

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 83 (1990)
Heft: 3: The Hans Laubscher volume

Artikel: Les Pectinidés du Miocène de Suisse occidentale
Autor: Demarcq, Gérard / Schoepfer, Pascal
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-166613>

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: 08.02.2026

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

Les Pectinidés du Miocène de Suisse occidentale

Par GÉRARD DEMARcq¹⁾ et PASCAL SCHOEPFER²⁾

RÉSUMÉ

L'étude de quelque 200 Pectinidés provenant du faciès «helvétien» (Molasse Marine Supérieure, Miocène inférieur) de Suisse occidentale a permis de reconnaître 13 espèces, dont 6 sont nouvellement citées. Ces espèces sont décrites de manière détaillée. Elles proviennent de gisements développés en milieu estuarin, deltaïque et, le plus fréquemment, de baie. Outre des formes banales ou endémiques, deux groupes principaux se dessinent: l'un provenant de la Téthys par la Vallée du Rhône, l'autre de la Paratéthys par la Bavière et le Vorarlberg. Le recours à la stratigraphie séquentielle permet de contrôler la répartition stratigraphique des Pectinidés étudiés. L'apparition successive de quatre groupes d'espèces, dictée par l'évolution des environnements sédimentaires dans le temps, permet un découpage biostratigraphique à valeur locale.

ABSTRACT

Near 200 Pectinids gathered from the “helvetic” facies (Upper Marine Molasse, Early Miocene) of Western Switzerland have been revised and determined. They are grouped into 13 species, 6 of which are mentioned for the first time in the study area. These species are described in detail. They have been collected from beds developed in estuarine, deltaic and, more frequently, bay environments. Leaving aside the unimportant or endemic forms, two main groups can be distinguished: a first one issued from the Tethys via the Rhône Valley, and a second one from the Paratethys through Bavaria and the Vorarlberg. Sequence stratigraphy has been used to determine the stratigraphical distribution of the Pectinids studied. The successive appearance of four groups of species, controlled by the evolution of sedimentary environments in time, allows a biostratigraphical subdivision which has a local value.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei der Bearbeitung von etwa 200 Pectiniden aus der «helvetischen» Fazies (Obere Meeresmolasse, Unterer Miocän) der Westschweiz konnten 13 Arten festgestellt werden, 6 davon werden erstmals aus diesem Gebiet aufgeführt. Alle Arten sind ausführlich beschrieben. Sie stammen aus Schichten, die sich in Estuar-, Delta- und besonders in Buchtenmilieu entwickelt haben. Abgesehen von weit verbreiteten und endemischen Formen findet man zwei Hauptgruppen: die erste aus der Tethys via Rhone-Tal herkommend, die zweite aus der Paratethys via Bayern und Vorarlberg. Sequenz-Stratigraphie wurde benutzt, um die stratigraphische Verteilung der studierten Pectiniden zu bestimmen. Das sukzessive Erscheinen von vier Artengruppen, das durch die zeitliche Entwicklung des Ablagerungsmilieus bedingt ist, erlaubt eine biostratigraphische Gliederung lokalen Wertes.

¹⁾ U.R.A. 11 C.N.R.S., Centre des Sciences de la Terre, Université Lyon I Claude Bernard, 29–43 Boulevard du 11 novembre, 69622 Villeurbanne, France.

²⁾ Institut de Géologie, Université de Fribourg, Boulevard de Pérolles, 1700 Fribourg, Suisse (actuellement: Shell UK Exploration and Production, P.O. Box 148, London WC2R ODX, United Kingdom).

Introduction

Les gisements fossilifères «helvétiens» (Molasse Marine Supérieure) de Suisse occidentale, célèbres depuis longtemps déjà (STUDER 1825; GILLIERON 1885) pour la richesse et la diversité de leur faune, ont fait l'objet de nombreuses récoltes et de déterminations paléontologiques. Etudiées essentiellement dans le cadre de monographies régionales (DILLENIUS 1911; BUESS 1920; RUTSCH 1928; EMMENEGGER 1962) à but parfois cartographique, ces couches fossilifères, que STUDER (1825) appelle «Petrefakttenlager», possèdent une extension latérale de l'ordre d'une centaine de mètres à quelques kilomètres. Elles ont, de ce fait, attiré l'attention des stratigraphes (GERBER 1932; RUTSCH 1933, 1947) qui les ont utilisées comme niveaux-repère dans le cadre de synthèses pas toujours très heureuses (RUTSCH 1958).

Bon nombre de fossiles renfermés dans ces gisements ne se présentent plus actuellement que sous forme de moules internes et sont, par conséquent, difficiles à déterminer avec précision. Les Pectinidés, par contre, possèdent le plus fréquemment une coquille dont la structure originelle finement préservée permet une étude optimale. Près de 200 exemplaires de ces Pectinidés, provenant de diverses collections (Musée d'Histoire Naturelle et Institut de Géologie de Fribourg; Musée d'Histoire Naturelle de Berne; collection privée de Mr. J.-C. Loup, Montévraz) et des récoltes de l'un de nous (P.S.) ont été examinés et ont fait l'objet de déterminations nouvelles ou réactualisées. Parmi eux, 13 espèces ont été reconnues, dont 6 sont citées pour la première fois en Suisse occidentale.

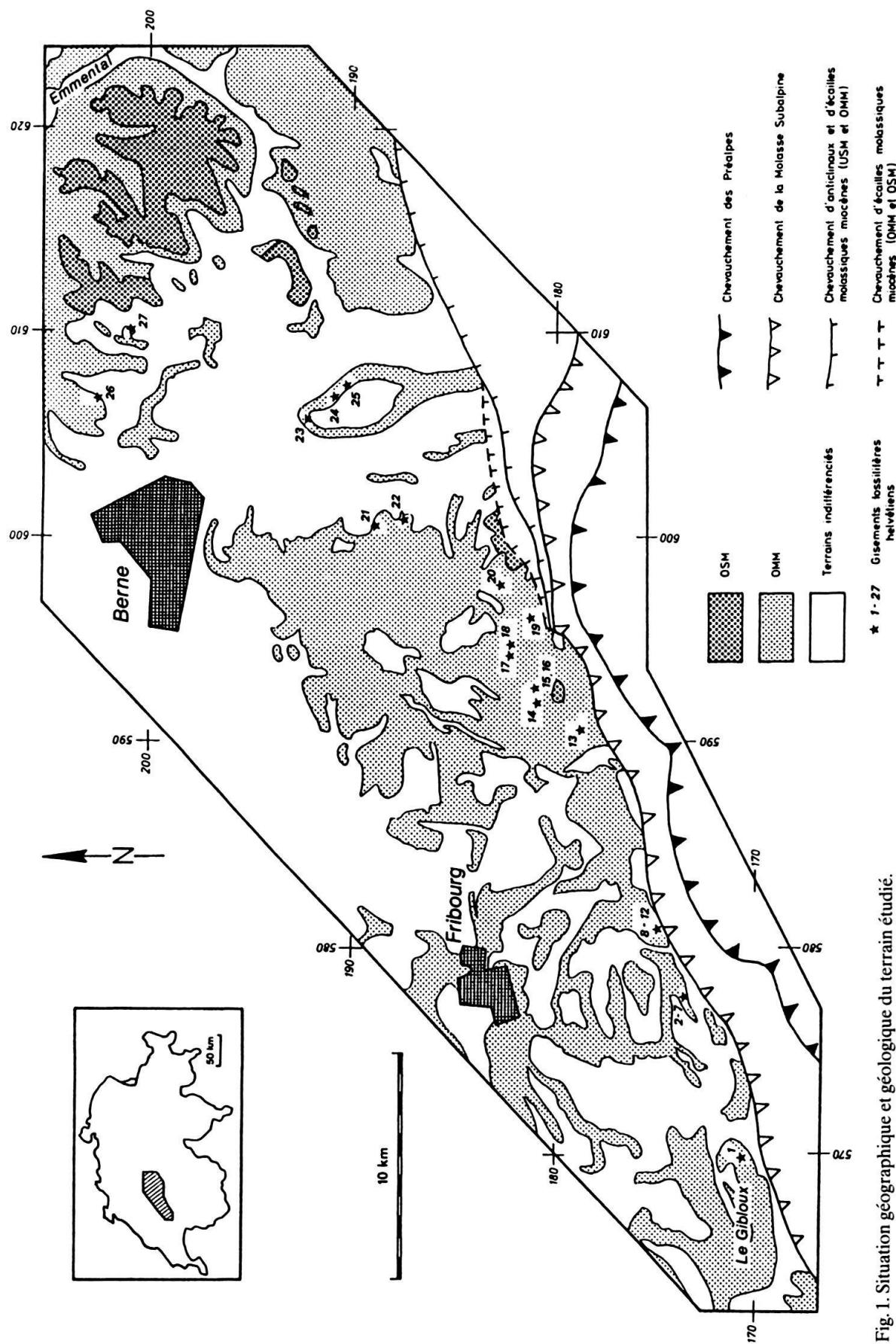
Nous nous proposons, dans un premier temps, de décrire de manière détaillée chacune des 13 espèces répertoriées. Puis, nous nous attacherons à confronter les caractéristiques sédimentologiques des principaux gisements dans lesquels elles ont été récoltées avec les indications paléoécologiques qu'elles fournissent. Enfin, nous tenterons de retracer l'évolution de la paléobiogéographie se dégageant de la pectinifaune et, à la lumière des nouvelles corrélations stratigraphiques basées sur l'analyse séquentielle (SCHOEPFER 1989), nous discuterons l'utilité biostratigraphique des Pectinidés de Suisse occidentale.

1. Situation générale

1.1 Situation géographique et géologique

Le terrain couvert par notre étude se situe en Suisse occidentale, au sud d'une transversale Fribourg–Berne. Il forme une bande large de 5 à 15 km, s'étendant du Gibloux (sud-ouest) aux confins de l'Emmental (nord-est), sur une distance de 50 km environ (fig. 1). Le relief y est marqué par une série de collines dont l'ampleur s'atténue progressivement vers le nord, et où les affleurements sont, en majorité, restreints aux entailles creusées par les cours d'eau.

La plus grande partie de ce secteur, limité au sud par les écailles frontales du domaine alpin, est constituée de Molasse Marine Supérieure (OMM) à caractère tabulaire et autochtone. Il s'agit d'un groupe stratigraphique d'âge Miocène inférieur, constitué de près de 1000 m de dépôts clastiques. Limité à sa base par un contact transgressif marqué [transgression burdigalienne, dont les modalités ont été mises en



évidence par BERGER (1985)], il est recouvert par les faciès fluviatiles et lacustres de la Molasse d'Eau douce Supérieure (OSM).

La partie inférieure, qui correspond au faciès «burdigalien», est formée, dans les parties septentrionale et occidentale du terrain étudié, d'une série gréseuse accumulée en milieu littoral, sous l'action des marées et des vagues (HOMEWOOD & ALLEN 1981; SCHOEPFER 1989). Vers le sud-est, cette série gréseuse passe progressivement à des dépôts conglomératiques (BECK & RUTSCH 1958) marins appartenant à des systèmes de deltas tressés grossiers.

La partie supérieure de la Molasse Marine Supérieure qui nous intéresse possède un faciès appelé classiquement «helvétien», représenté par des conglomérats, grès et marnes localement riches en macrofossiles marins (surtout Mollusques). Elle est caractérisée par l'installation d'un environnement estuarin, auquel succède un système de cônes deltaïques grossiers progradant vers le nord. Un dispositif de baie est développé latéralement et distalement aux deltas. Ces trois milieux de dépôt sont contrôlés, dans des proportions variables, par l'action des marées, des vagues, des tempêtes, des apports fluviatiles et par l'influence de la gravité (SCHOEPFER 1989).

Les Pectinidés que nous avons étudiés sont principalement représentés dans les baies. Ils sont également associés, à certains endroits, à la partie distale des accumulations deltaïques (prodelta et front de delta). Les exemplaires décelés dans le milieu estuarin sont ponctuels. Ces Pectinidés sont répartis en 27 gisements principaux (fig. 1), parmi lesquels 21 ont fait l'objet de déterminations et de révisions, alors que les données tirées des 6 autres proviennent de la littérature. Les coordonnées de tous ces gisements, calculées à partir des cartes nationales de la Suisse au 1:25 000 (Feuilles 1167, 1186, 1187, 1205 et 1206), sont présentées sur le tableau 1.

1.2 Stratigraphie séquentielle

La Molasse Marine Supérieure de Suisse occidentale est constituée de cinq ordres de séquences sédimentaires (SCHOEPFER 1989), délimitées par des surfaces de discontinuité indépendantes des environnements de dépôt. Ces cinq ordres se distinguent principalement par l'importance de la rupture sédimentaire à leurs limites (ampleur du «saut» de faciès entre le sommet d'une séquence et la base de la séquence sus-jacente) et par leur épaisseur. Les séquences de 5^e ordre correspondent aux unités les plus petites (épaisseur moyenne de 3 à 7 m). La séquence de 1^{er} ordre, quant à elle, constitue la plus grande partie de l'OMM (835 à 930 m d'épaisseur). Ces séquences sont caractérisées par le développement fréquent d'un mince intervalle condensé ou transgressif à leur base. Les dépôts le surmontant montrent généralement une tendance régressive bien marquée.

Les séquences du 4^e au 1^{er} ordre sont de nature allocyclique (SCHOEPFER 1989). Leurs limites, assimilables à des lignes isochrones, présentent une extension plurikilométrique. La corrélation de ces limites à l'échelle du terrain étudié a permis de définir un cadre chronostratigraphique (SCHOEPFER 1989). Cette corrélation a été effectuée à partir d'un horizon-repère majeur affleurant principalement dans la partie orientale du secteur étudié, mais également préservé de manière ponctuelle à l'Ouest, dans la région de La Combert. Il s'agit du «Muschelsandsteinhorizont» (RUTSCH 1928) et de

Gisements	Localités	Coordonnées/alt.	Réf. bibliographiques
1	Gibloux	569.805/170.640/1195 m	C,N,R,U
2	La Combert,Oberbiet	577.390/173.300/ 962 m	C,I,Q
3	La Combert,Oberbiet	577.520/173.355/ 965 m	I,Q
4	La Combert,Sous la Combert	577.745/173.555/ 948 m	Q
5	" " "	577.795/173.565/ 925 m	Q
6	La Combert, La Combe	577.995/174.130/ 970 m	C,I,Q
7	La Combert, Les Chenalettes	578.190/173.725/ 850 m	Q
8	Burgerwald,Schwand de la Riedera	580.300/174.710/ 880 m	I,Q,
9	" " "	580.255/174.655/ 887 m	E,Q
10	" " "	580.250/174.445/ 915 m	C,D,E,Q
11	Burgerwald,R. du Berri	580.790/174.715/ 893 m	D,E,Q
12	Burgerwald,Pont des Pilons	581.720/174.980/ 890 m	C,D,E,Q
13*	Guggisberg,Hostetten	590.525/178.800/ 990 m	A,B,H
14	Guggisberg,Lonibach	591.980/180.855/1010 m	L,T
15*	Guggisberg,Pfadscueuer	592.720/180.845/1020 m	L,T
16*	Guggisberg,Moosholz	593.850/181.450/1035 m	L,M,T
17*	Guggisberg,Wydengraben	594.450/182.355/ 860 m	M
18*	Guggisberg,Hänselli	594.800/182.350/ 920 m	M
19*	Guggisberg,Chräjeren	595.890/181.450/ 800 m	J,T
20	Rüscheegg-Gr.,Scheibenstand	597.475/182.800/ 740 m	J,M
21	Längenberg,Imihubel	600.235/189.350/ 940 m	A,B,H,M,P,S
22	Längenberg,Bütschelegg	600.920/187.970/ 990 m	A,B,H,M,S
23	Belpberg,Hohburg-Gr.	605.940/192.270/ 735 m	A,B,H,O
24	Belpberg,Aarwald	606.995/191.395/ 680 m	A,B,H,O
25	Belpberg,Marchbach-Gr.	607.580/190.240/ 680 m	A,B,H,O
26	Bantiger,Katzenstieg	606.725/202.550/ 860 m	B,F,G,H,K
27	Utzigen-Radelfingen	610.250/200.800/ 760 m	B,G,H,K

A = STUDER, 1825	H = RUTSCH, 1928	O = BECK & RUTSCH, 1958
B = STUDER, 1853	I = TERCIER, 1928	P = RUTSCH, 1958
C = GILLIERON, 1885	J = GERBER, 1932	Q = EMMENEGGER, 1962
D = DILLENIUS, 1911	K = RUTSCH, 1933	R = DORTHE, 1962
E = BUESS, 1920	L = FRASSON, 1947	S = RUTSCH, 1967
F = GERBER, 1923	M = RUTSCH, 1947	T = SCHMID, 1970
G = GERBER, 1926	N = MORNOD, 1949	U = BOEGLI, 1972

* = gisements dont les Pectinidés n'ont pas fait l'objet d'une détermination/révision

Tableau 1: Liste des principaux gisements fossilifères «helvétiens» de Suisse occidentale renfermant des Pectinidés.

ses équivalents, développés dans la partie sommitale de la Molasse Marine Supérieure. Ce niveau, épais de 12 m au maximum et riche en huîtres, repose sur une surface de discontinuité majeure à caractère discordant, marquant le sommet de la séquence de 1^{er} ordre.

