

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome XCVIII

1978

3^{me} trimestre

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

SOCIETE GEOLOGIQUE DU NORD

Extraits des Statuts

Article 2.

— Cette Société a pour objet de concourir à l'avancement de la géologie en général, et particulièrement de la géologie de la région du Nord de la France.

— La Société se réunit de droit une fois par mois, sauf pendant la période des vacances. Elle peut tenir des séances extraordinaires décidées par le Conseil d'Administration.

— La Société publie des Annales et des Mémoires. Ces publications sont mises en vente selon un tarif établi par le Conseil. Les Sociétaires bénéficient d'un tarif préférentiel (1).

Article 5.

Le nombre des membres de la Société est illimité. Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres de la Société qui auront signé la présentation, et avoir été proclamé membre au cours de la séance suivante.

Extraits du Règlement Intérieur

§ 7. — Les Annales et leur supplément constituent le compte rendu des séances.

§ 13. — Seuls les membres ayant acquitté leurs cotisation et abonnement de l'année peuvent publier dans les Annales. L'ensemble des notes présentées au cours d'une même année, par un même auteur, ne peut dépasser le total de 10 pages, 1 planche simili étant comptée pour 2 p. 1/2 de texte.

Le Conseil peut, par décision spéciale, autoriser la publication de notes plus longues.

§ 17. — Les notes et mémoires originaux (texte et illustration) communiqués à la Société et destinés aux Annales doivent être remis au Secrétariat le jour même de leur présentation. A défaut de remise dans ce délai, ces communications prennent rang dans une publication postérieure.

§ 18. — Les mémoires sont publiés par fascicules après décision du Conseil.

Avertissement

La Société Géologique du Nord ne peut en aucun cas être tenue pour responsable des actes ou des opinions de ses membres.

Tirages à part

Conformément au paragraphe 14 du Règlement Intérieur (Tome LXXXI, p. 12), les tirages à part sont à la charge des auteurs qui doivent en faire par écrit la déclaration expresse en tête des épreuves du bon à tirer.

Cotisations et Abonnements (à la date du 1^{er}-1-1979)

	QUALITE	COTISATION	ABONNEMENT	TOTAL
FRANCE et BENELUX	Personnes physiques (2)	15,00 F	85,00 F	100,00 F
AUTRES PAYS	Personnes physiques	15,00 F	100,00 F	115,00 F

Abonnement des non-membres : FRANCE : 198,00 F — ETRANGER : 228,00 F

Pour tous renseignements et règlements, s'adresser à : Secrétariat S.G.N., Sciences de la Terre,
B.P. 36, 59650 Villeneuve d'Ascq — Tél. 91.92.22 — C.C.P. Lille 5247

ANNALES DE LA SOCIETE GEOLOGIQUE DU NORD

La vente des Annales s'effectue par tomes entiers aux prix suivants. Exceptionnellement, et jusqu'à épuisement du stock, certains fascicules sont en vente séparément. Leur liste figure en fin de fascicule.

Tomes I à LXXXV (manquent I, II, V à IX, XVI, XXII, XXXIV à XXXVI, XXXIX à XLIII, XLV, XLVII à LVIII) 168,00 F.
Tomes LXXXVI et suivants (manque XCI) 186,00 F.

(1) Modification adoptée lors de l'Assemblée Générale du 10 Janvier 1974.

(2) Les étudiants qui en font la demande annuelle peuvent, par décision du Conseil, bénéficier d'un tarif préférentiel sur l'abonnement (48,00 F).

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome XCVIII

1978

3^{me} trimestre

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 1978 —

<i>Président d'Honneur</i>	M. G. WATERLOT
<i>Président</i>	M. J.M. CHARLET
<i>Premier Vice-Président</i>	M. J. SOMMÉ
<i>Vice-Présidents</i>	M. J. LEPLAT M. F. ROBASYNSKI
<i>Secrétaire</i>	M. J. MANIA
<i>Secrétaire-Adjoint</i>	M. J.P. COLBEAUX
<i>Directeur de la Publication</i> ..	M ^{me} Paule CORSIN
<i>Trésorier</i>	M. l'Abbé TIEGHEM
<i>Archiviste-Bibliothécaire</i>	M. J.L. MANSY
<i>Conseillers</i>	M. l'Abbé HEDDEBAUT † M. J. PAQUET M. A. DALINVAL M ^{lle} D. BRICE M. Ch. DELATTRE M. M. WATERLOT

A N N A L E S
D E L A
S O C I É T É G É O L O G I Q U E D U N O R D

Société fondée en 1870 et autorisée par arrêtés en date des 3 Juillet 1871 et 28 Juin 1873

Secrétariat : Société Géologique du Nord
Sciences de la Terre, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex
Tél. 91.92.22 — C.C.P. Lille 52-47

Compte rendu de l'activité de la Société

EXCURSION DU 4 JUIN 1978

Présidence de M. J.M. CHARLET, Président

L'excursion du Président avait pour but de présenter les travaux récemment effectués par l'équipe CHARLET - DUPUIS - QUINIF sur le thème : *Nouvelles méthodes d'études d'anomalies radiométriques*.

Durant la matinée, la coupe classique du Mont des Groseilliers (Blaton) fut parcourue en insistant sur les nombreux centres d'intérêt qu'elle présente.

En stratigraphie : le problème du passage Viséen-Namurien (2, 3, 4).

En pétrographie : la définition et l'origine des silicites (1, 5, 6, 7).

En minéralogie : les nombreuses espèces minérales qui y furent décrites, plus de 20 espèces (8) dont la plus fréquente est la crandallite.

En géochimie : la découverte récente (9, 11, 12) de plusieurs anomalies nouvelles en uranium, tant dans les schistes du Viséen supérieur que dans le Crétacé.

En géophysique : son choix pour la mise au point d'une méthode nouvelle de prospection des gisements d'uranium cachés, basée sur l'étude de la thermoluminescence (11, 12, 14).

L'après-midi fut consacré à un essai de spectrométrie gamma *in situ* en vue d'évaluer directement la teneur en uranium dans les anciennes exploitations de craies phosphatées à Cipluy (13), et à la visite des installations du laboratoire de radiométrie et de thermoluminescence de la Faculté Polytechnique de Mons.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- 1) BELLIERE M. (1922). — Contribution à l'étude lithologique de l'assise de Chockier. *Congrès géologique international*, 1922, XIII^e session, 3^e fascicule, p. 1201-1230.
- 2) BOUKAERT J., DELMER A. et OVERLAU P. (1961). — Stratigraphie du Viséen moyen et supérieur et du Namurien inférieur dans la région de Basècles-Blaton (Tranchée du Mont des Groseilliers). *Mém. Inst. Geol. Univ. Louvain*, t. 22.
- 3) GRAULICH J.M. (1962). — La phase sudète de l'orogénèse varisque dans le Synclinorium de Namur à l'Est du Samson. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. 71, fasc. 2, p. 181-199.
- 4) FIEGE K. (1967). — Tranchée du canal Nimy-Antoing au Mont des Groseilliers, Blaton. Viséen supérieur et Namurien inférieur. *Prof. Paper Serv. géol. Belgique*, n° 14.
- 5) SCHEERE J. et VANTASSEL R. (1969). — Phosphorites du passage Viséen-Namurien à Blaton. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. 77, fasc. 2-3, p. 245-262.
- 6) SCHEERE J. et LAURENT E. (1970). — Silicites litées de Blaton (Belgique) et de l'Inzecca (Corse). Comparaison et considérations. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. 79, fasc. 3-4, p. 225-240.
- 7) DEFOURNY J. (1972). — Les phtanites namuriens de Blaton. T.F.E., Faculté polytechnique de Mons.
- 8) MELON J., BOURGUIGNON P. et FRANSOLET A.M. (1976). — Les minéraux de Belgique. Ed. G. Lelotte, 280 pages.
- 9) CHARLET J.M., DUPUIS Ch. et QUINIF Y. (1977). — Perspectives de la prospection de l'uranium à l'échelle nationale. *Ann. des Mines de Belgique*, 5, p. 522-531.
- 10) CANART G. (1977). — Mise au point d'une technique de spectrométrie gamma *in situ* pour le dosage des radioéléments et l'étude des propriétés des roches. T.F.E., Faculté polytechnique de Mons.
- 11) CHARLET J.M., DUPUIS Ch. et QUINIF Y. (1977). — Application de la thermoluminescence à la prospection des gisements d'uranium cachés. *C.R. Ac. Sc., Paris*, t. 284, p. 1997-1999.
- 12) CHARLET J.M., DUPUIS Ch. et QUINIF Y. (1978). — Mise en évidence par la thermoluminescence (TL) des sables landéniens d'anomalies radiométriques nouvelles dans la coupe du canal de Blaton. Communication présentée le 2-5-78 à la Société géologique de Belgique.
- 13) DRUMEL B. (1978). — L'uranium lié aux phosphates sédimentaires dans le Bassin de Mons et les régions voisines. T.F.E., Faculté polytechnique de Mons.
- 14) CHARLET J.M., DUPUIS Ch. et QUINIF Y. (1979). — Thermoluminescence, effet thermique naturel et phénomène de remaniement ; le cas des sables landéniens de la région de Blaton. (A paraître dans la *Revue de Géographie physique et Géologie dynamique*).



Cinématique de la déformation au front de la faille du Midi : les carrières du Pont à Nôle (Sud de la Belgique), carrière Napoléon (Nord de la France)

par J.P. COLBEAUX (*)

Sommaire. — L'étude structurale de deux carrières : carrières du Pont à Nôle (Charleroi, Ardenne) et Napoléon (Marquise, Boulonnais) permet de mettre en évidence quatre phases de déformation liées à des raccourcissements orientés alternativement N-S et E-W.

Summary. — The structural study of two quarries : Pont à Nôle quarries (Charleroi, Ardenne) and Napoleon quarry (Marquise, Boulonnais) revealed four deformation phases, linked to shortenings alternatively N-S and E-W in direction.

I. — LES CARRIERES DU PONT A NOLE

Les carrières du Pont à Nôle, ouvertes dans des formations d'âge viséen et tournaisien, entaillent largement les lambeaux des Gaux et de la Tombe (fig. 1). Cette situation privilégiée vis-à-vis de l'un des accidents (Faille des Gaux) situés en avant de la faille du Midi (Beugnies, 1976) a retenu notre attention.

A) LA CARRIERE MERIDIONALE

1) Les observations.

260 mesures ont été effectuées dans cette carrière.

a) Les secteurs étudiés.

La carrière présente trois étages d'exploitation, soit du haut vers le bas : 1^{er} étage : secteurs A, B, C et H ; 2^e étage : secteur D ; 3^e étage : secteurs D, E, F et G (fig. 2).

Dans la suite de l'étude, nous observerons le découpage suivant :

— au-dessus de la faille des Gaux, secteurs B et H,

— au voisinage de la faille des Gaux, secteurs D et E entre lesquels se situe la faille des Gaux,

(*) U.E.R. des Sciences de la Terre, Université des Sciences et Techniques de Lille, B.P. 36, 59650 Villeneuve d'Ascq.

Note présentée le 9 Mars 1978 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 8 Février 1979.

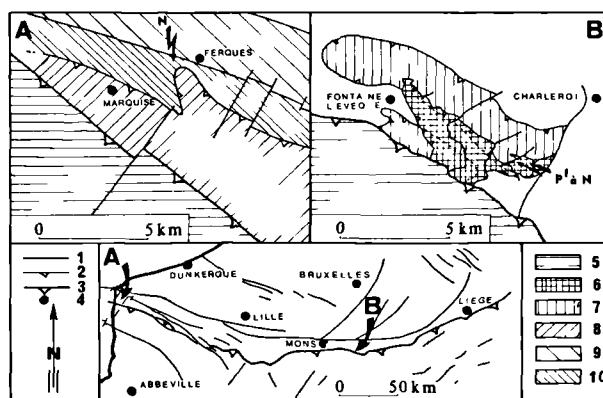


Fig. 1. — Localisation des secteurs étudiés.

1, faille sub-verticale. — 2, faille chevauchante. — 3, faille du Midi. — 4, localité. — 5, Massif du Midi. — 6, lambeau des Gaux. — 7, lambeau de Fontaine Lévêque. — 8, Massif d'Hydrequant. — 9, Massif de Ferques. — 10, Massif du Haut-Banc. — N, carrière Napoléon. — P' à N, carrières du Pont à Nôle.

— sous la faille des Gaux, secteurs F et G.

b) Les plis et failles.

Les orientations des axes de plis cylindriques déduites des stéréogrammes et les mesures des charnières sont compatibles dans chacun des secteurs considérés (tabl. I).

Malgré la même orientation des axes des plis, il est impossible de rapprocher les secteurs B et D. Sur les panoramas (fig. 3), les secteurs B et D forment un ensemble homo-

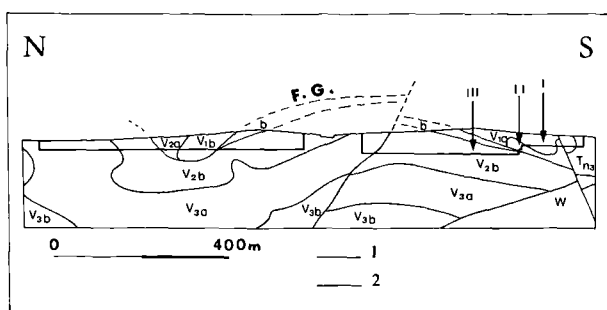


Fig. 2. — Localisation tectonique des carrières du Pont à Nôle (d'après Beugnies, 1976, fig. 6).

1, limite stratigraphique ou faille. — 2, carrière. — W, sub-stratum Westphalien. — V_{3a}, V_{3b}, Viséen supérieur. — V_{2a}, V_{2b}, Viséen moyen. — V_{1a}, V_{1b}, Viséen inférieur. — T_{ns}, Tournaisien supérieur. — b, brèche tectonique à éléments V_{1b}. — I, II, III, 1^{er}, 2^e, 3^e étages de la carrière Sud. — F.G., faille des Gaux.

Zone	Pli	axe	charnière
B	B ₁		N 90°
	B ₂	114°/E 22°	113°/E 12°
	B ₃	85°/E 28°	N 80°
	B ₄	101°/E 20°	
D	D ₁	113°/E 30°	
	D ₂	99°/E 18°	
	D ₃	100°/E 06°	
	D ₄	113°/E 32°	
H		108°/E 12°	
G			N 83° - 88°

Tableau I. — Les plis dans la carrière Pont à Nôle Sud (localisation fig. 3).

gène (*); le secteur C ne montre pas une continuité évidente des bancs de la zone B à la zone D; de plus, de grands joints [10°-13°/E 45°-50° (**), 12°/E 68° et 32°/E 55°] y ont été mesurés : ils marqueraient la transition entre les secteurs B et D.

La faille des Gaux mesurée par visée du front E au front F a une direction N 77° et un pendage vers le Sud de 33°.

c) Les joints.

Sur le tableau II ont été reportées les familles de joints déduites des stéréogrammes et ce pour chacun des secteurs B, H, D, E et F-G.

Plusieurs familles de joints sont communes à au moins deux secteurs.

- 40°- 59°/NW 50°-77° observée en D ; F-G
- 74°- 94°/S 29°-54° observée en H, D
- 113°-130°/N 73°-82° observée en H, D ; E
- 113°-130°/S 85°-90° observée en F-G
- 145°-157°/S 80°-90° observée en D ; F-G
- 160°- 02°/E 78°-90° observée en H ; E

Les joints de la famille 74°-94°/S 29°-54° semblent localisés aux zones D et H, donc au lambeau des Gaux, de par leur direction et pendage ils seraient les homologues de la faille des Gaux.

d) Les calques et photographies.

Les secteurs H et F-G n'ont fourni aucune observation.

(*) Formations vraisemblablement V₁, (déterminations R. Conil, 1977).

(**) Convention utilisée : 10°-13°/E 15°-30° = joints de directions comprises entre N 10° et N 13°, à pied E et angle de pente compris entre 45° et 50°.

Position par rapport à la FAILLE DES GAUX	AU DESSUS		AU VOISINAGE				AU DESSOUS	
	B	H	D	E	F_G			
Nombre de mesures	30		70		50		25	
	Familles de joints %	Familles de joints %	Familles de joints %	Familles de joints %	Familles de joints %	Familles de joints %	Familles de joints %	
			175°.05°/E 22°.24°	3				
			24°.36°/E 16°.20°	3	14°.20°/90°	5		
			30°.40°/SE < 0°.46°	7				
			49°.59°/NW 50°.63°	3			40°.56°/NW 67°.77°	
		77°.86°/S 47°.54°	2	74°.94°/S 29°.36°	3			
				72°.86°/N 58°.63°	3		65°.76°/90°	
		87°.93°/90°	2	96°.102°/N 48°.54°	5	80°.98°/N 56°.72°	2	
		114°.120°/NE 73°.82°	3	118°.125°/N 44°.52°	4	113°.119°/N 74°.82°	3	
				145°.50°/SW 80°.90°	3	144°.156°/NE 54°.66°	2	
						160°.170°/NE 78°.86°	4	
		176°.02°/E 86°.90°	3					

Tableau II. — Les joints dans la carrière Pont à Nôle Sud.

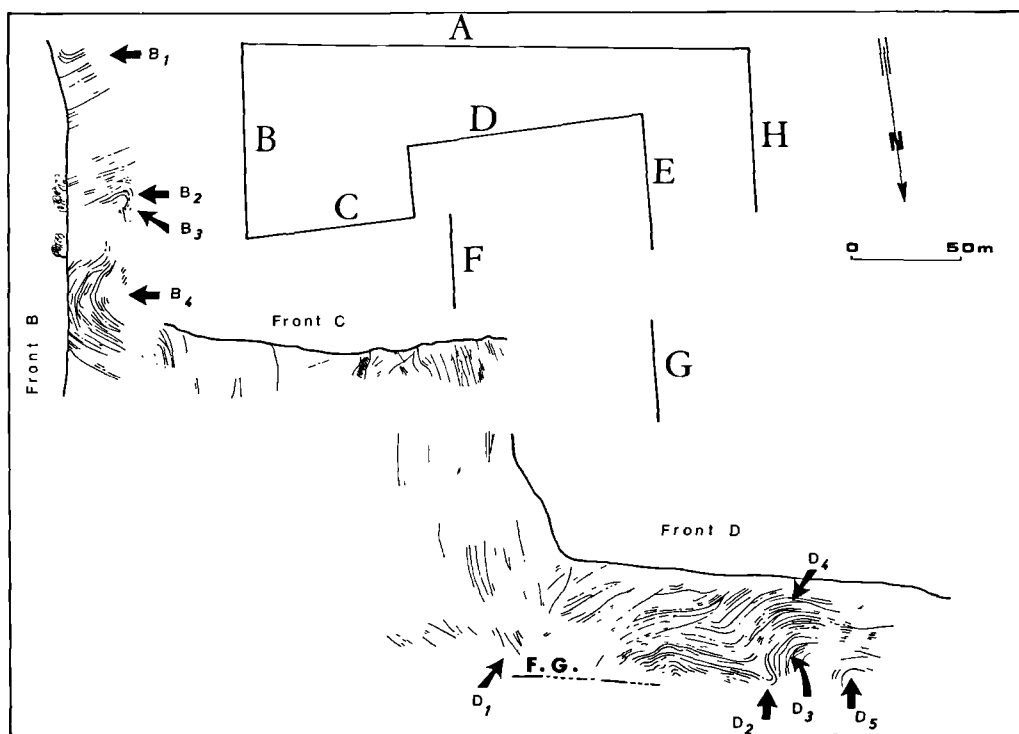


Fig. 3. — Panoramas des fronts de taille de la carrière Pont à Nôle Sud.

Les fronts de taille ont une hauteur de 20 m.

A, secteur d'étude. — B_i, repérage d'un pli du secteur B (voir tabl. I pour l'orientation de l'axe). — F.G., Faille des Gaux.

1° Secteur B :

cisaillements senestres (joints en échelon) intra-bancs (fig. 4).

2° Secteur D :

— point 10 (situé à l'Est du point 8 sur le secteur D mais hors de la zone représentée fig. 5) : cisaillements intra-bancs dextres (joints 98°/S 35° sub-parallèles à la stratification) ;

— point 8 : cisaillements intra-bancs senestres (joints en échelon) ;

— point 9 : dans l'ordre chronologique (1) joints en échelon dextres de direction N 162° et à pendage perpendiculaire à la stratification [seul un détail relatif à (2) et (3) est représenté] ; (2) joints cisailants senestres de direction N 105° et à pendage perpendiculaire à la stratification ; (3) joints stylolitiques H (à pics parallèles à la stratification) de direction N 105° (direction des pics N 15°) ;

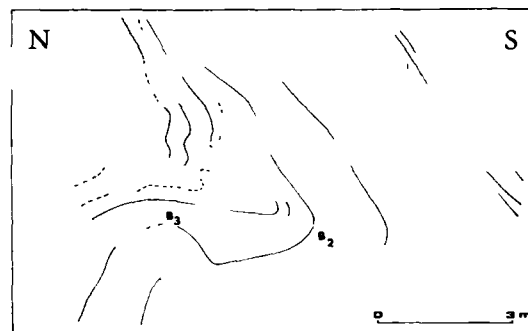


Fig. 4. — Détail des plis B₂ et B₃.

Voir fig. 3 pour la localisation et tabl. I pour l'orientation de l'axe.

— point 15 : cisaillement intra-banc senestre sub-parallèle à la stratification (joints en échelon) ;

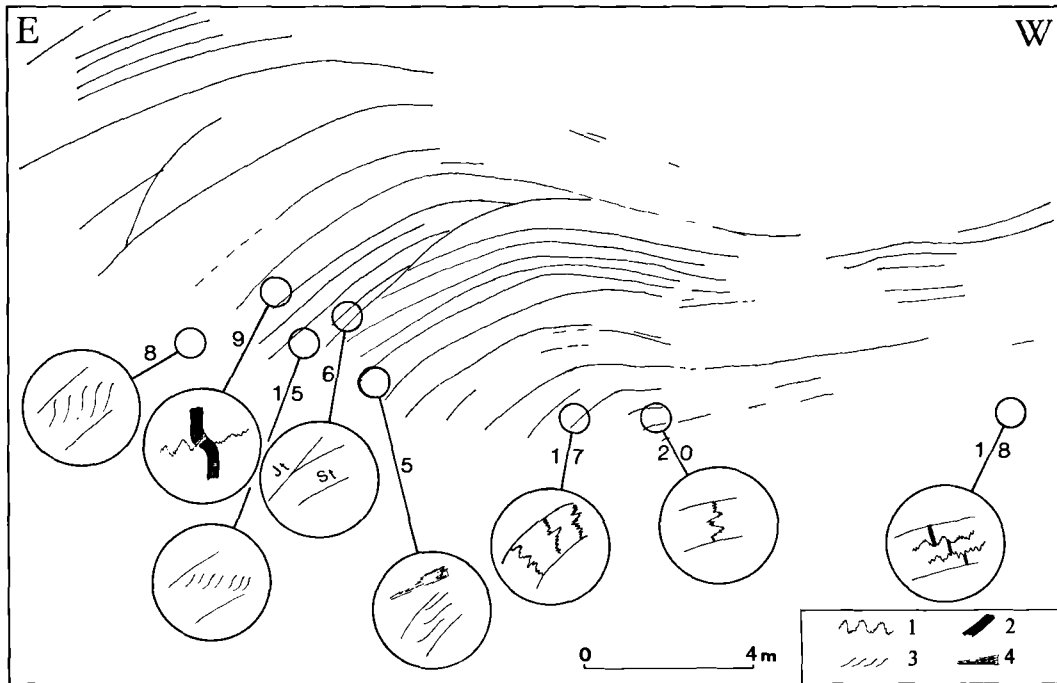


Fig. 5. — Localisation des calques et photographies du secteur D de part et d'autre du pli D₁ (fig. 3).
1, joint stylolitique. — 2, joint empli de calcite. — 3, joints en échelon. — 4, joint. — Jt, joint.
St, stratification.

