au Santonien. H. HAGN & W. ZEIL, 1954, p. 35 la signalent au Turonien inférieur dans les Alpes de Bavière, mais cet âge donné à leurs niveaux repose en partie sur la stratigraphie de MORNOD, sans tenir compte de la lacune signalée plus tard par H. GUILLAUME. F. DALBIEZ, 1955, retrouve cette espèce au Turonien supérieur et à la base du Coniacien en Tunisie. Nous avons attribué les niveaux où nous trouvons cette espèce au Turonien moyen.

Globotruncana sigali REICHEL

Pl. VII, fig. 1a–c

1950 *Globotruncana (Globotruncana) sigali* REICHEL, p. 610; fig. 5a–c, p. 610; pl. 16, fig. 7; pl. 17, fig. 7.

Cette espèce est probablement le premier terme de la lignée des *Globotruncana* au sens strict, car il y a beaucoup de chances pour que les formes comme *Glt. imbricata*, *Glt. globigerinoides* (ou *saratogaensis*), *Glt. marginata* ne soient pas des vrais *Globotruncana*. J. HOFKER, 1956, a créé pour *Glt. marginata* et pour quelques autres espèces, le genre *Marginotruncana*. Des vérifications ultérieures pourront peut-être éclaircir la nature du test de *Praeglobotruncana* dans la zone marginale. Mais d'ores et déjà, il nous semble que *Marginotruncana* est tout simplement un synonyme de *Praeglobotruncana*. Le système d'ouvertures décrit par HOFKER pour *Marginotruncana*, en tout cas, est identique à celui de *Praeglobotruncana*.

Glt. sigali, par contre, se distingue nettement par ses ouvertures de *Praeglobotruncana*, ainsi que de «*Marginotruncana*». Le dispositif ombilical se rapproche beaucoup de celui de *Rotalipora (Thalmanninella)*. Des expansions vigoureuses en cornet se détachent du côté adombilical des loges et s'étendent dans l'ombilic, en ménageant une ouverture. Il n'y a pas de modifications structurales importantes

par rapport aux Thalmanninelles représentées par *Rot. (Thalm.) appenninica* ou par le groupe *Rot. (Thalm.) brotzeni-globotruncanoides-reicheli*. Dans *appenninica*, l'axe des loges est nettement radial et l'ouverture principale intéromarginale-ombilicale a donc également une direction radiale. Les ouvertures accessoires sont à la base des sutures. Dans le groupe *brotzeni-globotruncanoides-reicheli*, l'axe des loges est dévié dans le sens de l'enroulement. L'ouverture principale intéromarginale-ombilicale s'infléchit également dans une direction périombilicale. Des expansions plus vigoureuses pénétrant dans l'ombilic se dessinent. Dans l'espèce *sigali*, l'axe des loges prend très nettement la direction du sens de l'enroulement, typique du groupe *linneiana-lappendi-arca-fornicata*. L'ouverture principale est également dans un plan de direction périombilicale. Les expansions lamelleuses ombilicales des loges sont très importantes. Que devient l'ouverture principale, dans les loges formées avant la dernière: une partie (distale) est recouverte par le prolongement arrière de la nouvelle loge et correspond à la partie intéromarginale de l'ouverture dans les loges de *Thalmanninella*, ouvrant elle aussi dans la nouvelle loge. L'autre portion (proximale), qui était ourlée d'une lèvre sur la loge lorsqu'elle était nouvellement formée, est recouverte par une importante expansion de néo-formation, qui s'insère au-dessus de cette lèvre et se replie en cornet dans l'ombilic.

La morphologie générale de *Glt. sigali* est également étroitement liée à celle des Thalmanninelles. En la comparant à *Rot. (Thalm.) brotzeni*, on remarque un pourtour général très semblable. Une deuxième carène s'esquisse sur les premières loges du dernier tour, et ourle la dernière loge sur sa face ventrale. Il s'agit en fait du retour du bourrelet périombilical (existant chez *brotzeni*) sur la périphérie. Ce retour détermine ici une double carène du fait de l'étirement de la loge dans le sens de l'enroulement, alors que chez *brotzeni*, ce retour marque simplement le pourtour ventral de la loge pendante. Pour nous, *Glt. sigali* est le terme de passage entre *Thalmanninella (brotzeni)* et *Globotruncana*, et probablement la souche de toute une lignée de vrais *Globotruncana*.

La coquille est biconvexe. Le côté dorsal, peu évolué, dont les loges s'accroissent régulièrement, est très semblable à celui de *Rot. (Thalm.) brotzeni*. Sur le côté ventral, les loges, étirées dans le sens de l'enroulement, sont marquées d'un bourrelet périombilical, passant par le bourrelet sutural au bourrelet carénal. La carène périphérique est double, sans bandeau carénal net. La dichotomisation des bourrelets périphériques dorsal et ventral est nette sur la dernière loge. Il y a 5 à 7 (généralement 6) loges au dernier tour.

M. REICHEL, 1950, pp. 610-612, à qui nous renvoyons pour une diagnose plus complète, a décrit cette espèce sur du matériel provenant de Sidi Aïssa (S d'Aumale, Algérie, Turonien inférieur). Il pense que des exemplaires signalés comme *appenninica* dans du Turonien ou même plus haut, sont en fait des *Glt. sigali*. Dans le matériel même d'Algérie, J. SIGAL avait mentionné ces formes comme *appenninica*. J. SIGAL, 1952a, signale *Glt. sigali* dès le Turonien inférieur en Algérie, F. DALBIEZ, 1955, dès le milieu du Turonien en Tunisie. Nous la trouvons dans le niveau supérieur de notre zone terminale (zone 6), que nous attribuons au Turonien moyen, et à la base des Couches rouges (Turonien supérieur).

Exemplaire figuré: K. 879 y. D: 0,7-0,6. H: 0,35.

Globotruncana angusticarinata GANDOLFI

Pl. VIII, fig. 3a-c

1942 *Globotruncana linnei* (D'ORBIGNY) var. *angusticarinata* GANDOLFI, pp. 126, sqq., 130, n. 19, 153; fig. 46 (3a-c), p. 126; pl. 4, fig. 17, 30.

Nous renvoyons à la description de cette espèce par R. GANDOLFI, 1942, qui l'a décrite comme variété de l'espèce *linneiana* (D'ORBIGNY). La plupart des caractéristiques sont les mêmes que celles de *Glt. sigali*. Seul, le bandeau carénal, encore étroit, se marque cependant nettement et distingue *Glt. angusticarinata* de *Glt. sigali*. La disposition des ouvertures est analogue à celle de *Glt. sigali*, et encore très proche de celle de *Rot. (Thalm.) brotzeni*. J. SIGAL, 1948a, mettait en synonymie la variété *angusticarinata* GANDOLFI avec *Glt. lapparenti coronata* BOLLI. Cet auteur, 1952a, p. 34, appelle cette variété *Glt. angusticarinata* en la détachant de l'espèce *linneiana*. H. HAGN & W. ZEIL, 1954, p. 44, traitent cette forme comme sous-espèce de *Glt. lapparenti* BROTZEN, de même que F. DALBIEZ, 1955, p. 163. Nous suivrons la manière de faire de J. SIGAL, en parlant de l'espèce *Glt. angusticarinata*, qui semble être un intermédiaire entre *Glt. sigali* et le groupe *lapparenti*.

Trouvée par R. GANDOLFI dans les niveaux du Flysch du Tessin méridional qu'il attribue au Turonien, elle est signalée dès le Turonien moyen par J. SIGAL, 1952, et par F. DALBIEZ, 1955. H. HAGN & W. ZEIL la signalent dans des niveaux qu'ils rapportent au Turonien inférieur. Nous la rencontrons dans la base de nos Couches rouges (zone 7).

Exemplaire figuré: K. 1532 b. D: 0,55-0,5. H: 0,3.

Globotruncana lapparenti BROTZEN *coronata* BOLLI

Pl. VII, fig. 4a-c

1918 *Rosalina linnei* D'ORBIGNY, type 4, DE LAPPARENT, p. 4; fig. 1g, p. 4; fig. 2h, p. 5.

1944 *Globotruncana lapparenti coronata* BOLLI, p. 233; fig. 1 (21-22), p. 234; pl. 9, fig. 14, 15.

Nous renvoyons pour cette sous-espèce, de forme basse et à bandeau carénal étroit, décrite comme «type 4» «en couronnes de feuilles» par J. DE LAPPARENT, 1918, p. 4, et nommée *lapparenti coronata* par BOLLI, 1944, aux descriptions de ce dernier auteur, et à sa discussion de l'espèce *lapparenti* BROTZEN (p. 227). Pour BOLLI, elle se distingue de *Glt. linnei angusticarinata* GANDOLFI, qui est une pré-mutation de l'espèce *lapparenti* (= *linnei* pour BOLLI), tandis que *lapparenti coronata* est une dérivation ultérieure du type *lapparenti lapparenti* BROTZEN. Nous souscrivons partiellement à cette vue: *lapparenti coronata* dérive probablement de *angusticarinata* ou plutôt de *sigali*, au même titre que *lapparenti lapparenti* ou *lapparenti tricarinata*.

La sous-espèce *lapparenti coronata* est trouvée par BOLLI dans l'Helvétique dès les niveaux qu'il attribue au Turonien moyen. Elle est signalée par J. SIGAL, 1952a, en Algérie, et par F. DALBIEZ, 1955 en Tunisie, dès le Turonien moyen. M.-B. CITA, 1948, la trouve dans le Turonien-Santonien du Lac de Garde, tandis que H. HAGN & W. ZEIL, 1954, p. 44, la signalent dans les niveaux qu'ils attribuent au Turonien inférieur. Nous la trouvons dès la base des Couches rouges (zone 7).

L'exemplaire de notre figure se rapproche des types donnés en coupe mince par BOLLI, 1944, pl. 9, fig. 14, p. ex. Il est beaucoup moins comprimé que certaines figurations d'exemplaires entiers (J. SIGAL, 1952 a, fig. 36, p. 34; M. KSIĘŻKIEWICZ, 1950, p. 3, fig. 3; M. KSIĘŻKIEWICZ, 1958, fig. 2 (3a-c), p. 541).

Exemplaire figuré: K. 1569 b. D: 0,63–0,55. H: 0,25.

Globotruncana lapparenti lapparenti BROTZEN

Pl. VII, fig. 2a–c

- 1918 *Rosalina linnei* D'ORBIGNY, type 1, DE LAPPARENT, p. 4; fig. 1a, c, p. 4, non *Rosalina linneiana* D'ORBIGNY, 1839.
- 1941 *Globotruncana linnei typica* VOGLER, p. 286; pl. 23, fig. 16–19, non 12–15, 20, 21.
- 1936 *Globotruncana lapparenti* BROTZEN, p. 175.
- 1944 *Globotruncana lapparenti lapparenti* BROTZEN, BOLLI, p. 230; pl. 9, fig. 11, non fig. 1 (15, 16), p. 234.

Pour cette sous-espèce également, comme pour tout le groupe *lapparenti*, nous renvoyons à la discussion de l'espèce *lapparenti* BROTZEN et à la justification de l'introduction des sous-espèces par H. BOLLI, 1944, p. 227 sqq. D'après F. BROTZEN, 1936, p. 176, le côté dorsal est plus convexe dans *lapparenti* que dans l'espèce *linneiana* et les loges sont également plus globuleuses. Ces loges sont plus étirées dans le sens de l'enroulement dans *lapparenti* que dans *linneiana*, où elles ont sur la face ventrale une allure plus circulaire. Nous retiendrons ces critères de différenciation, réservant les différences dans la convexité du côté dorsal et ventral pour discriminer les sous-espèces *lapparenti lapparenti*, *lapparenti coronata*, *lapparenti tricarinata*. N'ayant pas trouvé d'exemplaires typiques des sous-espèces *lapparenti inflata* BOLLI et *lapparenti bulloides* VOGLER, nous nous abstiendrons d'en donner de définition, et renvoyons à ce sujet à H. BOLLI, 1944, p. 230 et 231.

Notons que, si le caractère différentiel de *lapparenti lapparenti* est d'être moins comprimé ventralement que *Glt. linneiana*, les figures 1 (15, 16), p. 234, de BOLLI sont des *linneiana* et non des *lapparenti*. *Glt. canaliculata* REUSS, 1854, est très probablement synonyme de *Glt. lapparenti*, alors que *Glt. marginata* (probablement un *Praeglobotruncana*) n'en est pas synonyme. Voir à ce sujet le tableau de comparaison de F. BROTZEN, 1936, p. 176, qui pensait cependant que *Glt. canaliculata* était une espèce autonome, alors que son opinion actuelle (communication orale) est en faveur de cette synonymie. Avant de réintroduire l'espèce *canaliculata*, qui supplanterait le nom de *lapparenti*, nous attendrons les résultats d'études statistiques.

La sous-espèce *lapparenti lapparenti* est signalée par H. BOLLI du Turonien inférieur au Campanien supérieur, mais nous savons qu'il y inclut des formes qui sont probablement des spécimens de *Glt. linneiana*. *Glt. lapparenti lapparenti* est retrouvé en général dès le Turonien (L. MORNOD, 1950, J. SIGAL, 1952: Turonien moyen) et dès le Coniacien ou Santonien par F. DALBIEZ, 1955. Nous la trouvons dès la base de nos Couches rouges (zone 7: Turonien supérieur à Coniacien).

Exemplaire figuré: K. 1528 b. D: 0,55–0,5. H: 0,25.

Globotruncana lapparenti BROTZEN *tricarinata* (QUEREAU)²⁾

Pl. VIII, fig. 3a-c

- 1893 *Pulvinulina tricarinata* QUEREAU, p. 89; pl. 5, fig. 3a.
- 1918 *Rosalina linnei* D'ORBIGNY, type 2, DE LAPPARENT, p. 7; t. f. 1b, d, e, p. 4; fig. 2d, m, n, p. 5, non *Rosalina linneiana* D'ORBIGNY, 1840.
- 1941 *Globotruncana linnei tricarinata* (QUEREAU), VOGLER, p. 287; pl. 23, fig. 22-31.
- 1944 *Globotruncana lapparenti* BROTZEN *tricarinata* (QUEREAU), BOLLI, p. 232; fig. 1 (19-20), p. 234; pl. 9, fig. 13.

Nous renvoyons encore une fois, pour cette sous-espèce, à la discussion du groupe *lapparenti* par H. BOLLI, 1944, p. 227 sqq., ainsi qu'à sa définition de *lapparenti tricarinata* (*ibid.*, p. 232). Côté dorsal plus bombé, hauteur des loges et du bandeau carénal plus grande, tendance des loges plus grande à pendre vers l'ombilic (inclinaison plus forte du côté ventral des loges de la périphérie au bourrelet périombilical) et formation d'une «troisième carène» par la mise en relief de ce bourrelet périombilical (surtout visible en coupe mince), sont les caractères distinctifs de cette sous-espèce par rapport à l'espèce type *lapparenti lapparenti*.

Nous trouvons cette forme avec *Glt. lapparenti lapparenti* dès la base des Couches rouges (zone 7). Son apparition coïncide pour la plupart des auteurs avec celle de *Glt. lapparenti lapparenti*, dans le Turonien. Pour H. BOLLI, elle apparaît un peu plus tard que l'espèce type. Pour F. DALBIEZ, 1955, elle n'apparaîtrait qu'au Coniacien ou au Santonien (Tunisie).

Exemplaire figuré: K. 1532 f. D: 0,6-0,5. H: 0,3.

Globotruncana linneiana D'ORBIGNY

Pl. VIII, fig. 1a-c

- 1839 *Rosalina Linneiana* D'ORBIGNY, p. 101; Atlas, pl. 5, fig. 10, 11, 12.
- 1941 *Globotruncana linnei* (D'ORBIGNY), VOGLER, p. 285, pl. 23, fig. 12-15, 21, non 16-20.
- 1956 *Globotruncana linneiana* (D'ORBIGNY), BRÖNNIMANN & BROWN, p. 540-542; pl. 20, fig. 13-15 (néotype); pl. 20, fig. 16-17 (topotype); pl. 21, fig. 16-18 (hypotype).

On sait que l'espèce *linneiana* D'ORBIGNY, 1839, est probablement la première espèce de Globotruncanidé qui ait été décrite. C'est ce qui explique les nombreuses interprétations larges de l'espèce et les synonymes postérieures plus ou moins probables (*Glt. marginata* REUSS, 1845; *Glt. canaliculata* REUSS, 1854).

L'holotype de D'ORBIGNY, pl. 5, fig. 10-12, montre un individu plat, de dos un peu convexe (côté spiral), à bandeau carénal bien marqué, à carènes presque parallèles, mais cependant un peu divergentes, à 6 loges au dernier tour. Nous renvoyons aux discussions de F. BROTZEN, 1936, p. 175 sqq. et de H. BOLLI, 1944, p. 227 sqq., pour la justification de la séparation, sous le nom de *lapparenti*, des formes décrites sous le nom de *linnei* par DE LAPPARENT, 1918, p. 1-17, et pro-

²⁾ v. POKORNY (1958): *Grundzüge der Zoologischen Mikropaläontologie*, Bd. 1, pp. 410-411, cite les espèces *Glt. linneiana* (D'ORB.), *marginata* (REUSS), *canaliculata* (REUSS) et *lapparenti* BROTZEN. Il fait remarquer que l'espèce *Glt. lapparenti* BROTZEN n'est pas valable, puisque aucun holotype n'a été désigné. Il signale également que l'espèce *Pulvinulina tricarinata* QUEREAU étant antérieure à l'espèce *lapparenti*, la désignation *lapparenti tricarinata* est fautive. Il faudrait dire : *Glt. tricarinata lapparenti*, mais ceci remet également en cause la justification du nom d'espèce *lapparenti* et de toutes ses sous-espèces.

venant d'Hendaye. La forme type de Cuba, en effet, semble plus trapue, à loges moins allongées dans le sens de l'enroulement que les formes qui ont été décrites souvent ultérieurement sous le nom de *linnei*.

L'holotype étant perdu, P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, p. 540, ont établi un néotype provenant, probablement comme l'holotype, des sables récents de la plage de Habana Bay (Cuba): pl. 20, fig. 13–15. Ce choix semble justifié. Malheureusement, l'exemplaire figuré comme néotype présente une très importante ouverture (décrite comme intériomarginale par P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, p. 541) à la dernière loge. Ce type d'ouverture est inhabituel dans le genre *Globotruncana* et ne se retrouve ni sur le topotype de BRÖNNIMANN & BROWN (pl. 20, fig. 16, 17), ni sur l'hypotype (pl. 21, fig. 16–18). Il semble, qu'en fait, la dernière loge soit cassée.

Nous rapportons cependant à *Glt. linneiana* d'ORB. les exemplaires qui nous paraissent graviter autour des types ainsi représentés par D'ORBIGNY, 1839, et par BRÖNNIMANN & BROWN, 1956, en réservant l'appellation de *lapparenti*, comme BRÖNNIMANN & BROWN le suggèrent, p. 542, aux formes moins comprimées ventralement.

L'holotype provient des sables récents de Cuba, ce qui a longtemps entretenu l'erreur sur l'extension stratigraphique étendue de *Globotruncana*, donnée encore comme crétacée à actuelle par J. A. CUSHMAN, 1927. *Glt. linneiana* est signalé du Turonien inférieur (J. SIGAL, 1952a) ou même du Cénomanien supérieur (J. SIGAL, 1948a) jusqu'au Maestrichtien. Nous la trouvons à la base de nos Couches rouges (zone 7, que nous identifions au Turonien supérieur-Coniacien). BRÖNNIMANN & BROWN lui donnent une extension allant du Turonien au Campanien.

Exemplaire figuré: K. 1528 a. D: 0,5–0,4. H: 0,2.

Globotruncana arca (CUSHMAN)

Pl. VII, fig. 5a–c

1926 *Pulvinulina arca* CUSHMAN, p. 23; pl. 3, fig. 1a–c.

1927 *Globotruncana arca* (CUSHMAN), CUSHMAN, p. 169 (non pl. 28, fig. 15a–c).