Le tableau 2 présente la répartition chronostratigraphique séquentielle des principaux gisements fossilifères «helvétiens» renfermant des Pectinidés (voir tableau 1). Ces gisements ont été positionnés par rapport aux séquences de 3^e ordre (épaisses de 50 à 55 m en moyenne, au nombre de 21 dans la séquence de 1^{er} ordre) et de 4^e ordre (épaisses de 15 à 20 m en moyenne, au nombre de 3 dans chaque séquence de 3^e ordre) dans la partie supérieure de l'OMM.

SEQUENCES				PRINCIPAUX GISEMENTS FOSSILIFERES "HELVETIENS"																									
3 ^e ordre	4 ^e ordre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
21	3																												
	2																												
	1																												
20	3																												
	2																												
	1																												
19	3																												
	2																												
	1																												
18	3																												
	2																												
	1																												
17	3																												
	2																												
	1																												
16	3																												
	2																												
	1																												
15	3																												
	2																												
	1																												
14	3																												
	2																												
	1																												
13	3																												
	2																												
	1																												

Tableau 2: Répartition chronostratigraphique séquentielle des principaux gisements fossilifères «helvétiens» de Suisse occidentale renfermant des Pectinidés (voir Tableau 1).

1.3 Biostratigraphie

La Molasse Marine Supérieure de Suisse occidentale a fait l'objet, ces dernières années, d'analyses biostratigraphiques détaillées (BERGER 1983, 1985; SCHOEPFER 1986). Une synthèse des résultats obtenus a été présentée récemment par SCHOEPFER & BERGER (1989). Nous en reprenons ici les principaux éléments concernant le faciès «helvétien» (SCHOEPFER 1989).

Les problèmes liés aux conditions écologiques très contrastées d'un endroit à l'autre du bassin, aux migrations de faune et à la conservation souvent médiocre des microorganismes, ont été résolus en comparant la distribution des principaux groupes de microfossiles représentés. La zonation internationale de MARTINI (1971) a été utilisée pour les nannofossiles calcaires. Les datations par les foraminifères planctoniques et benthiques ont été réalisées à partir de leur répartition dans les couches d'âge Eggenburgien et Ottangien en Bavière (WENGER 1987) et en Paratéthys centrale (STEININGER & SENES 1971; PAPP et al. 1973; STEININGER et al. 1976; RÖGL 1989).

Les nannofossiles calcaires (déterminés par C. MÜLLER) indiquent, pour le faciès «helvétien», un âge compris entre la partie supérieure de la Zone NN2 et la limite NN3-NN4. La partie la plus ancienne de cet intervalle est marquée par la première apparition de *Sphenolithus belemnos* BRAM. & WIL., ainsi que par la présence de *Helicosphaera ampliaperta* BRAM. & WIL. et *carteri* (WALL.) KPT. La dernière apparition commune de *Sphenolithus belemnos* BRAM. & WIL. et de *Helicosphaera cf. ampliaperta* BRAM. & WIL., ainsi que la fin de la période de prédominance de *Discoaster druggii* BRAM. & WIL., coïncident avec le sommet de cet intervalle.

Parmi les foraminifères planctoniques (déterminés par I. CICHA et W. WENGER) représentés dans le faciès «helvétien», *Globigerina angustumilicata* BOLLI, *Globige-*

rina ciperoensis ottnangensis RÖGL, *Globigerina* cf. *folliata* BOLLI et *Globigerina dubia* EGGER, indiquent un âge Eggenburgien à Ottangien supérieur (voire même Karpatien basal). Les périodes de prédominance de *Globigerinoides trilobus immaturus* LE ROY, *Globigerina ciperoensis ottnangensis* RÖGL et *Globorotalia acrostoma* WEZEL suggèrent, dans cette fourchette, un âge essentiellement Ottangien.

Dans le groupe des foraminifères benthiques (déterminés par W. WENGER), *Sigmoilopsis ottnangensis* C., C. & Z. et *Elphidiella cryptostoma semiincisa* WENGER indiquent, pour le faciès «helvétien», un âge minimal correspondant à l'Eggenburgien supérieur. *Bolivina concinna* (K. & M.), *Stilostomella ottnangensis* (TOULA) et *Sigmoilopsis ottnangensis* C., C. & Z. suggèrent, par ailleurs, au maximum un âge Ottangien supérieur. Alors que *Hopkinsina bononiensis primiformis* (P. & T.), également représentée dans le faciès «helvétien», apparaît dès la base de l'Ottangien en Paratéthys centrale, elle se manifeste déjà beaucoup plus tôt dans la partie occidentale du sillon pétroalpin (BERGER 1985).

En conclusion, le faciès «helvétien» de Suisse occidentale possède un âge Eggenburgien supérieur à Ottangien (voire même Karpatien basal), ou Burdigalien moyen.

2. Description de la faune de Pectinidés

Dans le stock des échantillons examinés, seule une petite partie est restée sans détermination possible. Les 13 espèces recensées se répartissent en 8 *Chlamys*, 1 *Gigantopecten*, 2 *Pecten* et 2 *Flabellipecten*. Parmi elles, 6 sont citées pour la première fois en Suisse occidentale (DEMARCQ & SCHOEPFER 1988): *Chlamys macrotis* Sow., *Chl. praescabriuscula* FONT., *Chl. cf. radians* NYST, *Chl. pavonacea* FONT., *Chl. varia* L. et *Flabellipecten besseri* ANDREJ.. Nous décrirons toutes les espèces en détail; leur intérêt est grand pour des raisons paléobiogéographiques, phylogénétiques ou endémiques. Une seule espèce est laissée en nomenclature ouverte: *Chlamys* sp. N.D. (voir plus loin).

Pour alléger la monographie, la liste de synonymie est sélective et réduite aux citations importantes ou récentes. Les abréviations utilisées sont classiques: v.d. = valve droite; v.g. = valve gauche; d.a.p. = diamètre antéro-postérieur; d.u.p. = diamètre umbo-palléal. Pour le reste, la description est faite dans les termes français les plus simples et les plus clairs. La nomenclature paléontologique est conforme aux règles internationales en vigueur. L'ordre de présentation des espèces et leur dénomination spécifique et générique sont ceux de ROGER (1939) pour les *Chlamys* (sauf *Gigantopecten*) et de DEPERET & ROMAN pour les *Pecten* (1902) et les *Flabellipecten* (1910).

Genre *Chlamys* BOLTEN 1798

Chlamys palmata (LAMARCK 1819)

- 1819 *Pecten palmatus* LAMARCK, Hist. nat., (6), p. 182.
 1851 *Pecten crassicostatus* DUNKER, Gunzburg, (27), p. 164; pl. XXII, fig. 2-3.
 1851 *Pecten sulcatus* LMK. var. DUNKER. Gunzburg, (27), p. 166; pl. XXII, fig. 1 et 1a.
 1880 *Pecten crestensis* FONTANNES, Etudes VI, (72), p. 102 et 166; pl. 1, fig. 1-4.
 1910 *Manupecten crestensis* FONT., SCHAFER, Eggenburg, p. 42; pl. XX, fig. 8 et pl. XXII, fig. 1-2.
 1910 *Manupecten crestensis* var. *laevis* SCHAFER, Eggenburg, p. 41; pl. XIX, fig. 5-7.

- 1928 *Chlamys (Flexopecten) palmata* FONT., RUTSCH, Belpberg, p. 63–67, 110–111 et 157.
 1939 *Chlamys palmata* LAMARCK, ROGER, p. 71–74, pl. III, fig. 3, 4, 5, 5a, 7, 7a; pl. IV fig. 3 à 10; pl. X, fig. 11.
 1970 *Chlamys palmata* LMK. var. *crestensis* FONT., DEMARcq, B.R.G.M. 1970, p.55 et 59.

Matériel. 39 exemplaires dont: HO 28, v.d., Naturhistorisches Museum Bern, Hohburggraben, Belpberg (gisement 23), Helvétien, Schicht 13/14, coll. B. Hostettler, det. P./, déterminé comme tel; *pl. 1, fig. 1*.

Bb 83–13–6, v.d., Naturhistorisches Museum Bern, Grabung Belpberg 1983, Marchbachgraben (gisement 25), Schicht 16, 0–1,1 m, Helvétien, intitulé *Chlamys* sp. neue Art ?, plus ou moins effacé; *pl. 1, fig. 2*.

Bb 83–22–6, bivalve, Naturhistorisches Museum Bern, Grabung Belpberg 1983, Marchbachgraben (gisement 25), Schicht 15, Helvétien, non déterminé; *pl. 1, fig. 3a et 3b*.

Bb 83–22–5, v.g., Naturhistorisches Museum Bern, Grabung Belpberg 1983, Marchbachgraben (gisement 25), Schicht 15, Helvétien, avec *Paphia* sp.; *pl. 1, fig. 4*.

Bb 82–85–1, Naturhistorisches Museum Bern, Grabung Belpberg 1982, Hohburggraben (gisement 23), Schicht 13, 1–2 m, Helvétien, intitulé *Chlamys* sp.

Description. L'ensemble du matériel est assez bien conservé. Les couches du Belpberg y ont largement contribué. On note de grandes variations dans les lots d'échantillons. Certains sont si extrêmes qu'à première vue, hors contexte, ils seraient difficilement déterminables et parfois, du reste, n'avaient pas été déterminés. Une dizaine d'exemplaires sont conformes ou très proches du type de LAMARCK et des topotypes de Dischingen (Bavière) tels que le rappelle ROGER (1939, p. 72). Il n'est pas nécessaire de reprendre la description, sinon de mentionner les principaux caractères:

Convexité toujours faible, oreilles bien développées. A la v.d., 4 côtes principales larges, les 2 médianes surtout, de section rectangulaire, presque plane surtout vers le bord palléal. A la v.g., 5 côtes analogues, la médiane plus forte. On observe 2 à 5 côtes latérales nettement plus étroites et assez arrondies. Une fine ornementation de stries concentriques est parfois visible, mais moins sporadiquement que ne l'indique ROGER (1939).

On note toutefois déjà une tendance irrégulière soit par l'apparition d'une petite côte intercalaire, soit surtout par la subdivision d'une côte principale.

A partir de là, les variations sont de deux ordres: soit dans le sens de l'apparition de costules (forme *crestensis* FONT.) soit dans la multiplication irrégulière et plus ou moins poussée des côtes principales (particularité suisse). Mais auparavant notons, outre la présence de formes juvéniles, la taille adulte maximale observée; elle peut atteindre, chez l'exemplaire Bb 83–13–6, une v.d., en tenant compte de la cassure des bords latéraux, au moins 98 mm de d.u.p. et 90 mm de d.a.p., ce qui est plus que ce qu'indique ROGER (1939). Il est à noter que, chez de tels individus de grande taille, la plus grande valeur du d.a.p. passe au-dessus du milieu de la coquille, ce qui rend le contour de la valve plus arrondi au profit des bords latéraux. Cette observation confirme celle de ROGER (1939).

Voyons donc les deux formes de variation annoncées:

Forme *crestensis* FONT.

L'apparition de costules est rare et faible. Au plus six individus en témoignent, et de manière ténue. On en trouve un léger exemple sur 2 côtes et deux intervalles antérieurs de l'échantillon précité et d'une manière comparable et en même position sur le HO 28,

également une v.d.; tous les deux sont du Belpberg. Cette tendance est bien moins fréquente qu'en Autriche et que dans le bassin rhodano-provençal.

Elle a déjà été signalée par RUTSCH (1928, p. 110–111), ainsi que la forme de transition *laevis* SCHAFFER.

Forme *sulcatus* DUNKER (particularité suisse)

La duplication des côtes principales est par contre fréquente et montre tous les intermédiaires, depuis seulement 1 ou 2 jusqu'à la totalité.

Les modalités sont très irrégulières et le résultat est que les côtes sont toujours de largeur inégale, au moins deux d'entre elles; l'une est moins large que la moyenne des autres côtes, l'autre davantage, voisines ou non l'une de l'autre.

Ainsi l'exemplaire Bb 83–22–5, sans doute une v.g., montre 13 côtes; elles sont plus étroites sur les côtés, au nombre de 2 à 4; 2 côtes médianes sont plus larges que les autres, plus du double, mais sont bordées latéralement de côtes au contraire bien plus étroites. Chez les individus les plus dotés de côtes, cette disposition apparaît dès la région umbonale, si bien qu'on ne peut pas parler de «subdivision» de côte mais de multiplication précoce des côtes. Il faudrait un lot beaucoup plus important de valves, et de provenances diverses, pour juger alors de la généralité de ce phénomène. Si la «tendance à la division» des côtes a bien lieu, comme le dit ROGER (1939, p. 73) chez des exemplaires où leur nombre reste peu élevé, il semble bien que le surnombre des côtes soit inscrit dès le stade juvénile dans le cas où ce nombre est maximum.

Quoi qu'il en soit, on aboutit alors fréquemment à la forme «*sulcatus*» de DUNKER (1851) ainsi que le montrent les exemplaires ci-dessous:

Chez l'exemplaire HO 28, 15 côtes, dont une plus large et une plus étroite, vers le milieu; phénomène s'ajoutant à l'apparition dans quelques intervalles, et surtout vers le bord palléal, de 2 ou 3 petites costules (voir plus haut) «de tendance *crestensis*». Ceci prouve que les deux modes de variations de l'espèce, loin de s'exclure, peuvent se superposer.

L'exemplaire Bb-83–22–6 montre 16 côtes plus étroites sur les côtés, avec deux couples de côtes médianes inégales, l'une plus large, l'autre plus étroite.

Le grand exemplaire Bb-83–13–6, avec un même nombre de côtes, n'en présente pas qui soit plus étroite mais deux un peu plus larges, et l'ensemble de la valve arrive ainsi à prendre une allure assez régulière, ce qui est peu fréquent; seul un intervalle est plus large que les autres. A noter aussi de fines costules «*crestensis*» dans cet intervalle élargi et dans deux autres.

Comparaison. L'espèce est bien reconnaissable, de par ses fantaisies mêmes; seuls quelques individus incomplets, surtout si les oreilles manquent, peuvent dérouter. *Chlamys davidi* FONT., du Burdigalien de la vallée du Rhône, est toujours régulier quant au nombre et à la forme de ses côtes qui sont au nombre de 6 principales.

Répartition stratigraphique et géographique. *Chlamys palmata* LMK. caractérise le Burdigalien du sillon pétrolier depuis le domaine provençal jusqu'en Autriche (Eggenburg et ses équivalents). Il semble bien qu'en Suisse occidentale l'espèce, bien implantée (RUTSCH 1928, p. 110–111), a trouvé des conditions propices à son épanouissement, tant numérique que morphologique. Il est difficile de savoir pour l'instant si le berceau de l'espèce est oriental ou occidental; toutefois il se peut que l'équivalence de l'Eggenburgien autrichien soit un peu plus ancienne que les couches du Burdigalien moyen de Suisse et de la vallée du Rhône où elle est citée.

Chlamys scabrella (LAMARCK 1819)

- 1819 *Pecten scabrellus* LAMARCK, Hist. Nat., (6), p. 183, n° 24.
 1819 *Pecten seniensis* LAMARCK, Hist. Nat., (6), p. 182, n° 20.
 1910 *Aequipecten scabrellus* LMK., SCHAFFER, Eggenburg, (175), p. 33; pl. XV, fig. 9–12 et variétés.
 1928 *Chlamys (Aequipecten) seniensis* LAM., sp., RUTSCH, Belpberg, p. 63 et 109–110.
 1939 *Chlamys scabrella* LMK., ROGER, p. 104–107; pl. XII, fig. 8–10; pl. XIII, fig. 3–12.
 1970 *Chlamys scabrella* LMK., DEMARcq, B.R.G.M., 1970, p. 14, 55 et 155.
 1985 *Chlamys scabrella* LMK., DEMARcq, in RANGHEARD et al., Verrières, p. 779.

Matériel. 32 exemplaires assez mal conservés dont: A 6770, La Chaux-de-Fonds, v.g., Naturhistorisches Museum Bern, réc. par Gressly, un exemplaire initialement intitulé *Pecten praescabriusculus* FONT., accompagné d'un autre plus petit déterminé comme restant bien un *Chlamys praescabriuscula* FONT.; *pl. 1, fig. 5*.

2 exemplaires Ho 451 et Ho 452, Naturhistorisches Museum Bern, le premier bien conservé Ho 451, v.d., Aarwald, Belpberg (gisement 24), coll. B. Hostettler; *pl. 1, fig. 6*.

Description. L'état de conservation est irrégulier, souvent mauvais, d'où les quelques cf. et gr. dans le lot. Parmi les meilleurs, l'échantillon Ho 451 et celui de La Chaux-de-Fonds serviront à parfaire la description.

La convexité des valves, dans la mesure où l'on peut savoir laquelle – le crochet et les oreilles ayant souvent souffert – est, sauf déformation, moyenne et régulière mais varie selon les échantillons; la région umbonale est peu gonflée et le crochet descend lentement sans dépasser le bord cardinal, qui est rectiligne.

Le d.u.p. est légèrement inférieur au d.a.p.. La taille est variable; il y a des exemplaires juvéniles; le maximum est de 50 mm de d.a.p. et 47 mm de d.u.p., en tenant compte de l'érosion des bords, pour l'échantillon de La Chaux-de-Fonds: c'est un peu plus que n'indique ROGER (1939) mais moins que certains lots du Messinien du Maroc par exemple.