— *point 6* : micro-chevauchements (la perpendiculaire à leur intersection avec les surfaces de banc peut être considérée comme la direction de raccourcissement, ici N 47° ; le plan de mouvement de la stratification striée a une direction N 32° ;

— *point 5* : dans l'ordre chronologique (1) cisaillements dextres inter-bancs soulignés par des ruptures de second ordre ; cisaillement intra-banc dextre marqué par des joints en échelon sub-parallèles à la stratification ; (2) joint cisailant senestre 63°/SE 78° avec stries inclinées de 38° vers le NE ;

— *points 17 et 20* : les joints stylolitiques H tournent avec la stratification, ils sont donc antérieurs aux plis et les strates étaient induites avant le plissement ;

— *point 18* : dans l'ordre chronologique (1) joints cisailants senestres intra-bancs parallèles à la stratification, déplaçant des joints en échelon d'orientation indéterminée ; (2) joints stylolitiques V (à pics perpendiculaires à la stratification) surimposés aux joints cisailants (1).

3° Secteur E :

nombreux joints en échelon conjugués, ils n'ont pu être observés ni sur la tranche, ni sur la surface des bancs et ne peuvent être interprétés.

e) Les observations particulières.

1° Secteur B :

un joint 165°/W 57° à stries inclinées de 43° vers le N a un plan de mouvement N 105° et le sens du déplacement est de l'W vers l'E qui est post-pli car il recoupe les strates ; un grand joint 80°/S 85° post-pli.

2° Secteur C :

des grands joints 10°-13°/E 45°-50°, 12°-E 68° stries normales et 32°/E 55° recoupent les bancs et sont situés dans la zone de transition entre les secteurs B et D (tabl. IV).

3° Secteur H :

un joint 100°/S 82° à stries inclinées de 9° vers l'W recoupe et décale la succession strati-

graphique ; un joint 51°/SE 53° avec des stries de direction N 125° a un plan de mouvement de direction N 136° et le sens du déplacement est du NW vers le SE.

4° Secteur D :

un grand joint de direction N 145° à un pendage variable, allant du bas de la carrière (près de la faille des Gaux) au sommet (les valeurs de pendage mesurées sont SW 78°, 90°, NE 60° et enfin NE 40°) qui recoupe les strates (donc postérieur au plissement) et qui, de plus, est antérieur à un joint 58°/NW 55° ; un joint 68°/N 64° à stries inclinées de 27° vers le N est postérieur à un grand joint 135°/NE 43° portant des stries de direction N 17° (plan de mouvement N 31°) ; les joints 58°/NW 55° et 68°/N 64° sont postérieurs au glissement puisque non décalés par les glissements banc sur banc ; un grand joint 92°/N 72° est déformé et ondulé, il a un pendage plus faible vers le haut du front de taille et est situé près du point 10.

5° Secteur E :

— point 10 : les cisaillements intra-bancs sont marqués par de très nombreux filonnets de calcite ;

— point 12 : nombreux filonnets de calcite et grands joints stylolitiques V.

6° Secteurs F-G :

un joint 141°/NE 48° avec stries de direction N 50° (plan de mouvement N 51°) et sens du mouvement du SE vers le NW.

f) Interprétation des observations.

1° Dans le tableau III sont données les directions des :

— plans de mouvement (méthode Arthaud, 1969) ;

— raccourcissements perpendiculaires aux axes de plis ;

— raccourcissements ou directions principales de contrainte σ_1 (compression) locales (méthode dérivée de Cruden, 1971 in Colbeaux, 1977) ;

— directions principales de contrainte σ_1 (compression), parallèles aux pics stylolitiques ;

— directions principales de contrainte σ_1 (compression), liées aux couples de joints conjugués.

De ce tableau se dégagent deux directions principales de contrainte σ_1 (compression) ou de raccourcissement de part et d'autre des orientations N-S et E-W.

2° Un cas particulier (tabl. IV) a été réservé aux joints à faible pendage pour lesquels, par secteur et par familles de joints, sont données les directions de raccourcissement (perpendiculaire à la direction des joints, colonne de gauche) et de plan de mouvement (colonne de droite) lorsque ces joints sont striés.

Deux directions principales se dégagent à nouveau de part et d'autre des directions N-S et E-W.

Quelques remarques :

— des joints 175°-05°/E 22°-34° (secteur D, tabl. IV) nés de raccourcissements N 85°-95° ont rejoué avec un plan de mouvements N 28° ;

— des joints 30°-40°/SE 40°-46° (secteurs B, D et E, tabl. IV) nés de raccourcissements N 120°-130° (plans de mouvements N 107°) ont rejoué avec un plan de mouvement N 159°-174°.

2) La succession des déformations telle qu'elle peut être déduite de la simple observation.

a) Secteur B.

1° Les premières déformations sont liées au plissement :

— raccourcissements (perpendiculaires aux axes de plis) de direction N 165°-24° (tabl. I) ;

— cisaillements intra-bancs senestres ;

— glissement banc sur banc avec un plan de mouvement N 176° (tabl. III).

2° Les secondes sont postérieures au plissement :

— un joint cisailant 20°/E 82° avec un plan de mouvement N 176° (tabl. III) ;

— un joint 165°/W 57° à stries inclinées de 43° vers le N avec un plan de mouvement N 105°, sens de déplacement de l'W vers l'E ;

Position par rapport à la faille des Gaux	AU DESSUS		AU VOISINAGE		AU DESSOUS
	B	H	D	E	F-G
Surfaces de bancs striées	176°		22° 27° 43°		
Perpendiculaire aux axes de plis	108°		64° 78°		
Plans de mouvement	183-24°	18°	7-23°		112-178°
Directions principales de contrainte σ_1			15°		
Joints à fort pendage striés	176° 84° 108°	174°	98°		
Joints conjugués					8° 9° 98°-99°

Tableau III. — Interprétations dans la carrière Pont à Nôle Sud.

Caractères droits : petits, raccourcissement ; grands, méthode de Cruden.

Caractères penchés : petits, méthode Arthaud ; grands, direction principale de contrainte σ_1 (compression).

— stratification striée horizontalement, plan de mouvement N 108° (tabl. III) ;

— des joints à fort pendage striés de directions N 80° et N 113°-118° à plan de mouvement N 108° et un raccourcissement (Cruden) N 84°.

3° Enfin, les troisièmes sont des joints à pendage moyen (secteur C) situés à la charnière entre les secteurs B et D : 10°-13°/E 45-50, 12°/E 68° et 30°/E 55°.

b) Secteur H.

1° La première déformation est une ondulation conique d'axe N 108° (tabl I) et donc un raccourcissement N 18°.

2° Puis un joint 100°/S 82° avec stries inclinées de 9° vers l'W (appartenant donc à un système de joints lié à une compression E-W).

Remarques :

— les joints à fort pendage, lorsqu'ils sont striés, indiquent un raccourcissement (Cruden) N 174° ; ils seraient à rapprocher de ceux signalés ci-dessus en 1° ;

— un joint 51°/SE 53° avec des stries de direction N 125° à un plan de mouvement N 136° et les déplacements sont du NW vers le SE ;

— des joints 15°-20°/E 42°/W 28° (tabl. IV) liés à un raccourcissement N 105°-110° seraient à rapprocher de ceux signalés en 2° ;

— un joint 96°/S 43°, lié à un raccourcissement N 06° serait à rapprocher de ceux signalés en 1°.

c) Secteur D.

1° Les photos et calques.

Ils indiquent la succession de déformations suivante :

— joints en échelons dextres perpendiculaires à la stratification et de direction N 162° (point 9) ;

— joints stylolitiques H accompagnés ou non de cisaillements senestres, de direction N 105° indiquant une compression N 15° (point 9) ;

— les joints stylolitiques H tournent avec la stratification (points 17 et 20) ; cisaillements senestres ou dextres intra-bancs, parallèles ou subparallèles à la stratification (points 10, 15, 5, 18) ; cisaillements dextres inter-bancs ;

— joints stylolitiques V (point 18) ;

— joint cisailant 62°/SE 78° avec stries inclinées de 38° vers le NE (point 5).

2° Les observations particulières.

Elles peuvent être interprétées de la manière suivante :

— une première succession : plissement ;

joint 145°/NE SW ;
ondulation de ce joint ;
joint 58°/NW 55° ;

— une seconde succession :

135°/NE 43° ;
68°/N 64°.

3° Les joints peu pentés.

— Les remarques suivantes se rapportent au chapitre consacré à l'interprétation des observations de joints à faible pendage :

- un premier ensemble de déformations dans lequel on a 175°-05°/E 22°-34° lié à un raccourcissement N 85°-95°, puis un plan de mouvement N 28°,

- un deuxième ensemble qui montre des joints 30°-40°/SE 40°-46° lié à un raccourcissement N 120°-130° avec un plan de mouvement N 107°, puis un plan de mouvement N 159°-174°.

— On peut observer en outre un joint 12°/E 32° lié à un raccourcissement N 102° avec un plan de mouvement N 28°.

— Sur le tableau IV, on remarque que les plans de mouvement de 175°-05°/E 22°-34° et les raccourcissements et plans de mouvement de 118°-125°/N 44°-52° s'accordent et que, d'autre part, il en est de même pour le plan de mouvement de 12°/E 32° vu ci-dessus.

— Succession des déformations.

Position par rapport à la FAILLE DES GAUX	AU DESSUS						AU VOISINAGE						AU DESSOUS			
	B			H			D			E			F G			
	JOINTS	⊥	PM	JOINTS	⊥	PM	JOINTS	⊥	PM	JOINTS	⊥	PM	JOINTS	⊥	PM	
	10	13E45.50	100	15	20	E42	105	175	5E22	34	85	95	28			
		103		105	110			23	36	E6	20	113	128	15	W37	105
								30	40E40	46	120	107	34	W46	124	
											130	159	77	N42	167	
													96	17	S8	21
				96	S43	06		74	84S29	36	164	04	115	S47	25	
													136	NE	28	46
				156	W17	66										
													141	151	E	48
															51	51

Tableau IV. — Interprétation des joints peu pentés de la carrière Pont à Nôle Sud.

⊥, raccourcissement perpendiculaire à la direction des joints.
PM, plan de mouvement (méthode Arthaud).

On a d'abord des joints :

- 175°-05°/E 22°-34° avec un raccourcissement N 85°-95°,
- 30°-40°/SE 40°-46° et 23°-36°/E 16°-20° avec un raccourcissement N 113°-130° et un plan de mouvement N 107°,
- puis rejeu de 175°-05° avec un plan de mouvement N 28° et de 30°-40° avec un plan de mouvement N 159°-174°,
- naissance de 118°-125°/N 44°-52° avec raccourcissement N 28°-35° et un plan de mouvement N 31°.

d) Secteur E.

Les joints stylolitiques V et les filonnets de calcite marqueurs de cisaillements intra-bancs sont plus accentués dans ce secteur. On peut donc penser que la déformation s'est effectuée sous une contrainte verticale locale plus forte. Une explication possible est que la faille des Gaux a fonctionné très tôt, soit à la fin du plissement, soit juste après.

3) La succession interprétée des déformations.

1) Le plus grand nombre de déformations a été observé dans le secteur D ; aussi, c'est pour ce secteur que sera proposée une classification interprétée des déformations, par comparaison des données fournies par les photographies, les observations particulières et les joints à faible pendage (tabl. V, colonne du

milieu). Elle fournit quatre ensembles de déformations :

- des plis et joints peu pentés d'orientation sensiblement E-W, des joints à fort pendage conjugués de part et d'autre de la direction N-S ;
- des joints à faible pendage d'orientation sensiblement N-S, un rejeu des joints peu pentés d'orientation E-W ;
- un rejeu des joints peu pentés d'orientation N-S ;
- des joints à fort pendage.

2) Comparaison de la succession des déformations ci-dessus définie au secteur D et celles observées dans les autres secteurs (tabl. V).

Il apparaît que les secteurs situés au-dessus de la faille des Gaux semblent avoir enregistré plus de déformations que ceux situés en-dessous.

B) LA CARRIERE SEPTENTRIONALE

1) Les observations.

80 mesures ont été effectuées dans cette carrière.

a) Les secteurs étudiés.

Les affleurements ont été regroupés en deux ensembles : ceux situés au-dessus de la faille des Gaux (secteur I) et ceux situés sous la faille des Gaux (secteur J).

Position par rapport à la FAILLE DES GAUX	AU DESSUS				AU VOISINAGE				AU D-	
	B		H		D		E		F G	
					Joints en échelon N 102° Joints stylolitiques H N 105° avec ou sans Cl. se	15°				
	Pis d'axes N 85° 105° Cl. se intra bancs Cl. inter bancs	113-124	P. N 108°	118°	Pis d'axes N 97° 115° Cl. se intra bancs Cl. de inter bancs	07-25° 176°		Cl. intra bancs		Pis d'axe N 85° 58° 173° 174°
			Joints 96° 54°	88°	Joints 21° 02° 52° 30° 94° 10° 29° 40° 54° Joints stylolitiques V	S & N	Joints 96° 57° 50° 21°	06-07°		
				174°	Joints 49° 59° 140° 150°	19° 179°	Joints stylolitiques V			Joints conjugués 4° 56° x 147° 152°
	Joints 10° 139° E 45° 50°	106-108	Joints 13° 20° W 28°	105-106	Joints 175° 05° E 22° 34° flanc NE des plis chevauché « flanc SW	85-85° E & W	Joint 15° W 3°	185°		
	rejeu Cl. des stratifications	100°			rejeu Cl. des stratifications Joints et joints (C)	64-70°				
					Joints 30° 40° 75° 40° 46° 23° 36° E 16° 20°	128-128° 107°	Joint 329° W 16°	124°		
					Rejeu de 175° 05° (C) 30° 40° (C)	28° 159-174°				
	Joint 80° 5 85°	84 108°	Joint 100° 5 82°	E W	Joints 118° 125° N 44° 52°	28-35° 31°				Joints conjugués 65° 76° x 120° 130°
					accentuation de la déformation	E W				98° 99°

Tableau V. — Succession des déformations de la carrière du Pont à Nôle Sud. (Même légende que tabl. III).

b) Les joints.

Sur le tableau VI ont été reportées les familles de joints déduites des stéréogrammes. Seules deux familles de joints sont communes aux secteurs I et J : 176°-12°/W 42°-56° et 152°-162° à pendages forts vers l'E ou l'W.

c) Interprétation des observations.

Dans le tableau VII sont précisées les directions des :

- raccourcissements, perpendiculaires aux directions des joints à faible pendage ;
- plans de mouvement (méthode Arthaud) ;
- raccourcissements interprétés à partir des joints striés (méthode de Cruden).

De ce tableau se dégagent deux directions de raccourcissement, de part et d'autre des orientations N-S et E-W.

Remarques :

- Secteur J : les joints 114°-124°/N 38°-46° nés de raccourcissements N 24°-34° présentent deux plans de mouvement : N 16°-34° et N 62°-76° ; le premier est conforme aux raccourcissements, le second représente un rejeu postérieur des joints.
- Secteur I : un joint 2°/W 53° à stries de direction N 98° a un plan de mouvement de direction N 84° et le

déplacement s'est effectué de l'E vers l'W ; un joint 137°/SW 62° à stries pentées de 22° vers le SE à un plan de mouvement N 83° et le sens du déplacement est de l'W vers l'E.

2) La succession des déformations telle qu'elle peut être déduite des observations.

Seule la remarque ci-dessus permet la mise en évidence d'une succession :

- naissance de joints 114°-124°/N 38°-46° dus à un raccourcissement N 24°-34° et avec un plan de mouvement N 16°-34° ;
- rejeu des mêmes joints avec un plan de mouvement N 62°-76°.

Si l'on tente de replacer dans cette succession des déformations nées de raccourcissements ou ayant des plans de mouvement analogues, deux ensembles de déformations peuvent être définis : l'un lié à des raccourcissements N-S et l'autre E-W. Ce sont :

- secteur J : les joints 114°-124°/N 38°-46° liés à un raccourcissement N 24°-34° avec un plan de mouvement N 16°-34°, le sens du mouvement pouvant être du S vers le N.
- Secteur J : stratifications striées avec un plan de mouvement N 71°.
- Secteur I : joints à fort pendage striés, 132°-138°/SW 58°-64° avec un plan de mouvement N 88°.
- Secteur J : joints à fort pendage striés, 75°-81°/90° et 117°/90° avec un raccourcissement (méthode de Cruden) de direction N 84°.
- Secteur J : rejeu des joints 114°-124°/N 38°-46° avec un plan de mouvement N 62°-76°.
- Secteur I : joints à pendage moyen striés, 176°-12°/W 48°-54° avec un plan de mouvement N 94°.
- Secteur J : joint à pendage moyen 35°/NW 44° avec un plan de mouvement N 125°.

Position par rapport à la FAILLE DES GAUX	AU DESSUS ZONE I		AU DESSOUS ZONE J	
	Familles de joints	%	Familles de joints	%
	172°-12°/W 48°-54°	2	03°-11°/W 66°-76° / W 42°-56°	3
			30°-40°/90°	3
			48°-56°/SE 50°-56°	2
			75°-81°/90°	2
112°-116°/90°	2			
		114°-124°/NE 38°-46°	4	
132°-138°/SW 58°-64°	3			
152°-157°/W 72°-80°	3	152°-158°/90°	3	
155°-162°/E 68°-80°	4	/E 50°-66°		

Tableau VI. — Les joints dans la carrière Pont à Nôle Nord.

Position par rapport à la FAILLE DES GAUX	AU DESSUS ZONE I		AU DESSOUS ZONE J	
Surfaces de bancs striées				71°
Joints à fort pendage striés	48°	84°		84°
Joints à faible pendage	35°/NW 44°	125°	125°	
			114°-124°/SW 38°-46°	24,34° 16,34° 62,76°

Tableau VII. — Interprétations dans la carrière Pont à Nôle Nord (même légende que tabl. III).

C) COMPARAISON ENTRE LES CARRIERES NORD ET SUD

Les différentes déformations classées dans l'ordre chronologique peuvent être réunies en quatre ensembles caractérisés par des directions de raccourcissement voisines (tabl. VIII).

Il a été démontré (Beugnies et Colbeaux, 1977) comment ces quatre ensembles se répétaient dans tout le massif et correspondaient à des phases de déformations à grande échelle (Beugnies, 1976).

CARRIERE SUD						CARRIERE NORD	PHASE
Zone	B&C	H	D	E	F_G		
Plis d'axes N97°115° Ci inter bancs							I NS S → N
Joints 74°94'5 29°36°							
Joints conjugués 49°59' X 140°150°							
Joints 175°05' E 22°34° rejeu Ci des stratifications						Joints 176°12' W 48°54° rejeu Ci des stratifications	2 EW E → W
Joints 30°40' SE 40°46° 23°36' SE 16°20° rejeu des joints 30°40' 175°05'						Joint 35° N W 44°	
Joints 118°125' N 44°52°						Joints 114°124' N 38°46°	3 NS
Joints conjugués 58°68' X 120°130°						Joints conjugués 75°81' X 112°116°	
accentuation des déformations						rejeu de 114°124'	4 EW

Tableau VIII. — Comparaison des successions de déformation dans les carrières du Pont à Nôle Nord et Sud.

secteur quadrillé, secteur dans lequel la déformation a été observée. — I, n° de phase de déformation. — NS, caractères gras, raccourcissement moyen. — S → N, sens des déplacements observés.

Dans le détail (tabl. VIII), il y a une opposition systématique des pendages des joints dans les carrières N et S au niveau de la phase 2. Plusieurs hypothèses peuvent être envisagées :

- 1° les homologues proposées sont fausses ;
- 2° ce qui est situé au N a basculé tardivement alors que ce qui était au S n'a pas bougé ;
- 3° l'inverse.

Dans ces deux dernières hypothèses, comme la fracturation conjuguée de la phase 4 a gardé un fort pendage et que les joints à faible pendage de la phase 3 ont même direction et pente, il semble que le basculement ait eu lieu entre les phases 2 et 3. De plus, c'est ce qui est situé au-dessous de la faille des Gaux dans la carrière Nord (tabl. VI) qui donne un "hiatus". Ce qui est situé sous la faille des Gaux étant conforme à la carrière Sud. C'est donc bien le

lambeau des Gaux de la carrière Nord qui a basculé vers l'W entre les phases 2 et 3.

II. — LA CARRIERE NAPOLEON

La carrière Napoléon (fig. 1) entame des formations viséennes et est située dans le massif charrié du Haut-Banc et en avant de la faille du Midi. Elle présente donc une position tectonique analogue à celle des carrières du Pont-à-Nôle.

Le dépouillement des mesures (284) et observations a été effectué de la même manière que pour les carrières du Pont-à-Nôle (*) et l'on constate à nouveau (tabl. IX) quatre ensembles de déformations liés à des raccourcissements N-S ou E-W.

(*) Afin de ne pas alourdir le texte, seules les conclusions de l'étude seront exposées.

CARRIERE NAPOLEON	PHASE
Plis d'axes N 83°120° Ci inter-bancs	I
Joints 60°_70°/S08°_18°	N S
Joints conjugués 16°_22°/X157°_160°	S → N
Plis d'axes N 167°_07°	2
Joints 163°_169°/W24°_32° 175°/E 30°	E W
rejeu Cides stratifications joints 60°_70°	
rejeu des joints 162°_169°/ 175°	3
Joints 80°_135°/S25°_45°	N S
rejeu des joints 80°_135°	4
Joints 100°_104°/N78°_86° 111°_118°/N 74°_84°	E W

Tableau IX. — Succession des déformations dans la carrière Napoléon.

(Même légende que tabl. VIII).

III. — PROPOSITION D'UN MECANISME CINEMATIQUE

Il y a une bonne homologie (tabl. VIII et IX) à tous les niveaux, tant dans la direction des axes de plis que de celle des plans de chevauchement. Seule la direction de pli N 167°-07° n'existe pas à la carrière du Pont à Nôle, néanmoins, elle a pu être mise en évidence au niveau du Massif de la Tombe (Beugnies et Colbeaux, 1977).

La cinématique des déformations au front de la faille du Midi et dans deux régions situées à plus de 200 km de distance semble donc assez similaire. Aussi proposons-nous un méca-

PHASE	DEFORMATIONS	Cinématique
1	Plis majeurs longitudinaux	
	Chevauchements majeurs longitudinaux	
	Fractures conjuguées	
2	Plis mineurs transverses	
	Chevauchements mineurs transverses	
3	Chevauchements mineurs longitudinaux	
4	Fractures conjuguées	

Tableau X. — Proposition d'un mécanisme cinématique de la déformation commun aux carrières du Pont à Nôle et Napoléon.

2, n° de phase de déformation. — NS, caractères gras, raccourcissement moyen. — X, allongement maximum. Y, intermédiaire. — Z, raccourcissement.

nisme cinématique de la déformation commun aux deux carrières étudiées (tabl. X). :

— un premier ensemble de déformations liées à des raccourcissements N-S, avec dans l'ordre chronologique : des plis majeurs d'orientation sensiblement E-W, des chevauchements majeurs d'orientation E-W, des fractures à fort pendage conjuguées de part et d'autre de la direction N-S ;

— un deuxième ensemble de déformations liées à des raccourcissements E-W, avec dans l'ordre chronologique : des plis mineurs d'orientation N-S, puis des chevauchements mineurs de même orientation ;

— un troisième ensemble de déformations liées à des raccourcissements N S composé essentiellement de chevauchements mineurs d'orientation E-W ;

— un quatrième ensemble de déformations liées à des raccourcissements E-W : joints à fort pendage conjugués de part et d'autre de la direction E-W.