Les caractéristiques de cette espèce, dans laquelle ont souvent été rangées des formes étrangères (et même monocarénées) énumérées par P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, p. 540, sont le côté dorsal fortement convexe, le côté ventral peu convexe, le bandeau carénal à deux carènes bien marquées et bien séparées, l'axe des loges un peu oblique par rapport à l'axe de la spire. La disposition des loges (6 ou 7 au dernier tour) est la même que celle des loges des espèces du groupe *sigali–angusticarinata–lapparenti–linneiana*, surtout en ce qui concerne la face ventrale: retour du bourrelet carénal inférieur sur la face ventrale, se continuant par le bourrelet sutural et le bourrelet périombilical. L'ombilic est couvert de longues expansions qui s'y recroquevillent. Ces expansions sont peu visibles sur l'individu que nous figurons, car elles ont été en parties cassées lors du dépôt dans le sédiment. L'allure générale fait penser à une filiation à partir de *Glt. angusticarinata* GANDOLFI.

Cette espèce a été décrite par J. A. CUSHMAN, 1926, dans la formation Papagallos de la région de Tampico (Mexique), formation qui semble correspondre à

notre Campanien. Le même auteur la trouve également dans le Taylor et le Navarro de la région côtière des Etats-Unis (golfe du Mexique): J. A. CUSHMAN, 1946, p. 150, ce qui équivaudrait à notre Coniacien moyen à Maestrichtien. Les figures données dans cet ouvrage, cependant (pl. 62, fig. 4a-c, 5a-c) s'écartent notablement de celle de l'holotype: l'individu de la fig. 5a-c est même monocaréné. P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN restreignent cette espèce, signalée souvent depuis le Turonien, au seul Maestrichtien. J. SIGAL, 1952a, la trouve en Algérie dès le Turonien inférieur, F. DALBIEZ, 1955, en Tunisie, au Coniacien. Les exemplaires que nous possédons des Couches rouges, dont l'individu figuré, proviennent de la base de cette formation (zone 7), dont nous avons admis l'âge comme Turonien supérieur à Coniacien.

Exemplaire figuré: K. 1532 e. D: 0,5-0,43. H: 0,23.

Globotruncana fornicata PLUMMER

Pl. VIII, fig. 4a-c

1931 *Globotruncana fornicata* PLUMMER, p. 130; pl. 13, fig. 4-6.

Cette espèce a été abondamment décrite et représentée par les auteurs américains. Elle est fortement convexe sur le côté dorsal, moins convexe sur le côté ventral. Les loges (5 à 6 au dernier tour), sont étroites et très allongées sur le côté dorsal où elles se chevauchent largement. Elles sont marquées d'un double bourrelet carénal vigoureux, séparé par un bandeau carénal étroit. Le bourrelet carénal inférieur se poursuit sur le côté ombilical par le bourrelet périombilical en faisant un angle plutôt qu'un raccord arrondi, ce qui donne aux loges sur le côté ventral un aspect lancéolé et imbriqué. L'ombilic est occupé par des expansions lamelleuses importantes. Ces expansions sont brisées sur l'individu que nous figurons. La dernière loge est également endommagée, et ne permet pas de suivre le parcours des bourrelets carénaux supérieur et inférieur sur la dernière loge, où ils divergent fortement.

L'holotype provient des marnes du Taylor supérieur, que P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, p. 544, parallélisent au Campanien. Ils donnent pour cette espèce une extension coniacienne à campanienne, peut-être maestrichtienne. J. SIGAL, 1952a, la fait débuter en Algérie au Turonien très supérieur ou au Coniacien, F. DALBIEZ, 1955, avec le Coniacien. Nous la trouvons au-dessus de la base des Couches rouges, apparaissant à l'intérieur de notre zone 7 que nous avons attribuée au Turonien supérieur-Coniacien. Son apparition coïnciderait ici donc également avec le début du Coniacien à peu près.

Exemplaire figuré: K. 1532 d. D: 0,6-0,5. H: 0,33.

Quelques remarques sur la phylogénie des Globotruncanidés
de l'Albien au Coniacien

v. fig. 9, p. 827

Notre conception en partie nouvelle de la nature de l'ouverture des Globotruncanidés dans les genres *Rotalipora* (et *Ticinella*, *Thalmanninella*) ainsi que *Globo-*

truncana, nous amène à envisager une phylogénie également en partie nouvelle de la famille des Globotruncanidae, au cours des étages Albien, Cénomanien et Turonien. L'Aptien n'étant pas prouvé dans nos séries, et les formes qui pourraient mener à nos premiers Globotruncanidés absentes, l'Albien lui-même étant souvent lacunaire, nous ne dirons rien sur l'origine de cette famille, nous réservant, pour préciser ce point, l'étude de l'abondant matériel que nous avons récolté dans la série de la Breggia.

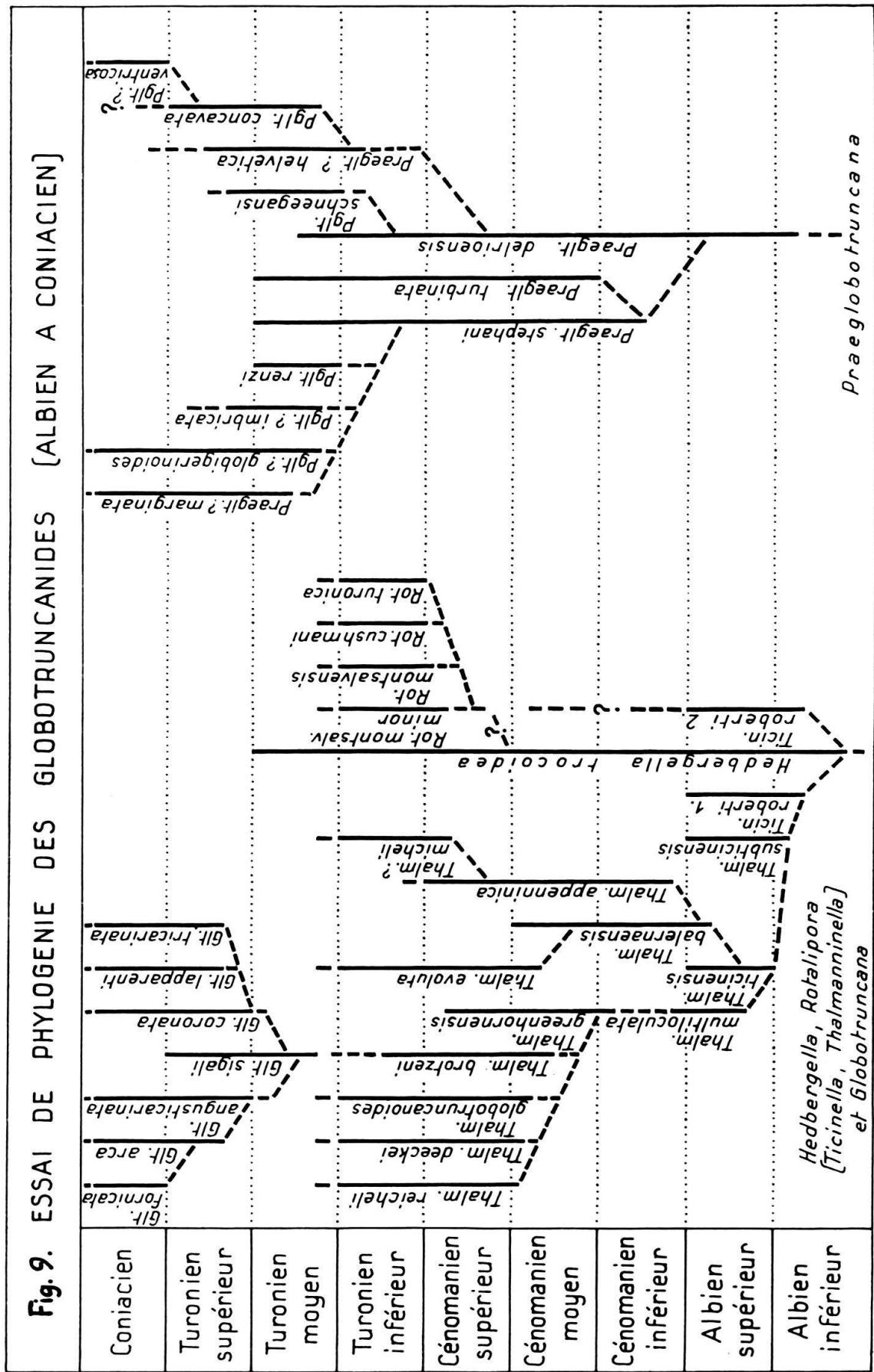
Les formes les plus primitives que nous rencontrons dans la famille des Globotruncanidae sont d'une part *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI), et d'autre part *Ticinella roberti* (GANDOLFI). Il est possible que *Rotalipora* (*Ticinella*) *roberti* soit issu de *Hedbergella trocoidea*. A l'intérieur de *Ticinella* et même à l'intérieur de l'espèce *Ticinella roberti*, une spécialisation s'amorce, l'un des types menant aux formes dont le dispositif ombilical est celui du sous-genre *Thalmanninella*, l'autre aux formes dont le dispositif ombilical est celui du sous-genre *Rotalipora*.

Dans le sous-genre *Thalmanninella*, nous avons affaire à deux lignées, dont l'une, comprenant des espèces à côté dorsal peu évolue, à angle entre côté dorsal et ventral assez grand (plus de 45°), est constituée par *Thalm. ticinensis subticinensis*, *Thalm. ticinensis ticinensis*, *Thalm. multiloculata*, *Thalm. greenhornensis*, *Thalm. brotzeni*, *Thalm. globotruncanoides*, *Thalm. deeckeai* et *Thalm. reicheli*. J. SIGAL, 1955 b, p. 228, insistait sur le maintien de la filiation de *brotzeni* à partir de *globotruncanoides*. Ce point de vue ne serait pas confirmé par notre phylogénie. L'autre lignée comprend des espèces à côté dorsal évolue, à angle entre côté dorsal et côté ventral plus faible que dans la lignée précédente (30 à 45°). Ce sont, issus probablement de *Thalm. ticinensis subticinensis* et *Thalm. ticinensis ticinensis*: *Thalm. appenninica balernaensis*, *Thalm. appenninica appenninica*, *Thalm. ? cf. micheli*. *Thalm. evoluta* descend probablement en lignée latérale de *Thalm. appenninica balernaensis*. Ces deux lignées s'étalent entre l'Albien supérieur et le Cénomanien supérieur.

Les vrais Rotalipores: *Rot. montsalvensis minor*, *Rot. montsalvensis*, *Rot. cushmani*, *Rot. turonica* et ses variétés apparaissent au Cénomanien supérieur. Ils ne descendent pas des Thalmanninelles, à notre avis. Le lien avec les formes de *Ticinella roberti* avec lesquelles elles ont le plus de rapport nous échappe. Y a-t-il une évolution itérative de *Hedb. trocoidea* par *Rot. montsalvensis minor* vers les vrais Rotalipores, répétant l'évolution de *Hedb. trocoidea* vers les formes de *Ticin. roberti* du type rotaliporien, qui n'ont pas directement mené aux Rotalipores du Cénomanien supérieur, nous sommes enclin à le penser.

La lignée des Thalmanninelles à forme peu évolue mène pour nous, à partir de *Thalm. brotzeni*, et donc collatéralement à *Thalm. globotruncanoides* et *Thalm. reicheli*, aux vrais *Globotruncana*: *Glt. lapparenti*, *Glt. linneiana*, *Glt. arca*, *Glt. fornicate*, par l'intermédiaire de *Glt. sigali* et *Glt. angusticarinata*. Nous écartons l'idée que les vrais *Globotruncana* (réserve faite pour le groupe *ventricosa*, s'il est prouvé qu'il s'agisse là de vrais *Globotruncana*) descendent de l'espèce *renzi*. Celle-ci est un *Praeglobotruncana*. Elle s'insère dans la lignée *Praeglobotruncana delrioensis*, *Praeglt. stephani*, *Praeglt. stephani turbirata*, en bifurquant de *Praeglt. stephani*, tandis qu'une autre lignée mène de *Praeglt. delrioensis*, par *Praeglt. schneegansi*, ou *Praeglt. helvetica*, à *Praeglt. concavata*, qui pourrait conduire à *Praeglt.* (ou *Glt.*)

Fig. 9. ESSAI DE PHYLOGÉNIE DES GLOBOTRUNCANIDES (ALBIEN A CONIACIEN)



ventricosa. Tout ce groupe des *Praeglobotruncana* nous semble absolument séparé du précédent.

Globotruncana marginata et *Glt. globigerinoides* (ou *saratogaensis*), que nous n'avons pas identifiés dans nos sédiments, sont probablement aussi des *Praeglobotruncana*, et s'inséreraient aussi dans ce phylum (à partir de *Praeglt. renzi*, et par l'intermédiaire de *Glt.?* (= *Praeglt. imbricata*?)).

Nous ne pouvons poursuivre plus loin, pour le moment, faute de matériel, cet arbre phylétique. Il nous semble plus simple et tenir mieux compte des constatations morphologiques, ainsi que des données stratigraphiques, que d'autres systèmes proposés. En effet, la filiation des *Globotruncana* s. str. à partir des espèces *stephani* et *renzi* (M. REICHEL, 1950, p. 615), se heurte à la différence trop grande du système apertural de ces deux groupes de formes (au contraire de l'analogie de la disposition des ouvertures de *Globotruncana* s. str. et de *Thalmanninella*). Le polyphylétisme de J. SIGAL, 1952, fig. 31, p. 29, dans lequel *Glt. s. str.* descendrait de *Globigerina infracretacea* par l'intermédiaire de *Globigerina portsdownensis* d'une part, de *Globigerina portsdownensis* et *Glt. helvetica* d'autre part, de *Globigerina almadenensis* encore, et peut-être de *Globigerina almadenensis*, *Ticinella*, *Thalmanninella* et *Rotalipora* nous semble peu satisfaisant. Nous avons d'ailleurs écarté la descendance de *Rotalipora* à partir de *Thalmanninella*.

Nous reprenons à notre compte une partie de la phylogénie proposée par P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, p. 521, pour la lignée *Hedb. trocoidea*, *Ticin. roberti*, *Thalm. multiloculata*, *Thalm. tictensis*, *Thalm. greenhornensis*, avec la réserve que, pour nous, *Thalm. multiloculata* est plus évolué, et apparaît après *Thalm. tictensis*. Nous ne pensons pas que les Rotalipores descendant de *Praeglobotruncana* (leur type d'ouverture est plus proche de *Ticinella* et, à défaut de cette descendance, la filiation à partir de *Hedb. trocoidea* nous semble plus probable). De toute façon, dans cette lignée, *Rot.?* *appenninica* ne saurait descendre de *Rot. montsalvensis* qui apparaît après lui. Nous avons déjà dit que la filiation des *Globotruncana* s. str. à partir de *Glt.?* *renzi* (et *saratogaensis* = *globigerionides*, ainsi que *marginata*) nous semble peu probable.

Les jalons que nous avons posés sont encore provisoires. Seule, la comparaison systématique de faunes d'origine variée peut venir les confirmer ou les infirmer. Nous espérons que cette étude élargie sera faite un jour³⁾.

³⁾ Alors que notre travail était à l'impression, nous avons eu connaissance de l'étude de F. T. BANNER & W. H. BLOW (1959) : *The Classification and Stratigraphical Distribution of the Globigerinaceae*. Part I. Palaeontology, 2, 1. La première partie, seule publiée jusqu'ici (octobre 1959), présente une nouvelle classification incluant les genres qui nous occupent. Des observations pertinentes sur la structure du test et de la carène, ce dernier caractère étant de valeur générique (carène vraie) ou subgénérique (pseudo-carène) sont présentées. Les critères de distinction entre familles et sous-familles sont basés sur la disposition des ouvertures principales et des constructions (lèvres, telligum, bullae, etc.) qui les accompagnent. L'existence d'ouvertures supplémentaires vraies, d'ouvertures accessoires ou d'ouvertures résiduelles est un caractère générique ou sub-générique.

En employant ces critères, les auteurs rangent *Ticinella*, *Praeglobotruncana* (*Praeglt.*), *Praeglt.* (*Hedbergella*) et *Praeglt.* (*Clavihedbergella*) ainsi que *Rotalipora* dans la sous-famille des Rotaliporinae (famille des Hantkeninidae) et *Globotruncana* (*Glt.*), *Glt.* (*Rugotruncana*), *Abathomphalus*,

Deux espèces de non-Globotruncanidés

Nous décrirons en appendice deux espèces n'appartenant pas aux Globotruncanidés, fréquentes dans les niveaux inférieurs du Complexe schisteux intermédiaire, la première, *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI), à cause de l'abondance des individus par lesquels elle est représentée et qui constituent parfois l'essentiel de la faune, la seconde, *Biticinella? breggiensis* (GANDOLFI), à cause du problème d'attribution générique qu'elle pose.

Famille Hantkeninidae CUSHMAN 1927

Sous-famille Planomalininae BOLLI, LOEBLICH & TAPPAN 1957

Genre *Planomalina* LOEBLICH & TAPPAN 1946

Planomalina buxtorfi (GANDOLFI)

Pl. VIII, fig. 5a-c

1942 *Planulina buxtorfi* GANDOLFI, p. 103; fig. 35 (1-5, 11), p. 104; pl. 3, fig. 7a-c; pl. 6, fig. 1, 2; pl. 8, fig. 8; pl. 9, fig. 2; pl. 12, fig. 2; pl. 13, fig. 13, 15.

1950 *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI), REICHEL, p. 616, n. 15.

L'espèce *buxtorfi*, décrite comme *Planulina* par R. GANDOLFI, 1942, a été attribuée au genre *Planomalina* LOEBLICH & TAPPAN, 1946, par M. REICHEL, 1950, p. 616, n. 15. Cet auteur se demande si le génotype *Planomalina apsidostroba* LOEBLICH & TAPPAN ne serait pas même synonyme de l'espèce *buxtorfi*. La figuration de *Planomalina apsidostroba* donnée par A. R. LOEBLICH Jr. & H. TAPPAN, 1946, pl. 37, figs. 22, 23a, b, est insuffisante pour trancher ce point et comme nous ne disposons pas de topotypes de cette espèce, nous laissons la question ouverte.

Les exemplaires que nous avons trouvés dans nos sédiments (sommet de notre série inférieure, zone 2; série médiane, zone 3 et 4) sont attribuables sans hésitation à l'espèce *buxtorfi* GANDOLFI. Le type d'ouverture marginale, en arc, sur la face terminale de la loge, à lèvres latérales bien visibles, ainsi que l'arrangement évolué, planispiralé des loges, sans dissymétrie latérale (au contraire du genre *Planulina* D'ORBIGNY), range cette espèce dans le genre *Planomalina* LOEBLICH & TAPPAN. Ceci écartera en même temps les synonymies discutées par GANDOLFI avec *Planulina ariminiensis* D'ORB., *Planulina lundegreni* BROTZEN et *Planulina spissocostata* CUSHMAN. Ajoutons que LOEBLICH & TAPPAN notent seulement la

ainsi que *Rugoglobigerina* (*Rugoglob.*), *Rugoglob.* (*Trinitella*), *Rugoglob.* (*Plummerita*) dans la famille des Globotruncanidae, *Praeglt.* (*Hedb.*) étant suggéré comme souche des Globotruncanidés.

Il y a là un essai de hiérarchisation des critères intéressant. L'étude des dispositifs aperturaux dont les caractères sont pris comme critères nous paraît cependant insuffisante, quand elle attribue p. ex. au genre *Thalmanninella* (en synonymie de *Rotalipora*) des ouvertures supplémentaires vraies, ventrales suturales, ouvertes sur l'extérieur au-delà des «portici» (entendez: lèvres), alors que le genre *Ticinella* serait caractérisé par des ouvertures résiduelles des ouvertures primaires, s'ouvrant entre les portions proximales non soudées de ces mêmes «portici» par des ouvertures accessoires.

Il eût été utile au lecteur, d'autre part, qu'on lui soumette des figures originales sur les dispositifs aperturaux de ces genres ainsi définis, et non des reprises schématisées de figures d'auteurs antérieurs, telle que celle de «*Ticinella alpha* (REICHEL)», nouveau nom proposé pour *Glt. (Thalm.) ticinensis* var. *alpha* GANDOLFI (in REICHEL, 1950).

lèvre ourlant la partie supérieure (distale) de l'ouverture, alors que cette lèvre se poursuit latéralement vers l'ombilic et que les extrémités ombilicales des lèvres des loges antérieures y sont encore visibles, en ménageant des ouvertures résiduelles (cf. J. SIGAL, 1956, p. 264; H. M. BOLLI, A. R. LOEBLICH Jr. & H. TAPPAN, 1957, p. 23).