On compte 14 à 16 côtes, plus souvent 16, moyennement élevées, à section arrondie, un peu plus pincées vers le crochet mais s'aplanissant progressivement vers le bord palléal. Elles sont de même largeur que les intervalles. L'ornementation secondaire est caractéristique et marquée par un gradient morphologique depuis le crochet jusqu'à la périphérie. Elle commence par des lamelles concentriques, nettes mais peu élevées, régulières, un peu dans le style de *Chlamys radians* Nystr. Elles sont assez effacées par l'usure dans notre lot d'échantillons, mais bien visibles dans la partie umbo-antérieure de l'exemplaire de La Chaux-de-Fonds. Progressivement mais rapidement ces lamelles interfèrent avec des costules, d'abord fines puis de plus en plus marquées; de la sorte, chaque costule finit par porter une file de petites écailles, bien rangées transversalement de manière concentrique, selon le dessin des lamelles initiales. Ces costules n'ont pas toutes le même relief: parfois cette située au dos de la côte est plus forte; ou bien il y a une alternance. Chaque écaille est étirée vers le bord palléal, comme une goutte plus ou moins oblongue, tendant vers la forme d'une tuile romaine. On note une certaine obliquité du phénomène sur le flanc des côtes. On compte 4 à 6 costules sur les côtes et 3 à 5 dans les intervalles, ces derniers s'élargissant vers le bord palléal.

Les oreilles sont rarement conservées. L'antérieure de la v.g. du Ho 451, bien développée, montre 8 costules assez fortes ornées de lamelles serrées. Cette description entre dans la moyenne des variations de l'espèce.

Comparaison. La variabilité de l'espèce rend parfois les déterminations difficiles. Outre son évolution vers *Chlamys bollenensis* M.E. qu'étudie clairement ROGER (1939), il y a une certaine ressemblance avec *Chlamys elegans* ANDR., mais chez qui les côtes sont moins nombreuses et les lamelles fortement marquées. Cette dernière espèce, propre au Badénien du bassin de Vienne, de Hongrie et de Pologne, dérive probablement de *Chlamys scabrella* LMK. et la filiation serait intéressante à étudier, peut-être entre la Suisse et la Paratéthys.

Une confusion pourrait avoir lieu avec *Chlamys praescabriuscula* FONT. (voir plus loin la description de cette espèce) dans de mauvais cas de conservation. Mais la fine ornementation treillissée de cette dernière et la quasi-absence d'écailles initiales permettent de trancher. Néanmoins bien des erreurs ont été faites entre elles deux.

Répartition stratigraphique et géographique. *Chlamys scabrella* LMK. est une espèce très fréquente dans le domaine atlantico-méditerranéen au Néogène. Dès le Burdigalien inférieur elle se trouve dans la vallée du Rhône mais assez épars. Elle semble «éviter» *Chlamys praescabriuscula*. A l'inverse de cette dernière, elle devient abondante dans le Burdigalien supérieur de la plate-forme SE du Jura (DEMARCQ in RANGHEARD et al. 1985). Elle est connue en Suisse, dans le bassin de Vienne, en Italie du Nord, en Catalogne, en Oranie, au Maroc ainsi qu'en Aquitaine. Elle demeure au Miocène moyen, y compris dans le Badénien d'Autriche et de Pologne, semble moins fréquente au Tortonien, mais forme des populations très riches dans le Messinien du domaine d'Alboran (Oranie, Nord Maroc, un peu moins dans le sud de l'Espagne) et se retrouve dans le Miocène terminal de la Mer du Nord. Elle demeure très fréquente régionalement dans le Pliocène inférieur méditerranéen, où elle atteint les secteurs orientaux, mais est rare en Atlantique; elle diminue nettement dans le reste du Miocène, relayée par *Chlamys bollenensis* et s'éteint en Italie au Calabrien.

Au Burdigalien moyen en Suisse sa présence est bien marquée. RUTSCH (1928, p. 109–110) la cite sous le nom de *Chlamys seniensis* LAM. avec sa variété *elongatula* Sacco. Cela s'explique à partir de migrations probablement rhodaniennes, d'où sa prolifération dans le Burdigalien supérieur de la bordure jurassienne. En l'absence de documents en Bavière, il est permis de penser que sa venue en Autriche s'est faite par l'Italie du Nord et la zone occidentale de la Parathéthys, d'où elle a gagné le sud de la Pologne.

Chlamys macrotis SOWERBY

1847 *Pecten macrotis* SOWERBY in SMITH, (25), p. 420; pl. XVII, fig. 15.

1897 *Chlamys (Aequipecten) multiscabrella* Sacco, (118), p. 29; pl. VIII, fig. 38–41.

1939 *Chlamys macrotis* Sow., ROGER, p. 114; pl. XIV, fig. 7 à 10; pl. XV, fig. 7, 8.

Matériel. 2 échantillons: Ho 129, v.d., Naturhistorisches Museum Bern, Aarwald (gisement 24), Helvétien, coll. B. Hostettler, intitulé *Chlamys macrotis* ??; c'est celui décrit ci-dessous; pl. 1, fig. 7.

1 exemplaire douteux, collé sur *Flabellipecten* [L188, Schwand de la Riedera (gisement 10), coll. J.-C. Loup] bombé, étiré, usé (20 côtes bien arrondies, à costules visibles seulement dans les intervalles), cf. *macrotis* SOWERBY. Nous ne le décrirons pas.

Description. Petite taille, d.u.p. 23 mm, surface un peu usée; bord latéral en partie rongé à la partie latéro-antérieure, oreille antérieure à l'extrémité brisée. Convexité faible; 19 côtes régulières bien arrondies, deux fois plus larges que les intervalles; à partir du milieu de la valve s'observent 3 costules par côte, 1 ou 2 par intervalle, chacune montrant une ligne de squames un peu écailleuses, surtout visibles dans les intervalles.

Oreille antérieure parcourue par 7 costules granuleuses et un bourrelet le long du bord de la valve; postérieure à 10–11 costules plus fines mais de même aspect.

Crochet décortiqué mais visuellement plat et débordant à peine le bord cardinal rectiligne.

La description correspond assez bien à celle synthétisée par ROGER (1939) et aux figures; à noter toutefois un sommet assez plat, des côtes un peu plus larges et une faible convexité, certains de ces caractères pouvant faire penser à une espèce du groupe *opercularis*.

Comparaison. La seule espèce avec laquelle on pourrait confondre notre échantillon est le *Chl. scabrella* LAMARCK mais ici le nombre de côtes est supérieur (19 au lieu de 15 à 16) et leur forme plus fine. La morphologie des costules n'est également pas la même.

Répartition stratigraphique et géographique. *Chlamys macrotis* Sow. est connu du Miocène inférieur d'Autriche et du Burdigalien d'Aquitaine (rare). L'espèce se maintient, plus fréquente, dans ces deux secteurs au début du Miocène moyen, y compris dans le Badénien viennois, et s'étend en Italie, en Catalogne et au Portugal jusqu'au Tortonien.

Sa présence en Suisse occidentale – déjà mentionnée dans les collections de Berne et à notre connaissance non publiée – agrandit et densifie son aire d'extension, surtout précocément, dans l'ensemble atlantico-méditerranéen. Mais il est à noter qu'elle n'est pas connue dans la vallée du Rhône. Sans doute sa migration s'est-elle faite par l'Italie et la Parathétys orientale, auquel cas on pourrait la trouver en Bavière.

Chlamys praescabriuscula FONTANNES

1878 *Pecten praescabriuscula* FONTANNES, Etudes, III (63), p. 81; pl. III, fig. 1.

1939 *Chlamys praescabriuscula* FONT., ROGER, p. 116–118; pl. XV, fig. 3, 3a, 3b et 4.

1970 *Chlamys praescabriuscula* FONT., DEMARcq, B.R.G.M., 1970, p. 14–19, 56–60, 68–76, 115–121, 134, 141–148, 181–182, 194.

1973 *Chlamys praescabriuscula* FONT., DEMARcq, Guide Masson, p. 135–136, 154, 162; pl. III, fig. 1.

1985 *Chlamys praescabriuscula* FONT., DEMARcq in RANGHEARD et al., p. 779.

Matériel. 10 exemplaires de conservation variable dont: Fi 734, v.g., Naturhistorisches Museum Bern, Imi, Längenberg (gisement 21), Helvétien, Prof. FISCHER, intitulé *Chlamys scabrella* ? (LAMARCK); pl. 1, fig. 8.

Ru 4/7, v.d., Naturhistorisches Museum Bern, Imi, Längenberg (gisement 21); «*Chlamys seniensis* LAM. var. *elongulata* SACCO», type de RUTSCH (1928, Tf. IV, fig. 7).

Description. Les deux valves sont de profil comparable, régulièrement convexes (sauf déformation), plus bombées dans la zone umbo-nale, légèrement inéquilatérales. Le sommet est assez aigu et descend vite sur le bord cardinal, qui est droit, parfois très légèrement concave. Quant on peut en juger, le d.a.p. est plus grand que le d.u.p.

On note 15 à 16 côtes, plus fréquemment 16, régulières, arrondies sans être pinçées, formant avec les intervalles un profil sinusoïdal constant, même jusqu'au bord palléal. Les côtes paraissent toutefois un peu plus larges que les intervalles. Les oreilles sont très mal conservées. La description de détail sera surtout faite sur l'échantillon Fi 734, une v.d. peu usée, partiellement incomplète.

Elle consiste en l'examen de l'ornementation secondaire des côtes, tout à fait typique de l'espèce. Celle-ci se compose d'étroites files radiales de petits granules allongés, régulièrement rangés de manière concentrique d'une file à l'autre. On en compte 9 à 10 sur les côtes (dos et flanc) et 3 ou 4 dans les intervalles. L'ensemble prend une allure de treillisage caractéristique.

La dimension de l'exemplaire Fi 734 est de 52 mm pour le d.u.p. et 60 mm pour le d.a.p., ce qui correspond à la taille des grands adultes connus par ailleurs. Les autres sont plus petits, 40 à 50 mm.

La description correspond tout à fait à celle de ROGER (1939, p. 116-118). Entre les 5 exemplaires dont l'état de conservation permet une bonne détermination, les variations sont minimales et portent sur l'ornementation de détail.

Comparaison. Parmi le groupe de *Chlamys scabrella* LMK. dont elle fait partie, il n'y a certaines ressemblances morphologiques générales qu'avec cette espèce elle-même; le nombre de côtes est le même, le sommet est également gonflé, mais souvent plus ici, et il y a également des costules. Mais celles-ci sont tout à fait différentes (voir précédemment la description de l'espèce); il y a d'abord des lamelles concentriques qui, en se découpant en écailles, s'orientent en files radiales, disposition qui n'existe pas chez *Chlamys praescabriuscula* FONT. De plus ces files sont moins nombreuses sur les côtes, 3 à 6 seulement, et l'ornementation secondaire résultante n'aboutit pas à ce treillisage régulier et si caractéristique de *Chlamys praescabriuscula* FONT.

Les autres espèces du groupe montrent des caractères bien différents, notamment dans le nombre des côtes et l'absence d'ornementation secondaire treillisée. Seule une espèce du groupe *Chlamys opercularis*, *Chlamys scabriuscula* MATHERON, lui ressemble en plus grand, avec des côtes plus étalées et une ornementation secondaire moins fine.

Répartition stratigraphique et géographique. *Chlamys praescabriuscula* FONT. est classique du Burdigalien de la vallée du Rhône, où on le trouve dès le début de l'étage; mais l'espèce devient extrêmement abondante dans les faciès calcaires bioclastiques du sommet. Vers le N du domaine rhodanien, on la récolte encore, plus rare, dans le Vercors, la Chartreuse et le Jura du Valromey (DEMARCQ 1970); elle existe aussi dans la plate-forme orientale du Jura central (DEMARCQ, in RANGHEARD et al. 1985).

L'espèce n'était pas citée nommément en Suisse occidentale mais elle avait été montrée à l'un de nous (G.D.) en 1961 par R.F. Rutsch, dans la partie SW de la molasse bernoise, lors de l'excursion du Congrès international du RCMNS (Regional Committee of Mediterranean Neogene Stratigraphy). Elle est connue en Suisse orientale (Lucerne, St. Gall), en Bavière et en Autriche, toujours aussi discrète. ROGER (1939) la cite aussi d'Italie du Nord (Vénétie) et de Cyrénaique.

La citation de *Chlamys praescabriuscula* FONT. dans la molasse «helvétique» de Suisse occidentale harmonise donc sa répartition paléogéographique dont la dispersion s'est manifestement faite, dès le milieu du Burdigalien, à partir du bassin rhodanien. L'espèce est ainsi confirmée dans sa valeur biostratigraphique de marqueur de l'étage Burdigalien en Méditerranée occidentale.

Chlamys cf. radians Nyst

1839 *Pecten radians* Nyst & Westendorp, Nouvelles recherches (247), p. 15; pl. III, fig. 19.

1914 *Pecten (Aequipecten) liberata* Coessmann & Peyrot, p. 326; pl. XVII, fig. 17.

1939 *Chlamys radians* Nyst, Roger, p. 134–137; pl. XVI, fig. 8–12; pl. XVII, fig. 9.

Matériel. Un exemplaire incomplet Ho 33 a, v.g., Naturhistorisches Museum Bern, Hohburggraben, Belpberg (gisement 23), Helvétien, coll. B. Hostettler, intitulé *Chlamys radians* ?? (Nyst & Westendorp); pl. 2, fig. 1.

Description. Cette v.g. montre la partie umbonale sur le 1/4 de la surface, avec l'oreille postérieure entière et l'oreille antérieure à moitié présente. Le reste de l'exemplaire, dont il manque la zone palléale, est décortiqué au point de montrer seulement, en sa zone postérieure, l'image du moule interne érodé.

Le sommet est aigu et, bien que partiellement décortiqué, pointe peu au-delà de la ligne cardinale rectiligne. Il est équilatéral et se termine en courbe régulière peu convexe. La valve elle-même, incomplète mais non déformée, montre une faible convexité.

On compte 16 ou peut-être 17 côtes, régulières, à dos arrondi, étroites vers le crocheton, s'élargissant progressivement sur le milieu de la valve, un peu moins larges que les intervalles, ici encroûtés.

Le bord postérieur est assez abrupt mais haut, et montre quelques filets obliques. L'oreille postérieure, bien développée, présente 7 costules régulières et rejoint le bord latéral de manière sub-orthogonale, légèrement décursive, avec une base très légèrement sinuée. Le peu que l'on observe de l'oreille droite indique qu'elle est fortement marquée, épaisse.

En observant à bon grossissement la zone postérieure encore intacte, on note une ornementation lamelleuse sur les côtes. Dans les intervalles et sur le reste de la valve non décortiquée, un léger encroûtement et une érosion oblitèrent ces lamelles. Là où on les voit – ce que rend mal une reproduction photographique – elles sont régulières, serrées, en forme d'arceaux bien arqués sur le dos de chaque côte; on les suit en continuité dans l'intervalle le plus latéral, le seul dont le fond soit visible.

Sur le bord postérieur, haut et abrupt, on observe quelques filets obliques. À leur contact, la côte la plus proche montre une linéation en plusieurs costules, mais sans que l'on puisse voir ces fines stries obliques à leur interférence, que cite Roger (1939, p. 135); ce caractère, tenu, est effectivement observable dans des échantillons de l'espèce que nous avons eu l'occasion d'observer ailleurs.

Quoi qu'il en soit les caractères macro- et microscopiques observés entrent bien dans le cadre de l'espèce *Chlamys radians* Nyst; la mention de «cf.» est seulement le signe d'un certain flou des détails et d'une vue d'ensemble non parfaite. C'est une question de prudence, l'espèce n'étant pas encore citée en Suisse occidentale.

Comparaison. Parmi les *Chlamys* du groupe *opercularis*, c'est de ce dernier que notre exemplaire pourrait se rapprocher. Outre qu'il est plus récent, *Chlamys opercularis* L. montre 17 à 20 côtes, avec des costules dont l'apparition domine celle des stries lamelleuses; la différence est donc manifeste. Les autres espèces du groupe s'en éloignent plus encore.

Répartition stratigraphique et géographique. *Chlamys radians* Nyst apparaît dès le Burdigalien en Aquitaine et dans la vallée du Rhône, où l'un de nous (DEMARCQ &

BARBILLAT 1971) l'a rencontré souvent, jusqu'au Tortonien. L'espèce est citée aussi (ROGER 1939, p. 137) dans l'«Helvétien» d'Ulm en Bavière, puis dans le Miocène moyen de Sardaigne et du Val de Loire. Elle prospère au Pliocène dans toute la zone atlantico-méditerranéenne.

Sa présence en Suisse occidentale dans le Belpberg régularise son aire de distribution, notamment dans le sillon péricalpin. Son origine est manifestement de la vallée du Rhône, d'où elle aurait ensuite migré en Bavière, sans pour autant atteindre la Paratéthys. L'espèce reste très «occidentale» en Méditerranée. Par contre, il est difficile, dans l'état actuel des connaissances, de savoir si son origine première, au Burdigalien inférieur, a eu lieu dans le domaine atlantique ou dans le domaine rhodanien.