L'on notera, tout comme l'on fait avant nous Choukroune et Delair (1976) dans les Pyrénées, qu'au cours d'une même phase de déformation, si l'axe Z (raccourcissement) conserve une même orientation, les axes X (allongement maximum) et Y (intermédiaire) permutent.

Faut-il pour cela généraliser à l'ensemble de la faille du Midi ? Bien que les indications soient prometteuses en de nombreux secteurs (Boulonnais, Avesnois, Ardenne), nous nous garderons bien, pour le moment, de franchir le pas.

Je remercie vivement M. A. Beugnies pour ses critiques et suggestions.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) ARTHAUD F. (1969). — Méthode de détermination graphique des directions de raccourcissement, d'allongement et intermédiaire d'une population de failles. *Bull. Soc. géol. France*, (7), XI, p. 729-737, 6 fig.
- 2) BEUGNIES A. (1976). — Le lambeau de poussée hercynien de la Tombe (Ardenne belge). *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XCVI, 1, p. 27-74, 13 fig., 1 carte, 2 annexes.
- 3) BEUGNIES A. et COLBEAUX J.P. (1977). — Confirmation de la tectonique polyphasée du Massif de la Tombe. *Bull. Soc. Belge Géol.*, 86, 1-2, p. 57-65, 3 fig., 3 tabl.
- 4) CHOUKROUNE P. et DELAIR J. (1976). — Un modèle cinématique de la fracturation liée au plissement concentrique : l'exemple des Petites Pyrénées. *Bull. Soc. Géol. France*, (7), XVIII, p. 1591-1597, 6 fig.
- 5) COLBEAUX J.P. (1977). — Géométrie et cinématique de la fracturation dans le Nord de la France. *Bull. B.R.G.M.*, IV, 4, p. 339-355, 10 fig., 4 tabl.
- 6) CRUDEN D.M. (1971). — Trace of lineation on random planes. *Geol. Soc. America Bull.*, 82, p. 2303-2306, 3 fig., 1 tabl.

————— « » —————

Tectonique récente dans le Nord de la France et le Sud de la Belgique : Exemple de la Plaine de la Lys (Feuille d'Hazebrouck à 1/50.000)

par J.P. COLBEAUX (*), J. LEPLAT (**), R. PAEPE (***) et J. SOMMÉ (****)

Sommaire. — Les données récentes acquises sur la feuille géologique d'Hazebrouck (1/50.000) qui couvre une grande partie de la Plaine de la Lys (Nord de la France et Belgique) permettent de proposer une nouvelle interprétation structurale dans le cadre d'une tectonique de blocs et confirment l'existence d'une néotectonique quaternaire.

Summary. — The recent data obtained on the geological map of Hazebrouck (1/50.000) which covers a great part of the Lys Plain (Northern France and Belgium) permit to propose a new structural interpretation in the framework of a block tectonics and confirm the existence of a quaternary tectonics.

Située à cheval (fig. 1 A) sur une partie de la zone de cisaillement Nord-Artois (Colbeaux, 1974), à la limite des blocs Brabançon et Ardennais (Colbeaux et al, 1977), la feuille d'Hazebrouck (1/50.000, XXIV, 4), grâce à sa couverture quaternaire importante, permet d'appréhender les mouvements récents liés à l'accident de socle sous-jacent.

I. — ACQUISITION DES DONNEES

La majeure partie du territoire couvert par la feuille étant occupée par la Plaine de la Lys (fig. 1 B), les rares affleurements du substratum yprésien (Argile des Flandres) sont visibles essentiellement le long du talus qui limite cette plaine au Nord et dans l'angle Sud-Est. En ce qui concerne les sondages profonds, la documentation archivée au titre du Code Minier se révélait à la fois peu abondante et mal répartie : au total, une cinquantaine de sondages

ayant atteint au moins le Landénien (Sables d'Ostricourt et Argile de Louvil), groupés pour la plupart sur les communes d'Armentières, Bailleul, Estaires et Merville.

Devant cette situation, le B.R.G.M. décidait la mise en œuvre d'une campagne de prospection électrique. Celle-ci se déroula en deux phases (1973 et 1977) au cours desquelles 112 sondages électriques et 111 km de trainé électrique furent réalisés. Treize sondages mécaniques d'étalonnage, exécutés en des emplacements choisis pour leur forte couverture de terrains quaternaires, permirent de confirmer la bonne approximation obtenue par cette méthode de prospection, au moins pour le contact Quaternaire-Yprésien.

Parallèlement à ces opérations, une recherche systématique des archives était entreprise, grâce à laquelle le nombre de sondages profonds fut porté à 120 environ, chaque point ayant par ailleurs fait l'objet d'un contrôle d'implantation rigoureux (fig. 3).

II. — HISTORIQUE. EVOLUTION DES IDEES SUR LA STRUCTURE

Dès 1898, Gosselet, commentant les coupes de deux forages faits à Bailleul (forages de la ville et de l'Asile), remarque que « toutes les couches plongent vers le Sud, ce qui contraste avec la pente générale du bassin de la Flandre vers le Nord ».

(*) U.E.R. des Sciences de la Terre, Université des Sciences et Techniques de Lille, B.P. 36, 59650 Villeneuve d'Ascq (France).

(**) B.R.G.M., Fort de Lezennes, 59260 Hellemmes-Lille (France).

(***) Service Géologique de Belgique, 13, rue Jenner, B. 1040 Bruxelles (Belgique).

(****) Institut de Géographie, Université des Sciences et Techniques de Lille, B.P. 36, 59650 Villeneuve d'Ascq (France).

Note présentée le 9 Mars 1978 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 8 Février 1979.

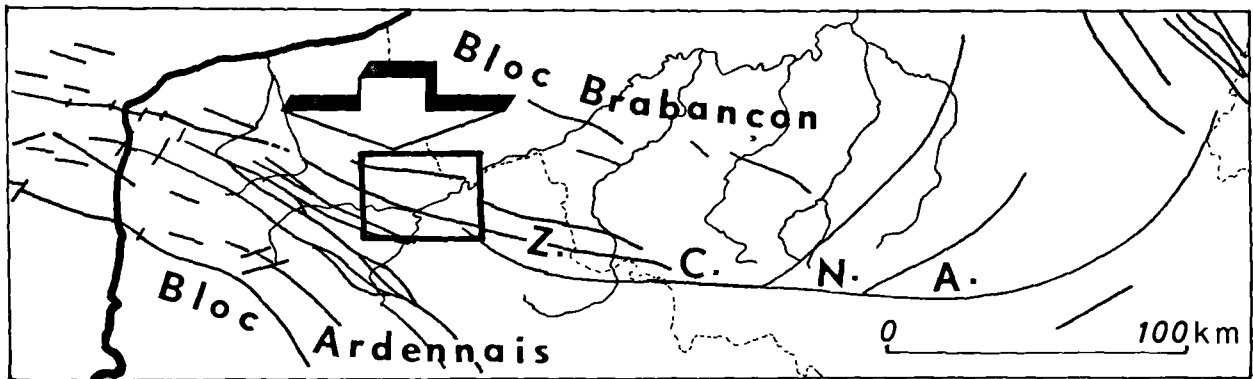


Fig. 1 A. — La feuille d'Hazebrouck dans le contexte structural du Nord de la France et du Sud de la Belgique.
Z.C.N.A. : Zone de Cisaillement Nord-Artois.

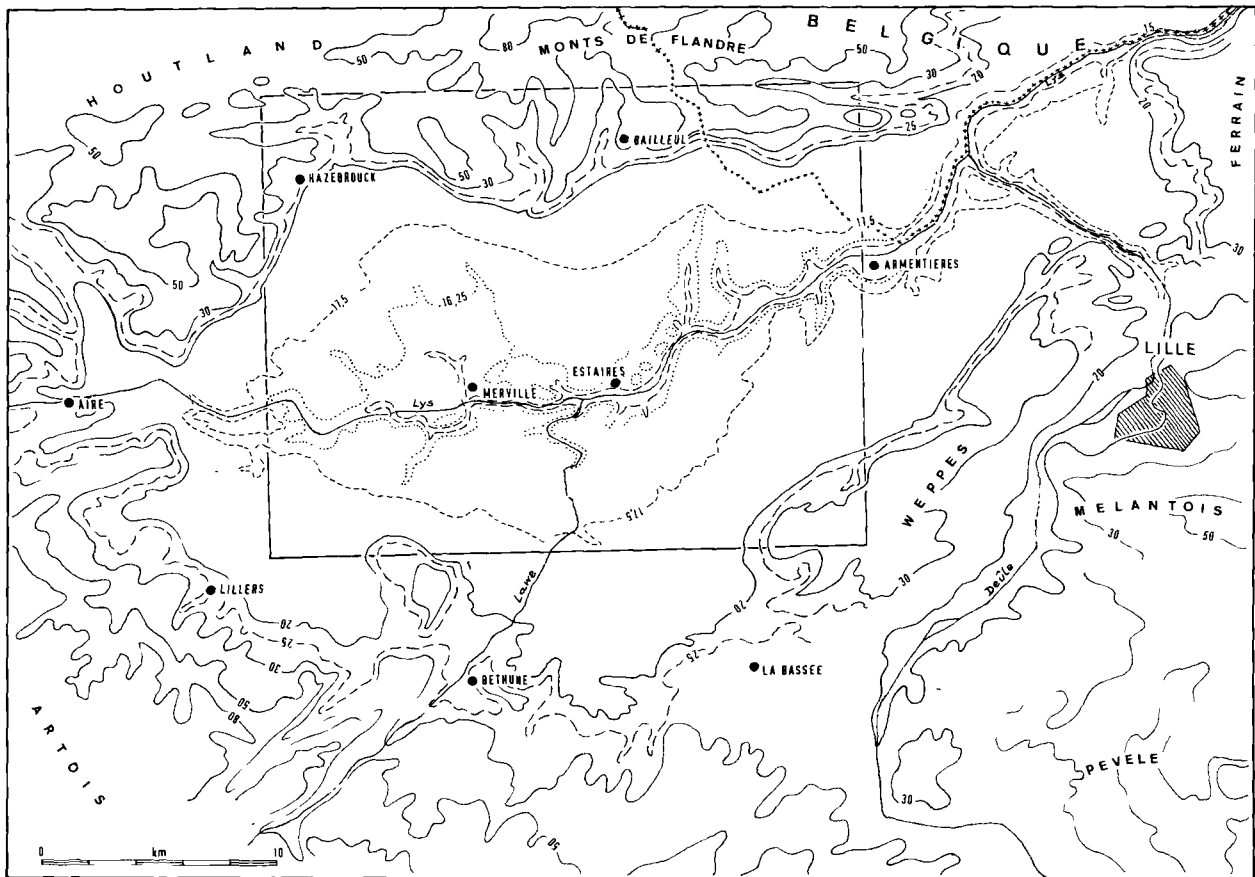


Fig. 1 B. — La feuille d'Hazebrouck dans le relief régional : Plaine de la Lys (courbes de niveau en mètres).

En 1954, G. Waterlot, dessinant les courbes hypsométriques du contact Yprésien-Landénien, interprète les anomalies déjà signalées par Gosselet au moyen d'un accident d'orientation WNW-ESE : la " faille de Bailleul " (fig. 2 A).

En 1957, ce même auteur, grâce à des données complémentaires, prolonge le " dôme du Mélandois " par l' " anticlinal d'Hazebroeck -

La Canewelle " et complète le schéma structural par les " synclinaux d'Estaires-Morbecque " au Sud, de " Meteren " au Nord. La faille de Bailleul, à laquelle il attribue un rejet de 25 m pied Sud, affecte le flanc Sud de l' " anticlinal de Quesnoy-sur-Deûle " (fig. 2 B).

En 1965, les investigations (gravimétrie, aéromagnétisme, sismique et core-drills) des Socié-

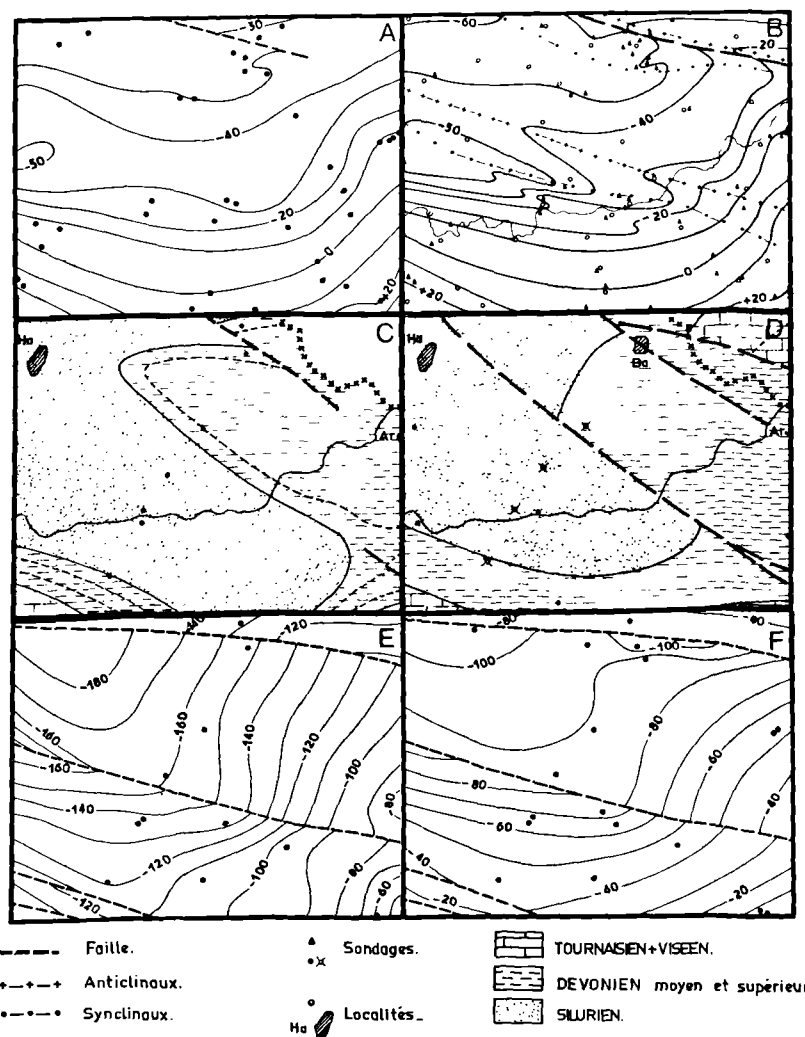


Fig. 2. — Historique des interprétations structurales relatives à la feuille d'Hazebroeck. A-B : Courbes hypsométriques de la surface supérieure du Landénien. A, montage à partir des tracés de Gosselet (1905) et Waterlot (1954) ; B, tracés de Waterlot (1957). C-D : Ecorchés inframésozoïques. C, extrait de la carte C.F.P., C.O.P.E.S.E.P., R.A.P., S.N.P.A. (1965) ; D, extrait de la carte de Legrand (1968). E-F : Extraits des cartes d'isobathes de Caulier (1974). E, toit du faciès Turonien moyen ; F, toit de la craie sous recouvrement tertiaire.

tés pétrolières, s'ajoutant aux reconnaissances effectuées par les Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais, permettent la réalisation d'un "écorché inframésozoïque" (fig. 2 C). En ce qui concerne le territoire de la feuille d'Hazebrouck, on notera la présence du Silurien, dessinant une sorte d'apophyse ("apophyse de Merville") orientée sensiblement NW-SE. L'interprétation de Legrand (1968) (fig. 2 D) ne diffère de celle des pétroliers que par la plus large part faite aux accidents. Il convient à ce propos de remarquer que le tracé adopté pour la faille de Bailleul n'est pas tout à fait le même que celui de G. Waterlot.

Enfin, avec Caulier (1974) (fig. 2 E, F), on aboutit à la mise en évidence de plusieurs grands accidents longitudinaux (N 100°), à caractère cisailant (Colbeaux, 1977).

III. — DONNEES NOUVELLES. PROPOSITION D'UNE CARTE STRUCTURALE

1) Etablissement.

Un grand nombre de sondages mécaniques n'ayant atteint que le Landénien, nous proposons une carte du toit du Landénien (fig. 3) comme support de l'étude structurale. Les tracés des

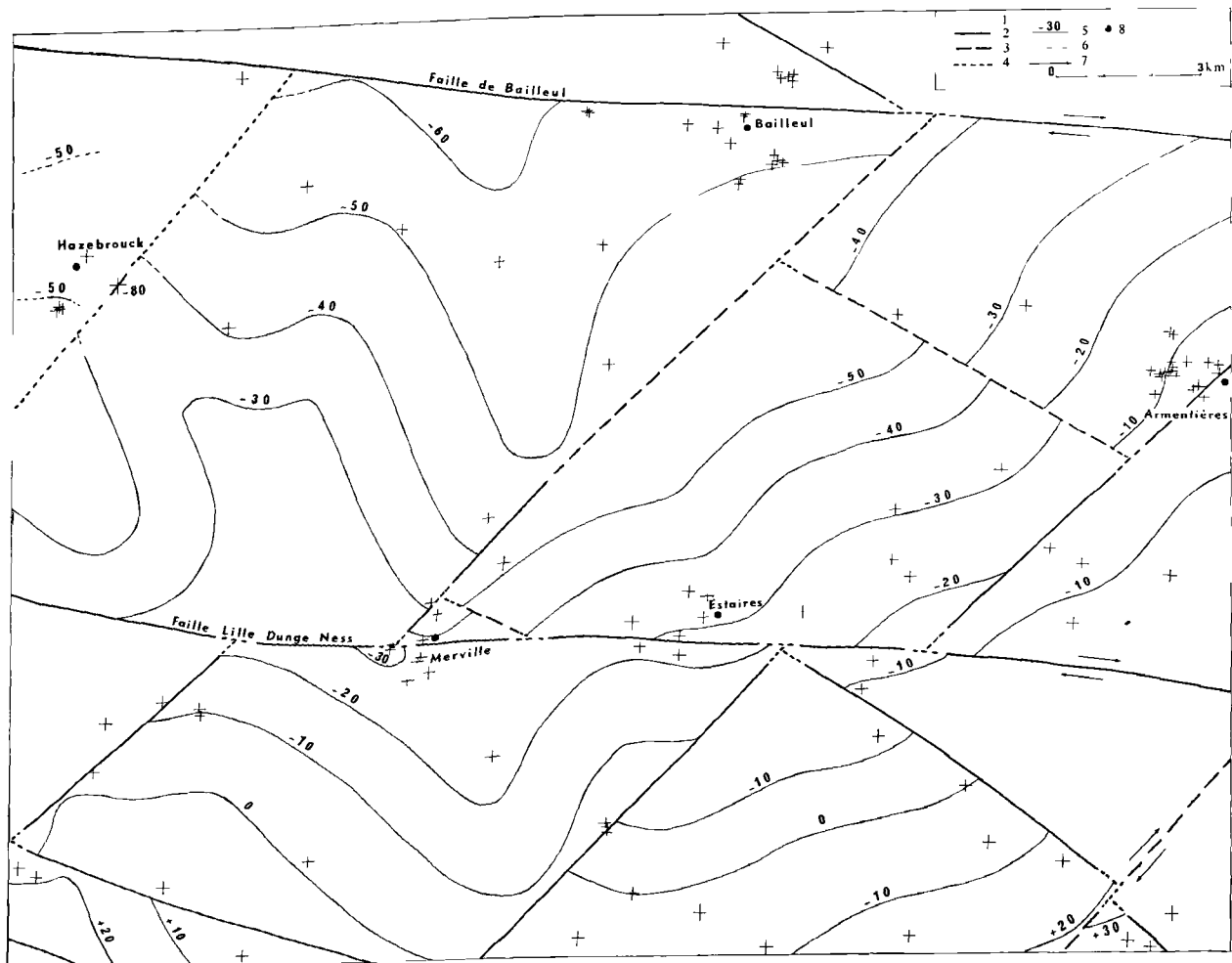


Fig. 3. — Carte du toit du Landénien sur la feuille d'Hazebrouck à 1/50.000.
1, sondage. — 2, faille. — 3, faille prolongée. — 4, faille supposée. — 5, courbe isobathe du toit du Landénien (en mètres 0 NGF). — 6, courbe isobathe supposée. — 7, sens du coulisage horizontal des failles. — 8, localité.

failles, proposés par Caulier (1974), ont été pris pour canevas de base et ajustés en fonction des sondages nouvellement acquis.

Tout d'abord, nous confirmons l'existence des failles N 100° dont nous affinons le tracé, soit du Nord au Sud :

— la faille de Bailleul à rejet vertical de 26 m pied Sud (et à rejet horizontal dextre de 1,5 km au toit du Turonien moyen) ;

— la faille Lille-Dunge Ness (Auffret, Colbeaux, 1977) à rejet vertical variable de l'W vers l'E : 7 m pied Sud, 11 m pied Nord, 10 m pied Nord et 4 m pied Sud. Cette faille a un rejet horizontal puisqu'elle décale la "cuvette d'Hazebrouck" (Colbeaux, 1975) tant au toit du Turonien moyen (6 km) qu'au toit du Landénien (5 à 6 km). Elle décale également une faille transverse (coin SE de la feuille) de 3 km. Elle est donc cisailante dextre ;

— les failles de Carvin reprises des tracés de Caulier (1974).

Puis, toujours d'après les sondages, nous avons été amenés à tracer des failles transverses : les unes d'orientation N 40°-50°, les autres d'orientation N 120°-130°.

2) Discussion.

Un problème est posé par un sondage ancien situé près de la ville d'Hazebrouck (sondage de la Féculerie Houvenaghel). Ce sondage, répertorié par Meugy (1850-1852) et confirmé par Cayeux (1890), donne le toit du Landénien à — 80 NGF, alors que des sondages voisins l'atteignent entre — 45 et — 55 NGF. Il représente un point isolé dans un secteur de la Plaine où nous n'avons que peu d'informations, sinon les données géoélectriques qui suggèrent une anomalie. Aussi, sans écarter l'incertitude due à une erreur du sondeur, nous ne devons pas exclure la présence d'une faille. Il n'est pas impossible que le sondage ait été exécuté au droit de l'accident, reproduisant ainsi un cas déjà décrit par Gosselet (1906) à Armentières.

3) Essai d'interprétation.

Si notre interprétation en termes de failles N 100° et N 40°-50° et de "cuvette d'Hazebrouck" (cf. supra) est confirmée, les failles N 100° présenteraient deux épisodes de mouvement dextre ; en effet, les failles N 40°-50° sont décalées de 3 km, la "cuvette d'Hazebrouck" de 6 km.

Auffret et Colbeaux (1977) ont montré comment le prolongement vers l'ouest des failles

N 100° est la traduction de la persistance d'accidents hérités de la tectonique tardihercynienne et affectés de rejeux pulsatifs depuis lors. Les phases d'activité principale seraient d'âges Jurassique terminal - Crétacé inférieur, Crétacé terminal - Eocène moyen et Oligo-Miocène. Ces auteurs ont montré également que l'activité tectonique se manifeste encore aujourd'hui par des séismes.

En ce qui concerne la feuille d'Hazebrouck, quelle que soit l'hypothèse choisie, il apparaît que les accidents N 100° ont rejoué en cisaillements dextres à une époque postérieure au Landénien.

Les données géomorphologiques permettent de prouver une réactivation récente des blocs limités par le système de failles N 100°, N 40°-50° et N 120°.

IV. — NEOTECTONIQUE

1) Originalité géomorphologique de la Plaine de la Lys.