L'espèce de GANDOLFI est caractérisée par des loges nombreuses: 9–10 (11), allongées, étroites, arquées, croissant rapidement et régulièrement, à lignes de sutures arquées. Elles sont ornées d'un bourrelet carénal qui se bifurque à chaque loge pour constituer sur chaque face le bourrelet sutural. Elle est plus étroite que *Planomalina caseyi* BOLLI, LOEBLICH & TAPPAN et se distingue également de cette espèce par le rebroussement plus net des bourrelets suturaux vers l'ombilic.

L'espèce *buxtorfi* a été décrite dans les niveaux de la Breggia attribués par R. GANDOLFI, 1942, à l'Albien ou à la base du Cénomanien. G. DUBOURDIEU & J. SIGAL, 1951, la font débuter à l'Albien supérieur et se poursuivre à travers une grande partie du Cénomanien inférieur, alors que J. SIGAL, 1952a, la restreint à l'Albien sommital et au Cénomanien basal. D'après l'extension qu'elle présente dans nos sédiments, elle semble débuter, en Gruyère du moins, à l'Albien supérieur et pénétrer dans le Cénomanien moyen.

Exemplaire figuré: K. 1524 e. D: 0,75–0,45. 1: 0,25.

Genre *Biticinella* SIGAL 1956

Biticinella? *breggiensis* (GANDOLFI)

Pl. VIII, fig. 6a–c

1942 *Anomalina breggiensis* GANDOLFI, p. 102; fig. 34 (1–4), p. 102; pl. 3, fig. 6a–c; pl. 9, fig. 1; pl. 13, fig. 7a, b, 8a, b.

1956 *Biticinella breggiensis* (GANDOLFI) SIGAL, p. 35; fig. p. 35.

R. GANDOLFI, 1942, en créant cette espèce, l'a rangée dans le genre *Anomalina*. J. SIGAL, 1956a, p. 35, l'érige en génotype du nouveau «morphogenre» *Biticinella*, sur la base de l'étude d'exemplaires du Vraconien du Djebel Bejaoua (Tunisie). Ces exemplaires, attribués à l'espèce *breggiensis*, présentent des deux côtés de la loge des expansions lamelleuses, ourlant une ouverture accessoire intra-ombilicale par loge, souvent irrégulièrement développée sur les deux faces de la coquille.

Nos exemplaires montrent une lèvre ourlant l'ouverture principale et se prolongeant dans l'ombilic. Nous n'avons pu mettre en évidence d'ouverture accessoire. La morphologie générale étant celle de *Biticinella breggiensis* (GANDOLFI) de SIGAL, et nos exemplaires provenant de niveaux approximativement de même âge que ceux dont s'est occupé cet auteur, nous attribuons, avec doute, nos exemplaires à ce nouveau morphogenre.

La forme générale est plani-spirale, les loges (9–10) au dernier tour, sont larges, s'accroissent régulièrement (à part des loges parfois un peu avortées), les sutures sont radiales et droites, la dernière loge est très large. La coquille est bi-ombiliquée. Le test est rugueux. Notre exemplaire figuré présente un contour très comparable à la figure de coupe mince donnée par R. GANDOLFI (pl. 9, fig. 1), sur laquelle on remarque le prolongement latéral de l'ouverture vers l'ombilic.

Nous trouvons cette espèce dans notre niveau supérieur de la série basale (zone 2: Albien supérieur). Elle a été décrite par R. GANDOLFI dans des niveaux un peu supérieurs à ceux où domine *Ticinella roberti* et en compagnie de *Thalmanninella tycinensis* (base de la Scaglia bianca, Albien ou base du Cénomanien). J. SIGAL, 1956, p. 35, la signale dans le Vraconien.

Exemplaire figuré: K. 1514 b. D: 0,45–0,35. 1: 0,33.

CONCLUSIONS STRATIGRAPHIQUES

1. *L'extension stratigraphique des Globotruncanidés d'après divers auteurs*

En l'absence de macrofossiles utilisables pour une stratigraphie détaillée, nos conclusions stratigraphiques se baseront uniquement sur la microfaune. Celle-ci a l'avantage d'être abondante et de présence à peu près constante dans toute la série que nous étudions ici. Nous utiliserons presque uniquement les Globotruncanidés, dont les espèces, à vie assez courte, à individus nombreux, sont des auxiliaires précieux pour le stratigraphe.

Leur emploi permet une chronologie relative très fine. Malheureusement, les éléments de comparaison entre microfaune et macrofaune sont rares, même en dehors du domaine strictement alpin où nous travaillons, et la chronologie absolue, de ce fait, est délicate.

Voyons quelques résultats d'auteurs antérieurs, ayant parfois disposé de certains points de comparaison. Nous avons représenté leurs résultats stratigraphiques sur le tableau 1, p. 832–833. Ce tableau donne l'extension stratigraphique des espèces de Globotruncanidés de l'Albien au Turonien supérieur-Coniacien, ainsi que celle de *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI). Nous avons établi la liste des espèces d'après un ordre de succession – type basé sur l'accord le plus fréquent des auteurs. Cet ordre, qui est représenté par l'oblique du petit tableau propre à chaque auteur, indique immédiatement les aberrances dans l'extension stratigraphique par rapport à cet ordre standard. Les causes de ces aberrances peuvent être diverses: extension vraie différente des espèces dans des régions diverses, échantillonnage insuffisant, lacunes dans les séries, critères différents dans la détermination des espèces. Nous croyons que les différences d'extension vraie des espèces sont probablement minimes, si elles existent, dans ce groupe de formes planctoniques. Nous pensons par contre que l'application de critères différents dans les déterminations joue un grand rôle. Quant aux extensions tronquées par des lacunes, elles sont immédiatement lisibles sur ce tableau.

Précisons que les extensions ainsi données ne tiennent compte que de l'ordre d'apparition et de disparition réciproque des espèces (toujours respecté d'après l'auteur), mais que le facteur temps (durée relative de vie des espèces d'après l'épaisseur des sédiments où ces espèces ont été trouvées) n'est pas fidèlement reproduit. Ce facteur n'est d'ailleurs donné en général que très approximativement dans les échelles standard des auteurs⁴⁾.

⁴⁾ Erratum concernant le Tableau 1 : dans la liste des espèces, p. 833, lire *concavata* au lieu de *concava*; en tête de la colonne stratigraphique, p. 833, lire *Coniacien-Turonien supérieur* au lieu de Coniacien-Turonien.

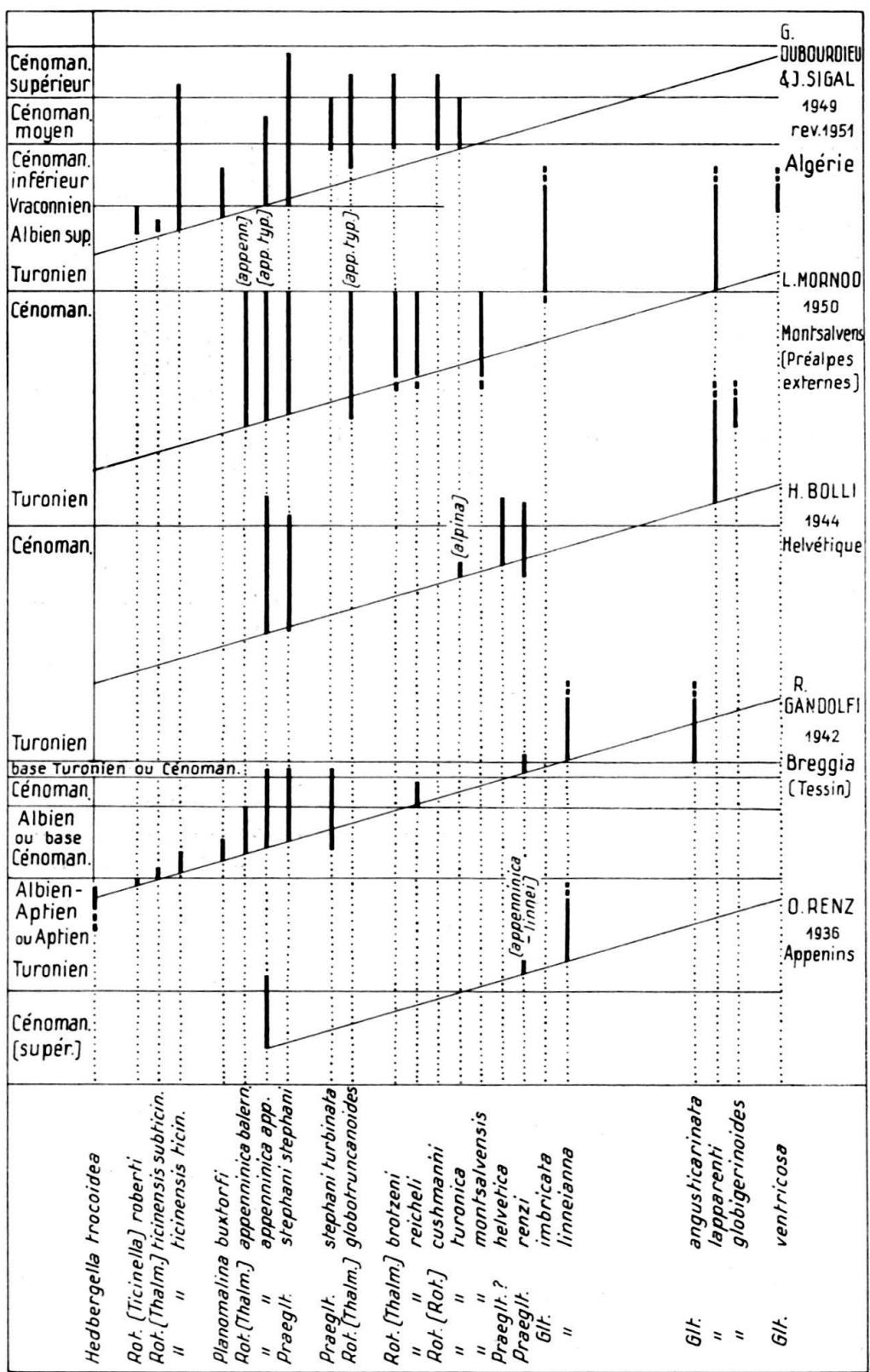
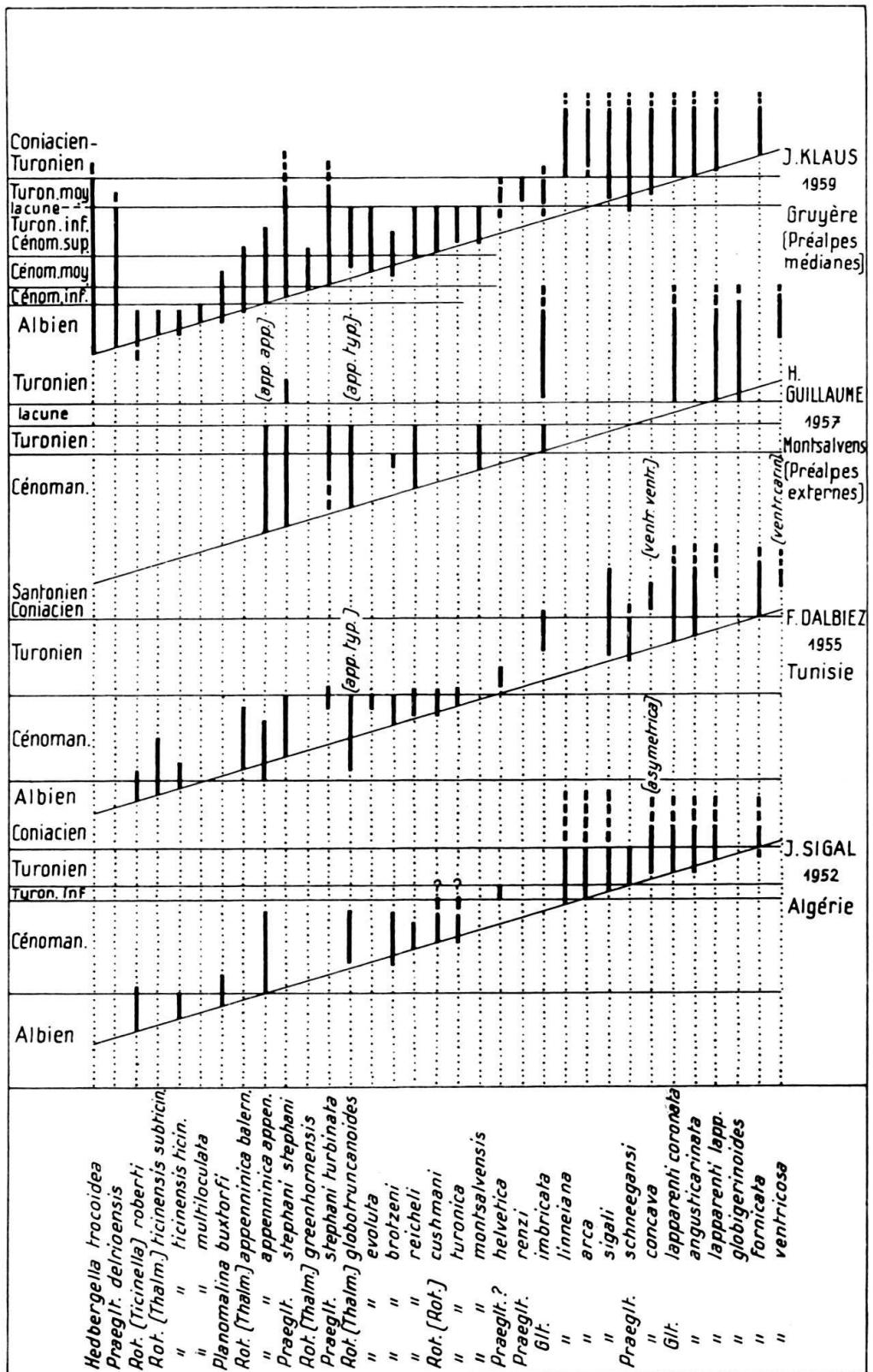


Tableau 1. Extensions stratigraphiques des Globotruncanidés. Sur ce tableau sont représentées les extensions stratigraphiques (d'après divers auteurs) des espèces de Globotruncanidés présentes dans le Complexe schisteux intermédiaire et la base des Couches rouges de la Gruyère.



Les extensions ne tiennent pas compte de la durée exacte de la vie des espèces d'après l'épaisseur des couches dans les diverses localités. Elles représentent l'ordre réciproque d'apparition et de disparition des espèces. Les obliques de chaque tableau indiquent un ordre d'apparition type, tenant compte de la moyenne des faits constatés par l'ensemble des auteurs.

a) Apennins: O. RENZ, 1936

En remontant aux premiers auteurs ayant créé de nouvelles espèces, ou signalé, décrit et illustré des espèces créées antérieurement dans les étages qui nous intéressent, nous donnerons tout d'abord l'extension des Globotruncanidés de O. RENZ, 1936 a, pour les Apennins.

On sait qu'il est l'auteur de l'espèce *appenninica*. Sous ce nom, on l'a vu, ont été souvent décrits des Globotruncanidés divers. Pour RENZ, comme pour la plupart des auteurs ultérieurs, l'*appenninica* est un fossile guide du Cénomanien, s'étendant pour lui cependant quelque peu dans le Turonien (RENZ, 1936 a, fig. 13, p. 133). Ce Foraminifère est relayé par la forme de passage décrite par RENZ sous le nom d'*appenninica-linnei*, elle-même relayée par l'espèce *linnei* (D'ORB.). Sur la figure 4, p. 39, ce relai successif est visible. Sur la figure 13, p. 133, *appenninica* et *linnei* se succèdent directement, l'espèce *linnei* débutant donc dans le Turonien. La parallélisation de couches contenant *Praealveolina*, genre surtout cénomanien avec les couches à *appenninica* dans les Apennins confirmait pour RENZ l'attribution de l'âge cénomanien pour sa nouvelle espèce.

Ajoutons que O. RENZ, 1936 b, p. 500, a signalé également l'espèce *appenninica* dans des niveaux du Jura suisse datés comme cénomaniens par une macrofaune (Acanthoceratidés, *Turrilites*, *Scaphites*, etc.) près Cressier et Souaillon.

b) Breggia: R. GANDOLFI, 1942

En 1942, R. GANDOLFI, étudiant la série crétacée de la rivière Breggia (Tessin, Suisse méridionale), y dégage des Foraminifères isolés identifiables avec *Globotruncana appenninica* O. RENZ, décrit dans les Apennins en coupes minces, rappelons-le. Il en signale plusieurs variétés. Il décrit également, dans des couches où l'*appenninica* n'apparaît pas encore, des *Globotruncana* nouveaux (*Glt. ticticensis* et *ticticensis alpha*) ainsi qu'une *Anomalina*, qui sera rangée plus tard (M. REICHEL, 1950) dans les Globotruncanidés: *Anomalina roberti*.

GANDOLFI a trouvé dans le premier niveau du Flysch de la Breggia, à côté de rares *appenninica*, *Orbitolina* cf. *conoidea* GRAS. Une note de M. LUGEON & E. GAGNEBIN, 1944, p. 203, signale d'autre part la découverte, par le premier de ces deux auteurs, d'un exemplaire d'*Acanthoceras rotomagense* DEFRENCE dans les premiers niveaux de ce Flysch, où subsiste l'*appenninica*, mais où se rencontre déjà l'espèce *renzi*. Pour notre part, une étude provisoire d'un échantillonnage serré, effectué en 1958 dans la coupe de la Breggia, nous a permis de découvrir quelques exemplaires endommagés de *Rotalipora* (*Rotalipora*) *turonica* BROTZEN dans ces premiers niveaux de Flysch. La coexistence d'*Orbitolina conoidea*, espèce cénomanienne, d'*Acanthoceras rotomagense*, espèce typique du Cénomanien supérieur et de *Rot. turonica* BROTZEN, espèce à laquelle on attribue un âge Cénomanien supérieur à Turonien inférieur, situerait ces derniers niveaux à *appenninica* dans le Cénomanien supérieur. Il nous paraît cependant que des conclusions sur l'âge des derniers niveaux sous-jacents au Flysch seraient trop hâtives, car nous avons l'impression d'une lacune entre Scaglia et Flysch, éventuellement avec remaniement de certains niveaux, dont les niveaux classiques à *turonica*, non représentés ici.

Quant à la limite inférieure de l'*appenninica*, R. GANDOLFI hésite à la placer soit dans le Cénomanien, la série sans *Globotruncana* étant alors considérée comme aptienne et albienne, avec réserve, la série à *Globotruncana tictinensis* comme datant de la base du Cénomanien, soit à ramener cette limite à la base du Cénomanien. Il se base, pour cette deuxième hypothèse, sur la présence constatée par M. REICHEL de *Globotruncana monocarénés* (*tictinensis* ou *appenninica*?) dans les «*Concentricusschichten*» de Lochwald (Helvétique, vallée d'Engelberg) datées de l'Albien inférieur à supérieur par H. J. FICHTER, 1934, p. 61 sqq., grâce à une faune d'Ammonites, ainsi que sur la présence de *Glt. appenninica* dans les «*Knollenschichten*» de la même série (région du Rawil) constatée par H. P. SCHAUB, 1936.

Or H. P. SCHAUB, 1936, p. 367, a trouvé, à côté d'Ammonites albiennes, *Schloenbachia varians* (Sow.) et *Mantelliceras mantelli* (BRONGN.), d'âge cénomanien, à côté des Ammonites albiennes qu'il considère comme remaniées, dans les couches où il trouve *appenninica*. Il en conclut à l'âge cénomanien de ces couches.

c) Helvétique: H. BOLLI, 1944

Cet auteur, p. 296 sqq., suit H. P. SCHAUB dans cette manière de voir. Il admet que les Ammonites albiennes trouvées par H. J. FICHTER ont été remaniées et que l'âge réel des couches de Lochwald et des couches à *Concentricus* est cénomanien (inférieur ou moyen). Il semble donc que la première apparition d'*appenninica* dans l'Helvétique date du Cénomanien. On ne peut extrapoler ce résultat (pour la série de la Breggia, p. ex.), puisqu'il n'est pas sûr que cette première apparition de l'*appenninica* dans l'Helvétique corresponde à la limite inférieure de l'extension de cette espèce, car BOLLI n'a pas trouvé *Globotruncana tictinensis* dans les niveaux inférieurs à celui où apparaît *appenninica*.