Chlamys pavonacea FONTANNES

1878 *Pecten pavonaceus* FONTANNES, Etudes, III, 63, p. 80; pl. 1, fig. 4.

1939 *Chlamys pavonacea* FONT., ROGER, p. 141–142; pl. XVII, fig. 6–8.

1970 *Chlamys pavonacea* FONT., DEMARcq B.R.G.M., 1970, p. 14–16.

1971 *Chlamys pavonacea* FONT., DEMARcq & BABILLAT, p. 47 et 55.

Matériel. 5 exemplaires dont les 4 derniers ont été déterminés en cf.: J.J., Naturhistorisches Museum Bern, Zofingen (Aargau), Jürg Jost, intitulé *Chlamys opercularis*?; pl. 2, fig. 2.

R.P. 336, Naturhistorisches Museum Bern, Muschelnagelfluh, Katzenstieg, Bantiger (gisement 26), coll. R.F. Rutsch, intitulé *Pecten* sp., puis *Chlamys macrotis*? cf.

190, Naturhistorisches Museum Bern, Katzenstieg, Bantiger (gisement 26), 21. April 58, intitulé *Pecten*.

45 = 12.256, Institut de Géologie de Fribourg et

46, Musée d'Histoire Naturelle de Fribourg, provenant tous deux du Belpberg.

Description. L'état de conservation laisse à désirer (incomplet, usé, encroûté) sauf pour le premier. La convexité est faible, comme dans les *Chlamys* du groupe *opercularis*. La forme des bords latéraux est concave et donne une allure étalée et flabellée à la valve; la disposition des côtes est étalée latéralement de ce fait.

Le nombre des côtes principales est de 16, plus 2 à 5 costules latérales, faibles. Elles sont régulières, d'abord assez hautes puis s'aplanissant vers le bord cardinal et les côtés.

L'ornementation secondaire est constituée d'abord de lamelles concentriques, peu visibles dans nos échantillons, s'aplanissant ensuite en se rangeant, sous forme d'écaillles squameuses, sur des costules apparues entre temps. Le nombre de ces costules s'équilibre autour de 3, parfois jusqu'à 5 sur chaque côte (4 vers le bord palléal), et 1 à 3 par intervalle. Cette disposition et cette évolution morphologique au cours de la croissance ne sont pas sans rappeler *Chlamys scabrella* LMK. Sur l'échantillon J.J., on observe bien l'ornementation d'écaillles squameuses larges et aplaniées sur les costules, un peu moins bien dans les exemplaires n° 45 et 46.

L'observation des oreilles est trop fragmentaire pour mériter description.

La taille arrive à un d.a.p. de 55 mm (échant. RP 336) et un d.u.p. d'également 55 mm (n° 190); mais pour chaque exemplaire, autant qu'on puisse en juger, le d.a.p. paraît plus important que le d.u.p. du fait de la forme latéralement étalée.

Parmi ces caractères, la faible convexité et la forme flabelloïde élargissant les bords latéraux, bien typiques de l'espèce, se retrouvent sur les 5 exemplaires, et c'est par mesure de prudence que seul cf. est indiqué pour 4 d'entre eux à cause de l'érosion assez marquée de leur test.

L'espèce est en effet, à notre connaissance, non encore signalée en Suisse occidentale.

Comparaison. *Chlamys pavonacea* FONT., se rapproche un peu de *Chlamys opercularis* L., dont il fait partie du groupe d'espèces, mais ce dernier est plus convexe et n'a pas la forme flabellée si caractéristique. De plus il possède 18 ou 19 côtes, au lieu de 16. Les lamelles concentriques sont faibles et fugaces et passent plus rapidement aux costules squameuses, sauf dans la variété *audouini* PAYRAUDEAU où l'on assiste à l'inverse. De plus ces costules sont au nombre de 6 à 8 par côte, au lieu de 3 à 5 chez *Chlamys pavonacea*, et de 4 à 6 par intervalle, au lieu de 1 à 3. Les différences sont donc sensibles. *Chlamys opercularis* est connu dans le Burdigalien en Mer du Nord, puis à partir du Miocène moyen, mais peu abondamment, en Atlantique et en Méditerranée, dans le bassin de Vienne et la Bavière. L'espèce est encore vivante. Il n'est pas impossible qu'il y ait une filiation *pavonacea-audouini-opercularis* entre la vallée du Rhône, où *Chlamys pavonacea* était seulement connu jusqu'à présent, et la partie orientale du sillon péréalpin. La forme *audouini* PAYRAUDEAU est en effet présente dans l' Eggenburgien du bassin de Vienne où l'un de nous (G.D.) en a récolté abondamment en 1969, à Obernholz (niveau de Loibersdorf); la morphologie des côtes, plus nombreuses, n'est pas sans rappeler celle de *Chlamys pavonacea* FONT.

Vis-à-vis des espèces du groupe de *Chlamys scabrella* LMK., la différence réside surtout dans la convexité plus forte, y compris vis-à-vis de cette espèce elle-même. De plus, cette dernière possède plus de costules: 4 à 7 sur les côtes, contre 3 à 5 pour *Chlamys pavonacea* FONT.; et 3 à 5 dans les intervalles, contre 1 à 3. La forme générale de la coquille est bien différente. Mêmes types de différences d'avec *Chlamys elegans* ANDR. (voir ante). Quant à *Chlamys macrotis* Sow., que nous avons étudié aussi précédemment, il possède un nombre de côtes plus élevé (19 dans notre cas).

Répartition stratigraphique et géographique. *Chlamys pavonacea* FONT. n'était connu jusqu'à présent (DEMARCQ 1970) que dans le Burdigalien du bassin rhodanien, depuis le Bas-Rhône (Gard) jusqu'à la moyenne vallée du Rhône. Il n'y est jamais fréquent et semble limité (DEMARCQ & BARBILLAT 1971) aux faciès sablo-molassiques de la partie inférieure et moyenne de l'étage. Sa migration vers la Suisse au Miocène inférieur demande donc qu'on recherche désormais sa présence dans les secteurs intermédiaires entre le Vercors et le Sud-Jura.

Chlamys varia LINNÉ

1758 *Ostrea varia* LINNÉ, Syst. Nat. (2), p. 698.

1939 *Chlamys varia* LINNÉ, ROGER, p. 157; pl. XXII, fig. 21-23.

Matériel. Un seul exemplaire, JW 800, v.g. presque complète, Naturhistorisches Museum Bern, Aarwald, Belpberg (gisement 24) avec la mention Jürg Wegmüller, det. P/; pl. 2, fig. 3a et 3b.

Description. v.g. un peu déformée transversalement et bombée; d.u.p. = 23 mm, d.a.p. = 21 mm par extrapolation. Forme inéquilatérale, plus étirée sur le bord postérieur.

25 côtes visibles assez régulières, serrées, convexes, un peu plus larges que les intervalles, marquées chacune de quelques petits bourrelets écaillieux en forme de «tuiles», irrégulièrement répartis mais tout à fait typiques bien qu'un peu estompés. La surface du test, un peu usée, ne permet pas d'observer de stries obliques dans les intervalles.

Oreilles partielles et très mal conservées.

Comparaison. *Chlamys costai* FONT. est très proche mais s'en distingue par des côtes intercalaires apparaissant par subdivision (v.d.) ou par intercalation (v.g.) ce qui n'est pas le cas ici. Cette espèce est connue du Burdigalien du Portugal et peut-être (ROGER 1939, p. 16–162) du bassin de Vienne, puis du Miocène moyen d'Italie et de Provence (Cadenet, Vaucluse). Elle est rare.

Répartition stratigraphique et géographique. *Chlamys varia* L. apparaît dans le Burdigalien de Provence et l' Eggenburgien d'Autriche, s'étend dans le Miocène moyen d'Italie et le Tortonien de la vallée du Rhône, puis se répand au Pliocène dans tout le domaine atlantico-méditerranéen où il est encore présent actuellement.

Sa présence, citée à notre connaissance pour la première fois en Suisse occidentale, homogénéise son aire de répartition précoce dans le sillon pétroalpin.

Chlamys sp. N.D.

Matériel. 1 exemplaire, v.d., Bb 83–22–1, Naturhistorisches Museum Bern, Grabung Belpberg 1983, Marchbachgraben (gisement 25), Schicht 15–16 ?, Helvétien; pl. 2, fig. 4.

Diagnose et description. v.d., presque entière, bien dégagée sur un substrat de grès molassique gris, assez fin. Il manque l'angle de l'oreille postérieure. Le bord latéral de l'oreille antérieure est un peu altéré, mais on observe le sinus byssal, peu développé. Le bord cardinal est entamé près du crochet.

La surface du test est claire, avec de rares et petites taches grises formées de grains de quartz. Le bord palléal est un peu cassé au niveau de l'émergence de certaines côtes.

La dimension est de 42 mm de d.a.p. et 36 mm de d.u.p.: d'où une forme plus large que haute, avec un bord postérieur nettement plus développé que l'antérieur. Les bords latéraux sont un peu excavés. L'ensemble de la valve prend ainsi un contour assez flabelloïde; les côtes postérieures sont légèrement incurvées.

On observe 12 côtes, chacune régulière, mais un peu inégales entre elles. Les 2 côtes latérales sont nettement plus étroites, ce qui est habituel, mais la côte médiane est plus large que ses deux voisines; la largeur des autres, légèrement différente, se situe dans la moyenne de celles médianes. Les intervalles sont égaux ou un peu plus larges que les côtes. Le profil de celles-ci est arrondi, un peu plus pincé vers le sommet, plus aplani vers le bord palléal, surtout pour celle des côtes qui est plus large que les autres. On note quand même qu'il n'y a pas d'homogénéité dans leur bombement.

Le crochet est assez régulièrement convexe et tombe sur le bord cardinal avec une tangente presque égale à un angle droit. Il ne dépasse pas ce bord, du moins d'après ce qu'on peut voir.

On n'observe d'ornementation secondaire d'aucune sorte, même à fort grossissement ou en éclairage rasant. La surface du test est lisse, d'aspect marmoréen, légèrement craquelée de veinules blanches calcitiques formant un maillage partiel et irrégulier à la manière de craquelures de verres antiques. Tout au plus peut-on trouver, vers le bord palléal, une orientation préférentiellement concentrique, en tous cas dans trois des intervalles, formant des «lames» espacées sans relief apparent.

Par contre, les oreilles montrent une ornementation. L'antérieure possède 5 costules assez marquées, irrégulières, recoupées par 3 arrêts de croissance; et une fine ornementation de lamelles concentriques localement conservée dans certains intervalles, lesquels sont larges. A l'oreille postérieure on note 8 costules, dont les 3 internes sont plus fines; les 3 plus proches du bord cardinal portent quelques tubercules allongés.

Attribution. Cette forme a d'abord été rapprochée de *Chlamys diprosopa* FONT., le seul des *Chlamys* se trouvant faire partie du groupe des *Chlamys scabriuscula* qui lui soit tant soit peu comparable.

A la lecture de la description de ROGER (1939, p. 62–63, pl. II, fig. 5 à 7; pl. VI, fig. 3 et 9), la ressemblance paraît grande, mais on note l'absence des côtes latérales très fines qu'il signale. Les côtes, au sein de leur irrégularité, n'ont pas tendance à se grouper par deux. Leur section n'est pas «passablement saillante» ni carrée. On n'observe pas d'ornementation concentrique. Pas non plus d'ornementation en lignes radiales comme il en apparaît, écrit-il, sur les exemplaires de grande taille; or le nôtre en serait un, d'après les dimensions qu'il donne des siens. De plus notre exemplaire a un d.u.p. nettement supérieur au d.a.p. alors qu'il les cite comparables.

Dans le doute, malgré tout, les échantillons de *Chlamys diprosopa* FONT. des collections de l'Université de Lyon ont été examinés, dont les n° 42421, 15–16 et 29216/27. L'écart est manifeste tant dans la forme de la valve que dans la disposition et la largeur des côtes et dans ce qu'il y a de visible de l'ornementation de détail.

Nous laissons donc pour l'instant cet exemplaire en nomenclature ouverte avec la mention sp. N.D. pour signifier «Non diprosopa».

Sinon *Chlamys diprosopa* FONT. est connu du Burdigalien rhodano-provençal, où il est très rare. ROGER (1939, p. 63) cite et figure un des exemplaires de Lyon de l'«Helvétien» de Suze la Rousse (bassin de Visan, moyenne vallée du Rhône) et de l'«Helvétien» de l'Hérault; entendons par «Helvétien» le Miocène moyen et plus probablement, d'après les localités, l'équivalent actuel du Langhien. Il cite aussi un *Aequipecten flabelloides* SCHAFER (1910) du Burdigalien (Eggenburgien) d'Eggenburg qu'il suppose assimilable au *Chlamys diprosopa* FONT.

Parmi les variations du *Chlamys diprosopa* FONT. existe le «*Pecten amoebaeus* FONT.» caractérisé par la présence de fines côtes secondaires dans les intervalles élargis de la v.g.

Aucune espèce n'est à rapprocher de notre forme, pas même la *var. cavarum* du *Chlamys scabriuscula* MATHERON, affectée, comme la précédente, du phénomène que ROGER appelle à juste titre, l'«amébéisme».

Bien évidemment, il serait intéressant de rechercher dans les couches du Belpberg et ses équivalents d'autres exemplaires de morphologie comparable à *Chlamys* sp. N.D.

Genre Gigantopecten ROVERETO 1899
Gigantopecten (Pecten) albinus (VON TEPPNER)

- 1825 *Ostrea latissima* STUDER (non BROCCHI), Monogr., p. 328.
 1864 *Pecten gallicus* MAYER-EYMAR, Azoren, (39), p. 45.
 1918 *Pecten Amussiopecten albinus* VON TEPPNER, *Amussiopecten*, (188), p. 482, pl. XX, fig. 1-2.
 1928 *Pecten (Gigantopecten) gallicus*, MAYER; RUTSCH, Belpberg, p. 63, 81, 107-109 et 156, pl. IV, fig. 6.
 1939 pars *Chlamys albina* VON TEPPNER; ROGER, p. 24-28; pl. XI, fig. 1, 2; pl. XII, fig. 1; pl. XIV, fig. 2.
 1939 *Chlamys dregeri* VON TEPPNER; ROGER, p. 28-30 et pl. XIV, fig. 3-30.
 1958 *Pecten gallicus* M.E.; RUTSCH, Eclogae, 51, p. 107-118.
 1986 non *Pecten ligerianus* DOLFF & DAUTZ; BONGRAIN, thèse Lyon.
 1986 *Gigantopecten albinus* (VON TEPP.), BONGRAIN, thèse, addendum.
 1988 *Gigantopecten albinus* (VON TEPP.), BONGRAIN, CNRS, p. 227-228, pl. XII, fig. 1-3.

Matériel. Nous possédons 10 exemplaires à rapporter à cette espèce, déjà citée p.p. sous le nom d'*Ostrea latissima* STUDER par STUDER (1825) et de *Pecten gallicus* MAYER-EYMAR par R.F. RUTSCH (1958) au Belpberg, parmi lesquels:

1 bivalve, n° 6, v.d. bonne, v.g. encroûtée, Musée d'Histoire Naturelle de Fribourg, La Combert; pl. 2, fig. 5a et 5b, tendance vers *G. tournali* de S.

ii 52 (A 6828), v.g., «*Chlamys albina*», Naturhistorisches Museum Bern, Oberaar, Belpberg (gisement 24), év. type de STUDER (1825); pl. 2, fig. 6.

ii 52 (A 6829), v.g., «*Chlamys albina*», Naturhistorisches Museum Bern, Längenberg, év. type de STUDER (1825).

ii 51, bivalve, «*Chlamys albina*», Naturhistorisches Museum Bern, Imihobel, Längenberg (gisement 21), type de STUDER (1825).

1 v.d., n° 40, Musée d'Histoire Naturelle de Fribourg, Belpberg.

1 v.g. ? déformé, cassé, n° 7a, Musée d'Histoire Naturelle de Fribourg, La Combert.

1 v.? fragment, L 378, La Combert (gisement 5); coll. J.-C. Loup

1 bivalve, E 63, Institut de Géologie de Fribourg, La Combert (gisement 6), coll. C. Emmenegger

1 v.?, E 64b, Institut de Géologie de Fribourg, La Combert (gisement 6), coll. C. Emmenegger.

Description. Les échantillons sont tous incomplets en au moins un de leurs éléments (les oreilles surtout), souvent encroûtés ou décortiqués, parfois un peu usés. Ils n'autorisent pas une description de détail complète.

Ils sont de grande taille: d.a.p. de 146 à 192 mm et même d.u.p. de 206 mm (E 64a). ROGER (1939, p.25), signale comme maximum un d.u.p. de 177 mm et un d.a.p. de 205 mm.

La v.d. présente 9 à 10 côtes régulières, bien délimitées, un peu plus larges que les intervalles, à surface plane ou légèrement convexe, aplanies vers le bord palléal. Les bords latéraux, ne dépassant pas la moitié de la hauteur, montrent 2 à 4 côtes secondaires étroites et plus ou moins estompées, brutalement différentes des côtes principales.

La v.g. est comparable, avec en plus un aplatissement en «coup de pouce» après le sommet, d'ampleur et de forme variable (stade pyxoïde, BONGRAIN 1986, 1988).