La "Plaine de la Lys", ainsi dénommée par Gosselet (1894, 1920), peut paraître l'une des unités morphologiques les plus insolites du Bas-Pays (Sommé, 1975). En effet, la vallée proprement dite de la Lys, perdue au niveau d'Aire à la sortie de l'Artois, se retrouve seulement à l'approche de la frontière franco-belge. Dans l'intervalle s'étend une vaste dépression longue d'environ 40 km, dont la largeur atteint 26 km et dont la forme géométrique complexe est visible même sur les photos de satellite (fig. 1 B).

a) Les données de surface.

L'originalité de la Plaine de la Lys réside d'abord dans sa forme générale de quadrilatère allongé de l'WSW à l'ENE, compliquée par une série d'inflexions rigides. Cette vaste dépression (altitude 20-15 m) recoupe donc en quelque sorte à l'emporte-pièces le relief environnant, phénomène surtout caractérisé à sa bordure N dominée par des croupes culminant tantôt à 40 m, tantôt vers 60 m (fig. 1 B).

L'anomalie du dessin de la plaine est rehaussée par la forme et les valeurs anormales de la pente du talus bordier qui sont indépendantes de son orientation (Sommé, 1966, 1975).

La surface de la plaine est en fait constituée par un double glacis en très faible pente (moins de 0,5 %) entre 20 et 16 m d'altitude. Le cours canalisé de la Lys, qui est à moins de 15 m dès Merville, occupe à peu près l'axe d'un drainage naturel qui n'est qu'un héritage tardif depuis le Tardiglaciaire (Paepe, 1963). Le tracé des courbes de niveau se moule sur celui de la bordure, ce qui détermine une dépression presque fermée avec une convergence hydrographique vers Merville, qui apparaît d'autant plus nettement si l'on restitue les anciens drains naturels (Gosselet, 1921 ; Sommé, 1975) (fig. 4).

b) Les données profondes.

Jusqu'aux campagnes récentes, les épaisseurs maximales du Quaternaire étaient mal connues, en dehors de la zone des " pacauts "

(Gosselet, 1894) où l'argile yprésienne est à faible profondeur et qui prend en écharpe la plaine selon un axe SW-NE (Paepe, 1964).

Selon un schéma déjà suggéré par les sondages de reconnaissance de l'autoroute A 25 (Leplat, 1965), la morphologie fossile de la plaine présente un double système de formes : d'une part, des vallées profondément colmatées (maximum plus de 30 m) dont le tracé, coudé pour la " Lys fossile ", rectiligne pour la " Lave fossile ", est sans relation avec celui des mêmes rivières actuelles (fig. 4) ; d'autre part, des blocs topographiques dénivelés qui appartiennent au même style morphologique que celui de la Flandre intérieure (région des Monts de Flandre). En outre, le long des vallées fossiles apparaît une série de dépressions, accentuées par les anomalies d'épaisseur des formations quaternaires (fig. 5).

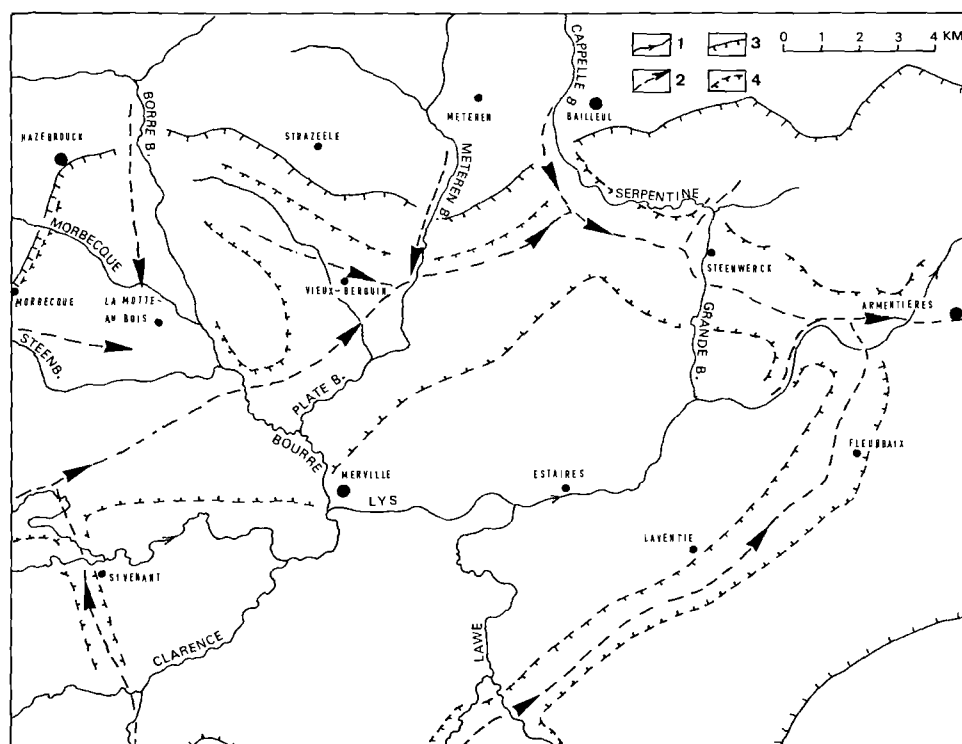


Fig. 4. — Schéma de la morphologie et de l'hydrographie actuelles et fossiles de la Plaine de la Lys sur la feuille d'Hazebrouck à 1/50.000.

1, Réseau hydrographique holocène. — 2, Direction de l'écoulement à la fin du Pléistocène moyen. — 3, Talus bordier apparent actuel. — 4, Versant fossile.

La lithostratigraphie du colmatage est constituée par la superposition générale suivante (de haut en bas) :

— une couverture limono-sableuse épaisse de 2 à 7 m (seule présente en dehors des vallées et dépressions fossiles) dont les faciès correspondent à ceux de la région sablo-limoneuse qui fait transition avec la région des loess dans le cadre de la zonation éolienne périglaciaire (Paepe, 1964 ; Paepe et Sommé, 1970 ; Sommé, 1975) ;

— un complexe de limons et sables fluviatiles ou lacustres comportant, dans les zones les

plus creuses, au moins deux ensembles surmontés chacun par des couches organiques ou tourbeuses.

2) Historique des conceptions géomorphologiques.

Pour expliquer l'existence de la Plaine de la Lys, Gosselet (1894, 1920) et Dubois (1925) ont fait appel à une origine fluviatile. Le premier attribue à la Lys (éventuellement renforcée par l'apport ancien de l'Aa, cf. Briquet, 1905), le creusement de cette plaine, tout en n'excluant pas totalement un affaissement de la Flandre

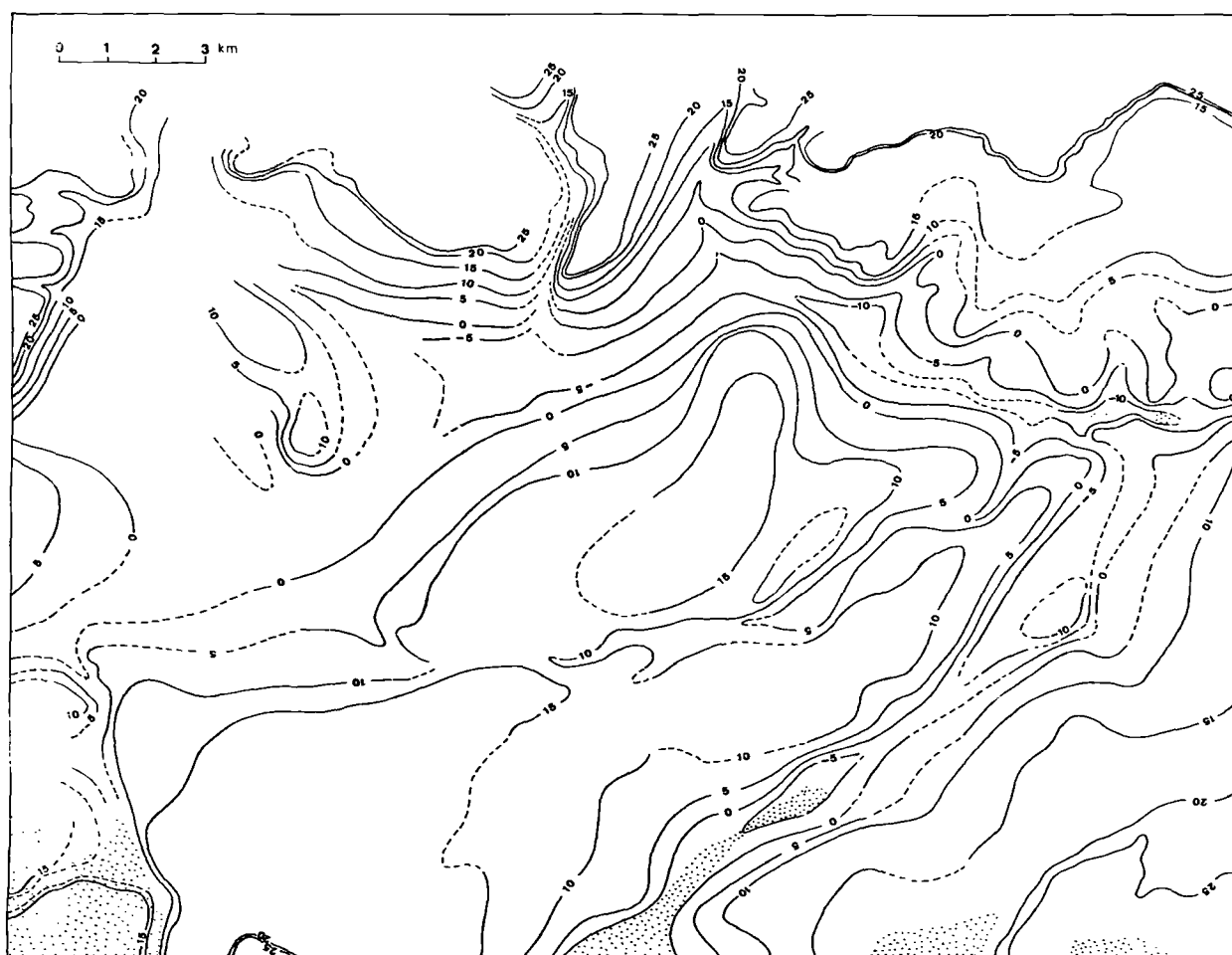


Fig. 5. — Carte de la base du Quaternaire (relief et nature du substrat) sur la feuille d'Hazebrouck à 1/50.000 : courbes de niveau en mètres (0 NGF) ; en blanc : argile yprésienne ; en grisé : sables landéniens.

lié aux failles épicrotées. Pour Dubois, la plaine est interprétée comme une terrasse alluviale typique, basse terrasse "monastirienne" par suite de son altitude relative (8-10 m) et absolue (18-20 m), selon les théories des niveaux marins en vogue à cette époque. Plus récemment, la surface de la plaine de la Lys a été rattachée au complexe de bas niveau des terrasses du bassin de la Lys dont les dépôts colmatent la vallée de creusement maximal (Tavernier et de Moor, 1974).

L'analyse géomorphologique et stratigraphique de la Plaine de la Lys et de la région des Monts de Flandre avait conduit Paepe (1963, 1964, 1965) à proposer une toute autre interprétation fondée sur une action combinée de l'érosion et de la tectonique. La surélévation de l'Artois et de son glacis flamand, au cours du Pléistocène moyen, aurait entraîné un morcellement en une mosaïque de petits blocs basculés qui serait responsable de l'effondrement de la Plaine de la Lys et de sa subsidence tout en respectant les lignes morphologiques géométriques préexistantes. C'est alors que la Plaine aurait pris sa forme triangulaire limitée par des escarpements en zig-zag (Paepe, 1964).

Cette explication tectonique de l'origine de la Plaine est soutenue par des arguments stratigraphiques, les dépôts anté-eémiens dépourvus de graviers ayant comblé les creux asymétriques entre les blocs basculés. L'interprétation est confirmée par Sommé (1967, 1975) qui montre le rôle de la tectonique quaternaire dans l'adaptation étroite du relief de l'ensemble de la Région du Nord à une structure de blocs (Collbeaux et al, 1977).

3) Preuves nouvelles de la néotectonique dans la Plaine de la Lys.

La morphologie de la Plaine de la Lys apparaît en effet en relation étroite avec la structure du substrat préquaternaire selon le nouveau schéma structural mis en évidence au toit du Landénien (fig. 3) qui est en l'occurrence le meilleur horizon repère en l'absence d'un autre plus récent dans le Cénozoïque.

Le relief et le réseau hydrographique fossiles composent le système de fractures selon un dispositif quadrillé, semblable à celui des régions environnantes, qui se marque à la fois dans les directions générales et dans les formes de détail.

La double direction des accidents SW-NE et SE-NW s'observe aussi bien dans le tracé géométrique du talus bordier et le dessin des blocs surbaissés du relief de la Plaine que dans l'orientation des vallées fossiles. Le tracé SW-NE de l'ancienne Lawe qui passe par Laventie et Fleurbaix, ainsi que le brusque coude qui affecte l'autre vallée fossile entre Bailleul et Armentières, sont particulièrement significatifs. En outre, le long des paléovallées, les dépressions évasées avec convergence hydrographique se superposent aux ombilics structuraux (NW de Merville, S de Méteren) ou aux coins de blocs basculés (SE de Bailleul).

Le dispositif morphologique de la partie Nord-Ouest de la feuille suggère une complexité structurale qui, en raison de la faiblesse des données de sondages, ne peut être établie avec la même précision. Le talus rectiligne très marqué entre Hazebrouck et Morbecque serait ainsi en relation avec l'accident révélé au sondage de la Féculerie (fig. 3, 4).

Si l'on considère le relief superficiel et le réseau hydrographique subactuel, l'adaptation à la structure semble s'estomper car la Lys prend un tracé oblique direct. Cependant, ce nouveau cours serait en relation avec la direction de la faille Lille-Dungeness et la convergence hydrographique de la partie occidentale de la Plaine est encore observable à Merville.

L'ensemble de ces faits ne peut s'expliquer uniquement par une adaptation à la structure envisagée sous son aspect tectostatique. Dans une région de substrat argileux homogène, l'érosion différentielle exploitant les contrastes lithologiques ne peut être retenue, puisque les sables landéniens ne sont que localement atteints par le creusement maximal (fig. 5). S'il est évident que, comme dans les régions voisines (Sommé, 1975), la fracturation du substrat antéquaternaire a guidé l'érosion linéaire, les changements de cours et les anomalies d'épaisseurs du Pléistocène qui accompagnent les ombilics morphologiques incitent à admettre une réactivation tectonique.

Cela s'observe bien dans le détail avec la vallée de la "Lawe fossile", caractérisée par deux élargissements se développant de part et d'autre de l'accident principal (faille de Lille-Dungeness), la surélévation intermédiaire correspondant à un coin tectonique. Ce schéma, qui suggère un jeu différentiel de blocs bas-

culés au cours du creusement et du colmatage, est applicable sur l'ensemble de la feuille. Il fournit ainsi une explication précise pour des phénomènes similaires qui s'observent dans d'autres régions du Bas-Pays, en particulier dans la vallée de la Deûle sur la feuille voisine de Lille où se prolonge le même réseau d'accidents. La "poche de dissolution dans le Paléozoïque de Don" qui affecte le Crétacé et le Quaternaire a été mise en relation avec la zone de fractures NW-SE du Sud du Mélantois (G. Waterlot, 1969). Le schéma fourni par la feuille d'Hazebrouck permettrait d'interpréter les anomalies que constituent ces "paléocreux" (Gosselet, 1913). A Erquinghem-sur-la-Lys, 28 m de formations quaternaires (base : — 13,5 NGF), reposant directement sur le Landénien, ont été traversés à l'aplomb d'un sondage ancien décrit par Gosselet (1905, 1906), lequel signalait une surépaisseur de 20 m de Landénien qu'il reliait déjà à un système de failles.

D'une façon plus générale, l'anomalie des cotes atteintes par la base du Quaternaire dans l'ensemble de la Plaine (maximum : — 14 NGF), comparée à l'aval immédiat de la vallée en Belgique, confirme le caractère subsident de cette unité (cf. Paepe, 1963).

Les données de la stratigraphie des formations quaternaires où un complexe de dépôts anté-eemiens est conservé sous la séquence weichsélienne et le sol du Dernier Interglaciaire (Paepe, 1964 ; Paepe et Vanhoorne, 1967 ;

Sommé, 1971, 1975) permettent de situer ces faits néotectoniques dans une période qui ne remonte pas au-delà de la partie récente du Pléistocène moyen. Si la modification du drainage de la Lys, acquise au Tardiglaciaire, est en partie liée au colmatage des formations nivéo-éoliennes de couverture (Weichsélien), son importance que traduit la forme nouvelle de bassin presque fermé ne peut être due qu'à la permanence d'une incitation tectonique au niveau de l'accident majeur WNW-ESE.

CONCLUSION

Les données nouvelles acquises sur la feuille d'Hazebrouck modifient donc notablement l'interprétation structurale antérieurement admise pour les plaines du Bas-Pays en fournissant un exemple, au niveau même de la zone de cisaillement Nord-Artois, de la tectonique de blocs reconnue dans l'ensemble de la région franco-belge. Elles apportent aussi des preuves supplémentaires qui confirment l'existence d'une tectonique encore active dans une période récente du Quaternaire (depuis la fin du Pléistocène moyen). Ce faisant, ces données viennent à l'appui des hypothèses antérieurement émises sur l'évolution tectonique au cours de phases plus anciennes du Pléistocène qui expliquerait l'importance des changements paléogéographiques régionaux aussi bien dans le domaine continental que dans le domaine marin.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) AUFFRET, COLBEAUX J.P. (1977). — Etude structurale du Boulonnais et de son prolongement sous-marin en Manche Orientale. *Bull. S.G.F.*, 7, t. XIX, p. 1047-1055, 3 fig., 1 tabl.
- 2) BRIQUET A. (1905). — Quelques phénomènes de capture dans le bassin de l'Aa. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXXIV, p. 111-120, 1 pl.
- 3) CAULIER P. (1974). — Etude des faciès de la craie et de leurs caractéristiques hydrauliques dans la région du Nord. *Thèse Doctorat 3^e Cycle*, Lille.
- 4) CAYEUX L. (1890). — Forage de la ville d'Hazebrouck, nouveaux documents sur la faune de l'argile des Flandres. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XVII, p. 272.
- 5) C.F.P. (M.), COPESEP, R.A.P. et S.N.P.A. (1965). — Contribution à la connaissance des bassins paléozoïques du Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXXXV, p. 273-281, 3 pl. h-t.
- 6) COLBEAUX J.P. (1974). — Mise en évidence d'une zone de cisaillement Nord-Artois. *C.R. Ac. Sc.*, 278, p. 1159-1161, 1 fig.
- 7) COLBEAUX J.P. (1975). — Géométrie et cinématique de la fracturation en Boulonnais : extension vers l'Est. *Thèse 3^e cycle*, Lille.
- 8) COLBEAUX J.P. (1977). — Géométrie et cinématique de la fracturation dans le Nord de la France. *Bulletin B.R.G.M.*, (2), IV, 4, p. 339-355, 10 fig., 4 tabl.
- 9) COLBEAUX J.P., BEUGNIES A., DUPUIS Ch., ROBASYNSKI F., SOMMÉ J. (1977). — Tectonique de blocs dans le Sud de la Belgique et le Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XCVII, p. 191-222, 27 fig., 1 tabl.
- 10) DUBOIS G. (1925). — Note sur la Plaine de la Lys aux environs d'Armentières et observations sur la nature et l'âge de cette plaine. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. L, p. 97-107.

- 11) GOSSELET J. (1894). — Cours de géographie physique : la Plaine de la Lys, pays de Weppes, pays de Ferrain, pays de Courtrai. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXII, p. 38-53.
- 12) GOSSELET J. (1898). — Sondages à Bailleul. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXVII, p. 230.
- 13) GOSSELET J. (1905). — Les assises crétaciques et tertiaires dans les fosses et sondages du Nord de la France. Fasc. 2 : région de Lille. *Etude des gîtes minéraux de la France*, Paris, 98 p.
- 14) GOSSELET J. (1906). — Observations au sujet de quelques sondages aux environs d'Armentières. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXV, p. 4-7.
- 15) GOSSELET J. (1914). — Notes d'excursion sur la feuille de Saint-Omer : la Flandre. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XLIII, p. 99-175.
- 16) GOSSELET J. (1920). — La Plaine de la Lys (Mémoire posthume). *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XLV, p. 146-166.
- 17) GOSSELET J. (1921). — La Lys et ses compagnes. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XLVI, p. 193-211, 1 pl. h.-t.
- 18) KING W.B.R. (1920). — Résultats des sondages exécutés par les armées britanniques dans le Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XLV, p. 9.
- 19) LEGRAND R. (1968). — Le Massif du Brabant. *Service géologique de Belgique*, mém. n° 9, 148 p., 5 pl.
- 20) LEPLAT J. (1965). — Etude géologique. Autoroute A 25, 6° section (Nieppe-Méteren). Ponts et Chaussées, Laboratoire Régional de Lille, dossier 64 S 43.
- 21) LEPLAT J. (1965). — Déviation des CD 122-422. Reconstruction du Pont d'Erquinghem-Lys. Etude géologique. Laboratoire Régional de Lille, dossier 65 S 50.
- 22) MEUGY (1850-1852). — Géologie pratique de la Flandre française. M.S.S.
- 23) PAEPE R. (1963). — Bouw en oorsprong van de vlakke van de Leie, Thèse, Gent, 225 p.
- 24) PAEPE R. (1964). — Les dépôts quaternaires de la Plaine de la Lys. *Bull. Soc. belge Géol.*, LXXIII, p. 327-365, 14 fig., 4 tabl.
- 25) PAEPE R. (1965). — Evolution morphologique de la Plaine de la Lys et des Monts de Flandre. *Bull. Soc. belge Géol.*, LXXIV, p. 1-18, 8 fig.
- 26) PAEPE R. et SOMMÉ J. (1970). — Les loess et la stratigraphie du Pléistocène récent dans le Nord de la France et en Belgique. *Ann. Soc. Géol. Nord*, Rapp. Trav. Centen., t. XC, p. 191-201, 3 fig.
- 27) PAEPE R. et VANHOORNE R. (1967). — The stratigraphy and palaeobotany of the Late Pleistocene in Belgium. *Mem. Expl. Cartes Géol. Min. Belg.*, n° 8 ; *Serv. Géol. Belg., Bruxelles*, 96 p., 14 pl.
- 28) SOMMÉ J. (1966). — Les pentes dans diverses régions du Nord, *Hommes et Terres du Nord*, 1, p. 100-109, 7 fig.
- 29) SOMMÉ J. (1967). — Tectonique récente dans la région de Lille (Pays de Weppes et Mélantois occidental). *Rev. Géomorph. Dynam.*, p. 55-65, 4 fig.
- 30) SOMMÉ J. (1971). — Stratigraphie des limons weichséliens dans la région du Nord de la France. In *Etudes sur le Quaternaire dans le monde*, VIII° Congr. INQUA, Paris, 1969, vol. 1, p. 549-556, 3 fig.
- 31) SOMMÉ J. (1975). — Les plaines du Nord de la France et leur bordure, étude géomorphologique. Thèse, Paris, 810 p., 185 fig. h.-t.
- 32) TAVERNIER R. et DEMOOR G. (1974). — L'évolution du Bassin de l'Escaut. In *L'Evolution quaternaire des bassins fluviaux de la mer du Nord méridionale*, Liège, p. 160-231, 7 fig.
- 33) WATERLOT G. (1957). — Le toit des sables landéniens en Flandre entre St-Omer et Lille. La nature des sables et leur hydrologie. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXXVII, p. 74.
- 34) WATERLOT G. (1969). — Sur la poche de dissolution dans le Paléozoïque de Don. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXXXIX, p. 175-176, 2 fig.
- 35) SONDAGES cités dans les *Ann. Soc. Géol. Nord* : 1873, t. I, p. 33 ; 1875, t. III, p. 22 ; 1885, t. XII, p. 246 ; 1887, t. XIV, p. 181 à 184 ; 1890, t. XVII, p. 272 à 283 ; 1895, t. XXIII, p. 140 ; 1898, t. XXVII, p. 226 à 230 ; 1905, t. XXIV, p. 265 à 289 ; 1936, t. LXI, p. 122 à 126.