H. BOLLI range également les «*Knollenschichten*» (niveau immédiatement supérieur aux couches de Lochwald), contenant *Globotruncana appenninica*, dans le Cénomanien. Il voit dans les couches à *Turrilites*, contenant encore *Glt. appenninica*, avec *Glt. stephani* et *Glt. renzi*, et *Mantelliceras mantelli*, le Cénomanien moyen à supérieur. Le calcaire de Seewen inférieur, terme immédiatement supérieur, à *Glt. appenninica*, *Glt. stephani*, *Glt. alpina* (nouvelle espèce de BOLLI) et *Glt. renzi*, puis à *Glt. appenninica*, *Glt. stephani*, *Glt. renzi* et *Glt. helvetica* (cette dernière espèce dominante), n'est pas daté par la macrofaune. H. BOLLI en fait le passage du Cénomanien au Turonien (tabl., p. 311), réservant un âge Turonien franc à Coniacien aux schistes de Seewen et au calcaire de Seewen supérieur, où apparaissent *Glt. globigerinoides*, avec *Glt. lapparenti coronata*, *lapparenti bulloides*, *lapparenti tricarinata*, *lapparenti inflata*, sous-espèces de *Glt. lapparenti* BROTZEN que BOLLI introduit d'après les sections axiales en lames minces.

Pour BOLLI, l'extension de *appenninica* correspond donc au Cénomanien et à la base du Turonien. Il signale également *Glt. stephani* dans la moitié supérieure du Cénomanien et à la base du Turonien, *Glt. alpina* dans le Cénomanien supérieur. *Glt. renzi* commence au Cénomanien supérieur et s'étend dans le Turonien inférieur. Enfin, *Glt. helvetica* débute à l'extrême sommet du Cénomanien et se limite ensuite au Turonien inférieur.

d) Ultrahelvétique: L. MORNOD, 1950

Dans un autre domaine, l'Ultrahelvétique, L. MORNOD, 1950, p. 573 sqq., a décrit trois coupes dans les Préalpes externes au Montsalvens (Canton de Fribourg). Il trouve dans ces coupes une riche faune cénomanienne à *Rotalipora appenninica*, *Thalmanninella brotzeni* et *Globotruncana stephani*, comprenant également l'espèce nouvelle *Rotalipora montsalvensis* MORNOD et la forme *appenninica gamma* de GANDOLFI, qu'il élève au rang d'espèce sous le nom de *reicheli*. Plus haut, *Globotruncana imbricata* (nouvelle espèce de MORNOD), *Glt. lapparenti* puis *Glt. ventricosa* indiquerait le Turonien-Santonien.

Le seul point de rapport avec la macrofaune est la situation de ce profil immédiatement au-dessus des marnes de l'Albien supérieur et du Vraconien contenant ailleurs les Ammonites signalées par O. BÜCHI, 1923, p. 56-57. Le niveau à *ticinensis* n'existe pas.

e) Djebel-Ouenza (Algérie): G. DUBOURDIEU & J. SIGAL, 1949 et 1951

Nous n'analyserons pas le travail de G. DUBOURDIEU & J. SIGAL, 1949, p. 205 sqq., qui a permis à ces auteurs un parallélisme très intéressant entre microfaune et macrofaune. Nous renvoyons à cette note. Disons que les espèces «*Anomalina*» *roberti*, *Globotruncana ticinensis alpha*, *Glt. ticinensis typica*, *Glt. appenninica*, *Glt. appenninica bêta*, *Rotalipora turonica*, *Rot. cushmani*, *Rot. globotruncanoides* (espèce créée, ainsi que la suivante, par J. SIGAL, 1948b), *Thalmanninella brotzeni*, sont attribuées à des zones classiques à Ammonites.

Des précisions nouvelles au sujet de la stratigraphie des Ammonites, discutées avec M. BREISTROFFER, ont cependant nécessité une nouvelle attribution stratigraphique des zones à Ammonites et par là même des Foraminifères dont l'extension leur avait été parallélisée (G. DUBOURDIEU & J. SIGAL, 1951, p. 78 sqq.). Notre tableau retient cette deuxième interprétation. Il en ressort essentiellement que le sommet de l'extension de «*Anomalina*» *roberti* se situe dans l'Albien supérieur, de même que celle de *Globotruncana ticinensis alpha*. *Glt. appenninica* débute à la base du Cénomanien. *Rot. turonica*, *Rot. cushmani*, *Rot. globotruncanoides*, *Thalmanninella brotzeni* s'étagent du Cénomanien moyen à la base du Cénomanien supérieur. *Planomalina buxtorfi* chevauche l'Albien supérieur et le Cénomanien inférieur. *Glt. ticinensis* débute à l'Albien supérieur, *Glt. stephani* à la base du Cénomanien et ces deux espèces pénètrent dans le Cénomanien supérieur.

f) Algérie: J. SIGAL, 1952

La monographie régionale sur la micropaléontologie du Crétacé d'Algérie de J. SIGAL, 1952a, contient un tableau donnant la répartition stratigraphique de quelques espèces importantes du Crétacé algérien. Nous la reproduisons avec quelques compléments tirés du texte (*Rot. cushmani*, *Rot. turonica*). Pour les espèces déjà traitées dans les notes de G. DUBOURDIEU & J. SIGAL, 1949 et 1951, les extensions concordent. Seule, celle de *Thalmanninella ticinensis* est restreinte à l'Albien. Parmi les espèces du Turonien et des étages supérieurs ne figurant pas dans ces notes de 1949 et 1951: *Glt. helvetica* est limitée strictement au Turonien inférieur, *Glt. arca* et *Glt. linnei* débutent au Turonien inférieur, *Glt. sigali* et *Glt.*

schneegansi au Turonien moyen, cette dernière espèce limitée au Turonien, enfin *Glt. coronata*, *angusticarinata*, *asymetrica* et *lapparenti* étagent leur apparition dans le Turonien, tandis que *Glt. fornicata* apparaît au sommet du Turonien ou au Coniacien.

g) Tunisie: F. DALBIEZ, 1955

Dans cette note, F. DALBIEZ, 1955, p. 161 sqq., décrit les espèces de Globotruncanidés de Tunisie. Il n'y a pas de références à la macrofaune et la chronologie absolue est donnée comme approximative. L'ordre d'apparition des espèces présente quelques variantes par rapport aux auteurs précédents. *Rotalipora appenninica alpha* apparaît après la forme *Rotalipora appenninica appenninica*. *Globotruncana stephani turbinata* n'apparaît qu'au sommet du Cénomanien, avec *Rot. cushmani evoluta*. *Glt. asymetrica*, signalée sous le nom de *Glt. ventricosa ventricosa* n'apparaît qu'au Santonien, ainsi que *Glt. lapparenti lapparenti*.

h) Ultrahelvétique: H. GUILLAUME, 1958

Cet auteur décrit à nouveau les affleurements de Crétacé supérieur du Montsalvens (Préalpes externes suisses), étudiés par L. MORNOD, 1950: voir H. GUILLAUME, 1958, p. 117 sqq. L'Albien inférieur est daté par une faune d'Ammonites: *Leymeriella tardefurcata* (LEYM.), *L. (Epileymeriella) hitzeli* (JACOB), *Douvilleiceras mammillatum* (v. SCHLOTHEIM), *Neohibolites minimus* (LISTER), *Beudanticeras dupinianum* (d'ORB.). Le sommet des marnes noires dont les 2/3 inférieurs sont constitués par cet Albien inférieur est stérile, de même que les marnes olives qui leur font suite. H. GUILLAUME attribue un âge vraconien au sommet de ces marnes olives. Au-dessus, débutent les calcaires et schistes à *appenninica*, suivie des autres espèces déjà signalées par L. MORNOD. L'espèce *appenninica* se trouve dès 2 m au-dessus de l'Albien. L'association *appenninica-stephani* se trouve dès le niveau situé à 10 m au-dessus de l'Albien, l'espèce *reicheli* débute à 18 m au-dessus de l'Albien. H. GUILLAUME fait débuter la variété *stephani turbinata* nettement plus tard que l'espèce typique. Il restreint également l'extension de *Glt. (Thalm.) brotzeni* et de *Glt. (Rot.) montsalvensis* var. *minor* aux dernières couches avant le Turonien. Il démontre enfin que l'apparition subite et simultanée de *Glt. imbricata*, *Glt. globigerinoides*, *Glt. lapparenti lapparenti*, *lapparenti coronata*, *lapparenti bulloides* et *lapparenti tricarinata* témoigne d'une lacune d'ampleur indéterminée, soulignée par un brusque changement de faciès. L'absence de *Rot. turonica* BROTZEN alors que *Rot. montsalvensis* MORNOD est présent dans les derniers niveaux inférieurs à cette lacune nous permet de penser qu'elle correspond au Turonien inférieur et peut-être déjà à une partie du Cénomanien supérieur.

Nota: J. SIGAL, 1955, dans une de ses notes micropaléontologiques nord-africaines (Du Cénomanien au Santonien, zones et limites en faciès pélagique, C. R. somm. S. G. F., p. 157) admet des extensions se plaçant résolument plus haut dans l'échelle stratigraphique pour certains Globotruncanidés, sur la base de corrélations avec des faciès à Ammonites.

C'est ainsi que *Globotruncana helvetica* débuterait dans la partie moyenne du Turonien, *Glt. schneegansi* et *sigali*, puis *Glt. lapparenti*, *coronata* et *angusticarinata* dans une zone commençant à la base du Coniacien, *Glt. concavata* peu avant le début du Santonien.

Si ces vues nouvelles étaient confirmées, il faudrait revoir les extensions de nos fossiles guides dans la partie supérieure des niveaux que nous étudions. Nous attendons pour le faire que les corrélations avec les faciès à macrofaune soient établies de façon absolument certaine.

2. La stratigraphie du Complexe schisteux intermédiaire

Il nous reste à voir comment les espèces de Globotruncanidés sont représentées dans le Complexe schisteux intermédiaire du synclinal de la Gruyère, et à en déduire l'âge des différents niveaux de cette série (voir tableau 2, pp. 840-841).

Zone 1 (zone à *Hedbergella*)

Dans cette première zone, dont la faune nous est connue essentiellement par des coupes minces (usine électrique de Neirivue, base de la coupe de la Combaz) et par quelques échantillons à faune isolée peu abondante (base de la coupe du Ruisseau rouge), *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI) est présent, avec de petites Globigérines. Dans quelques échantillons (base de la coupe du Ruisseau rouge), *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER) apparaît. *Rotalipora (Ticinella) roberti* (GANDOLFI) est peut-être également présent. D'après P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI) est d'âge aptien ou albien à cénomanien, *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER), d'âge albien à turonien inférieur.

Rotalipora (Thalmanninella) ticinensis (GANDOLFI) n'est pas encore présent. Les couches sans *ticinensis*, mais avec *Anomalina lorneiana* var. *trocoidea* GANDOLFI sont attribuées par R. GANDOLFI, 1942, pp. 146-147, à l'Aptien ou à l'Albo-Aptien. Au Djebel-Ouenza, G. DUBOURDIEU & J. SIGAL, 1949 et 1951, datent l'apparition de *Globotruncana ticinensis* de la limite entre l'Albien moyen et l'Albien supérieur. Nous dirons donc que la zone 1 (à *Hedbergella*) du Complexe schisteux intermédiaire est probablement inférieure à l'Albien supérieur et qu'elle peut représenter l'Albien moyen et inférieur et peut-être encore l'Aptien dont la présence, faute de fossiles caractéristiques, ne saurait être prouvée. Notons que d'après J. SIGAL, 1955a, *Ticinella roberti* apparaît dans des niveaux datés par des Ammonites de la limite Aptien-Albien, ou de l'Albien inférieur. Nos niveaux supérieurs de la zone 1 (à *Hedbergella*) où apparaît *Ticinella roberti* pourraient alors être de l'Albien inférieur, et les niveaux où cette espèce n'apparaît pas encore, représenter l'Aptien.

Cet Aptien existe-t-il dans ces niveaux du Complexe schisteux intermédiaire où *Rotalipora (Thalmanninella) ticinensis* et *Rotalipora (Ticinella) roberti* ne sont pas encore présents, existe-t-il dans les derniers niveaux du Néocomien, au-dessus de la zone à *Desmoceras difficile* du Barrémien inférieur, ou bien y a-t-il lacune de sédimentation entre le sommet du Néocomien et les premiers niveaux du Complexe schisteux intermédiaire ? Il est impossible de le dire sur la base des faits que nous avons recueillis. Nous pensons qu'il y a trop grande analogie de faciès entre les derniers niveaux du Néocomien et les premiers niveaux du Complexe schisteux

intermédiaire pour admettre une lacune de sédimentation. Il nous semble plus probable, si l'Aptien n'est pas présent dans les niveaux inférieurs de la zone 1, et étant donné les nombreuses lacunes tectoniques enregistrées dans nos affleurements au sein des séries supérieures que, là aussi, les séries aptiennes, qui se sont sans doute déposées, ont été laminées par les actions tectoniques et que c'est pour cette raison que nous n'en retrouvons pas l'équivalent certain dans nos coupes.

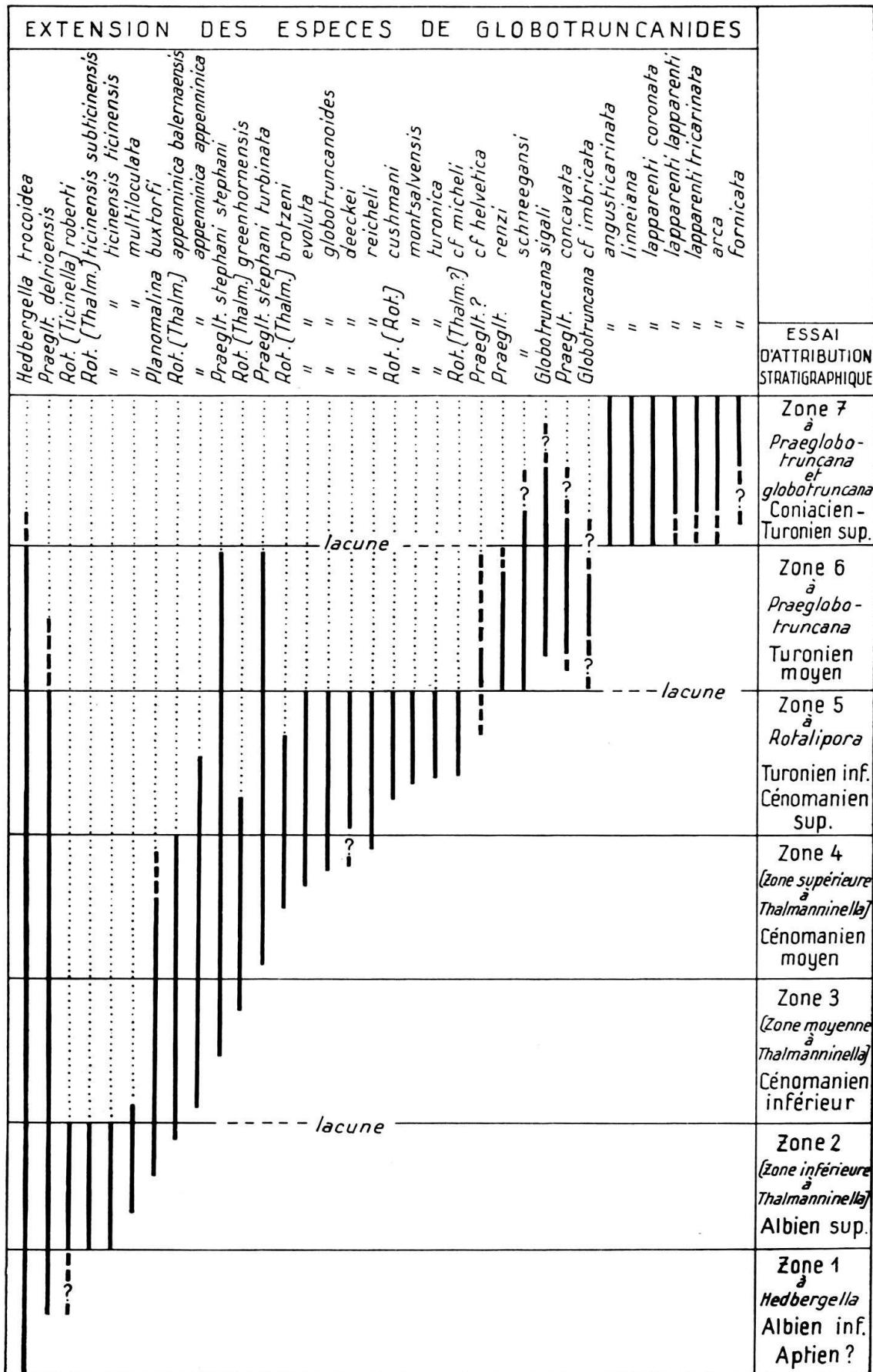
Zone 2 (zone inférieure à *Thalmanninella*)

Dans cette deuxième zone paléontologique, représentée comme la première dans la série basale de notre Complexe schisteux intermédiaire, *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI) et *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER) subsistent. Nous y trouvons également *Rotalipora (Ticinella) roberti* (GANDOLFI), puis apparaissent *Rot. (Thalmanninella) ticinensis subticinensis* (GANDOLFI), *Rot. (Thalm.) ticinensis ticinensis* (GANDOLFI), suivis de *Rot. (Thalm.) multiloculata* (MORROW). *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI) vient s'y joindre plus tard dans quelques échantillons et enfin quelques exemplaires de *Rot. (Thalm.) appenninica balernaensis* (GANDOLFI) y ont été déjà trouvés. Nous n'observons pas de succession dans l'ordre d'apparition de *Rot. (Thalm.) ticinensis subticinensis* et *Rot. (Thalm.) ticinensis ticinensis*, probablement faute d'avoir des profils assez suivis.

Les affleurements sont ceux du Ruisseau rouge, de la Combaz, le dernier niveau de la coupe de l'usine électrique de Neirivue, la coupe du ruisseau d'Afflon, la base de la coupe de la Forclaz au pied de la Dent de Bourgoz.

Nous avons vu que R. GANDOLFI, 1942, mettait le niveau à *ticinensis* dans l'Albien ou à la base du Cénomanien. Pour G. DUBOURDIEU & J. SIGAL, 1949 et 1951, ainsi que pour J. SIGAL, 1952a, ce niveau est de l'Albien supérieur. Pour J. SIGAL, 1955a, la limite supérieure de l'extension de *Ticinella roberti* est constituée par la limite Vraconien inférieur–Vraconien supérieur ou par l'étage Vraconien. Pour F. DALBIEZ, 1955, la microfaune considérée est albienne, mais se retrouve à la base du Cénomanien. Comme il semble, d'après toutes les constatations, que la base de l'extension de *Rotalipora (Thalmanninella) appenninica* (RENZ) est toujours cénomanienne et que d'autre part rien n'a encore permis de paralléliser la partie supérieure de l'extension de *Rot. (Thalm.) ticinensis* (GANDOLFI) avec cet étage, nous mettrons notre limite Albien–Cénomanien au sommet de l'extension de *Rot. (Thalm.) ticinensis subticinensis*, *Rot. (Thalm.) ticinensis ticinensis* et de *Rot. (Ticinella) roberti*. Nous admettons que *Rot. (Thalm.) multiloculata* (MORROW) monte quelque peu dans le Cénomanien, mais guère au-delà de la base, bien que P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956, donnent l'extension de cette espèce comme cénomanienne à turonienne inférieure. L'identification de cette espèce, on l'a vu, peut prêter à discussion, et nous nous basons sur la figure des deux auteurs ci-dessus pour affirmer la présence de cette espèce dans nos sédiments. Nous admettons également que *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI) débute dans l'Albien supérieur et se continue dans le Cénomanien, et que *Rot. (Thalm.) appenninica balernaensis*, forme cénomanienne, débute cependant à l'extrême sommet de l'Albien. Notre zone inférieure à *Thalmanninella* représente donc l'Albien supérieur.