Les deux valves montrent un élargissement du côté postérieur («rostre» de ROGER 1939). Elles sont peu bombées, la droite plutôt plus que la gauche, et de profil décalé, surtout au niveau proche du sommet. Leur surface est parcourue de stries d'accroisse-

ment régulières, serrées, devenant plus lâches et plus grossières vers le bord palléal. Sur certains exemplaires on observe une certaine périodicité dans la répartition de ces stries, l'une étant nettement plus forte que les 12 à 15 autres intermédiaires, surtout vers les 2/3 de la dimension de la valve. En outre des bourrelets gérontiques se marquent vers le bord palléal et parfois quelques irrégularités de croissance ailleurs.

L'ensemble des caractères visibles sur nos échantillons est conforme à la description de ROGER (1939); la déformation, assez fréquente et de portée variable, et le mauvais état de conservation limitent l'estimation des mesures différentielles; mais il semble que la convexité varie sensiblement et que la disposition des côtes est plus étalée quand la valve elle-même est plus élargie. Le stock faunique semble ainsi sujet à des variations morphologiques générales. En particulier on remarque que la v.d. de l'échantillon n° 6 (pl. 2, fig. 5a et 5b) présente des ressemblances avec celles de *G. tournali* DE SERRES (voir plus loin).

Remarques de nomenclature. Nous adoptons l'attribution générique *Gigantopecten* qui nous semble être un genre à part entière, issu du genre *Pecten* dès le début du Miocène. Nous-mêmes avions déjà opté pour ce choix (DEMARCQ in BEN MOUSSA et al. 1987), largement amorcé par l'étude de base de BONGRAIN (1986, 1988). Il recoupe en partie les anciens genres *Macrochlamys* SACC (1897) et *Grandipecten* COSSMANN & PEYROT (1914).

Comparaison. Aucun des exemplaires que nous avons examinés ne peut être confondu avec *Gigantopecten sub-holgeri* FONT., fréquent dans le Burdigalien moyen-supérieur de la vallée du Rhône (DEMARCQ 1970) et rare dans le Burdigalien supérieur-terminal du Jura occidental français (RANGHEARD et al. 1985); il ne possède que 4 à 5 côtes principales, larges, sur la v.d. et 8 sur la v.g.; les deux valves sont plus plates, surtout la droite. Même écart avec *G. holgeri* GEINTZ, pourtant présent dans l'Égemburgien du bassin de Vienne et parfois ailleurs jusqu'au Miocène moyen.

Parmi les espèces du groupe *Gigantopecten tournali* DE SERRES (ROGER 1939), on note d'abord quelques différences avec cette espèce même. Celle-ci possède, en effet, à la v.d., 9 côtes principales et 7 latérales, à décroissance rapide mais progressive, et à la v.g. 11 côtes principales et 4 latérales. Sa taille ne dépasse guère 150 mm. C'est toutefois cette espèce qui se rapproche le plus de nos exemplaires par l'ensemble des autres caractères, y compris le «coup de pouce» de la v.g., l'ornementation concentrique lamellaire, la convexité de la zone proche du sommet et la robustesse de la coquille. Les variations faisant tendre *G. albina* vers la forme voisine *terebratulaeformis* de S., plus grande et plus bombée que le type, semblent se retrouver dans nos échantillons. De plus, certains exemplaires, notamment le n° 6 (pl. 2, fig. 5a et 5b), montrent une tendance comparable quant à la forme de la valve (plus arrondie, les bords latéraux descendant moins bas) et à la disposition des côtes, moins saillantes.

Répartition stratigraphique et géographique. En Méditerranée on connaît *G. albinus* dans le Miocène supérieur du nord du Maroc, dans le Tortonien inférieur du sud de la vallée du Rhône (Cucuron, Vaucluse), dans le Badénien de la Parathétys occidentale (Leithakalk de Styrie) et dans le Miocène moyen de Syrie. Enfin, rappelons qu'il a été cité déjà quelques fois dans la molasse marine miocène de Suisse par RUTSCH (1928) et d'autres auteurs, sous le nom de *Pecten gallicus* M.E., étiqueté comme tel dans les collections (dont ici le n° ii 52), à côté de la dénomination *albina* (dont ici l'un des exemplaires de STUDER 1825).

L'attribution que nous faisons dans l'«Helvétien» de Suisse (Burdigalien moyen) pose le problème de ses affinités évolutives et de son origine biogéographique (cf. BONGRAIN 1986, annexes, p. XII).

Evolution et origine. Dans l'état actuel de nos connaissances, les exemplaires de Suisse sont les plus anciens de tout le domaine atlantico-méditerranéen où l'espèce, sans jamais être fréquente, est quand même largement répandue. Les citations les plus proches sont de l'Autriche au Miocène moyen (Badénien) et de Provence au début du Miocène supérieur (Cucuron). Ajoutons à celà le très voisin *G. dregeri* connu également dans le Badénien de Styrie (Leithakalk) des environs de Marbourg (ROGER 1939, p.30) et avec doute, dans le Miocène moyen d'Oranie; c'est une espèce rare et de ce fait il manque la loi du nombre pour la comparer valablement à *G. albinus*. Mais ce que l'on en connaît est si proche qu'il serait légitime d'en faire une seule et même espèce, à l'intérieur d'un domaine biogéographique sympatrique méditerranéen. En attendant de plus amples études, nous conviendrons d'en faire un même ensemble taxonomique, avec comme répartition spacio-temporelle régionale, le Burdigalien moyen de Suisse et le Badénien d'Autriche. Il apparaît alors une difficulté pour expliquer son origine méditerranéenne (mais c'est un argument négatif) étant donné son absence dans le Burdigalien rhodano-provençal. A celà, deux réponses possibles: ou bien il est encore suffisamment rare pour qu'on ne l'ait pas encore récolté dans ce bassin; ou bien il a été confondu avec *G. tournali* DE S., bien présent dans le Burdigalien de la vallée du Rhône. Nous avons effectivement vu plus haut qu'il y a peu de différences morphologiques entre cette espèce et *G. albinus* VON TEPP.

G. tournali est fréquent dans le Burdigalien depuis le Languedoc jusqu'à la moyenne vallée du Rhône; il est cité à la même époque dans l'Italie du Nord et le Maroc. ROGER (1939, p. 24) le signale dans l'«Helvétien» du Belpberg et au Mont Imi (Imihubel), ainsi que dans les formations équivalentes du bassin de Vienne (Grund, Windpassing). Il se maintient dans le Miocène moyen italien et passerait même jusqu'en Turquie. Or certains exemplaires de nos *G. albinus*, comme le n° 6 (voir plus haut), montrent des caractères bien proches de *G. tournali*. Si nous disposions d'un matériel plus abondant – plusieurs dizaines d'exemplaires en bon état de conservation, dont des v.g. – nous arriverions probablement à résoudre la question. Pour l'instant retenons l'hypothèse suivante: il est possible qu'à l'intérieur de la population rhodanienne de *G. tournali* se différencie au cours du Burdigalien une tendance anagénétique vers *G. albina* en direction du nord du sillon pétrolier. Les populations suisses en représenteraient alors un stade de maturation intermédiaire, à différents degrés d'avancement et avec possibilité d'interfécondation. De là, l'évolution se poursuivrait en Autriche. Le stade *albina* serait définitivement acquis dès le début du Miocène moyen et se diffuserait alors au-delà, dans tout son domaine. Il faudrait pour vérifier cela faire une révision morphologique comparée et statistique de toutes les faunes concernées de ces régions.

Genre *Pecten* BELON 1553
***Pecten hornensis* DEPERET & ROMAN**

1870 *Pecten Rollei* HOERNES, Wien, t. II, p. 400; pl. LIX, fig. 4, 5, 6.

1902 *Pecten hornensis* DEPERET & ROMAN, p. 27–28; pl. III, fig. 1 et 1a.

1928 *Pecten hornensis* DEPERET & ROMAN, RUTSCH, Belpberg, p. 51, 63, 80, 106–107 et 156.

Matériel. 1) 4 exemplaires conformes au type dont: HO 263, un bel exemplaire bivalve, Naturhistorisches Museum Bern, Marchbachgraben, Belpberg (gisement 25), Helvétien, Schicht F, coll. B. Hostettler; *pl. 3, fig. 1a et 1b.*

Bb 83-13-5, v.d., Naturhistorisches Museum Bern, Grabung Belpberg 1983, Marchbachgraben (gisement 25), Schicht 16, Helvétien.

A 6751, Naturhistorisches Museum Bern, le plus petit des 2 exemplaires, Rüeggisberg-Egg, Helvétien.

Bb 83-13-18, Naturhistorisches Museum Bern, Grabung Belpberg 1983, Marchbachgraben (gisement 25), Schicht 16, 1,5-2 m, Helvétien.

2) 3 formes tendant vers *P. helveticensis* R. & S. dont: Imi 143/1, v.d., Naturhistorisches Museum Bern, Kamm-Muschel, Imihubel, Längenberg (gisement 21), Helvétien; *pl. 3, fig. 2.*

3) 14 formes intermédiaires entre *P. hornensis* D. & R. et *P. helveticensis* R. & S., parmi lesquelles S. 16, S. 17 et S. 19, [Institut de Géologie de Fribourg, récoltes P.S., La Combert (gisement 2)].

Description. La description se fera d'après les 4 exemplaires cités conformes au type, mais surtout sur l'échantillon HO 263, bivalve, presque intact: oreille postérieure à angle cassé, bord palléal antérieur incomplet, v.g. en partie encroûtée.

Taille du HO 263: d.a.p. extrapolé = 101 mm; d.u.p. = 97 mm. Contour presque arrondi.

La v.d. est peu convexe; le sommet, peu recourbé, arrive sur la ligne cardinale rectiligne et la déborde un peu, selon une courbe régulière dépassant légèrement 90°. On observe 14 à 15 côtes principales, 2 côtes latérales postérieures étroites et 1 bourrelet sur le bord antérieur. Les côtes sont peu élevées; elles sont un peu arrondies dans la partie umbonale, et deviennent aplanies en direction du bord palléal en tendant vers une section rectangulaire. Les intervalles sont étroits vers le sommet, plus larges ensuite sans toutefois dépasser la moitié de la largeur des côtes, encore que d'une manière non constante. L'ornementation secondaire consiste en lamelles concentriques assez serrées mais peu développées, irrégulièrement mêlées de stries d'accroissement à partir du dos de la valve. Les oreilles sont grandes, l'antérieure un peu plus que la postérieure, parcourues de fines lamelles concentriques et de quelques irrégularités de croissance; la partie interne de l'oreille antérieure se raccorde sur le bord de la coquille en formant un léger creux.

La v.g. est légèrement mais nettement concave. On compte 12 côtes, la plus antérieure plus étroite. Elles sont arrondies, devenant un peu aplanies et à section trapézoïdale vers le bord palléal; elles sont presque moitié moins larges que les intervalles. Les bords latéraux s'élèvent en bourrelets et sont marqués chacun par 2 ou 3 fins filets. La surface est entièrement parcourue de lamelles concentriques bien nettes, fines et régulières, qu'on retrouve moins marquées sur les oreilles.

Cette description correspond bien à la diagnose et aux figures de DEPERET & ROMAN (1902) pour la v.d., dont le moulage du type (pl. III, fig. 1) figure dans les collections de l'Université Claude Bernard de Lyon: (UCB n° 29.446). Il n'en est pas de même en ce qui concerne les côtes de la v.g., qu'ils citent au nombre de 14 à 15; mais si l'on regarde bien leur figure (pl. III, 1a) on n'en compte que 12 (ou 13) y compris la plus antérieure plus étroite, ainsi que 2 filets sur les bords antérieur et postérieur. On retrouve alors notre description. Ceci est confirmé par l'examen des échantillons des

collections de l'Université Claude Bernard Lyon UCB 41.834, v.d. et plusieurs v.g. de Gauderndorf (bassin de Vienne) et UCB 41.835 de Unter-Nalb près de Retz, Autriche. Leur diagnose ne comporte pas non plus la mention des filets sur les bords, bien relevés, mais visibles sur les types. Notre description peut ainsi servir à compléter leur diagnose, non complète. RUTSCH & STEININGER (1961), de leur côté, ont apporté quelques précisions en comparant cette espèce avec leur *Pecten helveticus* R. & S. (voir plus loin), en une véritable diagnose complémentaire (p. 168). Sur la v.g. du type on observe aussi 1 ou 2 filets ou costules secondaires dans deux des intervalles antérieurs, phénomène associé à la tendance à la subdivision d'une côte antérieure; les auteurs ne citent pas cela dans la diagnose mais seulement dans les caractères généraux du groupe *hornensis*. Nos exemplaires ne montrent pas cette disposition.

Comparaison. Les différences avec *Pecten beudanti* BASTEROT sont celles données par DEPERET & ROMAN, auxquelles nous ajoutons, chez cette espèce, le nombre de côtes plus élevé et un contour nettement élargi (d.a.p. bien supérieur au d.u.p.), alors qu'il est presque rond chez *P. hornensis* D. & R.

Par contre, il y a beaucoup de similitudes avec *Pecten helveticus* R. & S. et il existe des formes de passage entre les deux espèces ainsi qu'en témoignent les 3 citées plus haut et les 14 «intermédiaires».

On retiendra, en attendant l'examen de l'autre espèce, les différences suivantes: contour plus rond pour *P. hornensis* D. & R. en accord avec les diagrammes de RUTSCH & STEININGER (1961), profil moins étiré et crochet plus bombé, côtes principales un peu plus nombreuses (de 1 ou 2 unités), côtes de la v.d. un peu plus aplaniées, intervalles plus étroits. Nous reviendrons là-dessus à propos de la description de *P. helveticus* R. & S.

D'avec *P. subbenedictus* FONT., du Burdigalien supérieur de la vallée du Rhône, les différences sont grandes (cf. RUTSCH 1928, p. 107), surtout par la v.d. très bombée et le crochet très recourbé.

Répartition stratigraphique et géographique. *Pecten hornensis* D. & R. est connu dans l' Eggenburgien d'Autriche, de Bavière et dans l'«Helvétien» de Suisse (RUTSCH 1928, p. 63, 106 et 107). Selon DEPERET & ROMAN (1910, p. 28) il est associé en Autriche à «*P. praescabriusculus*», ce que confirme ROGER (1939, p. 242). Il n'a jamais été rencontré dans la vallée du Rhône, où existe par contre *P. pharaoni* D. & R. (Bassin de Crest, Montpellier), espèce voisine très bombée à côtes beaucoup moins nombreuses. L'espèce dérive peut-être de *Pecten pseudobeudanti* D. & R., soit directement, soit par l'intermédiaire de l'espèce précédente.

Pecten helveticus RUTSCH & STEININGER

1961 *Pecten helveticus* RUTSCH & STEININGER p. 165–177, fig. 1–4, pl. 1 et 2; voir aussi leur bibliographie (Literaturverzeichnis).

Matériel. Une quarantaine d'exemplaires dont 6 cf. plus ou moins déformés ou incomplets: W.B. v.d., Naturhistorisches Museum Bern, Belpberg, Herr Bühler, vernissée et en partie décortiquée; pl. 3, fig. 3.

Bb 83–13–15, v.g., Naturhistorisches Museum Bern, Grabung Belpberg 1983, Marchbachgraben (gisement 25), Schicht 16, 2–3,3 m, Helvétien; pl. 3, fig. 4.

Bb 83-13-22, v.d., Naturhistorisches Museum Bern, Grabung Belpberg 1983, Marchbachgraben (gisement 25), Schicht 16, 0,5-1 m, Helvétien, intitulé *Pecten helveticus*?

HO 178, jeune bivalve, Naturhistorisches Museum Bern, Aarwald, Belpberg (gisement 24), Helvétien, Schicht B, coll. B. Hostettler, dét. P., *Pecten helveticus*? R. & S.

Description. Taille (mesurée sur v.d.) allant jusqu'à 95 mm de d.a.p.; contour élargi transversalement; pour les v.d.: d.a.p. 95 mm et d.u.p. 85 mm pour le Bb 83-13-22; d.a.p. 95 mm, d.u.p. 90 mm pour le W.B.; pour la v.g., Bb 83-13-15, d.a.p. extrapolé 73 mm, d.u.p. extrapolé 73 mm.

La v.d. est, sauf déformation, peu convexe mais moins que chez *P. hornensis* D. & R. qui est presque équilatérale (bord postérieur un peu plus développé). Dans l'échantillon W.B., le crochet est fort peu bombé, tombant à moins de 90° sur le bord cardinal rectiligne qu'il ne dépasse pas.

On compte 11 à 13 côtes principales un peu arrondies vers le crochet, aplanies et à rebord adouci vers le bord palléal; ainsi que 2 filets obsolètes sur le bord antérieur et 1 ou 2 sur le bord postérieur. Lamelles concentriques irrégulières, peu saillantes, prenant l'allure de stries d'accroissement. Oreilles bien développées, l'antérieure un peu plus que la postérieure, avec stries d'accroissement serrées et irrégulières. La partie interne de l'oreille antérieure se raccorde sur le bord de la coquille en formant un léger creux.