Le Carbonifère (Viséen supérieur-Bachkirien) entre Bou Chber et Ich ou Mellal (Maroc central)

par Mohammed BENSALD (*), Henri TERMIER (**), Geneviève TERMIER (**)
et Daniel VACHARD (***)

(Planches XV à XVIII)

Sommaire. — De nouvelles recherches sur le terrain ont donné aux auteurs le moyen de préciser l'existence non seulement des couches de passage du Viséen au Serpoukhovien, mais aussi de trois horizons marins plus récents : 1) l'Arnsbergien E2 est représenté par une microfaune associée à des Rugueux indiquant une étroite ressemblance avec le gisement pyrénéen d'Ardengost ; 2) le Chokiérien H est identifié grâce à *Homoceras diadema* ; 3) un gîte lenticulaire dominé par un Myalinidé, *Dorcadungula* nov. gen. (dont la signification paléontologique est analysée) est daté du Bachkirien. Il est discordant sur le Viséen supérieur plissé.

Summary. — Recent field searching points out that the last marine strata in Central Morocco include not only the Visean Serpoukhovian passage beds but also : the Arnsbergian E2, identified by microfauna and Rugosa very similar to the Ardengost pyrenean fauna ; the Chokierian H, with *Homoceras diadema* ; a lens-like Myalinid (*Dorcadungula* nov. gen.) layer of Bashkirian age is discordant upon the folded Upper Visean.

I. — INTRODUCTION BIOSTRATIGRAPHIQUE

La question du passage du Viséen supérieur au "Namurien" (Serpoukhovien) a été posée il y a longtemps dans le Maroc Central. Les déterminations de fossiles données par deux d'entre nous (H. et G.T.) ayant été mises en doute, au point de ranger la faune d'Igr ou Hammoud dans le Tournaisien, il était nécessaire de préciser davantage. Au cours de plusieurs missions, faites isolément ou en commun (M.B., H. et G.T.), nous avons repris la coupe publiée en 1951 et recueilli de nouvelles faunes ainsi que des microfaunes (dét. D.V.). Nous avons eu la chance de trouver plusieurs microfaunes ainsi qu'*Homoceras diadema*.

1) Coupe de la crête d'Oulabas.

Une coupe SE-NW traversant la crête d'Oulabas est la suivante (fig. 1-2) :

(*) Service Géologique du Maroc, Rabat-Chellah (Maroc).

(**) Laboratoire de Géologie Structurale, Université P. et M. Curie, 4, Place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05.

(***) IGAL, 21, rue d'Assas, 75270 Paris Cedex 06.

Note présentée le 12 Janvier 1978 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 8 Février 1979.

a) Le Viséen supérieur V3by et V3c.

Il constitue un vaste ensemble que l'on peut étudier plus au SW dans le vallon de l'oued Ait Merrouane et aux alentours de la cote 1086 (chiffree 1178 sur l'ancienne carte au 1/100.000). C'est un flysch où alternent schistes noirs et petits bancs de grès à *Goniatites crenistria* Phillips, *G. striatus* Sow. et *Posidonia becheri* Bronn. Sur la pente S-SE du Tichout n Tafarane (cote 1086), les schistes ont fourni *Lyrogoniatites* sp. Puis, les conditions devenant de plus en plus continentales, les grès montrent des fragments de plantes, en particulier des *Stigmara*. Cependant, de petits niveaux sporadiques renferment encore quelques *Goniatites* [*Cravenoceras* (?) sp., mal conservé], des Bivalves (*Edmondia*, du groupe *E. josepha* de Koninck - *E. jacksoni* Demanet, Pl. XVIII, fig. 7), *Orthoceras calanus* de Koninck et de rares Chonétidés et Productidés (*Pustula* ex gr. *rimberti* Wat. ; Pl. XVIII, fig. 10) en moules internes.

Cet ensemble se prolonge au NE, bien au-delà du point de départ de la piste d'Oulmès, sur au moins 10 km.

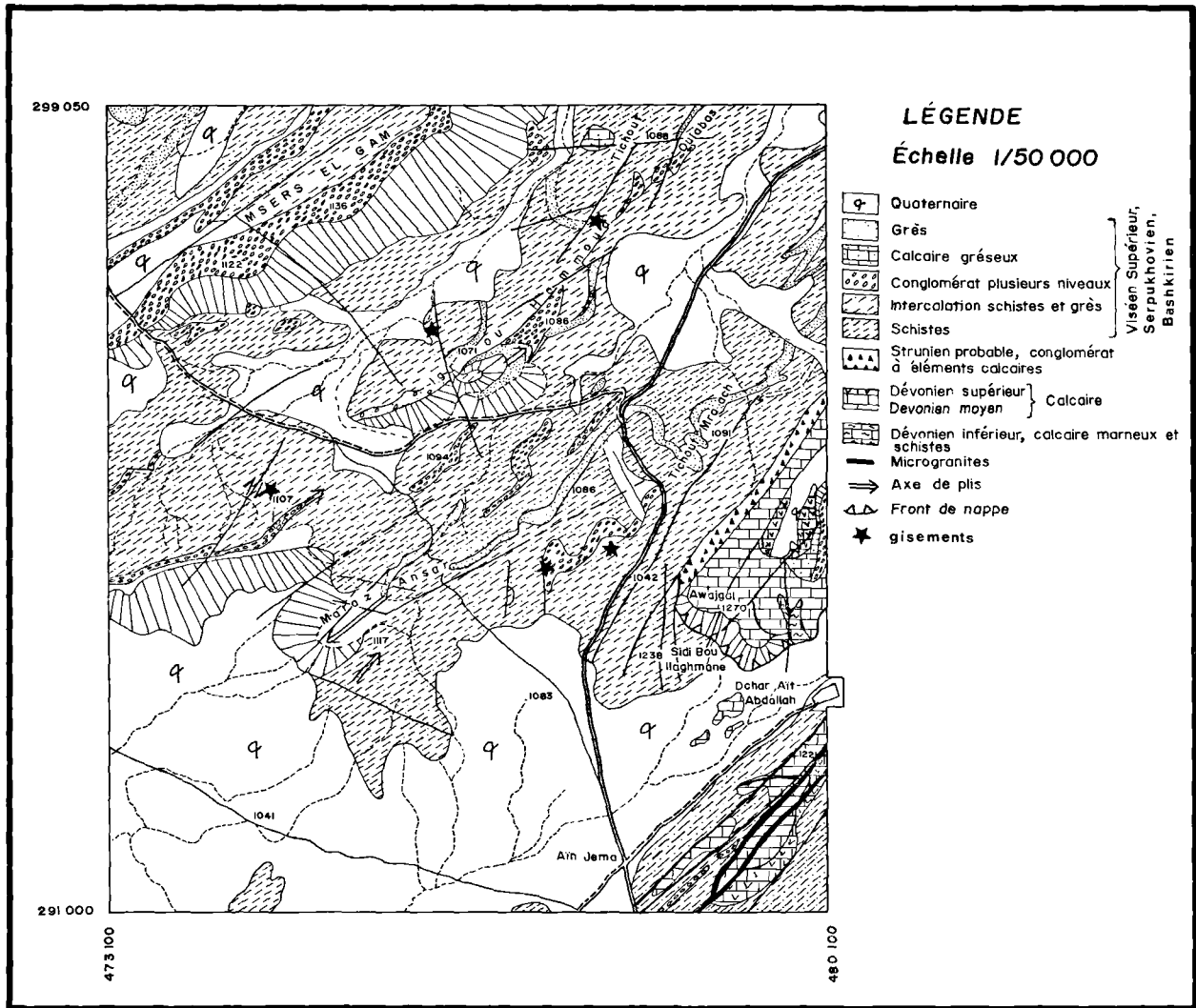


Fig. 1. — Région de Oulabas-Igr ou Hammoud (Nord de Dchar Ait Abdallah).

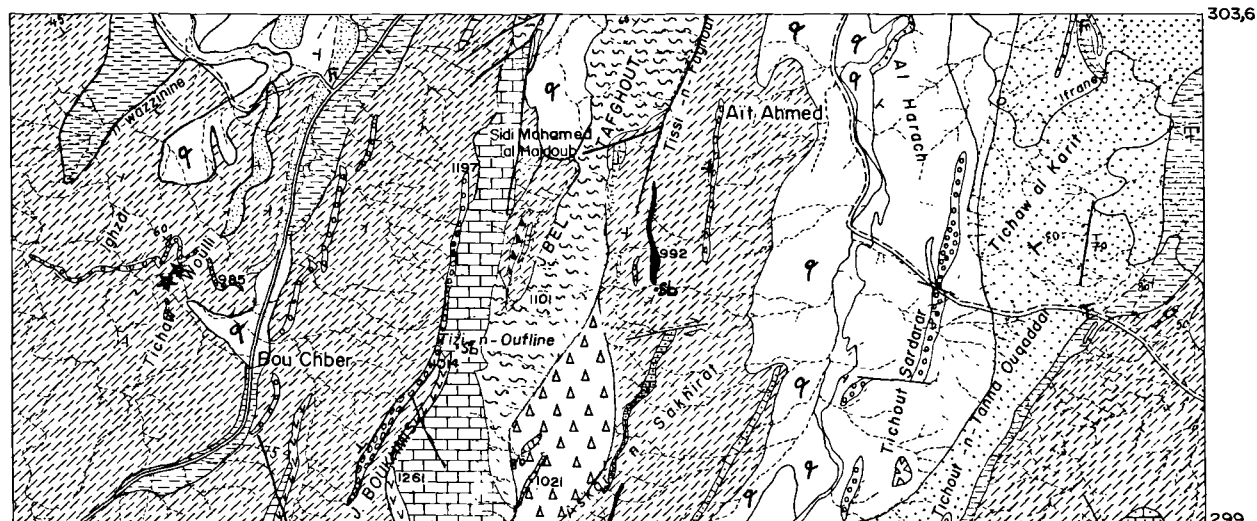
N.B. — Dans l'ensemble de la région intéressée, les gisements fossilifères postérieurs au Viséen supérieur sont ponctuels. Ils sont indiqués par des étoiles noires.

b) Les schistes des pentes SE de la crête d'Igr ou Hammoud.

Ils se situent à 70 m au SE de la crête (direction NE, pendage de 30° au NW). En 1949, deux d'entre nous (H. et G.T.) y ont récolté : *Neoglyphioceras* sp., *Sagittoceras* sp., *Goniatites* cf. *granosus* Portl., *Myalina verneuli* Mc Coy, *Myalina dorlodoti* Demanet, *Posidoniella elongata* Hind, *Nuculopsis* cf. *laevirostris* Portl., *Aviculopecten* cf. *murchisoni* Mc Coy, *Nuculo-*

chlamys cf. *attenuata* Fleming, *Schizodus taiti* Wilson, *Chonetes mosensis* Demanet, *Ch. dalmaniana* de Koninck, *Bellerophon* sp., *Linoproductus corrugatus* Mc Coy, *Buxtonia* cf. *interrupta* Ivor Thomas, *Schellwienella crenistria* Phillips, *Schizophoria resupinata* Martin, *Lingula parallela* Phillips, *Athyris* sp., Crinoïdes et débris végétaux.

Cette couche indique le passage du Viséen au Serpoukhovien.



LÉGENDE

ÉCHELLE 1/50 000

☉ Quaternaire

■ Microgranites

○ ○ Conglomérat

□ □ Calcaire gréseux

△ △ Zone de Wildflysch

Viséen
Supérieur

▨ Inter. calcaire schistes
avec grès ★

▤ Grès

▧ Schistes

▲ ▲ Strunien probable
Congl. à éléments calc.

Viséen sup.,
Serpukhovien,
Bashkirien,

▽ ▽ Dévonien supérieur
calcaires et schistes

▩ Dévonien moyen
calcaires et marnes

▨ Dévonien inférieur
Schistes et marnes

▧ Silurien Schistes

▤ Ordovicien quartzites
et Schistes

Fig. 2. — Région de Bou Chber - Sidi Mohammed el Majdoub.

c) Les schistes à végétaux.

A 50 m au S du petit col d'Igr ou Hammoud, ils ont fourni des empreintes de *Goniatites* associées à des débris de plantes : *Adiantites* sp., *Renaultia* sp., *Cheilanthites* sp., *Samaropsis* sp., *Pecopteris* sp., *Angaropteridium* sp., *Asterophyllites* cf. *equisetiformis* Schl. (dessinés dans la note de 1951). Ces végétaux appartiennent à la zone à *Adiantites* datée de la limite Viséen-“Namurien”.

d) Un niveau de grès calcaireux.

Il passe à une grauwaacke à parties ferrugineuses.

e) Des schistes.

Leur épaisseur est de 20 m.

f) Des grès alternant avec des schistes.

Ils constituent la crête d'Igr ou Hammoud (direction N 60° E, pendage 45° au NW). Au

N du col, ils forment deux petits replis synclinaux séparés par une charnière anticlinale affleurant sur le chemin muletier de Tizi Nanout (cote 1037). Ils sont fossilifères à 20 m à l'W et à 250 m au N et au NE du col. Au N, ils ont fourni *Schizophoria* sp. ; au NE, ils sont plus calcaireux et renferment des *Linoproductus* abondants. Un peu partout, ils montrent des empreintes de végétaux.

g) Des schistes et des grès.

Ils sont de direction NE avec un pendage SE croissant de 30 à 60°. Leur épaisseur est de 50 m.

h) Des grès calcaireux et grauwaackes brunes

Ils alternent avec des schistes (quelques mètres). Ce niveau a donné *Linoproductus corrugatus* Mc Coy, *Chonetes mosensis* Demanet, *Ch. cf. dalmaniana* de Koninck, *Schellwienella* (?) sp., *Schizophoria resupinata* Martin, *Gonia-*

tites cf. *granosus* Portlock, *Posidoniella elongata* Hind, *Myalina verneuili* Mc Coy, *Aviculopecten* cf. *murchisoni* Mc Coy, traces de végétaux.

i) *Des schistes et des grès.*

Leur épaisseur est de 200 à 250 m.

j) *Des grès passant à un conglomérat.*

Ils forment une petite crête au S de l'oued Mohammed ben Sidi Mohammed.

k) *Des schistes.*

Ils affleurent au S de la crête sombre nommée Koudiat Mohammed ben Sidi Mohammed.

l) *Un conglomérat lenticulaire.*

A 600 m au N-NW du col d'Igr ou Hammoud, sur le chemin de Tizi Nanout, un conglomérat lenticulaire atteignant 10 m de puissance, constitue une crête sombre, qui est un anticlinal aigu visible de loin, et dont nous venons de parler : Koudiat Mohammed ben Sidi Mohammed. Il remanie des blocs de calcaire du Viséen moyen et supérieur ainsi que des polypiers Rugueux : *Diaschophyllum chevalieri* Semenoff (Pl. XVII, fig. 6), *Lonsdaleia duplicata* (Martin) (Pl. XVII, fig. 3), un polypier aphroïde se rapportant au genre *Ivanovia* (Pl. XVII, fig. 4-5) et des formes jeunes (environ 3 mm de diamètre) d'une espèce d'Aulophyllidé ; enfin une microfaune assez abondante, décrite ci-après, qui indique la partie supérieure du Serpoukhovien inférieur (Protvien) équivalent du E2 (Arnsbergien).

m) *Des schistes.*

Ils affleurent dans le vallon de l'oued Angarf qui passe au S des crêtes de Msars el Gam-Bou Lachouch. Près de la cote 929, à 150 m au NW de la crête Mohammed ben Sidi Mohammed, les schistes admettent de petites intercalations de calcaire qui ont donné : *Neoglyphioceras subcirculare* Miller, *Goniatites spiralis* Phillips, *G. striatus* Sowerby, *Beyrichoceras* cf. *obtusum* Phillips, *Orthoceras* sp. Il s'agit de V3c supérieur.

Dans cette coupe, non seulement il n'y a pas de Tournaisien mais il y a du Viséen certain (termes a et m), des couches de passage du Viséen au Serpoukhovien (termes b, c et f) et enfin du Serpoukhovien (terme l).

2) *Autres affleurements.*

A cette coupe, nous ajouterons trois gisements fossilifères importants :

a) *Gisement 1 à restes de Poisson.*

A 2 km au SW du col de Igr ou Hammoud et à environ 800 m au N de la piste d'Oulmès, au NW de la cote 1071, nous (H. et G. T. en 1974) avons observé des grès parfois limonitiques renfermant des nodules ocreux dont l'un a fourni un fragment de *Megalichthys* (*), Poisson Crossoptérygien connu dans les faciès d'eau saumâtre ou douce du Pennsylvanien moyen des Etats-Unis et du Carbonifère d'Angleterre.

b) *Gisement 2 : Tichaw Woulli.*

A 4,5 km au NE du col d'Igr ou Hammoud, l'un de nous (M. B.) a découvert un gisement de Bivalves (fig. 3) affleurant en trois points distants de moins de 100 m les uns des autres (carte I.G.N. Bou Chber au 1/50.000, feuille NI-30-VII-id ; coordonnées Lambert 482,6-300,9). Il est donc situé à l'W de la route Meknès-Mrirt passant à Bou Chber (km 74) près du chemin du Jebel Bou Lachouch et à 350 m à l'W de la cote 985, au lieu-dit Tichaw Woulli. Ces couches sont au NW de la bande de schistes à *Posidonia becheri* qui passe près de l'embranchement (cote 891) de la piste d'Ich ou Mellal. Le gisement est une lumachelle lenticulaire de Myalinidés, épaisse de 1 m et longue de 3 m, intercalée dans une lentille plus grande composée de bancs de grès (épais de 10 à 20 cm) régulièrement stratifiés, dont la puissance peut atteindre 6 ou 7 m et la longueur 20 m. Cet ensemble subhorizontal est nettement discordant sur des schistes et grès en couches très redressées et plissées qui forment la berge d'un ruisseau situé à l'W de l'oued Bou Chber, couches que nous attribuons au Viséen supérieur ou aux couches de passage au Serpoukhovien parce qu'elles sont dans le prolongement de l'ensemble Igr ou Hammoud - Koudiat Oulabès. Ce gisement présente le grand intérêt de nous permettre de rapporter sa discordance à la phase sudète, la lentille à Myalinidés étant datée du Bachkirien par la présence d'*Eostaffella pseudostruvei chomatifera* Kireeva, 1951 (dét. D. Vachard ; Pl. XVII, fig. 1-2). Ces couches sont, dans l'état actuel de nos connaissances, les plus récentes du Paléozoïque marin dans le

(*) Détermination de Ph. Janvier.

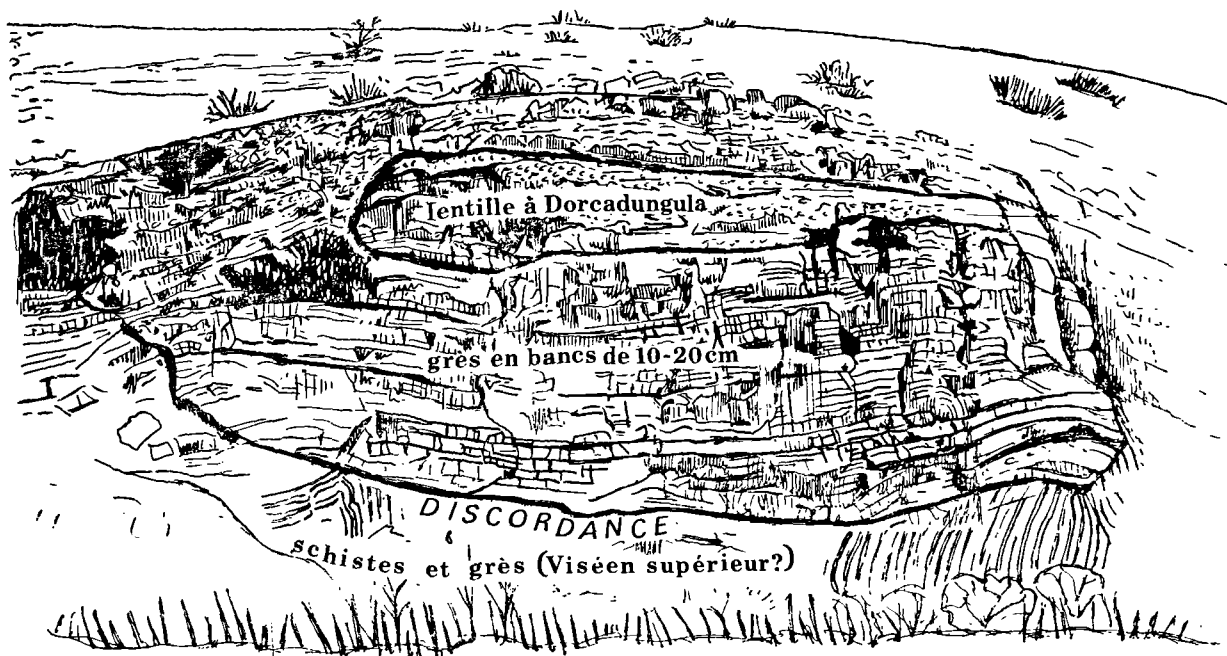


Fig. 3. — Position de la lentille de Tichaw Woulli.

Maroc Central. Les Bivalves jointifs, qui composent ce gisement appartiennent à une seule espèce de Myalinidés, *Dorcadungula bouchberensis*, de tailles diverses. On y a trouvé quelques autres Bivalves et des fragments de Productidés, Spirifères, *Rhipidomella*.

c) Gisement 3 : Ich ou Mellal.

A 8,5 km d'Igr ou Hammoud, 5 km au NW de Bou Chber et au S de la mine d'Ich ou Mellal, les collines de Tichout ou Mallou ont fourni un gisement fossilifère, à 75 m au SW de la cote 1022 (coordonnées Lambert 348-479,4). La série comprend des schistes, des grès à Calamites avec "flute casts" ainsi que des bancs lenticulaires de grès calcaro-ferrugineux à Ectoprottes, Encrines, Bivalves, Orthocères, Goniates. Nous y avons identifié (Pl. XVII, fig. 7-8) *Homoceras diadema* (Goldfuss em. Beyrich), espèce caractéristique du Chokiérien (zone H). Cette espèce n'était connue jusqu'à présent que dans le Maroc oriental (Delépine, 1941, p. 78, Pl. 6, fig. 10-11).

3) Conclusions.

Le secteur étudié, situé sur la feuille d'Agelmous au 1/100.000, est compris entre le massif

granitique de Ment (au S), la route Mirt-Bou Fekrane (au SE), le causse Bou Ichichi-Sidi Bou Thamrit (au NE) et la ligne Bou Ibiame-maison forestière de Tifoughaline-Bou Imgazen (au NW) ; il est constitué par des bandes de terrain plus ou moins parallèles, de direction en gros N 30°E (exactement N 30°E au J. Bou Lachouch, N 35°E à Abaggar, N 30°E au J. Bou Igouyaz, N 25°E au J. Bou Rcac). Ces bandes font alterner le Viséen supérieur (anticlinaux parfois complexes) et le Serpoukhovien (synclinaux). Le Viséen est jalonné par des gisements de *Posidonia becheri* ou de Goniates : il est toujours reconnaissable parce que fossilifère. Le Serpoukhovien, rarement fossilifère, est beaucoup plus difficile à identifier. Dans les abords du secteur étudié, du SE au NW, le Viséen et le Serpoukhovien constituent les bandes suivantes :

- a) bande viséenne de Dchar Ait Merrouane - oued Tiouzinine ;
- b) bande serpoukhovienne de Koudiat Mohammed ben Sidi Mohammed (Koudiat Oulabès) - Ich ou Mellal ;
- c) alignement viséen d'Oul Ouzgar (cote 1323) - Masser Amane - Bou Igouda - Bou Idjaa ;
- d) bande serpoukhovienne du bled Tifoughaline qui se poursuit sur la rive droite de l'oued Beht (J. Ahiane,

Ras el Ktib). La région située dans le rectangle Bou Imzazene, Bou Ibane, Bou Ichichi et le J. Si Amar est constituée par la série pélique de Fourhal, jusqu'à présent azoïque, d'une puissance de 1.100 à 1.500 m. Elle est plissée en anticlinaux (Bou Taarit et Bou Igouyaz) et en synclinaux (Bou Chmaa).