Tableau 2.
STRATIGRAPHIE
ET MICROPALÉONTOLOGIE
DU COMPLEXE SCHISTEUX
INTERMEDIAIRE
[SYNCLINAL DE LA GRUYERE]



Zone 3 (zone moyenne à *Thalmanninella*)

Nous trouvons la microfaune de la zone 3 dans le faciès typique du Complexe schisteux intermédiaire: base de la série médiane. Parmi les espèces précédentes, *Rotalipora (Ticinella) roberti* (GANDOLFI), *Rot. (Thalmanninella) ticianensis sub-ticinensis* (GANDOLFI) et *Rot. (Thalm.) ticianensis ticianensis* (GANDOLFI) ont disparu. *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI), *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER), *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI) et *Rot. (Thalm.) appenninica balernaensis* (GANDOLFI) subsistent, ainsi que *Rot. (Thalm.) multiloculata* (MORROW) à la base.

Rot. (Thalm.) appenninica appenninica (RENZ) apparaît immédiatement, tandis que *Rot. (Thalm.) multiloculata* disparaît. Vers le milieu de cette zone apparaît *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), vers le sommet: *Rot. (Thalm.) greenhornensis* (MORROW).

La plupart des auteurs admettent que l'apparition de *appenninica typica* coïncide avec la base du Cénomanien (G. DUBOURDIEU & J. SIGAL, 1951, J. SIGAL, 1952a, F. DALBIEZ, 1955, par ex.). Chaque fois qu'une corrélation avec la macrofaune est possible, cette espèce voisine avec des indicateurs du Cénomanien. Nous plaçons donc la limite inférieure de cet étage à l'apparition de cette espèce, et donc à la base de notre zone 3. Rappelons que *Rot. (Thalm.) greenhornensis*, qui apparaît dans cette zone, est cénomanienne et peut-être encore turonienne inférieure pour P. BRÖNNIMANN & N. K. BROWN, 1956. La limite supérieure de notre zone est plus difficile à placer. En tenant compte de l'apparition au milieu de cette zone de *Praeglobotruncana stephani*, trouvée en général très tôt dans le Cénomanien, de l'absence de *Praeglt. stephani turbinata* (REICHEL), qui lui succède en général sans trop grand délai, de l'absence de *Rot. (Thalm.) brotzeni* SIGAL, forme tenue pour débuter au Cénomanien moyen, nous pensons qu'on peut attribuer cette zone 3 au Cénomanien inférieur. Elle est représentée au pont de bois de Lessoc, à la gare de Lessoc (rive gauche de la Sarine), au ruisseau d'Afflon. Il est possible que les affleurements du Ruisseau rouge et de la Combaz en contiennent la base. Le ruisseau en contrebas de la gare de Lessoc fournit quelques échantillons qui semblent s'y rapporter. L'affleurement de l'Auge, en l'absence d'espèces caractéristiques pourrait, par son faciès, être rangé également ici.

Zone 4 (zone supérieure à *Thalmanninella*)

Constituant la partie moyenne de la série médiane du Complexe schisteux intermédiaire, cette zone voit l'apparition de *Praeglobotruncana stephani turbinata* (REICHEL). Les espèces *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI), *Praeglt. delrioensis* (PLUMMER), *Praeglt. stephani* (GANDOLFI), *Rotalipora (Thalmanninella) appenninica balernaensis* (GANDOLFI), *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica* (RENZ) et *Rot. (Thalm.) greenhornensis* (MORROW) subsistent. *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI), qui y pénètre, semble disparaître lentement vers le sommet de cette zone. Vers le sommet, également, apparaissent *Rot. (Thalm.) brotzeni* SIGAL, *Rot. (Thalm.) evoluta* (SIGAL), *Rot. (Thalm.) globotruncanoides* (SIGAL), peut-être déjà *Rot. (Thalm.) deeckeai* (FRANKE), enfin quelques exemplaires de *Rot. (Thalm.) reicheli* (MORNOD).

C'est l'affleurement de la gare de Lessoc (rive gauche de la Sarine), qui nous a permis d'étudier l'évolution de la faune dans cette zone. Elle est représentée

en partie du moins au pont de bois de Lessoc, probablement en partie également dans les premiers schistes de la série du talus G. F. M. (gare de Lessoc), dans le ruisseau d'Aflon et enfin au col de la Forclaz (série au S du chalet).

L'apparition de quelques *Thalmanninella*, la disparition de *Planomalina burxtorfi*, l'absence des espèces typiques du Cénomanien supérieur-Turonien inférieur (maximum de la *reicheli*, *cushmani*, *turonica*, *montsalvensis*) nous font ranger cette zone dans le Cénomanien moyen. Pour G. DUBOURDIEU & J. SIGAL, 1951, *Rot.* (*Thalm.*) *brotzeni* et *Praeglt. stephani turbinata* datent par leur apparition ce Cénomanien moyen. Pour eux, *Rot.* (*Thalm.*) *globotruncanoides* débute déjà dans le Cénomanien inférieur, mais cette espèce a des caractères peu nets, dérivant de formes antérieures, et la limite de variabilité est une question d'appréciation. Pour eux, *Rot. turonica* et *Rot. cushmani* apparaîtraient également déjà dans ce Cénomanien moyen, mais comme ces espèces semblent avoir une vie assez courte, et sont cependant encore représentées au Turonien inférieur, nous préférons en limiter l'apparition dans le Cénomanien supérieur.

Zone 5 (zone à *Rotalipora*)

Cette zone se situe dans la base de notre série terminale et n'a été identifiée par son faciès et par sa faune que dans les affleurements du col de la Forclaz. Nous constatons ici la présence des Rotalipores au sens strict, selon notre définition. Les espèces précédentes: *Hedbergella trocoidea* (GANDOLFI), *Praeglobotruncana delrioensis* (PLUMMER), *Praeglt. stephani* (GANDOLFI), *Praeglt. stephani turbinata* (REICHEL), *Rotalipora* (*Thalmanninella*) *appenninica appenninica* (RENZ), *Rot.* (*Thalm.*) *globotruncanoides* (SIGAL), *Rot.* (*Thalm.*) *brotzeni* SIGAL, *Rot.* (*Thalm.*) *evoluta* (SIGAL), *Rot.* (*Thalm.*) *reicheli* (MORNOD) subsistent. *Rot.* (*Thalm.*) *reicheli* (MORNOD) atteint son plein développement. *Rot.* (*Thalm.*) *appenninica balernaensis* (GANDOLFI) a disparu. A l'intérieur de cette zone, *Rot.* (*Thalm.*) *greenhornensis* (MORROW) disparaît également progressivement. *Rot.* (*Thalm.*) *appenninica appenninica* et *Rot.* (*Thalm.*) *brotzeni* ne semblent pas dépasser beaucoup le milieu de cette zone, où elles voisinent cependant avec les espèces suivantes qui apparaissent alors: *Rotalipora* (*Rotalipora*) *cushmani* (MORROW), suivi de *Rot.* (*Rot.*) *montsalvensis* MORNOD, et de *Rot.* (*Rot.*) *turonica* BROTZEN, ces deux dernières espèces avec leurs variétés, enfin *Rot.* (*Thalm.?*) cf. *micheli* SACAL & DEBOURLE qui semble relayer *Rot.* (*Thalm.*) *appenninica appenninica*. Nous ne voyons plus aucune de ces espèces, à part *Hedb. trocoidea* et les *Praeglobotruncana*, à vie longue (*Praeglt. stephani*, *Praeglt. stephani turbinata*) dans la zone suivante, mais le passage entre les deux séries nous échappe sur le terrain. Enfin, il est possible que *Praeglt.?* *helvetica* soit déjà présent ici.

Les auteurs s'accordent pour ranger la fin de l'extension de l'*appenninica* ainsi que l'apparition de *Rotalipora turonica* dans les niveaux supérieurs du Cénomanien ou dans la base du Turonien. A ce sujet, rappelons que F. BROTZEN, 1942, p. 32, a signalé la présence de sa nouvelle espèce *Rotalipora turonica* dans le Cénomanien supérieur et le Turonien inférieur de Poméranie. N'ayant pu vérifier si l'âge des localités où BROTZEN cite cette espèce est daté par une macrofaune de façon indubitable, nous nous sommes adressés au Dr H. Hiltermann (Amt für Bodenforschung, Hannovre). Il nous a aimablement répondu que pour la plupart de

ces affleurements, un doute sur l'attribution de l'âge peut subsister. Il nous a également fait parvenir, et nous l'en remercions ici, un assemblage de Globotruncanidés provenant du port de Misburg (Poméranie). Les espèces que nous avons identifiées dans ce choix de Foraminifères sont: *Rot. (Rot.) turonica* BROTZEN, *Rot. (Rot.) cushmani* (MORROW), *Rot. (Thalm.) deekei* (FRANKE). D'après H. Hiltermann, ces exemplaires proviennent, sans équivoque possible, du Turonien inférieur (*couches à Labiatus*). Ce sont les seuls exemplaires de *turonica* des localités-type que nous avons pu obtenir. M. Reichel, cependant, a bien voulu nous permettre d'examiner quelques exemplaires de cette espèce provenant de la localité-type de Gristow.

Nous avons donc la preuve que *Rot. turonica* existe dans le Turonien inférieur de Poméranie. H. Hiltermann nous rend attentif à l'extension parfois différente des espèces dans le domaine boréal et le domaine de la Téthys. La faune partielle que nous avons eue entre les mains est cependant si proche de nos faunes que nous n'hésitons pas à homologuer en partie notre niveau 5 au Turonien inférieur. Nous pensons qu'à sa partie inférieure, où subsiste *Rot. (Thalm.) appenninica appenninica*, nous sommes encore dans le Cénomanien supérieur, bien que G. DUBOURDIEU & J. SIGAL, 1951, limitent cette espèce au Cénomanien moyen. En effet, d'après J. SIGAL, 1952a, et F. DALBIEZ, 1955, il semble qu'elle se maintient jusqu'au sommet du Cénomanien supérieur. La présence d'*Acanthoceras rotomagense* à la Breggia avec les dernières *appenninica* appuierait cette vue, s'il était prouvé que ces *appenninica* ne sont pas remaniés dans les premiers niveaux du Flysch, hypothèse que nous ne pouvons pas exclure.

Signalons enfin des faunes très riches découvertes par H. HAGN & W. ZEIL, 1954, dans les Alpes bavaroises, et par M. KSIAŻKIEWICZ, 1958, dans les klippes des Carpates polonaises. Les espèces *appenninica*, *reicheli*, *globotruncanoides*, *evoluta* y voisinent avec *turonica*, *montsalvensis*, *cushmani*, en présence de *stephani* et *stephani turbinata*. Plus haut, *globotruncanoides* et *reicheli* voisinent avec *turonica* et *helvetica* pour KSIAŻKIEWICZ, *globotruncanoides* et *turonica* avec *imbricata renzi*, *lapparenti*, *angusticarinata*, *sigali*, *sneegansi*, et *marginata* pour HAGN & ZEIL. Nous avons peut-être là un passage entre nos zones 5 et 6, entre lesquelles nous avons admis une lacune, en raison du changement très brusque de la microfaune. Ce passage pourrait se situer entre le Turonien inférieur et le Turonien moyen.

Zone 6 (zone à *Praeglobotruncana*)

Nous observons cette zone au-dessus du plan de chevauchement de l'affleurement de la gare de Lessoc (rive gauche de la Sarine), ainsi qu'auprès du tunnel M. O. B. de Montbovon, à la Combaz, enfin, dans les schistes moyens du talus G. F. M. de la gare de Lessoc. Par son faciès, c'est la partie supérieure de notre série terminale du Complexe schisteux intermédiaire.

La microfaune est caractérisée par l'absence de *Rotalipora (Thalmanninella) appenninica appenninica*, *brotzeni*, *evoluta*, *reicheli*, de *Rot. (Thalm.?) cf. micheli*, de *Rotalipora (Rot.) montsalvensis*, *cushmani*, *turonica*. *Hedbergella trocoidea* subsiste, avec *Praeglobotruncana stephani* et *stephani turbinata*. *Praegl. delrioensis* semble encore présent, à de rares exemplaires. A ces espèces, parmi lesquelles *Hedbergella*

trocoidea atteint un grand développement, se joint tout d'abord *Praeglt. schneegansi* (SIGAL) dans quelques niveaux. Puis on note avec une certaine fréquence des exemplaires attribuables à *Praeglt. helvetica* (BOLLI), peut-être déjà présent dans la zone 5, enfin, *Praeglt. renzi* (THALMANN), *Praeglt. concavata* (BROTZEN), *Glt. sigali* REICHEL et *Glt. imbricata* MORNOD.

Il y a un changement brusque entre cette faune et la précédente, ce qui nous fait admettre l'absence sur le terrain d'un niveau intermédiaire, où pourraient se situer les faunes décrites par H. HAGN & W. ZEIL, 1954, et par M. KSIĄŻKIEWICZ, 1958. A l'affleurement de la gare de Lessoc (rive gauche de la Sarine), le saut est encore plus brusque, entre les derniers niveaux de la zone 4 ou les premiers niveaux de la zone 5 et les niveaux de la zone 6. La zone 5, établie aux affleurements du col de la Forclaz, est absente, par son faciès comme par sa faune, à Lessoc. Cette lacune correspond avec le passage du plan de chevauchement observable à l'affleurement.

La présence de *Praeglobotruncana schneegansi*, trouvé dès le Turonien moyen par J. SIGAL, 1952a, de *Praeglt. concavata* (BROTZEN) (= *asymetrica* SIGAL), *Praeglt. renzi*, de *Glt. sigali*, *Glt. imbricata*, nous situe dans le Turonien. J. SIGAL, 1952b, p. 13 sqq., admet que *Glt. asymetrica* et *Glt. sigali* s'étendent dans le Turonien moyen et supérieur et le Coniacien. L'absence des Rotalipores du Turonien inférieur et celle des *Globotruncana* bicarénés classiques des niveaux supérieurs du Turonien nous fait admettre que nous sommes dans le Turonien moyen, et non le Turonien inférieur, comme nous le supposons dans une note préliminaire (J. KLAUS, 1959, p. 123). Nous n'avons pas observé *Glt. arca* (CUSHMAN) ni *Glt. linneiana* (D'ORB.), rapportés par J. SIGAL, 1952b, dans ces niveaux. G. CHEYLAN, J. MAGNÉ, J. SIGAL & N. GREKOFF, 1953, pp. 471 sqq., il est vrai, tiennent l'association *arca-linnei-helvetica-sigali* pour turonienne supérieure.

Z. REISS, 1958, p. 3, de son côté, signale une microfaune présente dans les «Dalia-marls» d'Israël (Mont-Carmel, Galilée W), niveau daté ailleurs par des Ammonites (*Leoniceras*, *Thomasites*, *Neptychites*) du Cénomanien sommital et du Turonien basal (zone à *Leoniceras*, cf. A. J. VROMAN, 1958). Cette microfaune contient les espèces: *Glt. sigali*, *Glt. imbricata*, *Glt. renzi* THALMANN, *Glt. aff. renzi* THALM. de REICHEL, *Praeglt. stephani*, *Praeglt. stephani turbinata*, *Helvetoglobotruncana helvetica* (BOLLI), *Globotruncanella* sp., avec *Globigerina* (s. l.), *Gümbelina*, *Textularia*, *Falsopalmula*, *Frondicularia*, *Gyroidinoides*, *Gavelinella*, *Valvulinaria* sp. Remarquons l'absence des Rotalipores, et la présence d'espèces qu'on trouve d'habitude plus haut (Turonien moyen): tous les vrais *Globotruncana*, ainsi que *Praeglt. renzi*, et *helvetica*. Il semble que cette faune serait d'âge Turonien moyen plutôt qu'inférieur et en tout cas plutôt que Cénomanien supérieur. La note de REISS ne permettant pas de se rendre compte si la microfaune a été trouvée dans les niveaux absolument synchrones de ceux qui sont datés par les Ammonites, il reste un doute quant à la parallélisation des sédiments contenant la microfaune avec ceux qui sont datés de la zone à *Leoniceras*. Z. REISS lui-même pense que plus d'une formation (et d'âges différents) sont attribuées en Israël aux «Dalia-marls». Nous attendrons donc un complément d'information sur la microfaune de cette contrée, avant d'en tirer des conclusions qui remettraient en question la stratigraphie classique des Globotruncanidés, et par là, l'âge de nos niveaux.

Zone 7 (zone à *Praeglobotruncana* et *Globotruncana*)

Avec cette zone, nous quittons le faciès du Complexe schisteux intermédiaire et pénétrons dans les calcschistes gris et rouges de la base des Couches rouges que nous avons étudiés à la gare de Lessoc (rive gauche de la Sarine et talus G.F.M.), dans le ruisseau d'Afflon, enfin au col de la Forclaz (série du chalet), pour situer la limite supérieure du Complexe schisteux intermédiaire.

Une partie des espèces précédentes se maintient: *Praeglobotruncana schneegansi* (SIGAL), *Praeglt. concavata* (BROTZEN), *Globotruncana sigali* REICHEL, au moins à la base. *Praeglobotruncana? helvetica* (BOLLI) ne semble pas pénétrer dans cette zone, *Globotruncana cf. imbricata* peut-être dans les premiers niveaux. *Praeglt. stephani* et *stephani turbinata* ont disparu. *Hedbergella trocoidea* est représenté par de rares exemplaires. Par contre, nous constatons la présence sans préparation (du fait que nous ne disposons pas de coupe de transition avec la zone 6, sans doute), de *Globotruncana linneiana* (D'ORB.), de *Glt. angusticarinata* GANDOLFI, de *Glt. lapparenti coronata* BOLLI. Plus haut s'y joignent *Glt. lapparenti lapparenti* BROTZEN, *lapparenti tricarinata* (QUEREAU), *Glt. arca* (CUSHMAN) et enfin *Glt. fornicata* PLUMMER. Nous n'avons pas de coupe assez continue pour faire ici de la stratigraphie détaillée sur les exemplaires isolés.

L'espèce *Praeglt. schneegansi* est limitée au Turonien par J. SIGAL, 1952a. Le début de l'extension de *Praeglt. concavata*, que nous avons vu apparaître dans la zone précédente se situe pour cet auteur (sous le nom de *Glt. asymetrica*) au Turonien moyen, celui de l'extension de *Glt. coronata* et de *angusticarinata*, que nous avons ici plus tardivement, également, celui de *fornicata* au Coniacien. Ces extensions sont reprises à peu près par F. DALBIEZ, 1955. Rappelons également l'opinion de G. CHEYLAN, J. MAGNÉ, J. SIGAL & N. GREKOFF, 1953, p. 471 sqq., datant l'association *arca-linnei-helvetica-sigali* du Turonien supérieur. Nous situons donc cette zone 7 dans le Turonien supérieur et le Coniacien, en faisant débuter les Couches rouges du synclinal de la Gruyère, du moins là où nous observons notre série supérieure du Complexe schisteux intermédiaire, au Turonien supérieur. Notons cependant que l'échantillon de Couches rouges franches trouvé près du Ruisseau rouge et contenant *Praeglt. delrioensis*, *Praeglt. stephani*, *Praeglt.? helvetica*, *Thalm. reicheli*, *Rot. turonica*, etc., semble être d'âge nettement plus ancien. Le début du faciès des Couches rouges ne semble donc pas avoir été partout synchrone dans le synclinal de la Gruyère.

3. Considérations finales

Ayant ainsi passé en revue l'inventaire de notre microfaune et en même temps celui de nos affleurements, nous avons une idée assez précise de l'âge du Complexe schisteux intermédiaire. L'Aptien y est peut-être représenté. L'Albien, le Cénomanien, le Turonien inférieur et moyen y sont présents. L'âge de la base des Couches rouges, en certains points du moins, est turonien supérieur.

Ces résultats sont traduits par le tableau 2 (Stratigraphie et micropaléontologie du Complexe schisteux intermédiaire dans le synclinal de la Gruyère, pp. 840-841). Un fait, constaté dans l'analyse de nos affleurements est particulièrement visible sur ce tableau: l'état morcelé de la série du Complexe schisteux intermédiaire en

Gruyère. Aucune coupe ne contient toutes les zones établies dans les divers affleurements. Les zones elles-mêmes se suivent parfois sans transition dans la microfaune, ce qui nous fait admettre des lacunes entre ces zones. En présence du faciès éminemment schisteux (série terminale) ou du moins très riche en schistes (série médiane et parfois série basale), nous admettons que les niveaux du Complexe schisteux intermédiaire, compris entre les calcaires à minces délit schisteux du Néocomien et les caleschistes durs des Couches rouges, ont été laminés par les actions tectoniques lors de la mise en place des Préalpes médianes et de la formation du synclinal de la Gruyère. Des recherches encore plus détaillées que celles que nous avons effectuées pourront peut-être combler quelques-unes de ces lacunes que nous pensons être tectoniques, en mettant à jour les intermédiaires dont nous supposons qu'ils ont existé lors de la sédimentation.