La v.g. est plane, un peu concave sous le crochet, parfois plus ou moins relevée sinon bombée vers le bord palléal. On note 11 ou 12 côtes principales, les deux latérales plus étroites, ainsi que 2 ou 3 fins filets sur les bords latéraux assez relevés. Stries concentriques bien marquées, fines et irrégulières, moins marquées sur les oreilles.

Comparaison. Comme signalé pour *Pecten hornensis* D. & R., les différences entre les deux espèces sont relativement minimes, surtout si l'on a connu – c'est notre cas – un bon lot d'échantillons. Les caractères relatifs ont été donnés précédemment. Il convient de conserver la validité de cette espèce, que RUTSCH & STEININGER (1961) ont bien étudiée biométriquement. Néanmoins, nous demeurons convaincus qu'il y a de nombreux cas d'hybridation de première et nième générations. L'une dérive manifestement de l'autre; leur écart génétique est faible; elles sont sympatriques et contemporaines. Elles vivaient dans des milieux comparables sinon même identiques (fonds sablo-vaseux de moyenne à haute énergie). Cette notion d'hybridation entre mollusques marins a déjà été exposée ailleurs (DEMARCQ 1984; BONGRAIN 1986).

Répartition stratigraphique et géographique. Nos observations confirment que l'espèce est caractéristique de la molasse «helvétique» suisse (Burdigalien moyen). Elle n'est connue, du moins pour l'instant, ni en Bavière ni en Autriche, ni dans le bassin rhodanien.

Genre *Flabellipecten* Sacco 1897

Flabellipecten besseri ANDREJZOWSKI

1830 *Pecten Besseri* ANDREJZOWSKI, Bull. Soc. Nat. Moscou, t. II, p. 103; pl. VI, fig. 1.

1910 *Flabellipecten besseri* ANDREJ., DEPERET & ROMAN, Pectinidés néogènes, p. 119; pl. XIII, fig. 2 et 3.

Matériel. Un très grand exemplaire E. 62, Institut de Géologie de Fribourg, La Combert (gisement 6), coll. C. Emmenegger; pl. 3, fig. 5a et 5b.

Description. Bivalve mais incomplet, déformé, décortiqué et encroûté, dépourvu d'oreilles. Ce qui semble être la v.d. est nette vers le 1/3 umbonal, effacée par usure sur la moitié postérieure et réduite au moule interne sur l'autre moitié, montrant un sédiment gréso-molassique dur, jaunâtre. La v.g. (?) montre le crochet et le départ des côtes sur le 1/3 antérieur; le reste de la surface laisse apparaître la partie médiane de la valve mais avec un décalage en surépaisseur (déformation mécanique sur le vivant, ou plaçage d'une autre valve ?) et un épais encroûtement sur le 1/3 postéro-palléal.

La taille est importante: 203 mm de d.a.p. et 190 mm de d.u.p.. Les deux valves sont convexes, la gauche moins que la droite si l'on tient compte de la déformation. Leur sommet est peu recourbé, la courbure de chaque crochet arrivant à angle droit – en peu plus pour la v.d. – de sorte que leur jonction est pratiquement plane.

Seule la v.d. mérite une figuration; la vue de la coquille par le bord umbonal montre bien le nombre et la disposition primitive des côtes. Celles-ci, sur la v.d., où l'on peut entièrement les compter, sont au nombre de 20. Elles sont régulières, fines et arrondies vers le crochet et deviennent progressivement plus larges et aplaniées avec une section subquadrangulaire; elles semblent plus étalées vers le bord palléal. Les intervalles sont en plus plus étroits que les côtes. La forme générale de la valve est légèrement mais nettement évasée latéralement, donnant cette disposition en éventail commune chez les *Flabellipecten* avec un d.a.p. plus grand que le d.u.p. Ainsi les côtes sont légèrement courbées sur les bords, surtout l'antérieur.

L'usure de la surface ne permet pas d'observer de stries d'accroissement concentriques.

Cette description est conforme à celle de DEPERET & ROMAN (1910), aux difficultés près liées à l'imparfaite conservation de notre exemplaire. La comparaison avec les échantillons des collections de l'Université Claude Bernard va dans le même sens, surtout avec celui n° 29434 (v.d.) et 29435 (v.g.), correspondant aux fig. 3 et 3a des auteurs (*Pecten sievringsensis* FUCHS), provenant de Dornbach près de Vienne, en Autriche. Mais il est plus petit que le nôtre (d.u.p. = 81 mm, d.a.p. = 93 mm) et l'on ne voit pas non plus les lamelles concentriques sur la v.d., même dans les intervalles. Par contre, la courbure du crochet de la v.g. est bien moins convexe que dans notre échantillon, ce qui prouve bien la déformation ou le dédoublement du nôtre.

Comparaison. Parmi les *Flabellipecten*, notre exemplaire fait manifestement partie du groupe *besseri* par ses nombreuses côtes, la v.g. assez convexe, la grande taille. La description est conforme à celle de DEPERET & ROMAN (1910, p. 119–122) si ce n'est que ces auteurs ne font pas mention de la taille des adultes, dont le nôtre donne assurément une idée du maximum qu'elle peut atteindre.

Il s'éloigne nettement de *Fl. incrassatus* PARTSCH qui n'a que 15 côtes et un angle au sommet de seulement 130°. *Fl. leithajanus* PARTSCH possède 22 à 24 côtes, avec des intervalles plus étroits et un sommet peu convexe. Les autres espèces du groupe s'écartent encore plus de notre exemplaire.

Répartition stratigraphique et géographique. Il peut paraître curieux de diagnostiquer, dans nos formations de la molasse marine miocène de Suisse occidentale, cette espèce, citée pour la première fois. Il s'agit toutefois d'un échantillon ne pouvant être attribué à quelque autre espèce et, de plus, bivalve et de taille respectable.

Jusqu'ici *Fl. besseri*, compte tenu des confusions de nomenclature avec *Fl. incrassatus*, est connu de la Paratéthys – sud de la Pologne, bassin de Vienne (Sievring,

Dornbach, Steinabrunn, Gainfahren) – selon DEPERET & ROMAN (1910), du «deuxième étage méditerranéen», c'est-à-dire, dans l'équivalence actuelle, de la fin du Miocène inférieur et du Badénien. ROGER (1939) lui rattache une forme de Sardaigne. Les confusions de citations avec *Fl. incrassatus*, beaucoup plus largement répandu stratigraphiquement et géographiquement, ouvrent sans doute davantage les possibilités de répartition de *Fl. besseri*. Tout cela nécessiterait une révision complète et des données nouvelles; il n'en demeure pas moins que sa présence dans nos formations pose le problème de son origine précise, si ce n'est dans l'espace – encore n'est-il pas connu de Bavière – du moins dans le temps.

Flabellipecten hermannsenni DUNKER

1851 *Pecten hermannsenni* DUNKER, Gunsburg, p. 165; pl. XXII, fig. 4.

1910 *Flabellipecten hermannsenni* DUNKER, DEPERET & ROMAN, p. 133–135; pl. XVII, fig. 1–5.

1970 *Flabellipecten hermannsenni* DUNKER, DEMARcq B.R.G.M., 1970, p. 187.

1982 *Pecten hermannsenni* DUNKER, STEININGER et al. in JUNG COORD., p. 84.

Matériel. Un lot de 18 échantillons, certains mal conservés et plusieurs déformés par pression dont: L 189, v.d., La Combert (gisement 5), coll. J.-C. Loup; *pl. 3, fig. 6.*

ii-32, v.g., Naturhistorisches Museum Bern, Imi, Helvétien, Längenberg (gisement 21), et quelques anciennes étiquettes, intitulé *Pecten* sp. NMB, puis *Pecten hermannsenni* DUNKER.

Bb 82–31–1, Naturhistorisches Museum Bern, Grabung Belpberg 1982, Hohburg-graben (gisement 23), Schicht 15, unterer Teil 3–4 m, Helvétien.

Bb 82–79–1, Naturhistorisches Museum Bern, Grabung Belpberg 1982, Hohburg-graben (gisement 23), Schicht 14, 6–7 m, Helvétien.

Description. La convexité est marquée quoique modérée sur la v.d. tandis que la v.g. est plano-convexe. L'ornementation est différente d'une valve à l'autre. La forme est légèrement flabellée, surtout sur la v.d.: le d.a.p. est toujours nettement supérieur au d.u.p. La taille maximum observée atteint presque 90 mm de d.a.p.

Sur la v.d. on note 12–13 côtes principales et 1 à 3 côtes étroites sur les bords, plus ou moins étendus. Les côtes sont arrondies dans la région umbonale et progressivement élargies et aplaniées vers le bord palléal. Elles sont beaucoup plus larges que les intervalles, marqués quelquefois par une simple fente étroite et peu profonde. L'ornementation secondaire consiste en lamelles d'accroissement concentriques, certaines fines, serrées et régulières (quand la conservation permet de les observer) et d'autres larges, espacées et irrégulières marquant, surtout vers le bord palléal, des stades d'accroissement. Le crochet, un peu développé, tombe de manière lente et régulière sur le bord cardinal qu'il ne dépasse pas. Sur la v.g., 11 côtes principales arrondies et étroites, aplaniées vers le bord palléal, avec des intervalles nettement plus larges, jusqu'au double, parfois au contraire moins. Les bords latéraux, plus ou moins relevés, portent 1 à 3 côtes étroites. Ornmentation secondaire de fines lamelles concentriques. Ceci dit, on observe de fréquentes variations dans les largeurs relatives des côtes et intervalles, donnant sur certains exemplaires une impression d'irrégularité. L'échantillon L 189 en est un bon exemple.

Les oreilles sont bien développées, peu ornementées, avec des stries d'accroissement seules. Dans l'exemplaire 9491, une v.d., on note un angle obtus, d'environ 150°,

au niveau du crochet: le bord cardinal est loin d'être rectiligne et cela donne – comme souvent chez les *Flabellipecten* – un aspect relevé et élancé aux oreilles.

Comparaison. La largeur importante des côtes de la v.d. distingue bien cette espèce des autres *Flabellipecten* voisins, dont *Fl. burdigalensis*, avec lequel elle a parfois été confondue. Par contre guère de confusion avec les espèces du groupe *Fl. besseri* ANDR., y compris avec celle-ci, examinée précédemment, qui possède un nombre élevé de côtes, ce qui est encore plus le cas pour *Fl. leithajanus* PARTSCH.

Répartition stratigraphique et géographique. *Fl. hermansenni* DUNKER est déjà cité en Suisse et en Autriche, principalement dans la partie orientale du bassin molassique (Vorarlberg, STEININGER et al. 1982; Randen) soit dans l'«Helvétien», soit dans l' Eggenburgien. Il est assez fréquent dans l'«Helvétien» – Eggenburgien de Bavière et du Würtemberg. On le trouve tout à fait localement dans la vallée du Rhône, surtout méridionale (secteur de l'étang de Berre, DEMARcq 1970, p. 187) mais aussi dans le bassin de Crest (DEMARCQ & SCHOEPFER 1988), dans les faciès molassiques du Burdigalien moyen-supérieur.

DEPERET & ROMAN (1910, p.135) le citent aussi du Burdigalien moyen et supérieur du Portugal. Sa présence, confirmée en Suisse occidentale, densifie sa répartition. L'espèce est probablement d'origine orientale, mais il faudrait s'assurer de sa présence en Autriche; sinon la migration pourrait autant s'être faite depuis le Portugal par la Méditerranée occidentale et le domaine provençal. Mais il faut reconnaître qu'elle est plus fréquente en Bavière qu'en vallée du Rhône.

Remarque de nomenclature. Nous avons repris l'orthographe *hermansenni* de DEPERET & ROMAN (1910, p. 133, en titre de l'espèce) bien qu'à la page suivante on lise *hermannsenni*. DUNKER (1851) l'écrivait *hermannsenni*. STEININGER et al. (1982) utilisent *herrmannseni*.

3. Synthèse et interprétation

3.1 Paléoenvironnement

Les Pectinidés «helvétiens» sont représentés dans trois milieux de dépôt principaux: estuaires, cônes deltaïques et baies. Ils sont associés à des paléoenvironnements dominés par l'action des vagues, des tempêtes et des marées (SCHOEPFER 1989).

Dans le *milieu estuarin* (p.ex. gisement 20; fig. 1, tabl. 1 et 2), ils sont restreints aux intervalles condensés et transgressifs subtidiaux développés à la base des séquences de dépôt. Ces niveaux, décimétriques à métriques, consistent en grès très fins à très grossiers localement glauconieux et conglomératiques, ou en conglomérats. Ils reposent sur une surface de discontinuité tronquant des accumulations intertidales d'estrals, et sont recouverts de barres de marée subtidales (profondeur de 10 à 15 m). On y observe une stratification plane horizontale ou oblique, générée par les vagues et les marées. Les Pectinidés, généralement mal conservés, y occupent des positions quelconques attestant de leur caractère déplacé. Ils sont accompagnés, entre autres, de balanes, de Cardiidés, d'huîtres et de dents de requins.

Dans les *cônes deltaïques* (p.ex. gisements 11 à 16; fig. 1, tabl. 1 et 2), les gisements fossilifères «helvétiens» sont développés dans le prodelta (frange distale des épandages deltaïques) et dans le front de delta distal (au-devant de barres d'embouchure congo-

mératiques et, ponctuellement, dans la partie distale de ces barres). Les Pectinidés sont représentés:

- dans des tempêtes isolées ou amalgamées, d'épaisseur centimétrique à décimétrique, constituées de grès fins à grossiers parfois bioclastiques et conglomératiques. Les Pectinidés, fréquemment monovalves, y sont déplacés.

- dans les sédiments fins développés entre ces tempêtes (rythmites gréso-silteuses et grès fins à grossiers silteux à litage plan, accumulés sous l'influence prédominante des marées). Les Pectinidés, disposés parallèlement aux plans de stratification et souvent bivalves, y sont vraisemblablement en position de vie.

- dans des barres d'embouchure dominées par les vagues, les tempêtes et les processus gravitaires (conglomérats mal triés et comportant de nombreux blocs, à matrice gréuse ou silteuse riche en bioclastes: huîtres et Vénéridés, entre autres). Les Pectinidés, brisés, y sont franchement déplacés.

Les tempêtes et leurs intercalations fines se sont accumulées dans un environnement de «shoreface» (SCHOEPFER 1989). Les Pectinidés, dont la coquille est localement encroûtée par des serpules et des bryozoaires, sont accompagnés, notamment, de *Panopea* en position de vie. Des Vénéridés, Mactridés, Cardiidés, Solénidés, Cultellidés, ainsi que des *Turritella* et des *Natica* ont en outre été reconnus. Bon nombre de ces fossiles sont déplacés.

La partie distale fossilifère des barres d'embouchure s'est également déposée dans un environnement de «shoreface» (SCHOEPFER 1989).

Dans les *baies développées entre les deltas* (baies interdeltaïques; gisements 8, 9 et 10; fig. 1, tabl. 1 et 2), les Pectinidés sont représentés dans:

- des dépôts gréseux subtidaux (grès fins à moyens francs ou silteux) à litage plan à rides de courant bipolaires, comportant des doubles drapages;
- des bancs subtidaux gréseux (grès moyens) à litage oblique;
- la partie distale («toesets») de barres subtidales gréseuses (grès moyens à grossiers) à stratification oblique tabulaire sigmoïde.

Excepté dans le premier de ces trois types de faciès, les Pectinidés, mono- ou bivalves, sont généralement déplacés. Ils sont associés à des Cardiidés, Vénéridés et Mactridés (souvent monovalves, nettement prédominants), ainsi qu'à des Solénidés, Cultellidés, *Turritella* et *Natica*. Des fragments de bryozoaires et de coraux ont en outre également été observés.

Dans les *baies développées distalement par rapport aux deltas* (entre autres, gisements 2 à 6 et 21 à 25; fig. 1, tabl. 1 et 2), les Pectinidés sont localement représentés dans des intervalles condensés à la base des séquences de dépôt. Ces niveaux, décimétriques à métriques, consistent en grès fins à moyens fortement indurés, bioclastiques et glauconieux. Ils présentent un litage oblique arqué évasé, généré sous l'action prédominante des vagues («shoreface»). Les fossiles qu'ils renferment (entre autres Vénéridés et *Turritella*) sont déplacés. Les Pectinidés y sont fréquemment monovalves et disposés parallèlement aux surfaces sédimentaires.

La plupart des Pectinidés représentés dans les baies distales sont associés à des tempêtes (grès fins à moyens fortement indurés et localement bioclastiques) et aux accumulations fines qui les séparent (grès fins à très fins silteux dominés, selon les localités, par les marées, les tempêtes ou les vagues). Ces dépôts se sont sédimentés dans un environnement compris entre l'«offshore transition zone» et le «shoreface»

(SCHOEPFER 1989). Les Pectinidés sont accompagnés d'une faune abondante comprenant, entre autres, des *Panopea*, des *Turritella*, de rares Cardiidés généralement monovalves, des Vénéridés encroûtés par des bryozoaires et des serpules, ainsi que, ponctuellement, des fragments d'huîtres.