La rareté des fossiles dans le Serpoukhovien incline à faire penser qu'il n'est représenté que par des bassins réduits dans le sens de la longueur. Mais la présence de Goniatis (Ich ou Mellal) et de Coraux (Koudiat Mohammed ben Sidi Mohammed) indique une mer ouverte pendant un certain laps de temps et, de plus, l'énorme épaisseur du faciès de Fourhal est un argument contre la limitation de ces bassins. Une carte détaillée de la région sera longue à établir : il faudra partir des quelques gisements de Serpoukhovien certain (comme celui d'Ich ou Mellal) pour explorer leur voisinage en suivant la direction des couches (au NE et au SW).

Les autres régions où le Serpoukhovien a été reconnu au Maroc sont éloignées de la feuille Bou Chber : il s'agit de Djerada (Delépine, 1941), des sondages sous le plateau des Phosphates et de la région au S d'El Hajeb où aurait été trouvé *Brachythyris strangwaysi* (de Verneuil) qui appartient à un groupe Pennsylvanien-Permien.

II. — COMPLEMENTS PALEONTOLOGIQUES (H. et G. T.)

1) Les Rugueux.

Genre *IVANOVIA* Dobroljubova, 1935

Espèce-type : *Ivanovia podolskiensis* Dobroljubova ; Carbonifère moyen d'U.R.S.S. = *Cystophora* Yabe et Hayasaka, 1916 (non Nilsson, 1820).

Structure axiale compacte comme chez *Lonsdaleia*. Dans le style *aphroïde* des polypiers coloniaux, les murailles séparant les corallites ont disparu, remplacées par de nombreuses vésicules. C'est le cas d'*Aphrophyllum foliaceum* Hill, 1934 du Viséen supérieur du Queensland, placé dans les *Aulophyllidae* ; le genre *Aphrophyllum* Smith, 1920, voisin de *Palaeosmilia*, est du Carbonifère inférieur (*Aphrophyllum hallense* Smith du Viséen d'Australie orientale). *Ivanovia*, pourtant d'apparence voisine, est rangé parmi les *Lonsdaleiidae* ; de fait, la structure calicinale est identique à celle de *Lonsdaleia*.

IVANOVIA sp.

(Pl. XVII, fig. 4-5)

Dimensions.

Calices d'environ 13 mm de diamètre, séparés par des aires vésiculaires de 7 à 10 mm de large. Cette espèce côtoie ici *Lonsdaleia duplicata* Hill (Pl. XVII, fig. 3), qui est fasciculé, fait intéressant car il s'agit de genres voisins. *I. sp.* est à notre connaissance le plus ancien représentant d'*Ivanovia*.

2) Les Bivalves.

Famille MYALINIDAE Frech, 1891 ;
em. Newell, 1942

Genre *DORCADUNGULA* nov. gen.

Espèce-type : *Dorcadungula bouchberensis* nov. sp. ; Pl. XVIII, fig. 1-6 ; fig.-texte 4.

Derivatio nominis : du latin *dorcas*, *dorcadis* : gazelle ; *ungula* : sabot.

Bou Chber : nom du pays où cette espèce a été trouvée.

L'appellation " pied de gazelle " a été proposée sur le terrain par M. El Kebir Selmani pour les nombreux exemplaires reposant sur le plat antérieur des deux valves, la zone cardinale mimant, avec son aire ligamentaire vidée du ligament organique, la fente caractéristique du sabot bifide d'un ruminant agile et de petite taille.

Diagnose : « Myalinidé à test épais acline (faisant un angle droit avec la ligne cardinale) chez le jeune devenant prosocline (angle aigu), à crochets aigus très saillants, sans lobe antérieur. Valves lisses inégales arrivant à égales en fin de croissance ».

Cette espèce présente une série continue de dimensions correspondant à des formes bien précises. En utilisant la terminologie de Newell (1942), il y a de petites formes aclines tandis que les plus grandes sont fortement prosoclines. Beaucoup d'exemplaires ont conservé leurs deux valves (justifiant le nom de genre, surtout les formes adultes) ; les valves isolées sont pour la plupart des valves gauches.

Exemplaires jeunes.

Trois exemplaires bivalves offrent les caractères suivants : forme pratiquement acline ; crochet antérieur ; aile postérieure non détachée, délimitée par la disparition du relief de la zone viscérale mais à contour entier, non lobé ; aire cardinale coïncidant avec la plus

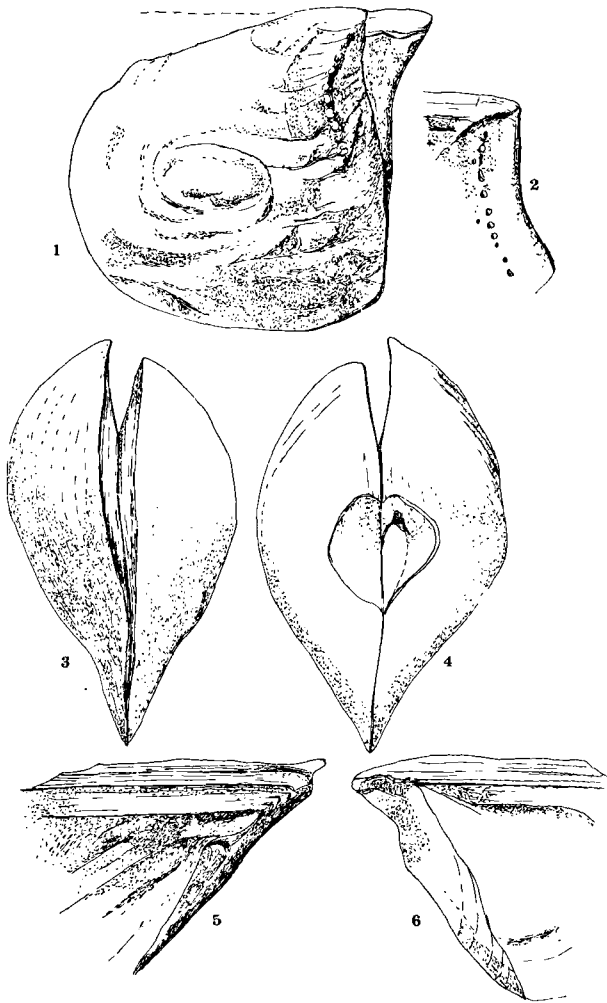


Fig. 4. — Croquis de *Dorcadungula bensaidi* nov. gen. nov. sp.

1. Moule interne bivalve montrant la valve droite avec les empreintes des muscles palléaux au-dessous du crochet et de l'adducteur postérieur subcentral. Le crochet de la valve gauche (en arrière) est nettement plus aigu et plus saillant que celui de la valve droite.
2. Partie antérieure, interne, d'une valve gauche (Pl. XVIII, fig. 5).
3. Exemplaire bivalve vu par le côté dorsal, cardinal (Pl. XVIII, fig. 1), et montrant bien l'inégalité des valves et la disposition relative des aires ligamentaires.
4. Même exemplaire bivalve en vue ventro-antérieure montrant la zone centrale de l'insertion byssale (Pl. XVIII, fig. 2).
- 5-6. Vue interne des régions cardinales des deux valves d'un même individu, montrant les parties externe et interne du ligament.

grande largeur de la coquille, occupée par un ligament duplivinculaire. En effet, la ligne cardinale divise cette aire ligamentaire en deux parties : le ligament externe calcifié (lamellaire), le ligament interne calcifié (résilifère ?) dont l'empreinte ornée de stries parallèles est peu différente d'aspect de celle du ligament externe.

La face interne de la coquille montre que la zone viscérale ne s'étend pas à l'aile mais s'arrête au niveau d'une ligne oblique partant du crochet et correspondant vraisemblablement à l'alignement des fibres musculaires « suspen-seurs » du crochet.

Dès ce stade, les deux valves sont inégales, leurs épaisseurs relatives étant déjà selon le rapport : $r 0,8 \leq \text{evd/evg} \leq 1$, qui sera de règle même pour les individus les plus grands. L'asymétrie de la coquille se marque aussi dès le plus jeune âge par un décalage de la valve droite par rapport à la gauche au niveau de l'aire ligamentaire : celle-ci a glissé en direction ventrale si bien que les lamelles ligamentaires devaient être orientées obliquement de la valve gauche à la valve droite.

Exemplaires de grande taille.

Peu à peu, la forme passe d'acline à prosc-line pour un bord cardinal large de 35 à 50 mm. Les crochets deviennent très aigus ; celui de la valve gauche est plus long. La zone sous-umbonale est soit plane (1 ex.) : $18,5 + 17,5 = 36$ mm de large (épaisseur maximale pour un bord cardinal de 59,7 mm de long), soit arquée : 29,8 mm d'épaisseur maximale pour un bord cardinal de 64,3 mm de long, ce qui est le cas de presque tous les individus. On doit considérer qu'il y a ici une variation individuelle indépendante de la croissance.

Caractères internes.

Dans la zone umbonale, il ne nous a pas été possible de mettre en évidence la présence d'un septum. C'est pourquoi, malgré la forme générale et l'épaisseur du test, nous ne faisons pas référence au genre *Septimyalina*. Le retracteur du byssus semble assez développé. L'adducteur antérieur est peu visible. Plusieurs valves montrent clairement l'alignement de fossettes caractéristiques de la ligne palléale antérieure, parallèle au bord de la coquille. Cet alignement est conforme à celui qui a été mis en évidence par Newell (1942) chez *Myalina*.

Dimensions (en mm)								
	Formes aclines			Formes intermédiaires		Formes prosoclines		
	Largeur au niveau du bord cardinal	23	23,2	26,3	30	34,4	51,4	59
largeur maximale	23,5	28	30	?	37,5	69,4	78	
hauteur	33,5	37,5	38,2(+)	?	45	50	51,8(+)	
épaisseur maximale de l'ensemble	11,4	14	22,4	19,2	25,7	31,3	30,3	
épaisseur v.g. maximum	5,8	9	8,2	9	13,9	19	13,5	
v.dr.	5	8,2	6,8	8	13,9	18	13,5	
rapport v.dr./v.g.	0,86	0,9	0,83	0,9	1	0,95	1	
Autres exemplaires Bivalves :								
épaisseur maximale		29,8	27,4	30	38,9			
épaisseur v.g.		15,5	16,1	15,7	19,9	15,6		
v.dr.		13,9	12,6	14,8	18,2	15,6		
largeur bord cardinal		62,7	57,3	44(+)	59,5			
rapport v.dr./v.g.		0,9	0,8	0,95	0,9	1		

Tableau I.

L'empreinte de l'adducteur postérieur n'est distincte que sur un moule interne, où il est situé vers la mi-hauteur de la valve. La position bissectrice de la crête (suspenseur de branchies ?) séparant pratiquement la zone viscérale de l'aile postérieure suggère que la partie habitée correspondait à peu près à la moitié de la surface interne totale de la coquille.

Présence d'un byssus ?

Juste au-dessous du crochet de la valve gauche, le bord antéro-ventral (palléal) de la coquille est souvent entamé par une encoche qui paraît bien correspondre au passage du byssus. A partir de cette encoche, le bord de la valve droite semble presque toujours mordre sur celui de la valve gauche, sauf dans les exemplaires à peu près symétriques où le passage du byssus a conquis une place centrale. La présence visible d'un byssus explique sans doute le développement relativement grand du rétracteur du byssus

Evolution ontogénique.

L'évolution ontogénique, observée indépendamment et parallèlement chez *Myalina* et *Septimyalina* par Newell ne se vérifie pas chez *Dorcadungula* où l'évolution est inverse, d'acline à prosocline. Nous interprétons l'ontogénèse observée ici comme un cas typique d'allométrie.

Attitude.

L'attitude de vie de *Dorcadungula* jeune était probablement définie par son byssus, mais la valve droite réduite devait reposer sur le substrat. Nous ne pouvons présenter aucun argument décisif pour ou contre l'hypothèse de Newell relative à l'ensemble des *Myalines*. Il semble toutefois que dans l'espèce considérée : 1) la position oblique du ligament-charnière des coquilles dissymétriques suggère plutôt que, lors de l'ouverture des valves par contraction du ligament externe, la valve droite serait la plus déplacée, ce qui cadre mal avec l'hypothèse d'une position sous-jacente mais beaucoup mieux avec celle d'un rôle suboperculaire ; 2) en outre, la position "en pied de gazelle" indique que les formes les plus grandes reposaient souvent sur leur côté antérieur, les deux valves étant devenues pratiquement symétriques avec l'âge (le rapport $r = 1$) ; le ligament, non oblique mais droit, permettait une ouverture facile et de longue durée ; la section de l'ensemble est triangulaire.

Ecologie.

Le gisement lenticulaire étudié représente un épisode intertidal de courte durée (quelques années) si on le compare aux moulières actuelles en tablant sur l'abondance du naissain dans

celles-ci. D'autres lentilles à Myalinidés du Bachkiriens pourraient exister dans le Maroc central, où elles représentent sans doute la dernière avancée marine du Paléozoïque. Le fait que de tels épisodes ne contiennent qu'une seule espèce, la rareté des autres groupes d'invertébrés et la très faible durée qu'ils représentent sont à mettre au compte des caractères trophiques de tels peuplements. Les Mytilidés sont des suspensivores, se nourrissant essentiellement de Bactéries et disposant comme tous les Bivalves, grâce aux battements ciliaires de leurs branchies, d'une grande pression de transport d'eau : un *Mytilus edulis* de 20 à 30 mm de long déplace en moyenne 12 litres d'eau pour chaque millilitre d'oxygène consommé ; de 40 à 60 mm de long, cette quantité tombe à 3 litres, mais elle pourrait se maintenir même si la quantité d'oxygène consommé diminuait. On peut donc imaginer le milieu de vie dans cette petite mare de la zone tidale que fut la lentille comme initialement normal quant à la fourniture en oxygène et en Bactéries ; puis, l'oxygène, l'eau et la nourriture allant en se raréfiant, l'animal fut amené à adopter de nouvelles attitudes, en particulier celle qui facilitait un transit d'eau presque constant.

Les Myalinidés sont connus pour avoir été sédentaires et grégaires comme les Mytilidés, cantonnés dans la partie haute de l'étage littoral, et avoir eu une fixation byssale pendant au moins une partie de leur vie (Newell, 1942, p. 18), tant que leur coquille restait mince. L'eau dans laquelle ils prospéraient était marine, saumâtre ou même douce (*Naiadites* semble avoir pénétré profondément dans les estuaires, comme *Mytilus edulis* le fait actuellement), voire avec un gradient de salinité comme *Myalinella*. Des couches de terrain strictement habitées par un seul genre grégaire (*Orthomyalina*, *Myalina*, *Septimyalina*) sont fréquentes. L'épaississement du test à l'âge adulte est courant, et ceci aux dépens des parties molles qui croissent beaucoup moins (1/8 du volume de la coquille chez *Myalina copei*).

Les Myalinidés, par leur habitat côtier, peuvent être considérés comme accompagnant la fin des régressions et le début des transgressions pendant le Carbonifère. Cet habitat à salinité variable est connu pour favoriser la fluctuation des caractères individuels. Il s'ensuit que chaque population possède des limites de

variabilité qui la caractérisent ; en second lieu interviennent de nombreuses convergences et évolutions parallèles.

Comparaisons.

Newell (1969) note que l'un des plus anciens représentants du genre *Myalina*, du calcaire de Saint-Louis (Viséen), ne dépasse pas 70 mm de long alors que les espèces permienues atteignent normalement 120 mm (*Tanchingtongia* Runnegar et Gobbett, 1975, de la limite Carbonifère-Permien, dépasse d'ailleurs une longueur de 300 mm). Pour le même auteur, l'obliquité (angle de l'axe du crochet avec la ligne cardinale) des Myalines, qui peut être procline ou acline, évolue dans l'ontogénie comme dans la phylogénie de procline vers acline pour devenir dans certains cas opisthocline (angle obtus). La disposition de l'adducteur postérieur se modifie en même temps. Le développement d'une aile postérieure individualisée par une échancrure du bord de la coquille est un caractère évolutif de spécialisation apparu indépendamment chez *Myalina* et chez *Septimyalina*. Enfin, les Myalinidés présentent généralement une asymétrie marquée dans la coaptation des valves : la valve droite s'amenuise, elle est moins convexe, son bord palléal finit par être situé à l'intérieur de la valve gauche parce qu'elle est plus courte, et le lobe antérieur disparaît ; le crochet de la valve gauche est aussi le plus développé. Newell en conclut que la valve droite était probablement celle qui reposait sur le fond.

Une égalité secondaire des valves a été décrite chez *Tanchingtongia*, Myalinidé géant à test épais et fixation byssale (un sillon byssal à chaque valve) de la limite Carbonifère-Permien de Malaisie et du Japon, lequel reposait de la même façon sur l'arc aigu des flancs avec un bâillement postérieur permanent. Runnegar et Gobbett (1975) attribuent cette disposition à un habitat infratidal.

Le ligament de *Myalina* adulte et de *Tanchingtongia* est duplivinculaire : la partie lamellaire, dorsale à la ligne cardinale, non calcifiée, s'attache sur des aires cannelées longitudinalement, parallèlement à la charnière. Sa partie fibreuse calcifiée, ventrale à la ligne cardinale, est un résilifère primitif devenant externe (alivinculaire), qui disparaît chez l'adulte d'autres Mytilacés.

Chez *Dorcadungula*, la forme générale est bien moins allongée et, à travers tous ces avatars liés à l'âge, demeure proche de celle des Myalinidés. La section triangulaire de l'ensemble de la coquille se retrouvera dans des groupes de Bivalves appartenant à des ensembles taxinomiques différents mais obéissant à un même impératif éthologique : une vie grégaire dans une partie de la zone tidale à haute énergie qui impose une assiette stable.

Tanchingtongia est, sans doute parce qu'il est aussi un Myalinidé, le plus proche voisin à ce point de vue de *Dorcadungula*. Mais on retrouve la même forme chez des genres plutôt liés au milieu récifal. *Alatoconcha vampyra* Termier et Termier, du Permien supérieur d'Afghanistan et d'Oman, rapporté aux Mégalodontidés, possède cette même section, soulignée encore par des développements alaires : la texture permet de bien distinguer le test de type hétérodonte d'*Alatoconcha* du type ptéroïde de *Dorcadungula*. Dans le Trias alpin et le Lias marocain, divers types, parmi lesquels des Opisiidés (*Opisoma*), offrent la même section transverse.

III. — ANALYSE MICROPALÉONTOLOGIQUE (D. V.)

Dans la coupe de la crête d'Oulabas, les grès calcaires conglomératiques du terme I montrent deux groupes d'éléments détritiques. Les plus petits sont de taille millimétrique ou sous-millimétrique et de composition variée ; les plus gros, centimétriques, sont des extraclastes calcaires arrondis (*).

1) Description.

a) *Ciment* : sparite poecilitique, grenue à grossièrement grenue, de teinte blanche à rouille, avec de minces passées argilo-ferrugineuses, rouge sang, contenant des quartz silteux.

b) *Petits galets* : quartz (C) subanguleux à subarrondis, quelques-uns à extinction roulante ; quartzites (C) ; grès fins (R) ; phtanites à Radio-laires (R) ; calcaires biosparitiques à *Ungdarella* (R) ; calcaires oosparitiques (R) ; débris organi-

ques plus ou moins usés, à remplissage calcaire interne, mais sans gangue externe (AC) :

- a) Polypiers, sections souvent en quadrant ;
- b) esquilles de Brachiopodes quelquefois traversés par des galeries (de Thallophytes ?) remplies de micrite ferrugineuse ;
- c) débris d'Echinodermes : une partie a les pores du stéréome envahie par de l'oxyde de fer ;
- d) Foraminifères et autres micro-organismes, tous plus ou moins brisés : Endothyridés, Ozawainellidés, Archaeidés dont *Nodosarchaediscus demaneti* (Conil et Lys, 1964) (Pl. XV, fig. 5) et *Asteroarchaediscus pustulus termierorum* Vachard, 1975 (Pl. XV, fig. 4), *Koninckopora tenuiramosa* Wood, 1942, *Donezella cf. lugutini* Maslov 1929 non auct. (Pl. XV, fig. 8), *Stacheia cf. marginulinoides* Brady, 1876 (Pl. XVI, fig. 5), *Hexaphyllia sp.*, *Exvotarisella index* (Ehrenberg, 1854) Mamet et Roux, 1974, *Ungdarella uralica* Maslov, 1956 (Pl. XVI, fig. 4).

c) *Gros extraclastes calcaires* : Ils ont deux origines : des calcaires du Viséen moyen (un seul spécimen) et des calcaires serpoukhoviens (la presque totalité).

— *Extraclastes du Viséen moyen* : packstone légèrement ferrugineux à *Exvotarisella index* (Ehrenb., 1854) Mamet et Roux, 1974 (TC), *Omphalotis exilis* (Rausser, 1948) (C), *Endothyra ex gr. bowmani* (Phillips, 1846) (R), *Archaediscus ex gr. krestovnikovii* Rausser, 1948 (C), *Endothyranopsis compressa* (Rausser et Reitl., 1936) (R), *Fourstonella fusiformis* (Brady, 1876) (R), *Koskinotextularia bradyi* (Moeller, 1880) (TR), *Koninckopora tenuiramosa* Wood, 1942 (R), *Pseudoammodiscus volgensis* (Rausser, 1948) (R), *Aouigalia variabilis* Termier, 1950 (R), entroques, Ostracodes, Ectopoctes, Brachiopodes (R).