Remarquons enfin que les faciès de nos séries ne sont pas absolument tranchés et que telle zone de la série médiane a plutôt le faciès de la série basale (gare de Lessoc, ruisseau en contrebas de la gare) ou que, au contraire, tel faciès typique de la série médiane appartient peut-être à une zone de la série inférieure (affleurement de l'Auge). Le synchronisme de la faune et des faciès n'a donc pas été absolument parfait dans le Complexe schisteux intermédiaire, dont la faune planctonique indique cependant un milieu pélagique, de même que le faciès, mais où des courants locaux ont pu favoriser au même moment en des lieux divers tel type de sédimentation plutôt que tel autre. Là encore, une hypothèse tectonique ne saurait être écartée: il est possible que le faciès de la zone basale a été à l'origine plus schisteux et que, sur les bords du synclinal (La Combaz, usine électrique de Neirivue) où les effets de compression ont été plus forts, les schistes ont été tectoniquement davantage écrasés que dans le milieu du synclinal (l'Auge). Il y aurait là le sujet d'une autre étude, tenant compte de la microtexture des schistes, mais cette étude dépasse le cadre des recherches micropaléontologiques et stratigraphiques que nous avons essayé de mener à bien.

Manuscrit déposé le 14 mars 1959

LISTE DES AUTEURS CITÉS

1. Partie stratigraphique

- BERLIAT, K. (1943): *Über das Alter der Couches rouges in den Préalpes médianes*. Eclogae geol. Helv. 35, 2, pp. 127–132.
- BRUNNER V. WATTENWYL, C. (1857): *Geognostische Beschreibung der Gebirgsmasse des Stockhorns*. N. Denkschr. schw. naturf. Ges. 15.
- BÜCHI, O. (1923): *Geologische Untersuchungen im Gebiete der Préalpes Externes zw. Valsainte u. Bulle*. Mém. Soc. frib. sci. nat. 10, 1.
- CHATTON, M. (1947): *Géologie des Préalpes médianes entre Gruyères et Charmey*. Mém. Soc. frib. Sci. nat. 13.
- DELANY, F. (1948): *Observations sur les Couches rouges et le Flysch dans plusieurs régions des Préalpes médianes*. Eclogae geol. Helv. 41, 1, pp. 95–99.
- DESOR, E. (1873): *Échinides des couches rouges*. Actes Soc. helv. Sci. nat. Fribourg (1872), p. 52.
- FAVRE, E. & SCHARDT, H. (1887): *Description géologique des Préalpes du canton de Vaud et du Chablais, etc.* Mat. carte géol. Suisse [1^{re} sér.] 22.

- FAVRE, G. (1952): *Les Préalpes médianes entre l'Hongrin inférieur et la Sarine*. Bull. Soc. frib. Sci. nat. 41 (1951).
- FICHTER, H. J. (1934): *Geologie der Bauen-Brisen Kette am Vierwaldstättersee, etc.* Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 69.
- GILLIÉRON, V. (1873a): *Aperçu géologique sur les Alpes de Fribourg en général et description spéciale du Monsalvens*. Mat. carte géol. Suisse 12.
- (1873b): «sur la position stratigraphique des couches rouges» Actes Soc. helv. Sci. nat. Fribourg (1872), pp. 51–52.
 - (1873c): *Notice géologique sur les Alpes du canton de Fribourg*, ibid., pp. 280–303.
- HENNY, G. (1918): *La géologie des environs de Montreux*. Bull. Lab. géol. géogr. phys., min. et paléontol., Lausanne, 23.
- JEANNET, A. (1918): *Monographie géologique des Tours d'Aï et des régions avoisinantes (Préalpes vaudoises)*, 2^e part. Mat. carte géol. Suisse [NS], 34.
- KLAUS, J. (1959): *Stratigraphie et micropaléontologie du «Complexe schisteux intermédiaire, etc.* Actes Soc. helv. Sci. nat. Glaris (1958).
- LOMBARD, AUG. (1956): *Géologie sédimentaire. Les séries marines*. Masson (Paris).
- LOSER, H. (1944, inéd.): *Geologie der Préalpes médianes zw. Grandvillard u. Scierne Picats (Vanil Noir-Paray Kette)*. Instit. de Géologie, Fribourg (Suisse).
- LUGEON, M. & GAGNEBIN, E. (1945): *Une ammonite cénonanienne dans le Flysch de la Breggia (Tessin méridional)*. Eclogae geol. Helv. 37, 2 (1944), pp. 204–206.
- MAUVE, C. CH. (1921): *Geologische Untersuchungen im Molésongebiet*. Eclogae geol. Helv. 16, 4, pp. 374–455.
- PUGIN, L. (1952): *Les Préalpes médianes entre le Moléson et Gruyères (Préalpes fribourgeoises)*. Eclogae geol. Helv. 44, 2 (1954), pp. 207–297.
- RENEVIER, E. (1868): *Quelques observations géologiques sur les Alpes de la Suisse centrale, comparées aux Alpes vaudoises*. Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 10, 60, pp. 39–56.
- REVERTERA, C. GF. (1926): *Auszug aus der geol. Monographie der Kette des Mt. Cray (SW Abschnitt der Vanil Noir-Kette). Préalpes médianes*. Thomas & Hubert (Weida).
- SAUSSURE, H. B., DE (1786): *Voyages dans les Alpes, etc*, vol. 2. Barde, Manget & Co. (Genève).
- SCHAUB, H. P. (1936): *Geologie des Ravilpasses*. Eclogae geol. Helv. 29, 2, pp. 336–407.
- SCHWARTZ-CHENEVART, CH. (1945): *Les nappes des Préalpes médianes et de la Simme dans la région de la Hochmatt*. Mém. Soc. frib. Sci. nat. 12.
- SPOORENBERG, J. (1952): *Les Préalpes médianes au NW de Château-d'Oex*. Instit. de Géologie, Fribourg (Suisse).
- STUDER, B. (1834): *Geologie der Westlichen Schweizer-Alpen. Text u. Atlas*. Heidelberg u. Leipzig.
- TERCIER, J. & KLAUS, J. (à paraître): article «Stockhornkalk», in: *Lexique stratigraphique international*. Vol. 1: Europe, fasc. 7: Suisse.
- (à paraître): article «Couches rouges», ibid.
- UMIKER, R. (1952): *Geologie der westlichen Stockhornkette mit bes. Berücksichtigung der Kreide-stratigraphie*. Jordi (Belp, Suisse).
- VERPLOEGH-CHASSÉ, T. (1924): *Beitrag zur Geologie der Dent de Broc u. ihrer Umgebung*. Zürich.
- WENGEN, W., à (1924): *Geologische Untersuchungen im Gebiete des Vanil Noir (Gruyère)*. Peter (Pfäffikon, Suisse).

2. Partie micropaléontologique

- BERMUDEZ, P. J. (1952): *Estudios sistemáticos de los Foraminíferos Rotaliformes*. Bol. Geol. 2, 4 (Caracas).
- BOLLI, H. (1944): *Zur Stratigraphie der Oberen Kreide in den höheren helvetischen Decken*. Eclogae geol. Helv. 37, 2, pp. 218–328.
- BOLLI, H. M. (1957): *The genera Praeglobotruncana, Rotalipora, Globotruncana and Abatomphalus in the Upper Cretaceous of Trinidad, B.W.I.*, in: *Studies in Foraminifera*, by LOEBLICH, A. R., Jr. and collab. U.S. Nat. Mus. Bull. 215, pp. 51–60.
- BOLLI, H. M., LOEBLICH, A. R., JR. & TAPPAN, H. (1957): *Planktonic Foraminiferal Families Hantkeninidae, Orbulinidae, Globorotaliidae and Globotruncanidae*, in: ibid., pp. 3–50.
- BRADY, H. B. (1884): *Report on the Foraminifera collected by H.M.S. Challenger, during the years 1873–1876; the voyage of Challenger*. Zoology 22, 9 (London).

- BRÖNNIMANN, P. & BROWN, N. K., Jr. (1956): *Taxonomy of the Globotruncanidae*. Eclogae geol. Helv. 48, 2 (1955), pp. 503–561.
- (1958a): *Hedbergella*, a new name for a Cretaceous planktonic foraminiferal genus. J. Washington Acad. Sci. 48, 1. Jan. 1958, pp. 15–17.
 - (1958b): «*Taxonomy of the Globotruncanidae*» – Remarks. Micropaleontology 4, 2, pp. 201–203.
- BROTZEN, F. (1934): *Foraminiferen aus dem Senon Palästinas*. Zeitschr. deutsch. Verein. Palästinas, 57 (Leipzig).
- (1936): *Foraminiferen aus dem schwedischen untersten Senon von Eriksdal in Schonen*. Sverig. Geol. Unders. (C) 396, pp. 1–203 (Stockholm).
 - (1942): *Die Foraminiferengattung Gavelinella nov. gen. u. die Systematik der Rotaliiformes*. Sverig. Geol. Unders. (C) 451, pp. 1–59 (Stockholm).
- CARBONNIER, A. (1952): *Sur un gisement de Foraminifères d'âge cénomanien supérieur provenant de la région de Taza (Maroc)*. Bull. Soc. géol. France [6^e sér.] 2, pp. 111–122.
- CHEYLAN, G., MAGNÉ, J., SIGAL, J., & GREKOFF, N. (1953): *Résultats géologiques et micropaléontologiques du sondage d'El Krachem (Hauts Plateaux algérois). Description de quelques espèces nouvelles*. Bull. Soc. géol. France [6^e sér.] 3, pp. 471–492.
- CITA, M.-B. (1948): *Ricerche strat. e micropal. sul cretaceo e sul eocene di Tignale (Lago di Garda)*. Istit. geol. pal. Milano, Publ. 53 et: Riv. Ital. Pal. e Strat. (Milano) 54, 2, pp. 117–133; 54, 4, pp. 143–168.
- CUSHMAN, J. A. (1926): *Some Foraminifera from the Mendez shale of eastern Mexico*. Contr. Cshm. Lab. For. Res. 2, 1, pp. 16–28.
- (1927): *An outline of a reclassification of the Foraminifera*. Contr. Cshm. Lab. For. Res. 3, 1, pp. 1–105.
 - (1937): *A monograph of the foraminiferal Family Verneuilinidae*. Contr. Cshm. Lab. For. Res. 8.
 - (1946): *Upper Cretaceous Foraminifera of the Gulf Coastal region of the United States and adjacent areas*. U.S. Geol. Survey. Prof. Paper 206.
 - (1948): *Foraminifera, their Classification and Economic Use*. 4th ed. (Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass.).
- CUSHMAN, J. A., & TODD, R. (1948): *A foraminiferal fauna from the New Almaden District, California*. Contr. Cshm. Lab. For. Res. 24, 4, pp. 90–98.
- DALBIEZ, F. (1955): *The genus Globotruncana in Tunisia*. Micropaleontology 1, 2, pp. 161–171.
- (1957): *The generic position of Rotalia deeckeii Franke, 1925*. Micropaleontology 3, 2, pp. 187–188.
- DUBOURDIEU, G., & SIGAL, J. (1949): *Notes stratigraphiques et paléontologiques sur la région du Dj. Ouenza (Algérie) (Aptien, Albien, Cénomanien)*. Bull. Soc. géol. France [5^e sér.] 19, pp. 205–221.
- (1951): *Albien, Vraconien et Cénomanien inférieur de l'Ouenza (Algérie): observations nouvelles et subdivisions corrigées*. C.R. somm. Soc. géol. France [6^e sér.] 1, pp. 78–80, 5 mars.
- ELLIS, B. F., & MESSINA, A. R. (1940): *Catalogue of Foraminifera*. Amer. Mus. Nat. Hist. Spec. Publ. (New York), with suppl.
- FRANKE, A. (1925): *Die Foraminiferen der pommerschen Kreide*. Abh. geol.-pal. Inst. Univ. Greifswald 6, pp. 1–96.
- GANDOLFI, R. (1942): *Ricerche micropal. e stratigr. sulla Scaglia e sul flysch cretacici dei dintorni di Balerna (canton Ticino)*. Riv. ital. Paleont. anno 48, 1942 XX (Suppl.).
- (1957): *Notes on some species of Globotruncana*. Contr. Cshm. Found. Foram. Res. 8, 2, pp. 59–65.
- GUILLAUME, H. (1957): *Géologie du Montsalvens (Préalpes fribourgeoises)*. Mat. Carte géol. Suisse [NS] 104.
- HAGN, H., & ZEIL, W. (1954): *Globotruncanen aus dem Ober-Cenoman u. Unter-Turon der Bayerischen Alpen*. Eclogae geol. Helv. 47, 1, pp. 1–60.
- HARLTON, B. H. (1927): *Some Pennsylvanian Foraminifera from the Glenn formation of southern Oklahoma*. J. Pal. 1, pp. 15–27.
- HILTERMANN, H. (1947): *Fortschritte der stratigr. Mikropal. in Deutschland*. Festschr. z. 150. Jahresfeier der naturhist. Ges. Hannover. 94. bis 98. J.-Ber. Naturhist. Ges. Hannover, pp. 7–34.

- HOFKER, J. (1956): *Die Globotruncanen von Nordwest-Deutschland und Holland*. N. Jb. geol. u. pal. Abh. 103, 3, pp. 312–340.
- KIKOÏNE, J. (1947): *Mise au point sur la nomenclature de Globorotalia cushmani Morrow*. C.R. somm. Soc. géol. France [5^e sér.] 17, pp. 287–293, 17 nov.
- KLASZ, I., de (1953): *Einige neue oder wenig bekannte Foraminiferen aus der helvetischen Oberkreide der bayerischen Alpen, etc.* Geol. Bavaria 17, pp. 223–239.
- KLAUS, J. (1959): *Stratigraphie et micropaléontologie du «Complexe schisteux intermédiaire» dans le synclinal de la Gruyère*. Actes Soc. Helv. Sci. nat. Glaris 1958, pp. 123–126.
- KSIAZKIEWICZ, M. (1950): *On the age of the variegated marls in the Flysch of the Western Carpathians*. Ann. Soc. géol. Pologne 19 (1949), pp. 339–358.
- (1958): *On the Turonian in the Pieniny Klippe belt*. Bull. Acad. polon. Sci. 6, 8, pp. 537–544, Jan. 4.
- KÜPPER, K. (1955): *Upper Cretaceous Foraminifera from the «Franciscan series», New Almaden district, California*. Contr. Cushm. Found. Foram. Res. 6, 3, pp. 112–118.
- LAPPARENT, J., DE (1918): *Etude lithologique des terrains crétacés de la région d'Hendaye*. Expl. Carte géol. dét. France. Mém. 17.
- LOEBLICH, A. R., Jr., & TAPPAN, H. (1946): *New Washita Foraminifera*. J. Pal. 20, 3, pp. 238–258.
- MARIE, P. (1948): *A propos de Rosalinella Cushmani (Morrow)*. C.R. somm. Soc. géol. France [5^e sér.] 18, pp. 39–42, 19 janv.
- MORNOD, L. (1950): *Les Globorotalidés du Crétacé supérieur du Montsalvens (Préalpes fribourgeoises)*. Eclogae geol. Helv. 42, 2 (1949), pp. 573–596.
- MORROW, A. L. (1934): *Foraminifera and Ostracoda from the Upper Cretaceous of Kansas*. J. Pal. 8, 2, pp. 186–205.
- ORBIGNY, A., d' (1839): in SAGRA, R., DE LA (1839): *Histoire physique, politique et naturelle de l'île de Cuba*. A. Bertrand (Paris), vol. 8.
- (1840): *Mémoire sur les foraminifères de la craie blanche du Bassin de Paris*. Soc. géol. France. Mém. 4, 1.
- OLBERTZ, G. (1942): *Untersuchungen zur Mikrostratigr. der Oberen Kreide Westfalens (Turon – Emscher – Unteresenon)*. Pal. Z. 23, 1/2, pp. 74–156.
- PLUMMER, H. J. (1931): *Some Cretaceous Foraminifera in Texas*. Univ. Texas Bull. 3101 (Austin), pp. 109–203.
- QUEREAU, E. C. (1893): *Die Klippenregion von Iberg (Sihlthal)*. Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] 33.
- REICHEL, M. (1950): *Observations sur les Globotruncana du gisement de la Breggia (Tessin)*. Eclogae geol. Helv. 42, 2 (1949), pp. 596–617.
- (1957): *News report (Switzerland)*. Micropaleontology 3, 1, pp. 92–94.
- REISS, Z. (1957): *The Bilamellidea, nov. superfam., and remarks on Cretaceous Globorotaliids*. Contr. Cushm. Found. Foram. Res. 8, 4, pp. 127–145.
- (1958): *Notes on Foraminifera from Israel. 7. Remarks on the age of the so-called «Dalia-marls» in northern Israel*. State of Israel geol. Survey, Bull. 17, pp. 3–4.
- RENZ, O. (1936a): *Stratigr. u. mikropaleont. Untersuchungen der Scaglia (Obere Kreide-Tertiär) im zentr. Apennin*. Eclogae geol. Helv. 29, 1, pp. 1–149.
- (1936b): *Über Globotruncanen im Cénomanien des Schweizer Jura*. Eclogae geol. Helv. 29, 2, pp. 500–503.
- SACAL, V., & DEBOURLE, A. (1957): *Foraminifères d'Aquitaine, 2^e part. Peneroplidae à Victoriliidae*. Mém. Soc. géol. France [NS] 36, 1.
- SCHIJFSMA, E. (1955): *La position stratigraphique de Globotruncana helvetica Bolli en Tunisie*. Micropaleontology 1, 4, pp. 321–334.
- SIGAL, J. (1948a): *Précisions sur quelques Foraminifères de la famille des Globorotaliidae*. C. R. somm. Soc. géol. France [5^e sér.] 18, pp. 13 sqq., 19 janv.
- (1948b): *Notes sur les genres de foraminifères Rotalipora Brotzen 1948 et Thalmanninella. Fam. des Globorotaliidae*. Rev. Inst. fr. Pétr. 3, 4, pp. 95–103.
 - (1952a): *Aperçu stratigraphique sur la micropaléontologie du Crétacé*. 19^e Congr. géol. intern. Monogr. régionales (11), Algérie, 26.
 - (1952b): *Observation sur l'âge cénomanien d'une microfaune récemment décrite dans la région de Taza (Maroc)*. C. R. somm. Soc. géol. France [6^e sér.] 2, pp. 309–311, 17 nov.

- SIGAL, J. (1955a): *Notes micropaléontologiques nord-africaines. 2. Sur l'extension du genre Ticinella Reichel, 1949.* C. R. somm. Soc. géol. France [6^e sér.] 5, p. 225, 20 juin.
- (1955b): *id. 3. Rosalines à une carene du Cénomanien et du Sénonien inférieur,* ibid., p. 226.
 - (1956a): *Notes micropaléontologiques nord-africaines. 4. Biticinella breggiensis (Gandolfi), nouveau morphogenre.* C. R. somm. Soc. géol. France [6^e sér.] 6, pp. 35–36, 6 févr.
 - (1956b): *id. 6. A propos de Globotruncana helvetica Bolli,* ibid., pp. 36–37.
 - (1956c): *Notes micropaléontologiques malgaches. 2. Microfaunes albiennes et cénomaniennes.* C. R. somm. Soc. géol. France [6^e sér.] 6, pp. 210–214, 18 juin.
 - (1958): *La classification actuelle des familles de Foraminifères planctoniques du Crétacé.* C. R. somm. Soc. géol. France [6^e sér.] 8, pp. 262–265, 16 juin.
- SUBBOTINA, N. N. (1953): *Fossil Foraminifera from the U.S.S.R., Globigerinidae, Hantkeninidae and Globorotaliidae.* Trudy Vses. Neft. geol. Ravzed Inst. [NS] 76 (Moscou, en Russe, trad. part. in KÜPPER, K., 1955), pp. 1–296.
- THALMANN, H. E. (1942): *The genus Globotruncana and its species.* Amer. Ass. Petr. Geol. 27th. Ann. Conv., Denver, Programm, pp. 49–50.
- (1946): *Mitteilungen über Foraminiferen, 5, 22: Über Globotruncana Renzi Thalmann 1942 u. Gandolfi 1942.* Eclogae geol. Helv. 39, 2, pp. 311–312.
- TRIEBEL, E. (1947): *Methodische u. technische Fragen der Mikropaläontologie.* Senckenberg-Buch 19.
- VERNIORY, R. (1956): *Extraction des microfossiles: une nouvelle méthode rapide.* Arch. Sci. Genève 9, 4, pp. 487–492, 6 décembre.
- (1957): *Utilisation des mouillants cationiques en micropaléontologie.* Arch. Sci. Genève 10, 1, pp. 116–125, 7 mars.
- VOGLER, J. (1941): *Beiträge z. Geologie von Niederländisch-Indien, 4, 4: Oberer Jura und Kreide von Misol.* Palaeontogr. Suppl. 4, pp. 245–293.
- VROMAN, A. J. (1958): *The Cénomanian-Turonian boundary in northern Israel (Preliminary note).* State of Israel geol. Survey. Bull. 17, pp. 1–2.