En conclusion, les Pectinidés étudiés sont déplacés dans les intervalles condensés et transgressifs, dans les barres d'embouchure, dans les tempestites, ainsi que dans les bancs et les barres de marée. Ils sont proches de leur position de vie dans les accumulations fines développées entre les tempestites ainsi que dans les dépôts gréseux subtidiaux des baies interdeltaïques. Ces caractéristiques permettent de déduire que les Pectinidés étudiés sont typiques:

- d'environnements subtidiaux situés au-dessus de la base d'action des vagues de tempête («offshore transition zone» à «shoreface»),
- de milieux à taux de sédimentation faible, et
- de zones soumises à une énergie hydrodynamique généralement faible à modérée.

Les gisements dans lesquels ils sont fossilisés en position de vie reflètent manifestement des variations brutales de ces conditions, ayant conduit à la décimation des Pectinidés.

Parmi les treize espèces de Pectinidés recensées:

- seul *Chlamys scabrella* a été observé dans le milieu estuarin;
- seuls *Chlamys palmata*, *Flabellipecten hermansenni*, et des formes intermédiaires entre *Pecten hornensis* et *P. helveticensis* (uniquement en position très latérale) sont représentés dans les cônes deltaïques;
- avec ces quatre espèces, *Chlamys praescabriuscula* et *Chl. macrotis* ont été répertoriés dans les baies interdeltaïques;

Les treize espèces sont toutes représentées dans les baies distales.

En plus de ces données de terrain, les Pectinidés répertoriés apportent des données caractéristiques par comparaison avec les indications paléoécologiques qui leur sont propres dans d'autres régions où ils sont connus.

Toutes nos espèces font partie du milieu littoral «euhalin». Elles vivent fréquemment à une profondeur comprise entre l'étage médiolittoral et la partie supérieure de l'étage circalittoral, avec une plus grande fréquence statistique entre le médiolittoral et l'infra-littoral, soit d'environ 10–20 à 50 m. Leurs caractéristiques paléothermiques sont plus difficiles à mettre en évidence, sans doute à cause de l'agitation au moins temporaire du milieu et des arrivées détritiques aboutissant, par brassage des eaux plus profondes et (ou) plus froides, à un rafraîchissement du milieu.

Pourtant, légèrement plus tard (Zone NN4), non loin de là, dans la vallée du Rhône, la pectinifaune du Burdigalien supérieur indique – comme le reste de la mégafaune – (DEMARCQ 1984), des eaux littorales chaudes, à caractère comparable aux zones subtropicales actuelles. Au sein de notre pectinifaune, seuls *Gigantopecten albinus* et *Flabellipecten besseri*, surtout le premier, plus fréquent, vont dans ce sens mégatherme.

Certaines de nos espèces sont eurytopes, tels *Chlamys scabrella* et *Chl. praescabriuscula* – encore que préférant les milieux biodétritiques carbonatés –, et *Chl. radians* et *Chl. varia*, très ubiquistes. *Chl. pavonacea* préfère les fonds sableux assez grossiers.

Chl. palmata est du type «sparse» (fréquent très localement, rare ou absent ailleurs); il semble trouver dans les faciès marno-gréseux de la plupart de nos gisements un biotope comparable à ceux des gisements où on le connaît ailleurs, mais ici plus largement favorable. Pour le «couple» *Pecten hornensis* – *P. helveticus*, il est difficile de tirer des conclusions significatives, outre sa fréquentation de faciès gréseux de type substrat meuble et mobile. Il serait intéressant, statistiquement, de rechercher si chacune des deux espèces finit par se répartir en des pôles différents à l'intérieur de ces faciès.

3.2 Paléobiogéographie

Grâce à la connaissance de la répartition géographique de chaque espèce (voir Chapitre 2), il est possible de déceler les affinités de la pectinifaune de Suisse occidentale par rapport aux bioprovinces voisines, ainsi que quelques phénomènes endémiques intéressants.

Deux espèces sont largement répandues, géographiquement mais aussi stratigraphiquement: *Chlamys varia* et *Chl. scabrella*. A noter toutefois que la seconde, connue en Suisse orientale, est plus fréquente dans le domaine rhodanien et téthysien qu'en Paratéthys. On en connaît, à relative proximité, de riches populations sur la plate-forme jurassienne (RANGHEARD et al. 1985) au Burdigalien supérieur. *Gigantopecten albinus* est vastement réparti, y compris en Suisse orientale, mais avec discontinuité dans l'espace et dans le temps. Il pose, de par sa présence dans certains de nos gisements, plus de problèmes qu'il n'en résout, mais permet de s'interroger sur sa phylogénie et sa migration.

Par contre, deux assemblages d'espèces montrent les influences différentielles des deux grandes bioprovinces voisines: la Paratéthys depuis le bassin de Vienne – par la Bavière, le Würtemberg et le Vorarlberg –, et la Téthys depuis la Méditerranée occidentale – par la Provence, la vallée du Rhône et la Savoie. On assiste littéralement à la rencontre de deux cortèges fauniques venant de directions opposées, à l'image même de la transgression marine de part et d'autre du sillon miocène péricalpin (DEMARCQ & SCHOEPFER 1988).

De l'origine méridionale rhodanienne témoignent, à des degrés divers, *Chl. praescabriuscula*, *Chl. radians* et *Chl. pavonacea*. La première espèce, connue à l'état dispersé dans le Burdigalien méditerranéen, est par contre très fréquente dans la vallée du Rhône et sur la plate-forme jurassienne. On la cite, peu abondante, en Suisse centrale (Kappelenbad, près de Wynigen) et orientale (Lucerne, St-Gall), en Bavière et en Autriche. Dans la partie moyenne du bassin rhodanien, elle forme des accumulations parfois considérables; c'est manifestement de cette biomasse qu'ont profité les zones du secteur NE du sillon péricalpin. Même gradient de migration pour *Chl. radians*, bien plus discret partout: s'il est assez bien représenté dans le Burdigalien rhodanien, il est rare en Bavière et dans le bassin de Vienne. Quant à *Chl. pavonacea*, restreint autant stratigraphiquement que géographiquement en Paratéthys centrale, il convient de reconnaître que sa présence est beaucoup mieux documentée du côté rhodanien et téthysien. Cette espèce y présente fréquemment des caractères endémiques.

L'apport de faune orientale, paratéthysien, est également très net. *Chl. macrotis* est connu dans le Miocène inférieur et moyen pp. de Paratéthys centrale (Hongrie,

Autriche), et ne se disperse que ça et là en Méditerranée, mais non dans la vallée du Rhône. *Pecten hornensis* se rencontre dans la partie autrichienne de la Paratéthys et en Suisse orientale, dans de nombreuses localités de même âge que les nôtres, et nulle part ailleurs en Méditerranée. Il présente tous les stades de variation tendant vers la forme endémique *P. helveticensis* (voir plus loin). *Flabellipecten hermansenni*, bien représenté dans nos pectinifaunes, n'est connu que dans partie orientale du sillon péricalpin en diverses localités de Haute-Bavière, du Sud du Würtemberg, du Vorarlberg, et de Suisse orientale. Il a migré au-delà de nos secteurs de Suisse occidentale, puisqu'on le retrouve, à l'état de rareté, dans la vallée du Rhône (Bassin de Crest): c'est un cas manifeste de gradient Est-Ouest qui prend la signification inverse de ce que nous avons vu plus haut. *Fl. besseri* vient de la Paratéthys via l'Autriche. Pour sa première citation en Suisse, c'est une avancée manifeste vers l'Ouest, inconnu qu'il est ailleurs.

Quant à *Chl. palmata*, il faut reconnaître que c'est une espèce typiquement péricalpine, bien commun de tout ce domaine au Burdigalien, depuis l'Autriche et la Suisse orientale jusqu'au Sud du bassin rhodanien, et non citée ailleurs. Mais ses variations morphologiques très particulières (voir Chapitre 2) constituent un cas d'endémisme évolutif intra-spécifique tout à fait significatif. Cette «spécialité suisse» pose une fois de plus le problème de la différenciation de morphes géographiques et de leur déterminisme. Enfin, *Pecten helveticensis*, bien nommé, est un patrimoine du domaine suisse. Manifestement issu sur place de *P. hornensis*, il semble former des populations plus abondantes: sans doute un cas de spéciation sympatrique, rapidement sélectionnée du fait de conditions de milieu particulières.

Par ses caractères biogéographiques – avec leur spécialisation et leur différenciation –, la pectinifaune de Suisse occidentale offre un très bon modèle d'évolution géographique des stocks fauniques, dans des conditions de milieu originales, à la frontière de deux provinces influentes.

3.3 Utilité biostratigraphique

La pectinifaune du faciès «helvétien» de la Molasse Marine Supérieure de Suisse occidentale permet deux approches biostratigraphiques: l'une d'après un marqueur, l'autre d'après la répartition stratigraphique séquentielle des Pectinidés étudiés.

La première approche, avec *Chlamys praescabriuscula*, espèce caractéristique du Burdigalien – et pas au-delà –, montre l'appartenance à cet étage des assises dont proviennent nos gisements. L'un de nous avait proposé cette espèce comme marqueur d'une biozone type du Burdigalien (DEMARCQ 1979). Depuis, on peut préciser que l'acmé de l'espèce correspond à la moitié supérieure de l'étage, soit entre -18,0 et -16,5 M.a. (WALLEZ et al. 1987). Le faciès «helvétien», d'âge Burdigalien moyen (SCHOEPFER 1989), recouvre la partie la plus ancienne de cet intervalle de temps (probablement jusqu'à -17,5 M.a.).

L'approche séquentielle, plus précise, permet de distinguer, parmi les treize espèces de Pectinidés recensées, cinq groupes principaux. Le premier comprend *Chlamys varia*, *Chl. cf. radians*, *Chl. pavonacea* et *Chl. macrotis*. Ces quatre espèces sont représentées par un nombre trop restreint d'échantillons pour fournir des indications biostratigraphiques fiables. Les quatre autres groupes, par contre, comportent

des espèces plus fréquentes ou dont la position stratigraphique est significative. Ils apportent, par leur apparition successive, des renseignements dignes d'intérêt:

– *Chlamys praescabriuscula*, *Chl. palmata* et *Chl. scabrella* ont été décelés de la base de la séquence 14 à la partie supérieure de la séquence 21 (voir tabl. 2);

– *Flabellipecten hermansenni*, *Pecten hornensis* et *P. helveticus* sont représentés dès la partie médiane de la séquence 19 et se poursuivent jusque dans la partie supérieure de la séquence 21;

– *Gigantopecten albinus* a été observé entre la partie supérieure de la séquence 20 et le sommet de la séquence 21. Son développement s'accompagne du foisonnement de *Pecten helveticus*.

– *Flabellipecten besseri* n'est représenté qu'au sommet de la séquence 21.

L'apparition successive des espèces appartenant aux quatre derniers groupes est corrélable avec une évolution stratigraphique des milieux de dépôt:

– estuaires et deltas peu actifs entre la base de la séquence 14 et la partie médiane de la séquence 19;

– deltas actifs et baies interdeltaïques entre la partie médiane de la séquence 19 et la portion supérieure de la séquence 20;

– baies distales dès la partie supérieure de la séquence 20;

– dépôts de comblement de baie distale au sommet de la séquence 21.

En conclusion, l'évolution stratigraphique des espèces de Pectinidés recensées dans le faciès «helvétien» permet un découpage biostratigraphique à valeur locale. Les tendances observées sont manifestement dictées par la succession verticale des environnements sédimentaires dans la Molasse Marine Supérieure de Suisse occidentale.

Remerciements

Nous remercions les Musées d'Histoire Naturelle de Fribourg et de Berne, l'Institut de Géologie de Fribourg et Monsieur J.-C. Loup d'avoir aimablement mis leurs collections à notre disposition pour la réalisation de cette étude. Le Fond National Suisse de la Recherche Scientifique (Projet no 2.605-0.85) a financé le transport des fossiles entre Fribourg et Lyon. Monsieur Podevigne, photographe au C.S.T. à Lyon, est l'auteur des planches-photos. Qu'il soit remercié pour sa grande compétence.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDREJZOWSKI, V. 1830: Notice sur quelques coquilles fossiles de Volhynie – Podolie. Bull. Soc. Nat. Moscou, t. II.
- BECK, P. & RUTSCH, R.F. 1958: Erläuterungen: Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, Atlasblatt 21, Münsingen-Konolfingen-Gerzensee-Heimberg. Schweiz. Geol. Komm.
- BEN MOUSSA, A., DEMARcq, G. & LAURIAT-RAGE, A. 1987: Pectinidés messiniens du bassin de Mélilla (NE Maroc); comparaisons inter-régionales et intérêts paléobiologiques. Revue de Paléobiologie, Genève, 6/1, 111–129.
- BERGER, J.-P. 1983: Biostratigraphie de la transgression de la Molasse Marine Supérieure (OMM) en Suisse occidentale. Eclogae geol. Helv. 76/3, 729–732.
- 1985: La transgression de la Molasse Marine Supérieure (OMM) en Suisse occidentale. Münchn. geowiss. Abh., Reihe A, 5.
- BOEGLI, J.-C. 1972: Géologie de la région au SE de Romont. Thèse Univ. Fribourg, Renggli Fribourg.
- BONGRAIN, M. 1986: Les *Gigantopecten* (Pectinidae, Bivalvia) du Miocène français. Thèse d'Etat, Lyon, Université Claude Bernard.
- 1988: Les *Gigantopecten* (Pectinidae, Bivalvia) du Miocène français. Cahiers de Paléontologie, Ed. du C.N.R.S., Paris.
- BUESS, H. 1920: Über die Subalpine Molasse im Kanton Freiburg. Diss. Univ. Freiburg.

- COSSMANN, M. & PEYROT, A. 1914: Conchologie néogénique de l'Aquitaine. *Act. Soc. Lin. Bordeaux*, 68.
- DEMARCQ, G. 1970: Etude stratigraphique du Miocène rhodanien. *Mém. Bur. Rech. géol. min.* (1970); Thèse Univ. Paris (1962), 2723.
- 1973: Lyonnais, Vallée du Rhône. Masson et Cie Ed., Paris.
 - 1979: Essai de synthèse biostratigraphique sur les Pectinidés du Néogène méditerranéen. *Ann. géol. Pays Hellen.*, H.S., 1, 305–307.
 - 1984: Importance des mégafaunes marines benthiques dans l'évolution paléothermique de la Méditerranée au Néogène. *Ann. géol. Pays Hellen.*, Athènes, v. XXXII, 87–95.
- DEMARCQ, G. & BARBILLAT, R. 1971: Les Pectinidés néogènes du bassin rhodanien. *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, H.S., 45–59.
- DEMARCQ, G. & SCHOEPFER, P. 1988: La rencontre de la Téthys et de la Paratéthys en Suisse occidentale: témoignage des Pectinidés burdigaliens. *C.R. Acad. Sci. (Paris)* 306, sér. II, 1305–1308.
- DEPERET, Ch. & ROMAN, F. 1902–1910: Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines. *Mém. Soc. Géol. France*, 1902: t. X, fasc. 1; 1910: t. XXVIII, fasc. 2.
- DILLENIUS, E.H. 1911: Neuere Untersuchungen im Tertiärgebiet am Nordrand der Freiburger Alpen. *Diss. Univ. Freiburg*.
- DORTHE, J.-P. 1962: Géologie de la région Sud-Ouest de Fribourg. *Eclogae geol. Helv.* 55/2, 327–406.
- DUNKER, E. 1851: Über die, in der Molasse bei Gunsburg unfern Ulm, vorkommenden Conchylien und Pflanzenreste. *Paleontographica*, Cassel, 1, 1er livret.
- EMMENEGGER, C. 1962: Géologie de la région Sud de Fribourg. *Bull. Soc. fribourg. Sci. nat.* 51, 5–166 (1961).
- FONTANNES, F. 1878: Etudes stratigraphiques et paléontologiques pour servir l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône. Savy Ed., Paris, Soc. Agro. Hist. nat. Arts utiles, Lyon, III: Le bassin de Visan.
- 1880: *Ibidem*, IV: Le bassin de Crest.
- FRASSON, B.A. 1947: Geologie der Umgebung von Schwarzenburg (Kt. Bern). *Beitr. geol. Karte Schweiz*, N.F., 88, Schweiz. geol. Komm.
- GERBER, E. 1923: Über die Zweiteilung der Meeresmolasse in der Umgebung von Bern. *Eclogae geol. Helv.* 18/2, 246–249.
- 1926: Über die Molasse im Amtbezirk Bern. *Mitt. natf. Ges. Bern* (1925), 38.
 - 1932: Zur Stratigraphie und Tektonik der subalpinen Molasse von Rüscheegg (Kt. Bern). *Mitt. natf. Ges. Bern* (1931), 67–80.
- GILLIERON, V. 1885: Description géologique des territoires de Vaud, Fribourg et Berne, compris dans la Feuille XII entre le lac de Neuchâtel et la crête du Niesen. *Matér. Carte géol. Suisse*, 18.
- HOERNES, M. 1870: Die fossilen Mollusken des Tertiärbeckens von Wien. *Abhandl. D.K.K. geol. Reichsanstalt*, Wien, IV.
- HOMEWOOD, P. & ALLEN, P.A. 1981: Wave-, tide- and current-controlled sandbodies of Miocene Molasse, Western Switzerland. *Bull. amer. Assoc. Petroleum Geol.* 65/12, 2534–2545.
- LAMARCK, J.B. de 1819: Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. Paris, t. VI, 1ère partie.
- LINNÉ, C. von, 1758: *Systema naturae*. T. X, Stockholm.
- MARTINI, E. 1971: Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. *Proc. IIInd plankt. Conf.*, Roma, 1970, Part 2, 739–785.
- MAYER-EYMAR, K. 1864: Die Tertiärauflage der Azoren und Madeiren. Zürich.
- MORNOD, L. 1949: Géologie de la région de Bulle (Basse-Gruyère). Molasse et bord alpin. *Matér. Carte géol. Suisse*, N.S., 91.
- NYST, H. & WESTENDORP, W. 1839: Nouvelles recherches sur les coquilles de la province d'Anvers.
- PAPP, A., RÖGL, F. & SENES, J. 1973: M2-Otnangien. Die Innviertler, Salgotrjaner, Bantapsztaer Schichtengruppe und die Rzehakia-Formation. In: *Chronostratigraphie und Neostratotypen, Miozän der zentralen Paratethys*, Bd. III., Verlag. slow. Akad. Wissensch., Bratislava.
- RANGHEARD, Y., DEMARCQ, G., MONGEREAU, N., PHARISAT, A., POUYET, S. & TRUC, G. 1985: Le Miocène du Val des Verrières et du Bief des Lavaux (Jura Central, Haute-Chaîne); événements paléobiogéographiques et géodynamiques. *Geobios* 18/6, 769–785.
- ROGER, J. 1939: Le genre *Chlamys* dans les formations néogènes de l'Europe. *Mém. Soc. Géol. France* (Paris) 40, (17).
- RÖGL, F. 1989: Late Oligocene and Miocene planktic foraminifera of the Central Paratethys. In: BOLLI, H.M., SAUNDERS, J.B. & PERCH-NIELSEN, K. (Eds): *Plankton stratigraphy*, 315–328. Cambridge Univ. Press.
- RUTSCH, R.F. 1928: Geologie des Belpberges. Ein Beitrag zur Kenntnis der Stratigraphie, Paläontologie und Tektonik der Molasse südlich von Bern. *Mitt. natf. Ges. Bern* (1927), Diss. Univ. Bern.