— *Extraclastes du Serpoukhovien* : wackestone/packstone légèrement ferrugineux et à matrice microsparitisée. Algues bleues : *Girvanella ex gr. problematica* Nich. et Eth., 1880 (R) ; calcisphères : *Pachysphaerina pachysphaerica* (Pronina, 1963) (R) ; *Diplosphaerina ex gr. inaequalis* (Derville, 1931) (AC) ; *Polysphaerina bulla* (Conil et Lys, 1968) Mamet, 1973 (R) ; *Hemithurammina sp.* (TR) ; Rhizopodes (ordre indéterminé) : *Insolentitheca horrida* (Brajnikova, 1967) n. gen. n. comb. (R) ; Foraminifères : Earlandidés : *Earlandia ex gr. elegans* (Rausser et Reitl., 1937) (AC) ; *E. vulgaris* (Rausser et Reitl., 1937) (AC) ; Endothyridés : *Endothyra ex gr. similis* Rausser et Reitl., 1936 (TR) ; *E. ex gr. bowmani* (Phillips, 1846) (R) ; *E. spirilliniformis* Brajniskova et Potievskaja, 1948 (R) ; Bradyinidés : *Endothyranopsis crassa sphaerica* Rausser et Reitl., 1936) (AC) ; *Janichevskina cf. delicata* (Malakhova, 1956) (TR) ; *Bradyina cribrostomata* Rausser et Reitl., 1940 (AC) ; Palaeotextulariidés : *Cribrostomum sp.* (AC) ; *Koskinobigenarina sp.* (R) ; Tetrataxidés : *Tetrataxis ex gr. angusta* Vissarionova, 1948 (R) ; "Biseriaminidés" : *Globivalvulina cf. parva* N. Chernysheva, 1948 (TR) ; *G. cf. moderata* Reitlinger, 1950 (R) ; genre indéterminé (Pl. XV, fig. 9) (TR) ; Quasiendothyridés (= Loeblichidés) : *Endostaffella cf. delicata* Rosovskaia, 1963 (TR) ; Ozawainellidés : *Eostaffella ex gr. ikensis* Vissarionova, 1948 (AC) ; *E. ex gr. pseudostruvei* (Rausser et Beliaev, 1936) (R) ; *E. ex gr. mosquensis* Vissarionova, 1948 (TR) ; *Mediocris breviscula* (Ganelina, 1951) (TR) ; *Pseudoendothyra sp.* (TR) ; Archaeidés : *Archaediscus ex gr. krestovnikovii* Rausser, 1948 aux stades "concausus", "angulatus" et "evolutus" (AC) ; *A. ex*

(*) Abréviations : TC = très commun, C = commun, AC = assez commun, R = rare, TR = très rare.

gr. *chernoussovensis* Mamet, 1966 aux stades "concausus" et "evolutus" (TR); A. ex gr. *moelleri* Rauser, 1948 aux stades "angulatus" et "evolutus" (TR); A. cf. *convexus* Grozd. et Lebed. in Grozd., 1953 au stade "concausus" (TR); *Asteroarchaediscus baschkiricus* (Krest. et Teod., 1936) (R); *Ast. parvus regularis* (Suleimanov, 1948) (AC); *Ast. pustulus pustulus* (Grozd. et Lebed., 1954) (TR); Miliolidés: *Warnantella* cf. *subquadrata* (Potievskaja et Vakartchouk, 1967) (AC); *Glomospira* (?) sp. (R); *Glomospirella* (?) sp. (TR); *Cornuspira* (?) sp. (TR); "*Ammoverrella*" sp. (TR); "*Tolypamma*" cf. *fortis* Reitlinger, 1950 (AC); Ischyrosponges: *Pseudonanopora* sp. (TR); *Ungdarella uralica* Maslov, 1956 (AC); *Praedonezella* cf. *cespeformis* Koulik, 1973 (R); *Donezella* cf. *lutugini* Maslov, 1929 non auct. (R); *Calcifolium okense* Shvetsov et Birina, 1935 (AC); débris de Métazoaires: fragments de Polypiers, de Brachiopodes, de Gastéropodes; Ostracodes, entroques et radiales.

2) Age.

Les packstones à *Exvotarisella index* et Foraminifères sont des formations typiques du V2b local. On les connaît à l'affleurement à Tizi ben Zizouit (Termier et Vachard, 1975, p. 14).

Les wackestones à Foraminifères, *Ungdarella* et *Calcifolium* sont d'âge Serpoukhovien, sans doute Serpoukhovien inférieur, plus précisément protvien équivalent du E2 (Reitlinger, 1975). Le rattachement au Protvien est hypothétique car nous manquons du fossile-index *Eostaffellina protvae* (Rauser, 1948). Cependant, cette période semble être la seule où peuvent voisiner la totalité des micro-organismes observés. Ni les *Calcifolium*, ni les *Endostaffella* ne dépassent le Protvien dans les successions de faunes établies en Ukraine (Brajnikova et al., 1967, p. 46 et 47), et les exemplaires typiques de *Bradyina cribrostomata* ne semblent pas présents dans le Taroussien ou le Stéchévien, sous-étages qui précèdent le Protvien. Cette dernière espèce apparaîtrait dans le Cⁿ_a₂ du Donbass (Aisenberg et al., 1969, p. 31), parallélisé avec la moitié inférieure du Protvien. Les calcaires pyrénéens d'Ardenqost, qu'à tort on attribua longtemps au Viséen supérieur, semblent avoir un même âge protvien. La plupart des espèces de la microfaune, de la microflore, ainsi que certains des Polypiers (*Lonsdaleia duplicata* em. Perret et Semenov-Tian-Chansky, 1971, p. 586, Pl. 5, fig. 2-4) sont communs aux gisements marocains et pyrénéens.

Il n'est pas possible de savoir pour l'instant si certains petits extraclastes appartiennent à des dépôts intermédiaires (V3a, V3b, V3c, E1).

Il est difficile de préciser si le conglomérat s'est formé durant la période E2 ou plus tardi-

vement au Serpoukhovien, au cours d'un équivalent de la zone H, ou plus tard encore, au Bachkirien. Toujours est-il que le conglomérat contient des éléments protviens solidement indurés et soumis à divers processus diagénétiques relativement tardifs.

3) *Insolentithea* n. gen.

Classe RHIZOPODA

Ordre et famille indéterminés

Genre *INSOLENTITHECA* Vachard n. gen.

Origine du nom: du latin *insolens* = inaccoutumé, *thea* = étui.

Espèce-type: *Ammobaculites* (?) *horridus* Brajnikova, 1967.

Diagnose: « Organisme connu par son enveloppe formée d'un agglutinat de Foraminifères partiellement dissous, liés par une couche calcaire sécrétée, sombre, microgranulaire ».

Description.

a) *Forme.* La forme externe est irrégulière et variable parce qu'elle dépend des coquilles de Foraminifères incorporées. La partie interne, plus régulière au moins en ce qui concerne la lissité de sa surface, reste tributaire des agglutinats successifs dont les étapes semblent limiter des « pseudo-loges ».

b) « *Pseudo-loges* » et *cavité interne.* La cavité interne est allongée, contournée, avec des sortes de replis, mais sans cloisons ou constriction de la paroi pour les limiter. Le plus souvent, la cavité interne est remplie de sparite. Les Foraminifères inclus dans la muraille sont plus ou moins détruits et abrasés dans leur partie tournée vers la cavité interne.

c) *Foraminifères inclus.* D'après nos observations, ils appartiennent aux familles Endothyridae (genre *Endothyra*), "Biseriamminidae" (*Globivalvulina*), Ozawainellidae (*Eostaffella*, *Ozawainella*, *Pseudostaffella*), Fusulinidae (*Profusulinella*, *Aljutovella*) et Schubertellidae (*Schubertella*). Les *Endothyra* et les *Eostaffella* sont de loin les plus fréquents. Tous ont été saisis dans un stade immature.

d) *Paroi.* Elle est sombre, microgranulaire, sécrétée, homogène, apparemment identique à celle des Foraminifères microgranulaires qui

sont agglutinés. Elle est plus ou moins étendue entre chaque test enfermé dans le squelette, qu'elle sert à souder. Son épaisseur est assez constante, alors que l'épaisseur totale de la muraille, compte tenu du matériel inclus, est très variable. Il existe tous les intermédiaires entre les formes à paroi bien développée entre les tests encastrés ("forma *variabilis*" de Brajnikova) et celles à paroi presque inexistante ("forma *typica*" de Brajnikova).

e) *Ouverture*. Aucune ouverture n'a pu être observée.

f) *Dimensions* (d'après Brajnikova). Longueur hors tout : 200-1.300 μ ; largeur hors tout : 200-600 μ ; épaisseur de la paroi microgranulaire liant les tests : 40-50 μ ; épaisseur totale de la muraille : 70-220 μ .

Appartenance systématique.

Il convient d'exclure des Foraminifères (a fortiori le genre *Ammobaculites*) pour les raisons suivantes :

- absence de proloculus et d'ouverture ;
- forte asymétrie externe et interne ;
- agglutinat "à cru", seulement joint et non enrobé par la couche calcaire sécrétée ;
- abrasion, vers la face interne, des tests assujettis.

On peut envisager une appartenance aux Thécamébiens dont certaines formes sont agglutinantes (*Diffugia*) et d'autres sécrètent du calcaire (*Paraquadrula*). Mais les Thécamébiens possèdent une large ouverture de la coquille : le pseudostome ; leurs représentants actuels mènent une vie surtout dulçaquicole, et l'on ne connaît pas de fossiles de ce groupe au Paléozoïque et au Mésozoïque.

Il existe dans le Paléozoïque des genres qui, sans procéder à l'agglutinat de tests de Foraminifères, ont une paroi microgranulaire parfois porteuse de fines particules carbonatées englobées. Ils n'ont pas de proloculus, et les ouvertures ne paraissent pas exister. On les a pourtant, eux aussi, rattachés aux Foraminifères. Ce sont les genres *Baituganella*, *Paracaligelloides* de la famille — très hétérogène — des Caligellidae, *Corbiella*, *Petchorina*, et peut-être certaines *Irregularina*, genres qui appartiennent aux Parathuramminidae. *Baituganella*, qui semble

monter assez haut dans le Viséen (nous en connaissons des représentants dans le V3b de Montagne Noire), pourrait être l'ancêtre direct d'*Insolentithea*. Sinon, on ignorerait tout de l'ascendance de ce genre. Sa descendance éventuelle dans le Carbonifère supérieur et le Permien nous échappe également.

En conclusion, sans appartenir à l'ordre des Foraminifères, il semble que l'organisme en question dépende au moins de la même classe : les Rhizopodes.

Ecologie.

Insolentithea est un organisme marin, d'eaux chaudes, très peu profondes, convenablement oxygénées, à salinité normale, d'agitation modérée ou faible. Il devait s'épanouir là où les éléments constitutifs de sa paroi prospéraient : une coquille d'*Insolentithea* réunissant en moyenne une cinquantaine de tests de Foraminifères.

Reconstitution et mode de vie probable.

L'organisme se développe initialement à partir d'un test dont la taille dépasse généralement celle des Foraminifères qui seront enchâssés par la suite. Ce premier test présente une position nettement excentrée par rapport au reste de l'édifice (notre photo et les fig. 1-4, Pl. 45 et fig. 2, Pl. 46 de Brajnikova, 1967). Un orifice, plus large que l'ouverture propre du test du Foraminifère piégé, est pratiqué. Le percement peut atteindre l'avant-dernier tour du Foraminifère et détruire une partie de la paroi correspondante (notre photo et fig. 2, Pl. 45 de Brajnikova). A partir de là, la coquille d'*Insolentithea* se forme en s'allongeant et en grapillant des tests de Foraminifères, dont la partie située vers la cavité interne de la coquille peut être plus ou moins complètement détruite. Chez l'individu que nous avons figuré, cette destruction est faible mais elle s'accroît nettement sur les fig. 2-4, Pl. 45 de Brajnikova.

Ces destructions préalables sont-elles à l'origine de la sécrétion calcitique qui cimente les tests ? On ne peut conclure. Et la filiation possible avec *Baituganella* ferait plutôt croire le contraire et conclure à une sécrétion indépendante de ce processus de dissolution. L'identité apparente de nature cristalline (microgranulaire) de la calcite des Foraminifères et d'*Insolentithea* devra être examinée de près.

Insolentitheca posséderait donc la faculté de dissoudre le calcaire et celle de le produire, sans qu'il y ait nécessairement rapport de cause à effet.

Insolentitheca réunissait-il des tests vides de Foraminifères ou parasitait-il ces animaux de leur vivant ? Dans ce dernier cas, y aurait-il une ressemblance avec les *Vampyrella*, organismes amiboïdes capables de perforer les cellules végétales ou animales dont ils pompent le contenu ? Là aussi, nous manquons d'arguments. L'élargissement de l'ouverture et même la destruction de certaines parties du test de l'hôte s'expliquent mal de la part d'un animal qui, tel un bernard-l'hermite, aurait simplement cherché une protection. Mais rappelons que nous avons figuré en 1974 (Vachard, Pl. 20, fig. 10) une *Eostafella mosquensis acuta* Rauser, dont « la coquille avait été secondairement taradée et réoccupée », ce qui se déduisait de la disparition d'une partie des parois internes et d'une différence de teinte des sparites remplissant le test. D'autres tests d'Ozawainellidés et de Fusulinidés paraissant taradés — sinon réoccupés — ont été figurés par Manoukalova et al., 1969 : *Pseudostaffella rostovzevi* (Pl. 15, fig. 9) et *Ozawainella umbonata* (Pl. 16, fig. 3) ; ainsi que par Brajnikova et al., 1967 : *Profusulinella oblonga* (Pl. 23, fig. 8), *P. aff. prisca* (Pl. 25, fig. 19), *P. rhombiformis* (Pl. 26, fig. 17). Tous ces tests sont cependant de taille très supérieure à ceux agglutinés par les *Insolentitheca*. Autre critique, on ne semble pas connaître de stades intermédiaires entre ces tests uniques réoccupés et les coquilles complètes avec leur cinquantaine de tests agglutinés. Cette absence d'étapes de croissance pose également le problème de l'ontogénèse d'*Insolentitheca*.

Le fourreau pourrait alors n'être qu'une réponse circonstancielle à des conditions défavorables, un enkystement. Cela paraît cependant peu probable étant donné le type d'environnement où l'on trouve le genre. Ou bien c'est une réponse nécessaire qui correspond à une phase de la vie de l'organisme, soit à une sorte de nymphose, soit à une phase de multiplication cellulaire avec formation de schizooïtes. Seuls les organismes n'ayant pu franchir cette étape nous seraient parvenus.

Répartition (*).

Véniévien de l'Oural du Sud ; Serpoukhovien-Bachkirien inférieur du Donbass, de la dépression Dniepr-Donetz et de l'Oural du Sud ; Serpoukhovien du Sud de la France (Pyrénées, Ardengost), d'Algérie (Béchar), d'Afghanistan (Hindou Kouch) ; Bachkirien (coupe de Valde-teja) et Moscovien (coupes de Coballes et de Sobrefoz) du Nord de l'Espagne ; Moscovien inférieur (Vériéien) de Libye occidentale ; ? Moscovien inférieur (Kachirien, calcaires L₁) du Donbass ; passage Moscovien-Kassimovien du Kazakhstan.

INSOLENTITHECA HORRIDA (Brajnikova 1967) n. comb.

(Pl. XV, fig. 3)

- ? p. 1929. Jeune plantule de *Donezella* dans le calcaire L₁. Maslov, fig. 10 in texte p. 126 (seulement).
1967. *Ammobaculites* (?) *horridus* n. sp. Brajnikova in Brajnikova et al. (p. 46, 50, 53, 54, 62, 114, 116, 121) ; forma *typica* : p. 144-145, Pl. 18, fig. 6 ; Pl. 45, fig. 1, 6 ; Pl. 46, fig. 1-3 ; forma *variabilis* : p. 145, Pl. 45, fig. 2-5 ; ex gr. *horridus* : (p. 118).
1973. *Ammobaculites* (?) *horridus* Brazhnikova. Popova et Reitlinger, p. 52, Pl. 5, fig. 10.
- 1973a. *Ammobaculites* ? *horridus* Brazhn. Ivanova, Pl. 22, fig. 11 ; Pl. 29, fig. 12 ; Pl. 32, fig. 11.
- 1973b. *Ammobaculites* ? *horridus* Brazhn. Ivanova, Pl. 2, fig. 2.
1975. *Ammobaculites horridus* Brazhn. Lys (p. 18).
1977. "*Ammobaculites* (?) " *horridus* Brajn. Perret et Vachard (p. 90).

Décrite dans le Serpoukhovien du Donbass (Ukraine), cette espèce, que nous venons de trouver au Maroc, est encore peu citée dans les associations de micro-organismes, mais elle possède vraisemblablement une répartition géographique assez vaste. C'est la seule espèce du genre *Insolentitheca* et, très polymorphe, elle paraît devoir déjouer toute création objective d'espèces jumelles.

(*) Nous remercions les collègues grâce au matériel desquels des informations inédites ou nouvelles ont pu être fournies : Boulin, Bouyx, Conil, Lemosquet, Lobato, Lys, Massa et Zamarréno.

* * *

BIBLIOGRAPHIE

- 1) AISENBERG D.E. et al. (1969). — Stratigraphie de la R.S.S. d'Ukraine. Tome V : Carbonifère. 412 p., 30 fig., 12 tabl., 24 h-t.
- 2) BRAJNIKOVA N.E. et al. (1967). — Niveaux-repères fondés sur la microfaune dans les terrains carbonifères et permien de la dépression Dniepr-Donetz. "Naoukova Doumka", 224 p., 59 pl. Kiev.
- 3) DELEPINE G. (1941). — Les Goniatites du Carbonifère du Maroc. *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc*, 56, 110 p., 8 pl.
- 4) DOBROLJUBOVA T.A. (1935). — Kolonialnye Corally Rugosa Srednego Carbona Podmoskovnogo basseina. *Tr. Vses. in-ta Min. Siria*, 81, p. 1-50.
- 5) IVANOVA R.M. (1973a). — Sur la stratigraphie du Viséen moyen et supérieur du versant oriental de l'Oural du Sud ; in Malakhova et Chuvashov : Dépôts carbonifères du versant oriental de l'Oural du Sud. *Ak. Nauk. SSSR Oural Nauk. Centr., Tr. Inst. Géol. et Géoch.*, 82, p. 18-86, 34 pl. Sverdlovsk.
- 6) IVANOVA R.M. (1973b). — Etage bachkirien du versant oriental de l'Oural du Sud. *Ibid.*, p. 87-102, 8 pl.
- 7) JANVIER Ph., TERMIER G. et TERMIER H. (1979). — The osteolepidiform rhipidistian fish *Megalichthys* in the Lower Carboniferous of Morocco, with remarks on the paleobiogeography of the Upper Devonian and Permian Carboniferous osteolepidids. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 1, p. 7-14.
- 8) LYS M. (1975). — Micropaléontologie (Foraminifères) des formations marines du Carbonifère saharien. *C.R. Congr. Moscou* (à paraître).
- 9) MANOUKALOVA M.F. et al. (1969). — Atlas des Foraminifères du Carbonifère moyen de la dépression Dniepr-Donetz. *Ukr. NIGRI*, 20, Publ. "Nedra", 288 p., 28 + 16 + 25 pl. Lénigrad.
- 10) MASLOV V.P. (1929). — Algues microscopiques des calcaires carbonifères du bassin du Donetz. *Bull. Com. Géol.*, 48, 10, p. 115-138, Pl. 70-71.
- 11) NEWELL N.D. (1942). — Late Paleozoic Pelecypods : Mytilacea. *Univ. Kansas publ.*, 10, 2, 115 p., 15 pl., 20 fig.
- 12) NEWELL N.D. (1969). — Treatise on Invertebrate Paleontology. N (1) Moll. 6, Bivalvia, p. 289-291.
- 13) PERRET M.F. et SEMENOFF-TIAN-CHANSKY P. (1971). — Coralliaires des calcaires carbonifères d'Ardengost (Hautes-Pyrénées). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 107, (3-4), p. 567-594, 5 pl.
- 14) PERRET M.F. et VACHARD D. (1977). — Algues et pseudo-algues des calcaires serpoukhoviens d'Ardengost (Hautes-Pyrénées, France). *Ann. Pal. (Invert.)*, 63, (2), p. 85-156, 9 pl.
- 15) POPOVA Z.G. et REITLINGER E.A. (1973). — Foraminifères ; in Einor : Stratigraphie et faunes du Carbonifère de la rivière Shartym. *Izdat Obed. "Vitcha Shkola"*, p. 48-76, Lvov.
- 16) REITLINGER E.A. (1975). — Les problèmes du Namurien dans les faciès à *Brachiopodes* et à Foraminifères de la partie européenne de l'URSS. *Bull. Soc. belge Géol.*, 84, 3, p. 103-109, 1 tabl.
- 17) RUNNEGAR B. et GOBBETT D. (1975). — *Tanchingtongia* gen. nov., a bizarre Permian Myalinid Bivalve from West Malaysia and Japan. *Paleontology*, 18, 2, p. 315-322, Pl. 45-46.
- 18) TERMIER H. (1936). — Etudes géologiques sur le Maroc Central et le Moyen Atlas septentrional. *N. et Mém. Serv. Géol. Maroc*, 33.
- 19) TERMIER H. et G. (1951). — Sur les couches de passage du Viséen au Namurien entre Mriit et Oulmès (Maroc central). *N. Serv. Géol. Maroc*, 4, 83, p. 107-119.
- 20) TERMIER H. et G. et VACHARD D. (1975). — Recherches micropaléontologiques dans le Paléozoïque supérieur du Maroc central. *Cahiers de Micropal.*, 4, 99 p., 18 fig., 10 pl.
- 21) VACHARD D. (1974). — Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique (Algues et Foraminifères) du Dévonien-Carbonifère inférieur de la partie orientale du versant méridional de la Montagne Noire (Hérault, France). *Thèse Doctorat 3^e cycle*, 406 p., 27 pl. Paris.

* * *

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche XV

- Fig. 1. — *Archaediscus* à enroulement aligné (“ du groupe *krestovnikovi*”) au stade “ *angulatus*” de Pirllet et Conil (1973). Serpoukhovien. HGT/21876 (d). Gr. = 247.
- Fig. 2. — *Asteroarchaediscus pustulus pustulus* (Grozdi-lova et Lebedeva, 1954). Serpoukhovien. HGT/21876 B (o). Gr. = 247.
- Fig. 3. — *Insolentithea horrida* (Brajnikova, 1967) n. gen. n. comb. Serpoukhovien. HGT/21876 B (o). Gr. = 100.
- Fig. 4. — *Asteroarchaediscus pustulus termierorum* Vach., 1975. Serpoukhovien. HGT/21876 D. Gr. = 100.
- Fig. 5. — Petit extraclaste calcaire à *Nodosarchaediscus demaneti* (Conil et Lys, 1964), en haut, et *Archae-discus* sp., en bas. Viséen remanié dans le Serpoukhovien. HGT/21876 (b). Gr. = 100.
- Fig. 6. — *Archaediscus* à enroulement oscillant (“ du groupe *chernoussovenski*”) au stade “ *evolutus*” avancé et *Eostaffella* ex gr. *ikensis* Vissarionova, 1948 (en bas). Serpoukhovien. HGT/21876 B (o). Gr. = 100.
- Fig. 7. — *Archaediscus* à enroulement sigmoïdal (“ du groupe *moelleri*”) au stade “ *evolutus*” avancé. Serpoukhovien. HGT/21876 (b). Gr. = 247.
- Fig. 8. — *Donezella* cf. *lutugini* Maslov 1929 non auct. Basale à disposition enveloppante. Comparer avec les schémas 8a et 8 b de Maslov (1929, p. 124). Serpoukhovien. HGT/21876 (m). Gr. = 100.
- Fig. 9. — Bisériamminidé gen. indét. Serpoukhovien. HGT/21876 B (o). Gr. = 247.
- Fig. 10-11. — *Asteroarchaediscus baschkiricus* (Krestov-nikov et Teodorovitch, 1936). Serpoukhovien.
10. - HGT/21876 (e). Gr. = 100.
11. - HGT/21876 B (o). Gr. = 100.
- Fig. 12. — *Janichevskina* cf. *delicata* (Malakhova, 1956). Serpoukhovien. HGT/21876 B (o). Gr. = 40.
- Fig. 13. — *Endothyranopsis crassa sphaerica* (Rauser et Reitlinger, 1936) flanqué d'un *Endothyra* ex gr. *bowmani* (Phillips, 1846) en bas à gauche, et d'un Palaeotextulariidé en haut à droite. Serpoukhovien. HGT/21876 (e). Gr. = 40.
- Fig. 14. — *Bradyina cribrostomata* Rauser et Reitlinger, 1940, *Globivalvulina* cf. *moderata* Reitlinger 1950, en bas à droite. Serpoukhovien. HGT/21876 B (o). Gr. = 40.