LISTE DES CARTES A CONSULTER

1. Cartes topographiques

Carte nationale de la Suisse, 1:50000, feuille 262 (Rochers de Naye)
Carte nationale de la Suisse, 1:25000, feuille 1.225 (Gruyères)

2. Cartes géologiques

- Carte géologique générale de la Suisse, 1:200000, feuille 6 (Sion). Publ. Comm. géol. Soc. helv. Sci. nat., 1942.
- CHATTON, M. (1947): Carte géologique des Préalpes médianes entre Gruyères et Charmey, 1:25000, in CHATTON, M., 1947, pl. 8.
- FAVRE, G. (1952): Carte géologique des Préalpes médianes entre l'Hongrin inférieur et la Sarine, 1:25000, in FAVRE, G., 1952, pl. 2.
- LOSER, H. (1944): Geologische Karte der Préalpes médianes zwischen Grandvillard und Scierne-Picats, 1:10000, in LOSER, H., 1944, inédit, Inst. de Géologie, Fribourg.
- PUGIN, L. (1952): Carte géologique des Préalpes dans la région du Moléson entre Gruyères et Albeuve, 1:25000, in PUGIN, L., 1952, pl. 1.
- SPOORENBERG, J. (1952): Carte géologique des Préalpes médianes au NW de Château-d'Oex, 1:25000, in SPOORENBERG, J., 1952, pl. 1.

Planche I

	Page
Fig. 1a-c. <i>Hedbergella trocoidea</i> (GANDOLFI)	
K. 848 o. Complexe schisteux intermédiaire, série médiane. Gare de Lessoc, coupe 5c (rive gauche de la Sarine), niveau 104, Cénomanien moyen	792
Fig. 2a-c. <i>Rotalipora (Ticinella) roberti</i> (GANDOLFI)	
K. 1517 j. Complexe schisteux intermédiaire, série basale. La Forclaz, coupe 8a (flanc de la Dent de Bourgoz), Albien supérieur. Exemplaire dont la disposition des ouvertures annonce celle des ouvertures du sous-genre <i>Thalmanninella</i> (grand développement des lèvres des ouvertures des dernières loges)	803
Fig. 3a-c. <i>Rotalipora (Ticinella) roberti</i> (GANDOLFI)	
K. 1517 d. Complexe schisteux intermédiaire, série basale. La Forclaz, coupe 8a (flanc de la Dent de Bourgoz), Albien supérieur. Exemplaire dont la disposition des ouvertures annonce celle des ouvertures du sous-genre <i>Rotalipora</i> (lèvres des ouvertures des der- nières loges petites, ouvertures accessoires situées sur la loge étirée vers l'ombilic)	803
Fig. 4a-c. <i>Rotalipora (Thalmanninella) ticinensis subticinensis</i> (GANDOLFI)	
K. 1517 h. Complexe schisteux intermédiaire, série basale. La Forclaz, coupe 8a (flanc de la Dent de Bourgoz). Albien supérieur. Remarquer la carène nette dans les tours internes, estompée ou ab- sente au dernier tour	803
Toutes les figures 75 ×	

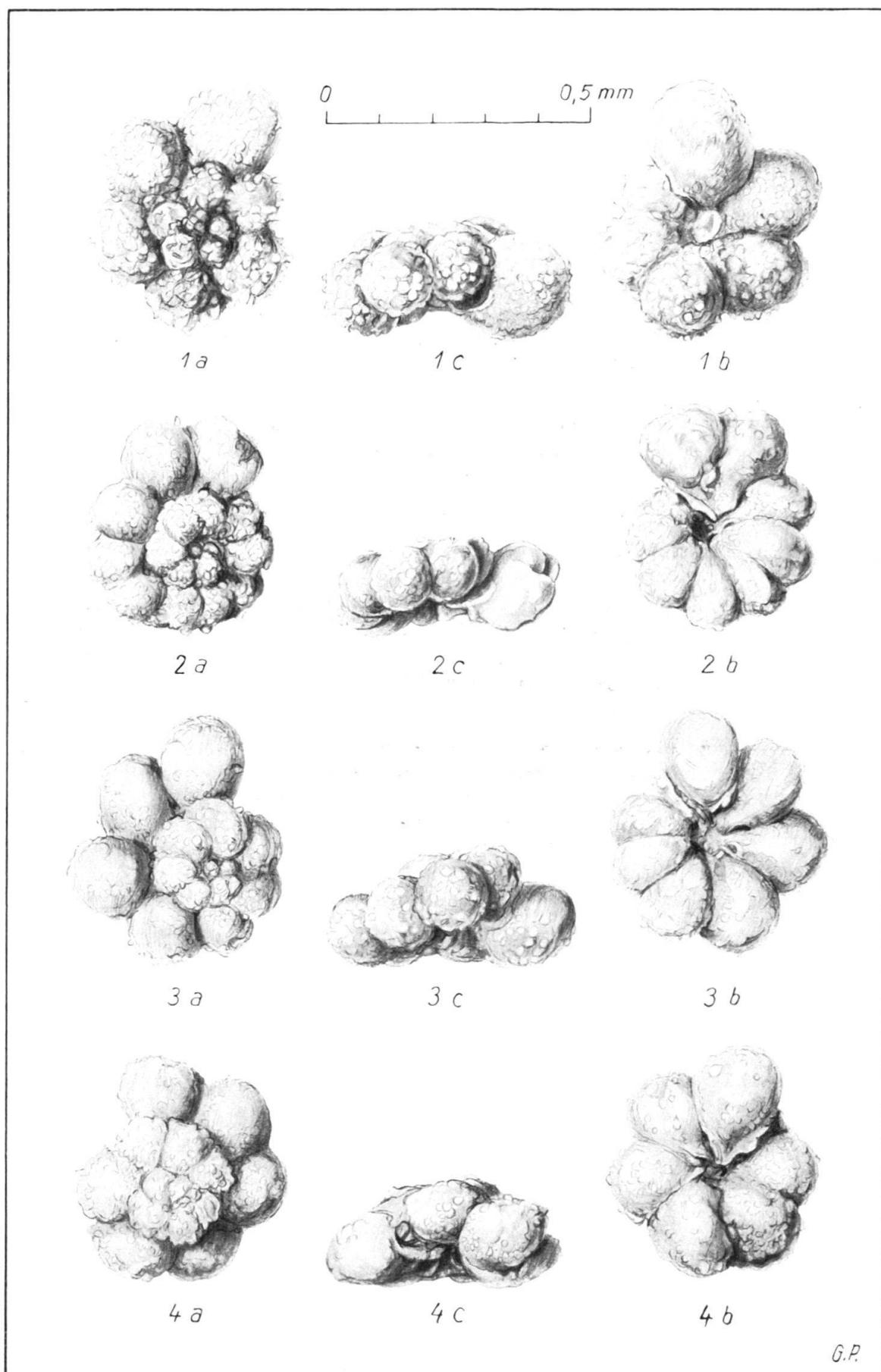


Planche II

	Page
Fig. 1 a-c. <i>Rotalipora (Thalmanninella) ticinensis ticinensis</i> (GANDOLFI)	
K. 1517 g. Complexe schisteux intermédiaire, série basale. La Forclaz, coupe 8a (flanc de la Dent de Bourgoz), Albien supérieur. Remarquer la carène présente jusqu'à la dernière loge	804
Fig. 2 a-c. <i>Rotalipora (Thalmanninella) multiloculata</i> (MORROW)	
K. 1516 c. Complexe schisteux intermédiaire, série basale. La Forclaz, coupe 8a (flanc de la Dent de Bourgoz), Albien supérieur	804
Fig. 3 a-c. <i>Rotalipora (Thalmanninella) greenhornensis</i> (MORROW)	
K. 868 m. Complexe schisteux intermédiaire, série médiane. Gare de Lessoc, coupe 5c (rive gauche de la Sarine), niveau 132, Cénomanien moyen. Remarquer les lèvres proéminentes des ouvertures accessoires dans le prolongement de la loge	805
Toutes les figures	75 ×

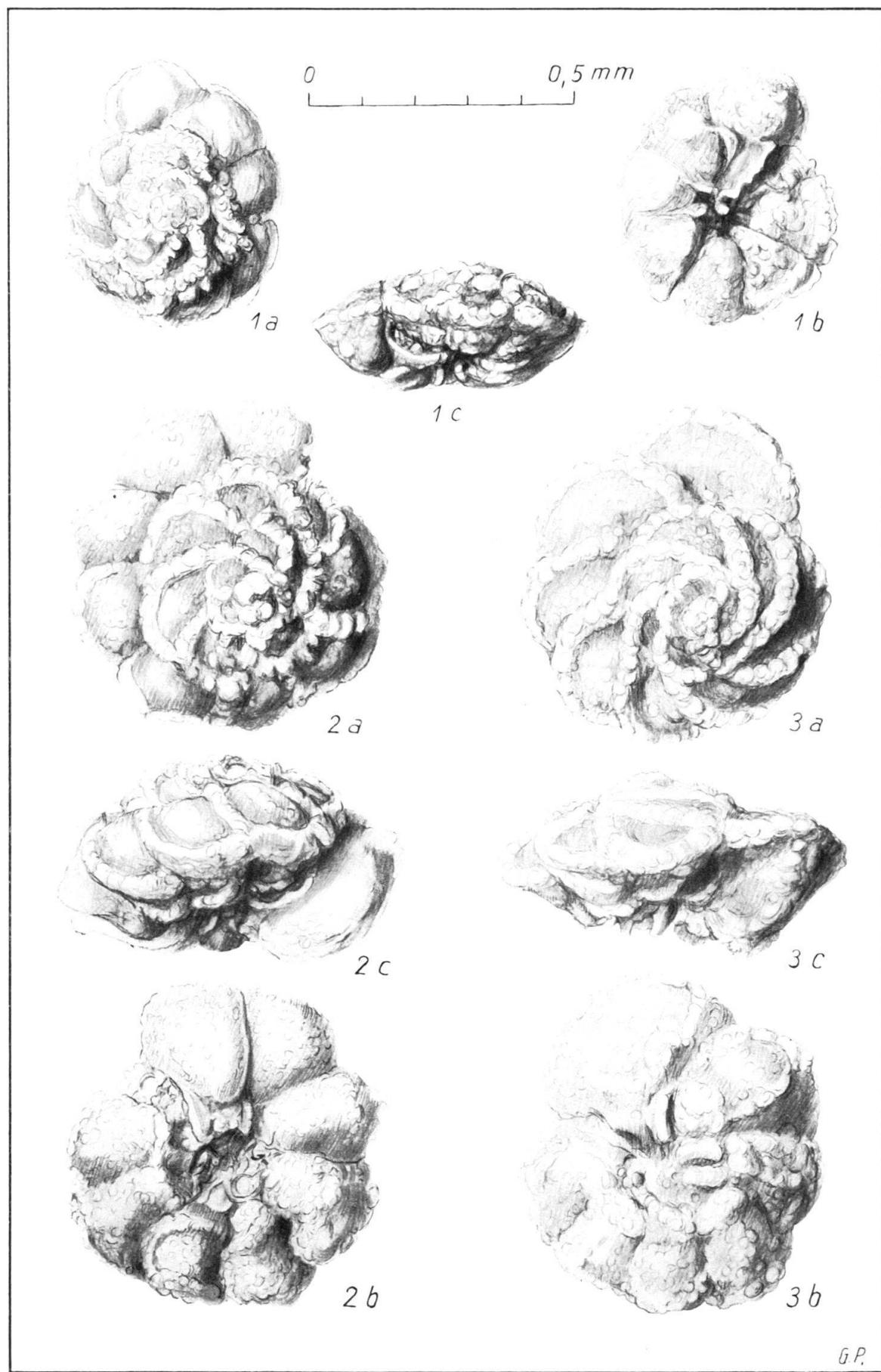
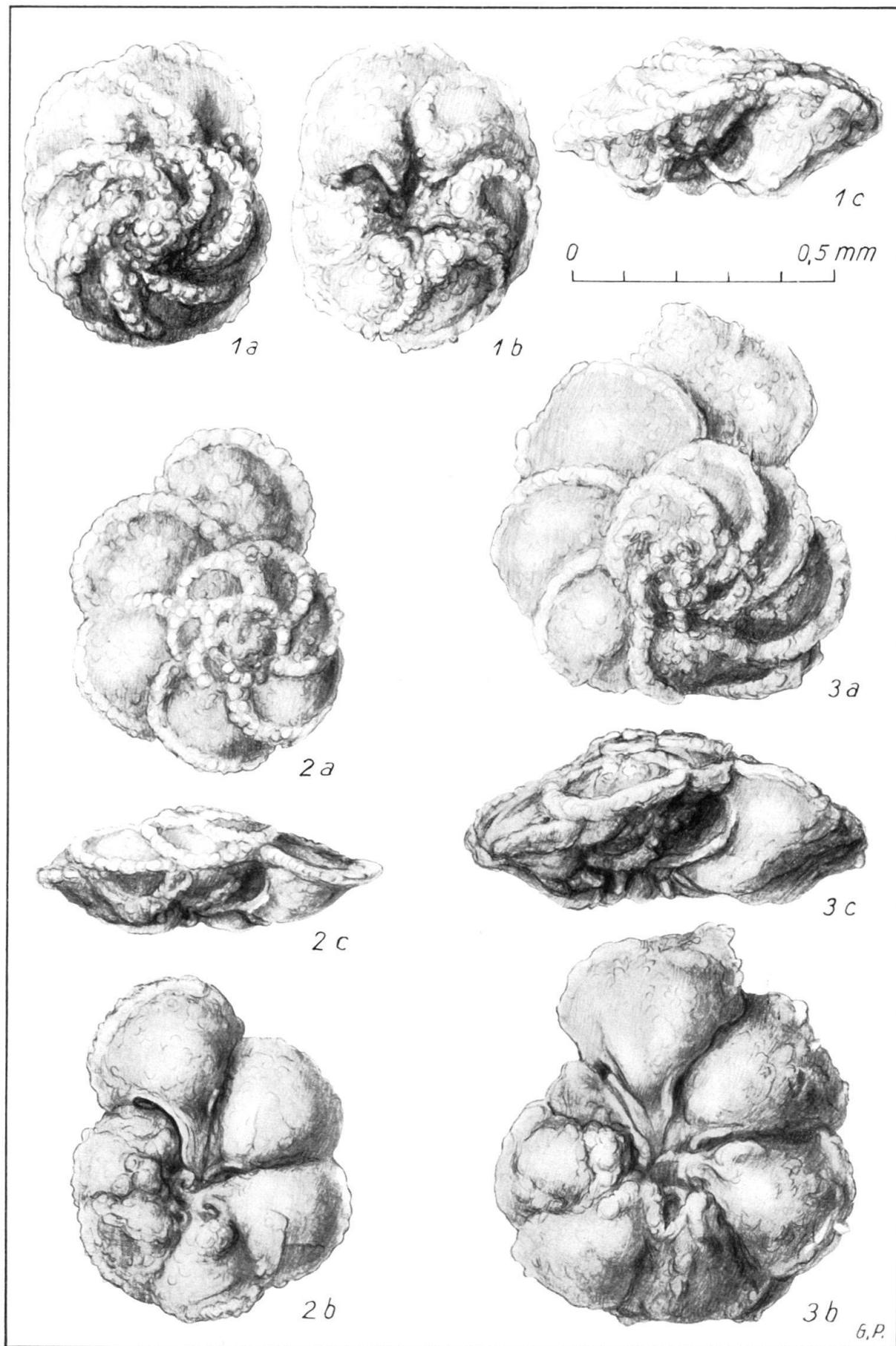


Planche III

Page

Fig. 1a-c. <i>Rotalipora (Thalmanninella) brotzeni</i> SIGAL	
K. 1085 u. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale.	
La Forclaz, coupe 8b (au col), Cénomanien supérieur – Turonien inférieur	805
Fig. 2a-c. <i>Rotalipora (Thalmanninella) appenninica balernaensis</i> (GANDOLFI)	
K. 839 b. Complexe schisteux intermédiaire, série médiane.	
Gare de Lessoc, coupe 5c (rive gauche de la Sarine), niveau 75, Cénomanien inférieur	808
Fig. 3a-c. <i>Rotalipora (Thalmanninella) appenninica appenninica</i> (RENZ)	
K. 1524 g. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale.	
La Forclaz, coupe 8c (au S du chalet), Cénomanien supérieur – Turonien inférieur. Noter la disposition de l'ouverture accessoire ménagée par le pro- longement que la loge envoie dans l'ombilic	808
Toutes les figures 75 ×	



6.P.