- 1933: Beiträge zur Geologie der Umgebung von Bern. Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F., 66, Schweiz geol. Komm.
- 1947: Molasse und Quartär im Gebiet des Siegfriedblattes Rüeggisberg (Kt. Bern). Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F., 87, Schweiz. geol. Komm.
- 1958: Das Typus-Profil des Helvetien. *Eclogae geol. Helv.* 51/1, 107–118.
- 1967: Erläuterungen: Geologischer Atlas der Schweiz 1:25 000, Atlasblatt 26, (332–335) Neuenegg-Oberbalm-Schwarzenburg-Rüeggisberg. Schweiz. geol. Komm.
- RUTSCH, R.F. & STEININGER, F.** 1961: Eine neue Pecten-Art aus dem Typus-Profil des Helvetien südlich von Bern (Schweiz). *Sitzber. österr. Akad. Wiss. math.-natw. Kl. Abt. 1*, 170/3, 165–177.
- SACCO, F.** 1897: I Molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria. Parte XXIV, Pectinidae, Torino, Clausen Ed.
- SCHAFFER, F.** 1910: Das Miozän von Eggenburg. I. Die Bivalven der Miozänbildungen von Eggenburg. Abhandl. D.K.K. geol. Reichsanstalt, Wien, 22 (I).
- SCHMID, G.** 1970: Geologie der Gegend von Guggisberg und der angrenzenden subalpinen Molasse. Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F., 139, Schweiz. geol. Komm.
- SCHOEPFER, P.** 1986: Sur l'âge de l'«Helvétien» du Guggisberg (BE): premières données micropaléontologiques. *Eclogae geol. Helv.* 79/3, 913–916.
- 1989: Sédimentologie et stratigraphie de la Molasse Marine Supérieure entre le Gibloux et l'Aar. Thèse Univ. Fribourg (965), Imprimerie St-Paul, Fribourg.
- SCHOEPFER, P. & BERGER, J.-P.** 1989: Burdigalian and Helvetican in Western Switzerland. *Geologica Carpathica* 40/1, 17–21.
- SMITH, J.** 1847: On the age of the tertiary beds of the Tagus with a catalogue of the fossils. *Quaternary Jour. Geol. Soc. London*, v. III.
- STEININGER, F., RESCH, W., STOJASPAL, F. & HERMANN, P.** 1982: Biostratigraphische Gliederungsmöglichkeiten im Oligozän und Miozän der Molasse-Zone Vorarlbergs. In: **JUNG, P.** (Coord.): *Nouveaux résultats biostratigraphiques dans le Bassin Molassique, depuis le Vorarlberg jusqu'en Haute-Savoie*. Docum. Lab. Géol. Lyon, H.S., 7, 77–85.
- STEININGER, F., RÖGL, F. & MARTINI, E.** 1976: Current Oligocene/Miocene biostratigraphic concept of the Central Paratethys (Middle Europe). *Newsl. Stratigr.* 4/3, 174–202.
- STEININGER, F. & SENES, J.** 1971: M1-Eggenburgien. Die Eggenburger-Schichtengruppe und ihr Stratotypus. Chronostratigraphie und Neostratotypen, Miozän der zentralen Paratethys, Bd. II., Verlag. slow. Akad. Wissensch., Bratislava.
- STUDER, B.** 1825: Beyträge zu einer Monographie der Molasse. Jenni, Bern.
- 1853: Geologie der Schweiz, 2. Bd.: Nördliche Nebenzone der Alpen. Jura und Hügelland. Stämpfli, Bern, und Schulthess, Zürich.
- TEPPNER, M. von**, 1918: Die Familie der Pectinidae. Gratz.
- TERCIER, J.** 1928: Géologie de la Berra. Matér. Carte géol. Suisse, N.S., 60, Comm. géol. Suisse.
- WALLEZ, M.J., MAGNE, J., GOURINARD, Y. & DEMARcq, G.** 1987: Nouvelles grade-datations de sédiments burdigaliens des régions rhodaniennes. *Géol. Méd.*, Marseille, t. XII-XIII (1985–1986), 1–2, 59–63.
- WENGER, W.F.** 1987: Die Foraminiferen des Miozäns der bayerischen Molasse und ihre stratigraphische sowie palaeogeographische Auswertung. *Zitteliana* 16, 173–340.

Manuscrit reçu le 4 Janvier 1990

Révision acceptée le 27 juin 1990

Planche 1

Chlamys palmata LAMARCK

- Fig. 1. v.d., Ho 28, NMBE, Hohburggraben, Belpberg, légère tendance *crestensis*; $\times 3/4$
Fig. 2. v.d., Bb 83-13-6, NMBE, Marchbachgraben, Belpberg; $\times 1/2$
Fig. 3. bivalve, Bb 83-22-6, NMBE, Marchbachgraben, Belpberg; $\times 1/2$; 3a v.d., 3b v.g.
Fig. 4. v.g., Bb 83-22-5, NMBE, Marchbachgraben, Belpberg; $\times 1/2$

Chlamys scabrella LAMARCK

- Fig. 5. v.g., La Chaux-de-Fonds, NMBE; $\times 1$
Fig. 6. v.d., Ho 451, NMBE, Aarwald, Belpberg, détail de l'ornementation; $\times 4$

Chlamys macrotis SOWERBY

- Fig. 7. v.d., Ho 129, NMBE, Aarwald, Belpberg; $\times 1$

Chlamys praescabriuscula FONTANNES

- Fig. 8. v.g., Fi 734, NMBE, Imihubel, Längenberg, détail de l'ornementation; $\times 5$

Conventions adoptées pour les trois planches:

v.d. = valve droite

v.g. = valve gauche

NMBE = Naturhistorisches Museum Bern

MHNF = Musée d'Histoire Naturelle de Fribourg

IGF = Institut de Géologie de Fribourg

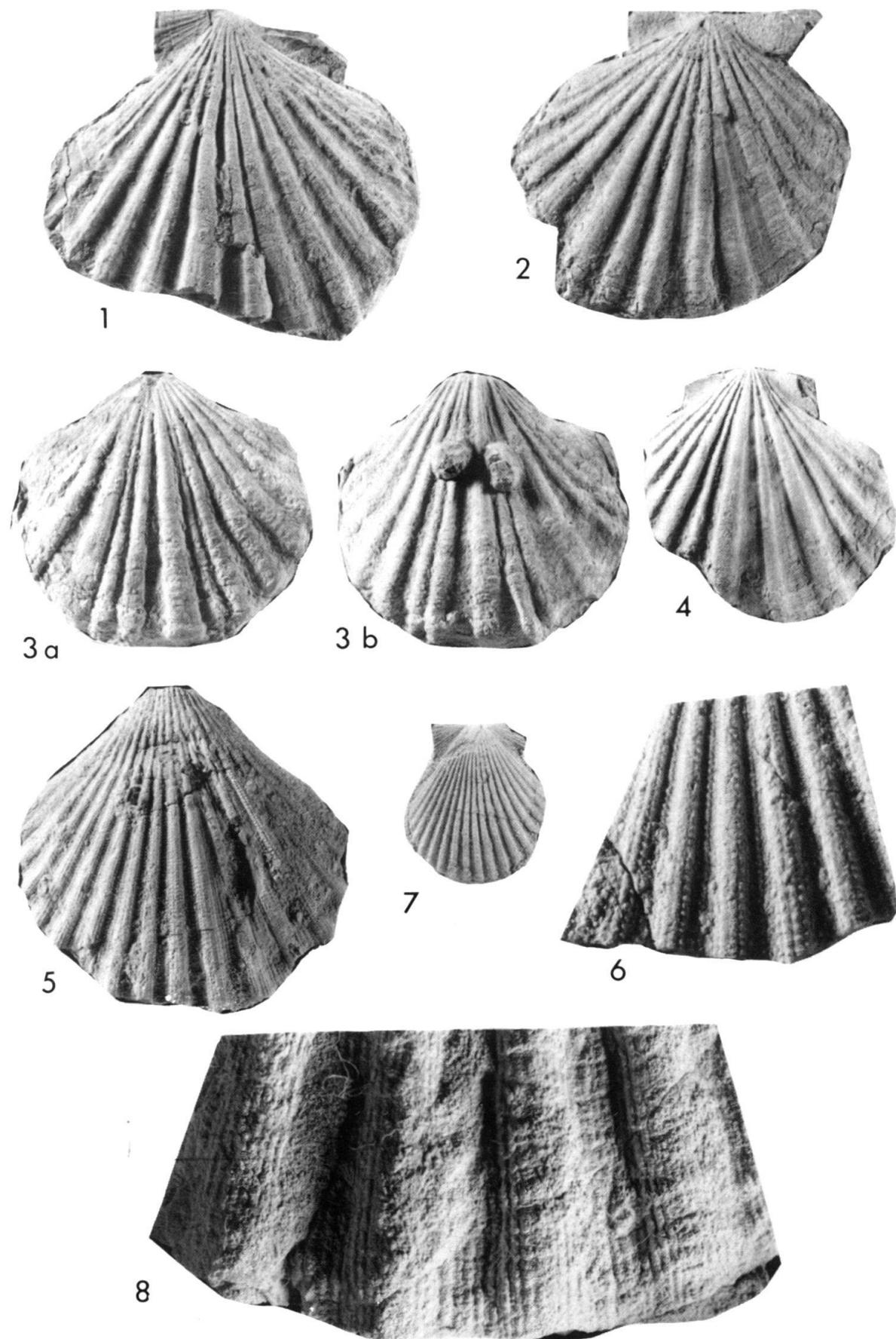


Planche 2

Chlamys cf. radians NYST

Fig. 1. v.g., Ho 33a, NMBE, Hohburggraben, Belpberg; $\times 1$

Chlamys pavonacea FONTANNES

Fig. 2. JJ, NMBE, Zofingen (Aargau)

2a: vue générale; $\times 1/2$

2b: détail de l'ornementation; $\times 4$

Chlamys varia LINNÉ

Fig. 3. v.g., JW 800, NMBE, Aarwald, Belpberg

3a: vue générale; $\times 1$

3b: détail de l'ornementation; $\times 4$

Chlamys sp. N.D.

Fig. 4. v.d., Bb 83-22-1, NMBE, Marchbachgraben, Belpberg; $\times 1$

Gigantopecten albinus (VON TEPPNER)

Fig. 5. bivalve, 6, MHNF, La Combert, tendance *G. tournali* DE SERRES

5a: v.d.; $\times 1/3$

5b: profil latéral antérieur; $\times 1/3$

Fig. 6. v.g., ii 52 (A 6828), NMBE, Oberaar, Belpberg; $\times 1/4$

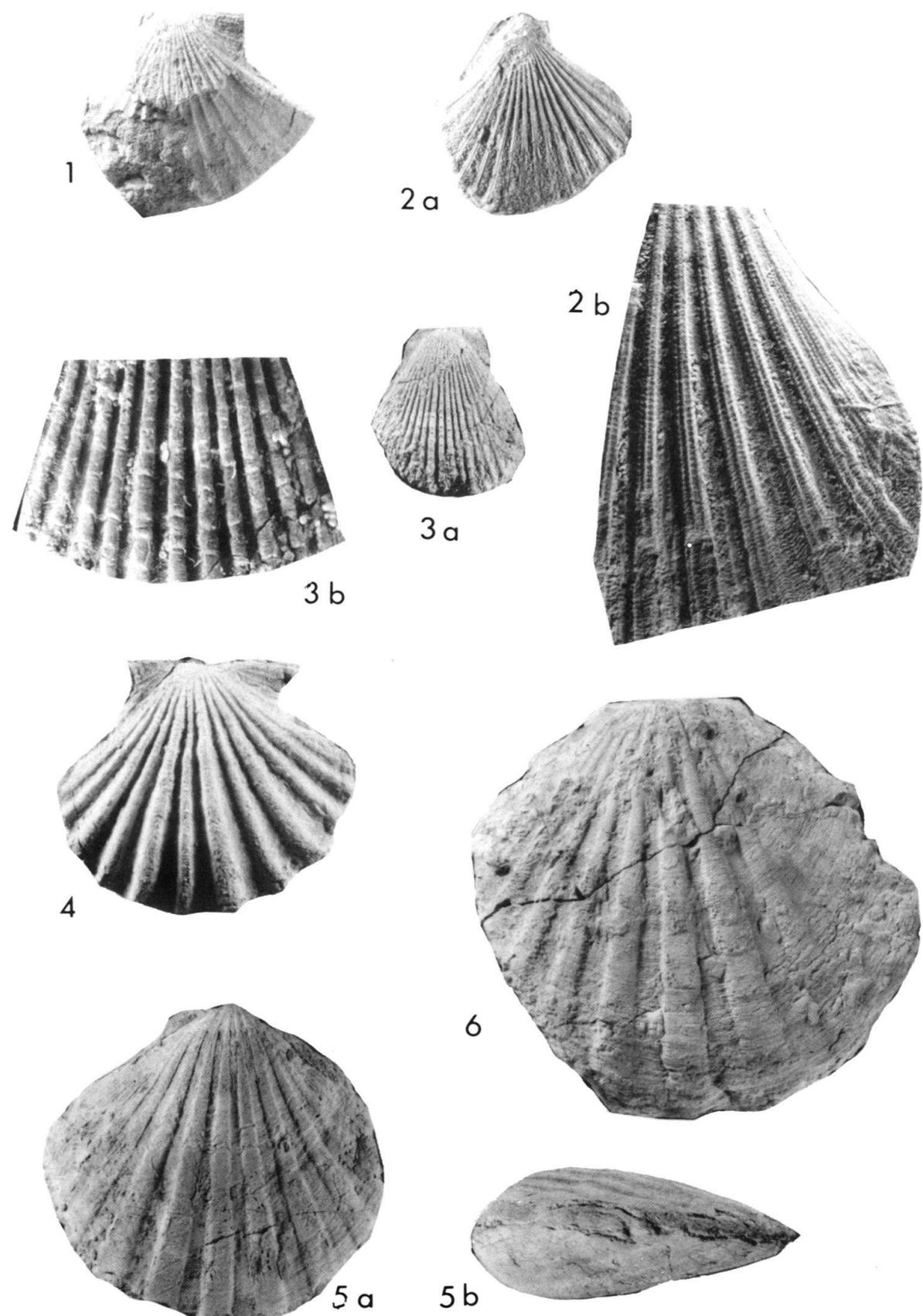


Planche 3

Pecten hornensis DEPERET & ROMAN

Fig. 1. bivalve, Ho 263, NMBE, Marchbachgraben, Belpberg
1a: v.d.; $\times 1/2$
1b: v.g.; $\times 1/2$

Fig. 2. v.d., Imi 143/1, NMBE, Imihubel, Längenberg, tendance *helveticensis*; $\times 1/2$

Pecten helveticensis RUTSCH & STEININGER

Fig. 3. v.d., W.B., NMBE, Belpberg; $\times 1/2$
Fig. 4. v.g., Bb 83-13-15, NMBE, Marchbachgraben, Belpberg; $\times 1/2$

Flabellipecten besseri ANDREJZOWSKI

Fig. 5. bivalve, E 62, IGF, coll. C. Emmenegger, La Combert
5a: v.d.; $\times 1/4$
5b: profil umbonal; $\times 1/3$

Flabellipecten hermansenni DUNKER

Fig. 6. v.d., L 189, coll. J.C. Loup, La Combert; $\times 1/2$