Planche IV

	Page
Fig. 1a-c. <i>Rotalipora (Thalmanninella) globotruncanoides</i> (SIGAL)	
K. 1523 q. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale.	
La Forclaz, coupe 8c (au S du chalet), Cénomanien supérieur – Turonien inférieur	805
Fig. 2a-c. <i>Rotalipora (Thalmanninella) reicheli</i> (MORNOD)	
K. 1085 v. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale.	
La Forclaz, coupe 8b (au col), Cénomanien supérieur – Turonien inférieur.	
Remarquer le dédoublement de la carène en deux rangs de pustules	806
Fig. 3a-c. <i>Rotalipora (Thalmanninella) evoluta</i> (SIGAL)	
K. 853 n. Complexe schisteux intermédiaire, série médiane.	
Gare de Lessoc, coupe 5c (rive gauche de la Sarine), niveau 116, Cénomanien moyen.	
La dernière loge est peut-être endommagée et en partie décortiquée, le volume étant donné par le remplissage de la loge	810
Fig. 4a-c. <i>Rotalipora (Thalmanninella ?) cf. micheli</i> (SACAL & DEBOURLE)	
K. 1524 h. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale.	
La Forclaz, coupe 8c (au S du chalet), Cénomanien supérieur – Turonien inférieur	810
Fig. 5a-c. <i>Rotalipora (Rotalipora) cf. montsalvensis</i> var. <i>minor</i> MORNOD	
K. 1523 u. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale.	
La Forclaz, coupe 8c (au S du chalet), Cénomanien supérieur – Turonien inférieur	812
Toutes les figures 50 ×	

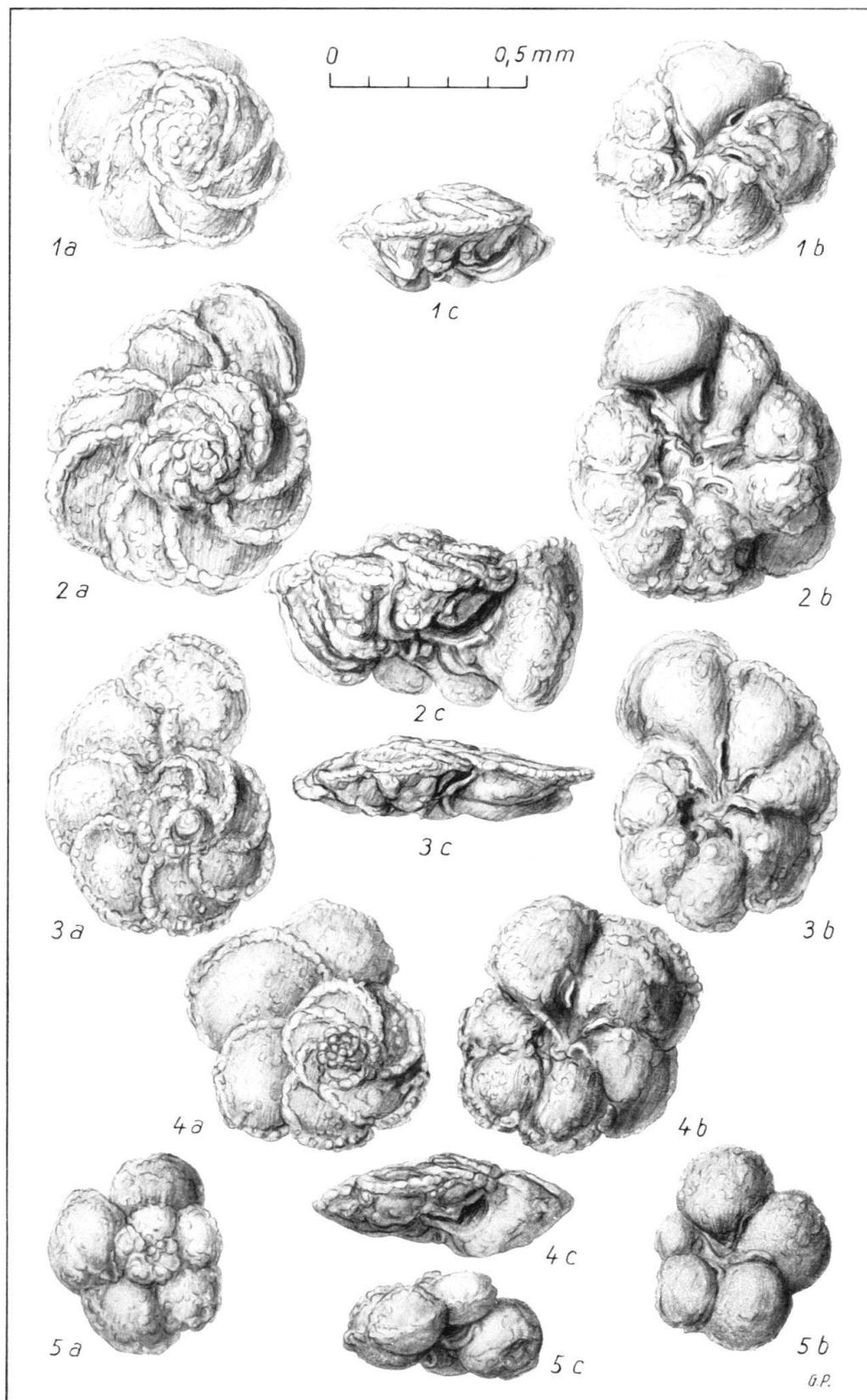


Planche V

	Page
Fig. 1a-c. <i>Rotalipora (Rotalipora) montsalvensis</i> MORNOD K. 1523 s. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale. La Forclaz, coupe 8c (au S du chalet), Cénomanien supérieur – Turonien inférieur	813
Fig. 2a-c. <i>Rotalipora (Rotalipora) cushmani</i> (MORROW) K. 1085 x. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale. La Forclaz, coupe 8b (au col), Cénomanien supérieur – Turonien inférieur Remarquer l'ouverture accessoire située franchement sur le flanc de la loge, étirée dans l'ombilic	814
Fig. 3a-c. <i>Rotalipora (Rotalipora) turonica</i> BROTZEN K. 1526 c. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale. La Forclaz, coupe 8c (au S du chalet), Cénomanien supérieur – Turonien inférieur	815
Fig. 4a-c. <i>Rotalipora (Rotalipora) turonica</i> var. <i>expansa</i> CARBONNIER K. 1085 y. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale. La Forclaz, coupe 8b (au col), Cénomanien supérieur – Turonien inférieur	816
Fig. 5a-c. <i>Rotalipora (Rotalipora) turonica</i> var. <i>thomei</i> HAGN & ZEIL K. 1085 d. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale. La Forclaz, coupe 8b (au col), Cénomanien supérieur – Turonien inférieur Toutes les figures 50 ×	817

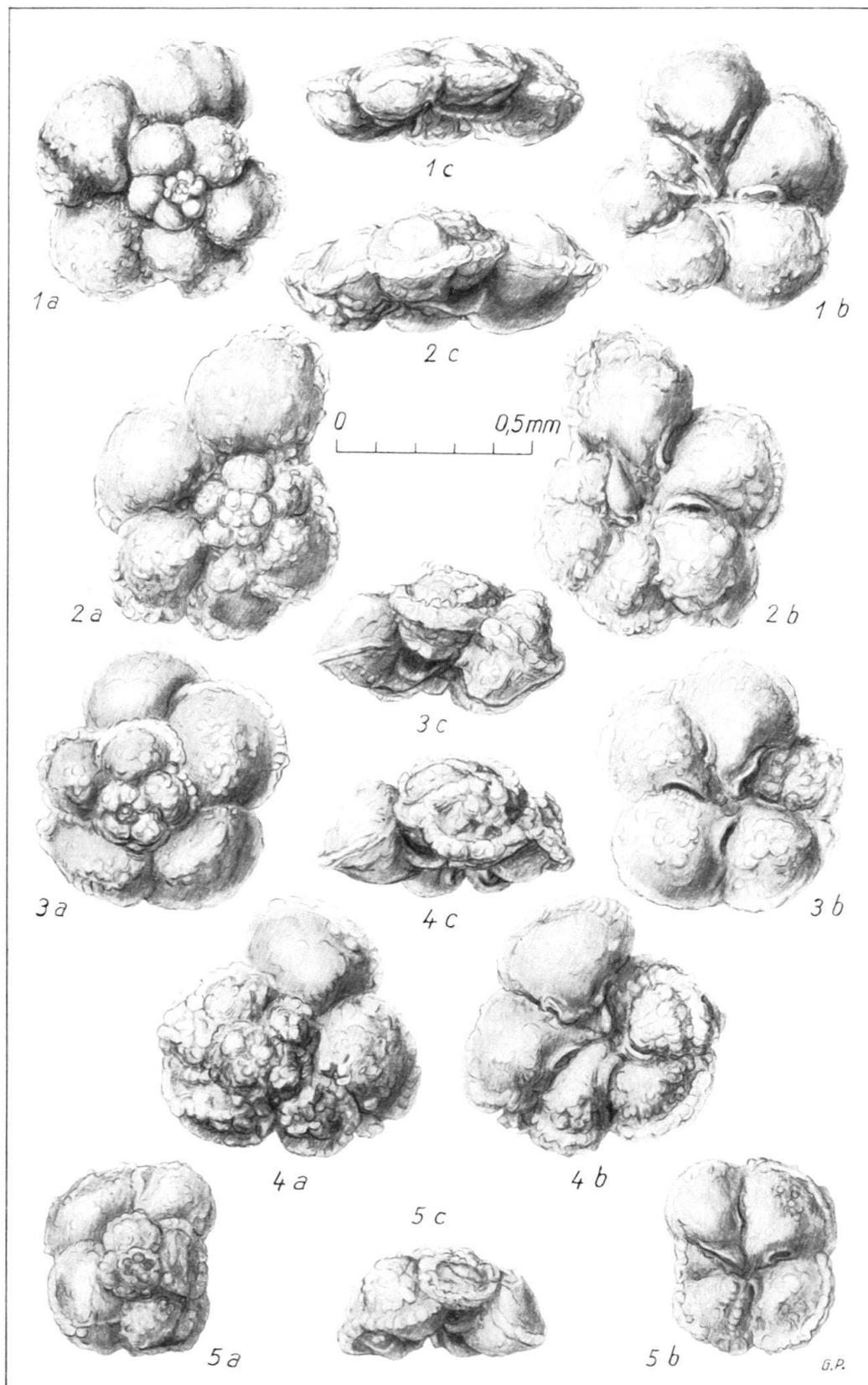


Planche VI

Page

Fig. 1a-c. <i>Praeglobotruncana delrioensis</i> (PLUMMER)	
K. 1538 a. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale. La Forclaz, coupe 8b (au col), Cénomanien supérieur – Turonien inférieur. Remarquer le double rang de pustules sur l'une des loges	793
Fig. 2a-c. <i>Praeglobotruncana stephani</i> (GANDOLFI)	
K. 1538 f. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale. La Forclaz, coupe 8b (au col), Cénomanien supérieur – Turonien inférieur. Ici également, le double rang de perles s'esquisse.	794
Fig. 3a-c. <i>Praeglobotruncana stephani</i> var. <i>turbinata</i> (REICHEL)	
K. 874 m. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale. Gare de Lessoc, coupe 5 (rive gauche de la Sarine), niveau 135, Turonien moyen	795
Fig. 4a-c. <i>Praeglobotruncana renzi</i> (THALMANN)	
K. 1305 d. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale. La Combaz, coupe 3, Turonien moyen. Les premières loges du dernier tour sont nettement bicarénées . .	795
Fig. 5a-c. <i>Praeglobotruncana schneegansi</i> (SIGAL)	
K. 873 l. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale. Gare de Lessoc, coupe 5c (rive gauche de la Sarine), niveau 134, Turonien moyen. Le double rang de perles est visible à toutes les loges	796
Toutes les figures	75 ×

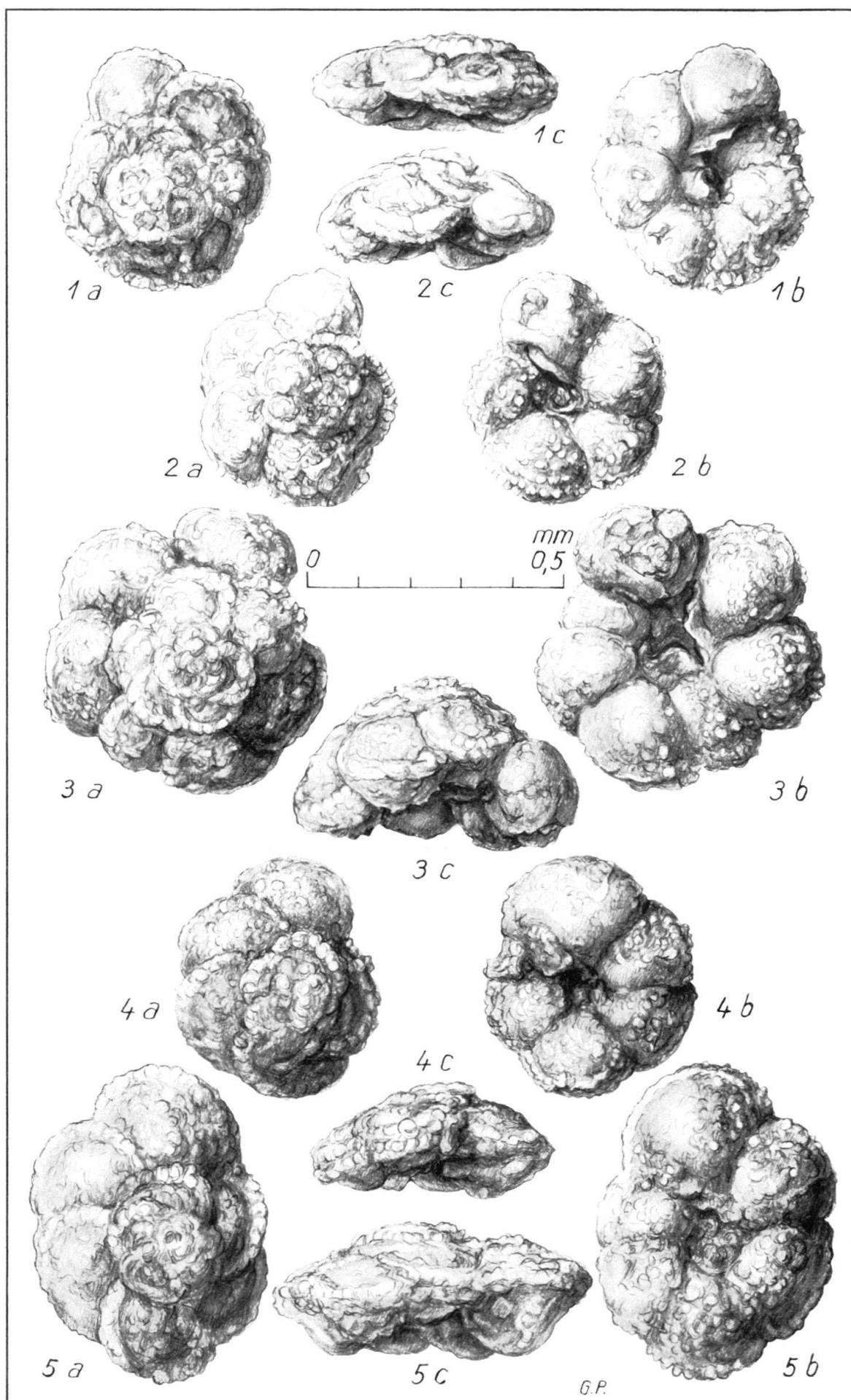


Planche VII

	Page
Fig. 1 a-c. <i>Globotruncana sigali</i> REICHEL	
K. 1532 a. Base des Couches rouges. La Forclaz, coupe 8c (au chalet), Turonien supérieur – Coniacien. Remarquer les cornets (en partie brisés) annonçant la disposition de l'ouverture du groupe <i>lapparenti</i> , ainsi que la dichotomisation de la carène	819
Fig. 2 a-c. <i>Praeglobotruncana</i> , forme intermédiaire entre <i>Praeglt. concavata</i> (BROTZEN) et <i>Praeglt. ? ventricosa</i> (WHITE).	
K. 876 n. Complexe schisteux intermédiaire, série terminale. Gare de Lessoc, coupe 5c (rive gauche de la Sarine), niveau 136, Turonien moyen	797
Fig. 3 a-c. <i>Globotruncana angusticarinata</i> GANDOLFI	
K. 1532 b. Base des Couches rouges. La Forclaz, coupe 8c (au chalet), Turonien supérieur – Coniacien. Les détails des ouvertures sont peu visibles	821
Fig. 4 a-c. <i>Globotruncana cf. lapparenti coronata</i> BOLLI	
K. 1569 b. Base des Couches rouges, collines de Grandvillard, Turonien supérieur – Coniacien. L'exemplaire est très plat, sans atteindre le parallélisme caractéristique des faces dorsales et ventrales de <i>coronata</i> . Noter le grand développement des lèvres de l'ouverture accessoire en parties cassées	821
Fig. 5 a-c. <i>Globotruncana arca</i> (CUSHMAN)	
K. 1532 e. Base des Couches rouges. La Forclaz, coupe 8c (au chalet), Turonien supérieur – Coniacien. Noter la spire haute et le bandeau carénal oblique	824
Toutes les figures 50 ×	

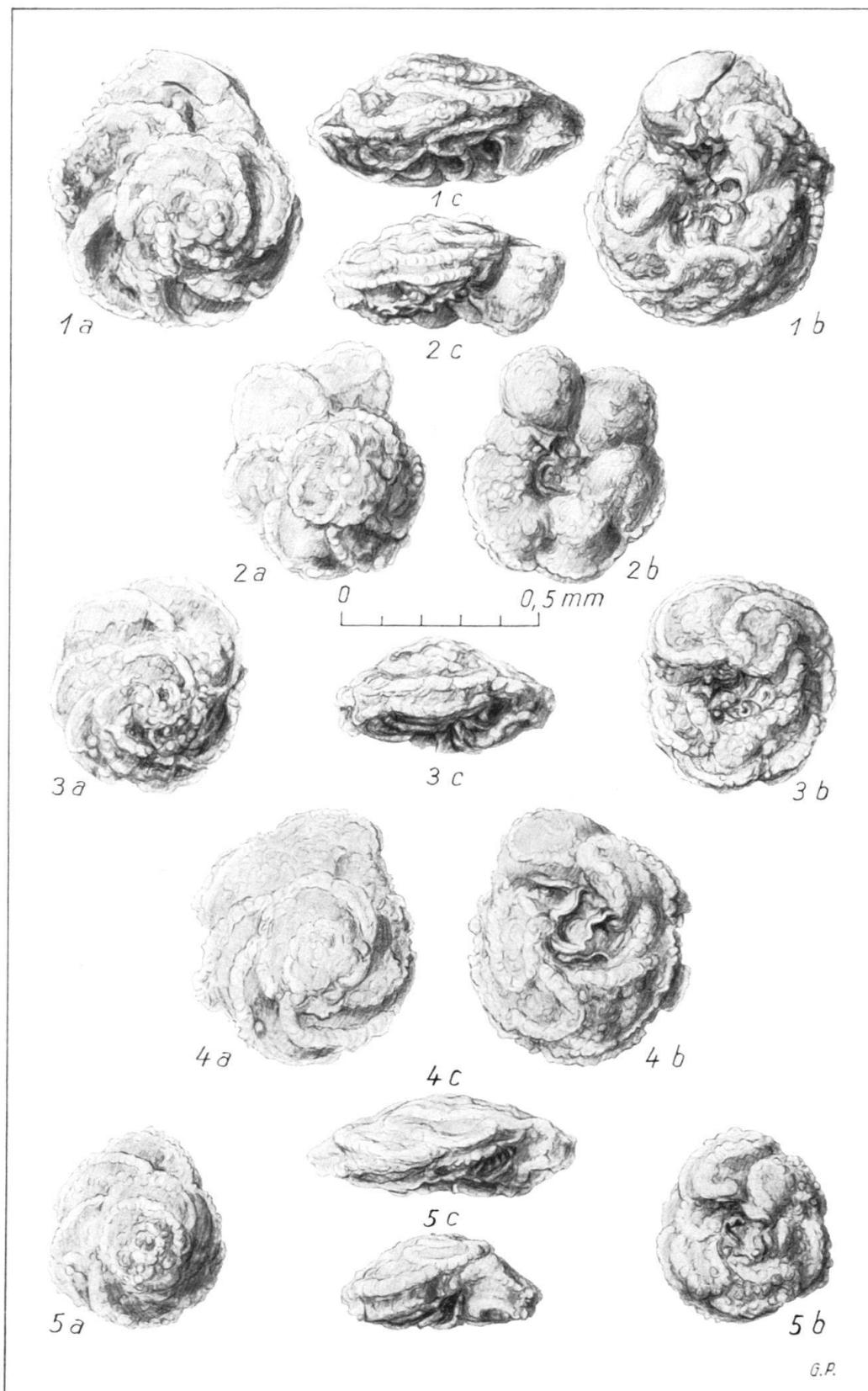


Planche VIII

	Page
Fig. 1a-c. <i>Globotruncana linneiana</i> (d'ORBIGNY)	
K. 1528 a. Base des Couches rouges. La Forclaz, coupe 8c (au chalet), Turonien supérieur – Coniacien. Noter la forme trapue, le côté dorsal et ventral presque parallèles. On distingue la disposition chevauchante et le grand développement des lèvres des ouvertures accessoires	823
Fig. 2a-c. <i>Globotruncana lapparenti lapparenti</i> BROTZEN	
K. 1528 b. Base des Couches rouges. La Forclaz, coupe 8c (au chalet), Turonien supérieur – Coniacien. Noter la forme plus conique des côtés dorsal et ventral	822
Fig. 3a-c. <i>Globotruncana lapparenti tricarinata</i> (QUEREAU)	
K. 1532 f. Base des Couches rouges. La Forclaz, coupe 8c (au chalet), Turonien supérieur – Coniacien. La convexité des côtés dorsal et ventral est encore plus accentuée	823
Fig. 4a-c. <i>Globotruncana fornicata</i> (PLUMMER)	
K. 1532 d. Base des Couches rouges. La Forclaz, coupe 8c (au chalet), Turonien supérieur – Coniacien. La dernière loge de cet exemplaire est endommagée. Noter la spire haute et le bandeau carénal étroit et oblique, l'allure lancéolée et imbriquée des loges sur la face ventrale	825
Fig. 5a-c. <i>Planomalina buxtorfi</i> (GANDOLFI)	
K. 1524 e. Complexe schisteux intermédiaire, série médiane. La Forclaz, coupe 8c (au S du chalet), Cénomanien moyen. La dernière loge, fendue, a été cassée après le dessin de la vue de profil et manque sur la vue latérale. Noter les lèvres des ouvertures résiduelles dans l'ombilic	829
Fig. 6a-c. <i>Biticinella ? breggiensis</i> (GANDOLFI)	
K. 1514 b. Complexe schisteux intermédiaire, série basale. La Forclaz, coupe 8a (flanc de la Dent de Bourgoz), Albien supérieur. Noter les lèvres de la portion marginale de l'ouverture, s'étendant dans l'ombilic Toutes les figures 50 ×	830