Planche XVI

- Fig. 1. — “ *Tolypamma*” cf. *fortis* Reitlinger, 1950 en-croûtant une *Donezella* cf. *lutugini* Maslov, 1929 non auct. En haut et au milieu, une section d’“ *Ammo-vertella*” sp. Serpoukhovien. HGT/21876 B (o). Gr. = 100.
- Fig. 2. — *Pseudonanopora* sp. Serpoukhovien. HGT/21876 B (o). Gr. = 100.
- Fig. 3. — *Calcifolium okense* Shvetsov et Birina, 1935. Section transverse oblique montrant les spicules. Serpoukhovien. HGT/21876 B (o). Gr. = 100.
- Fig. 4. — *Ungdarella uralica* Maslov, 1956. Serpoukhovien. HGT/21876 (j). Gr. = 100.
- Fig. 5. — *Stacheia* cf. *marginulinoides* Brady, 1876. Serpoukhovien. HGT/21876 (f). Gr. = 100.
- Fig. 6. — *Ungdarella uralica* Maslov, 1956. La structure squelettique est très nette. Serpoukhovien. HGT/21876 (d). Gr. = 40.
- Fig. 7. — *Calcifolium okense* Shvetsov et Birina, 1935. Section longitudinale. Certains spicules sont calcaires alors que d’autres sont convertis en oxyde de fer. Serpoukhovien. HGT/21876 (b). Gr. = 100.

Planche XVII

- Fig. 1-2. — *Eostaffella pseudostruvei chomatifera* Kireeva, 1951. Bachkirien. Tichaw Woullii. Gr. = 113.
- Fig. 3-6. — Polypiers de la Koudiat Mohammed ben Sidi Mohammed (cote 1037).
3. - *Lonsdaleia duplicata* (Martin). Gr. = 4,3. Section transverse.
4-5. - *Ivanovia* sp. Gr. = 3. 4, section transversale légèrement oblique; 5, section longitudinale oblique.
6. - *Diaschophyllum chevalieri* Semenov-Tian-Chansky. Gr. = 4. Section transverse.
- Fig. 7-8. — *Homoceras diadema* (Goldfuss em. Beyrich). Gr. = 3. Chokiérien d'Ich ou Mellal. Flanc de deux exemplaires différents, montrant la forme et l’ornementation caractéristique de côtes fasciculées.

Planche XVIII

- Fig. 1-6. — *Dorcadungula bensaidi* n. sp.
1. - Vue postéro-dorsale d’un exemplaire bivalve, montrant le ligament externe et la fente intra-umbonale. Gr. = 1,7.

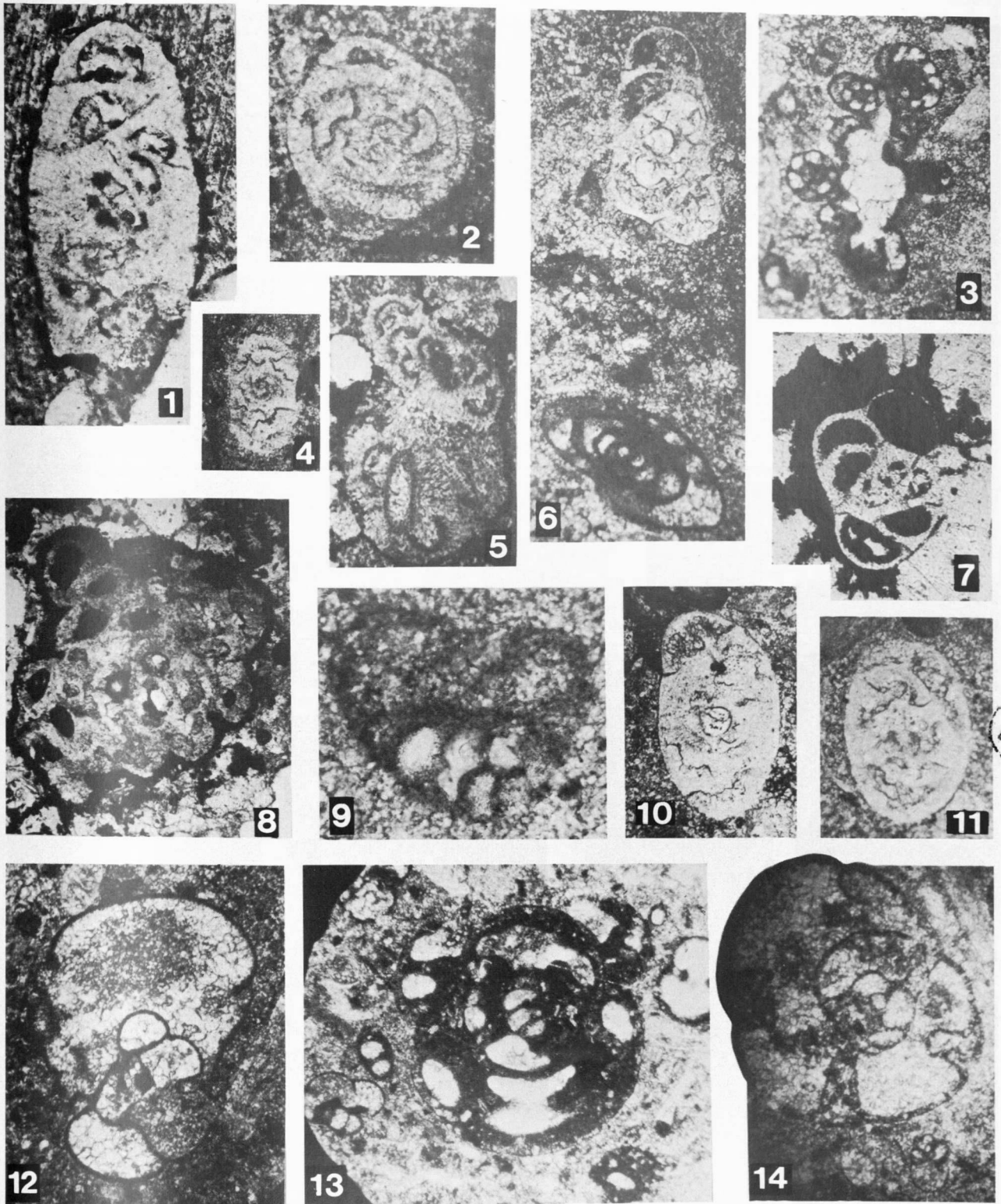
2. - Vue antérieure du même exemplaire bivalve, montrant la fente intra-umbonale et la dépression byssale (occupée par de la gangue). Gr. = 1,7.
3. - Vue interne d'une valve gauche.
4. - Vue interne d'une valve droite du même individu. Les fig. 3 et 4 montrent bien l'aire ligamentaire divisée en deux parties ; le ligament externe lamellaire et le ligament interne, séparés l'un de l'autre par la ligne cardinale autour de laquelle peuvent tourner les valves.
5. - Fragment de valve gauche, en vue interne, montrant les empreintes des faisceaux musculaires de la ligne palléale antérieure, parallèle au bord de la coquille. Gr. = 1,66.

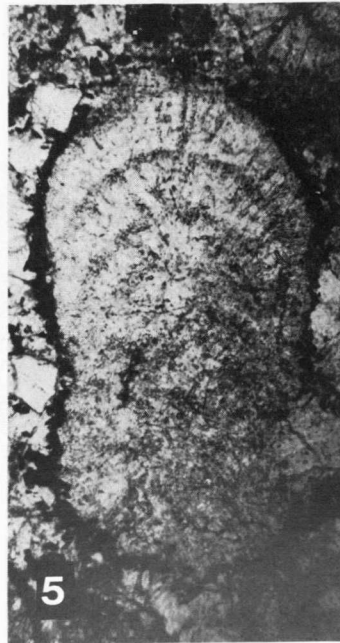
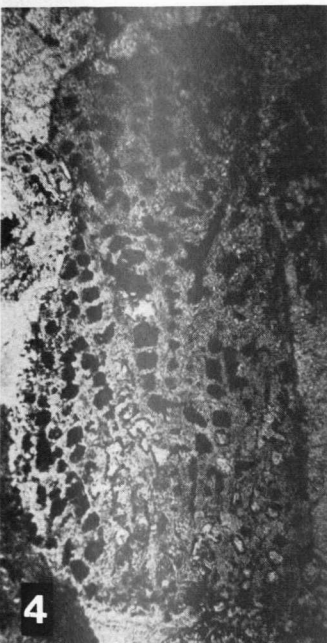
6. - Section dans le test montrant quatre couches bien distinctes : en haut, la couche prismatique. Gr. = 340.

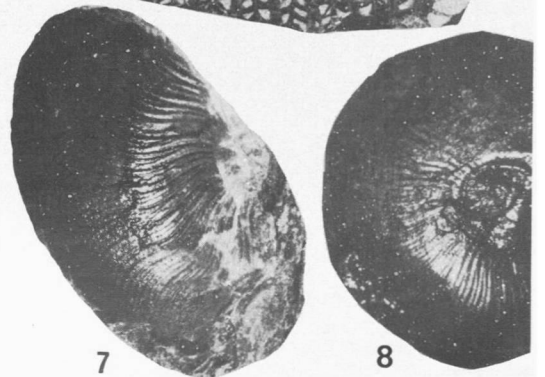
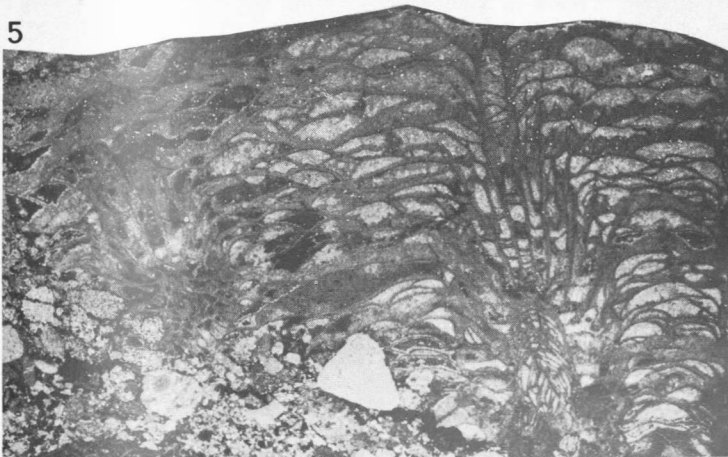
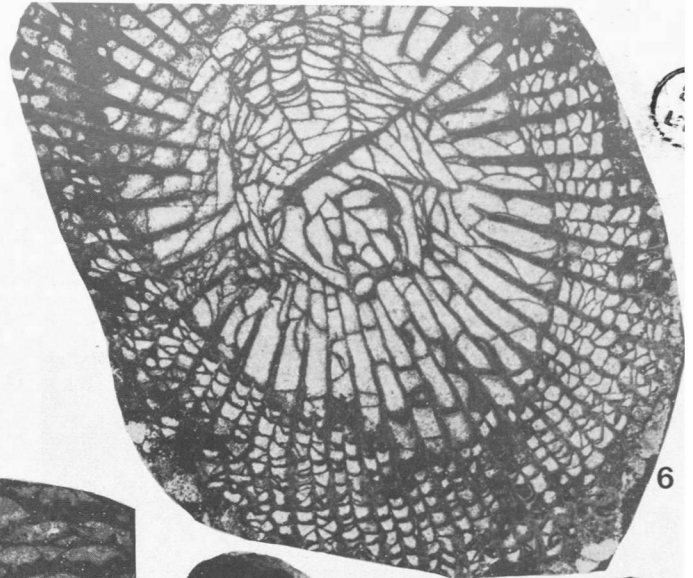
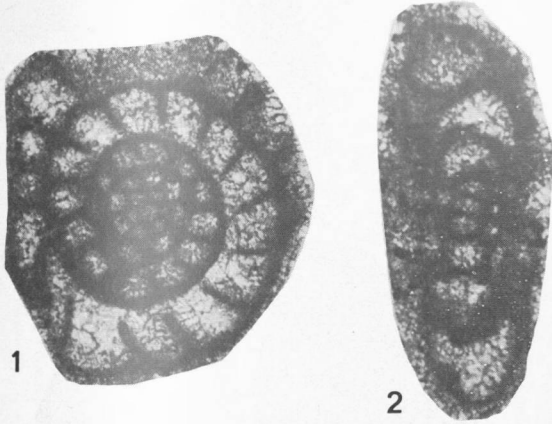
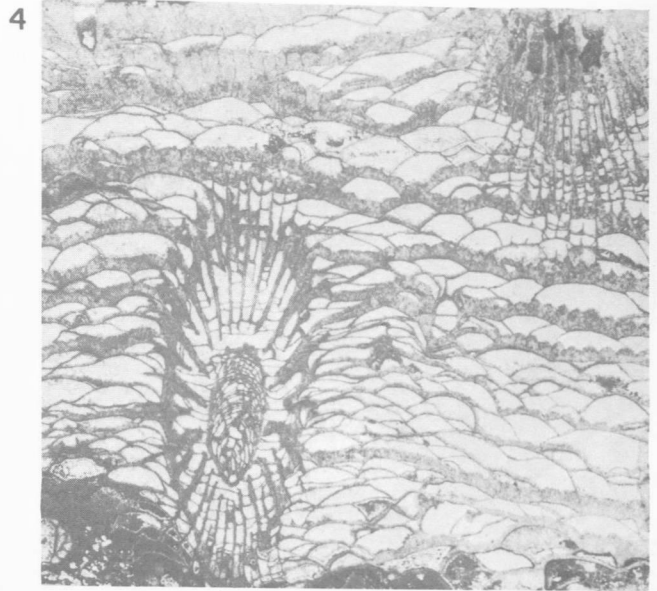
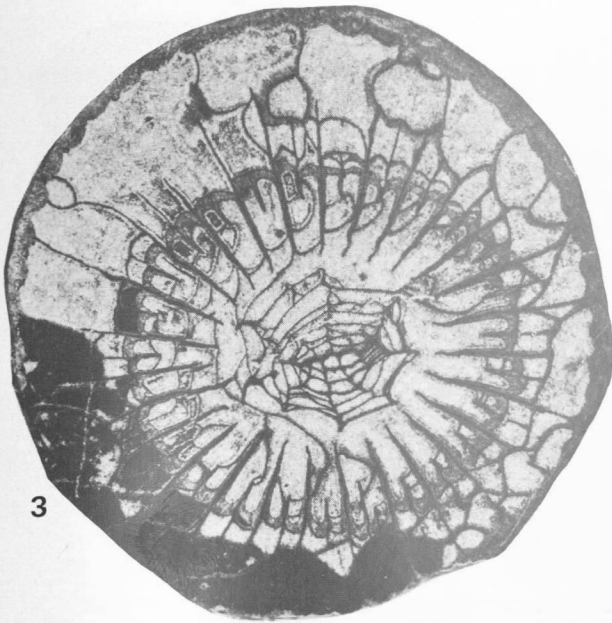
Fig. 7-10. — Faune du V3c de la pente S-SE du Tichout n Tafariane.

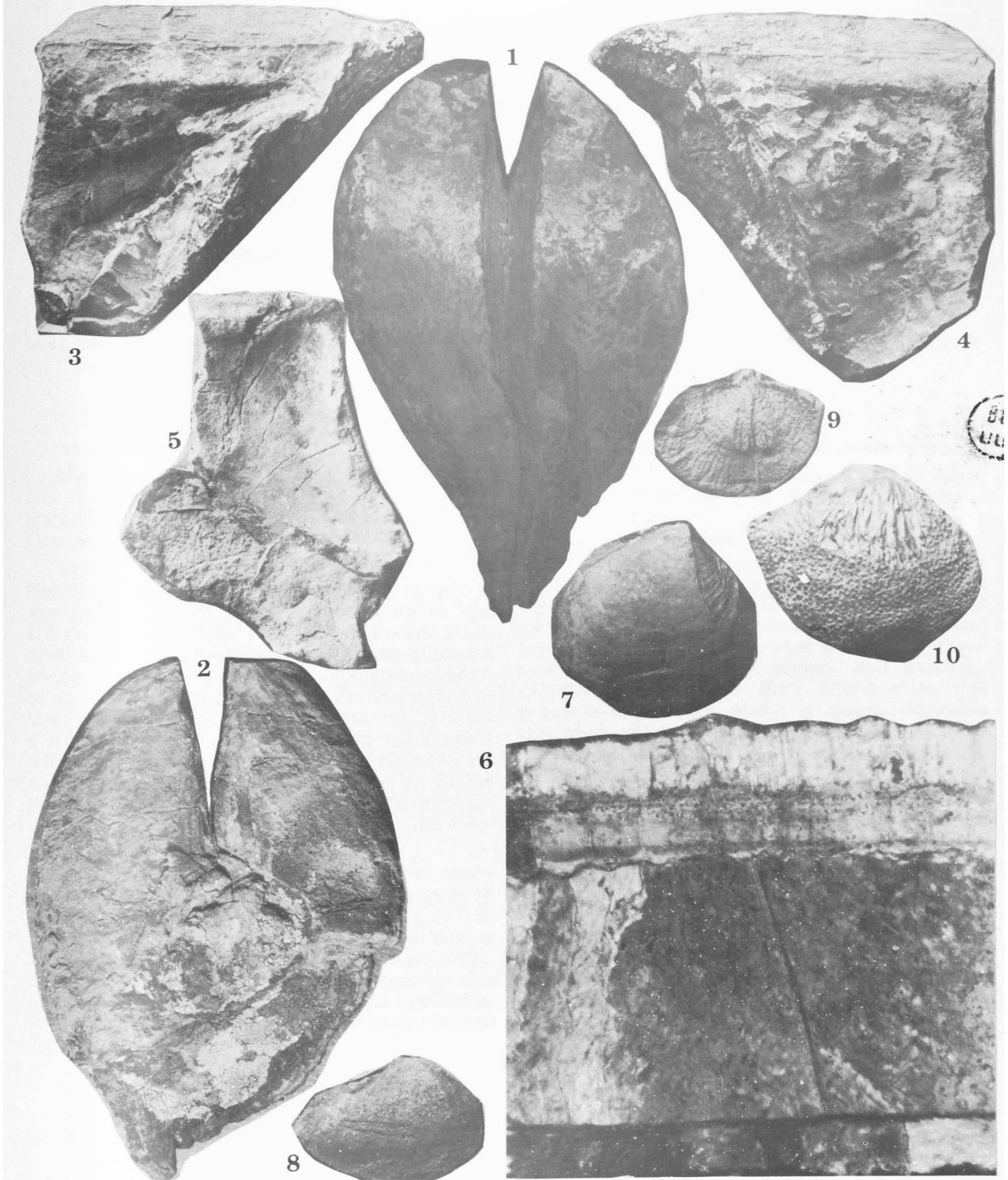
7. - *Edmondia* sp. cf. *E. josepha* de Koninck - *E. jacksoni* Demanet. Gr. = 1,8.
8. - *Sanguinolites* sp. Gr. = 1,8.
9. - "*Productus*" sp., moule interne de valve brachiale.
10. - *Pustula* sp., groupe *P. rimberti* Waterlot ; moule interne de valve pédonculaire.

————— « » —————









EURORAD 1978

Recherches actuelles sur les Radiolaires en Europe *Current Radiolarian investigations in Europe*

par P. DE WEVER(*) et W. RIEDEL(**)

avec la participation de P. BAUMGARTNER, P. DUMITRICA, K. BJØRKLUND, J.P. CAULET,
K. DROBNE, A. GRANLUND, R. KOCHER, A. SCHAAF

INTRODUCTION

La plupart du travail originel, classique, sur les Radiolaires fossiles fut effectué sur du matériel européen, d'Italie, Europe Centrale, Grande-Bretagne, Grèce et Russie.

Après un déclin relatif de l'intérêt porté aux Radiolaires entre la première et seconde guerre mondiale, ce genre de travail fut revitalisé aux U.S.A. et en U.R.S.S., plutôt qu'en Europe occidentale, son lieu de naissance. Depuis quelques années, cependant, certains biologistes, paléontologistes et biostratigraphes d'Europe occidentale ont porté leur attention sur ce groupe d'organismes et il est évidemment souhaitable que leurs efforts puissent être coordonnés de quelque façon. La présence à Lille de W. Riedel pendant l'année universitaire 1977-1978, offrit un centre géographique pour une réunion de « Radiolaristes » européens.

Le C.N.R.S. subventionna cette table ronde des chercheurs sur les Radiolaires, organisée par l'Equipe de Recherche Associée au C.N.R.S. (E.R.A. n° 764) à l'Université des Sciences et Techniques de Lille, du 18 au 21 Avril 1978. Cette réunion offrit l'opportunité de discuter des activités présentes en recherches sur les Radiolaires et donna jour aux résumés méthodologiques rapportés ici.

INTRODUCTION

Much of the original, classic work on fossil radiolarians was based on European material - from Italy, Central Europe, Britain, Greece and Russia. After a period of relative decline in radiolarian interest between the First World War and the Second, work in this field was revitalized in the USA and the USSR rather than in its western European birthplace. Within the last few years, however, a number of western European biologists, paleontologists and biostratigraphers have turned their attention to this group of organisms, and it is clearly desirable that their efforts should be coordinated in some loose way. The presence in Lille of W. Riedel, during the academic year 1977-1978, provided a geographic focus for a meeting of radiolarists.

Consequently, funds were made available by the C.N.R.S. to support a meeting of European radiolarian investigators at the Université des Sciences et Techniques de Lille, through the "Equipe de Recherche associée au C.N.R.S. n° 764" during the period 18-21 april, 1978. This meeting gave an opportunity to discuss current activities in radiolarians research, and elicited the methodological summaries reported here.

Participants to EURORAD 1978 and their field of interest are listed below.

(*) Université des Sciences et Techniques de Lille, SN 5, 59650 Villeneuve d'Ascq et E.R.A. au C.N.R.S. n° 764.

(**) University of California at San Diego, Scripps Institution of Oceanography ; La Jolla California 92093 (U.S.A.) et Professeur Associé à l'Université des Sciences et Techniques de Lille en 1977-78.

Note présentée le 20 Avril 1978 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 11 Janvier 1979.

I. — RECHERCHES EN COURS

Rapporteur : R. KOCHER,
avec la collaboration des autres participants

Afin de permettre au géologue de terrain de s'adresser au spécialiste correspondant à son problème, la liste des chercheurs ayant participé à EURORAD est donnée ci-après avec le(s) centre(s) d'intérêt(s) de chacun d'eux.

I. — CURRENT ACTIVITIES

Reporter : R. KOCHER,
in collaboration with the other participants

In order to let the field geologist have the right address, the participants to Eurorad 78 are listed below with their field of interest.

<u>Recherches actuelles et envisagées</u>	<u>Present and intended investigations</u>
	BAUMGARTNER Peter O. Geologisch - Paläontologisches Institut, Bernouillistrasse 32 DH - 4056 BASEL (Switzerland)
Stratigraphie des Radiolaires jurassiques et crétacé inférieur, et sédimentologie en Grèce orientale.	<i>Jurassic and Lower Cretaceous radiolarian stratigraphy, and sedimentology in Eastern Greece.</i>
	BJØRKLUND Kjell R. Universitet i Bergen, Geologisk Institutt Ard. B, Olav Ryesrei 19 N-5014 BERGEN-Universitet (Norway)
Distribution des Radiolaires dans la colonne d'eau, dans les sédiments de surface ou de subsurface (Bassin d'Angola, Estuaire et cône sous-marin d'accumulation du Congo, Fjords norvégiens).	<i>Distribution of radiolarians in water column, surface and subsurface sediments (Angola Basin, Congo estuary and deep sea fan, Norwegian Fjords).</i>
Province de conservation (Atlantique), problème de conservation dans les sédiments de l'Holocène glacial (Mer de Norvège).	<i>Preservation provinces (Atlantic), preservation problem of glacial Holocene (Norwegian Sea).</i>
Problème d'évolution cénozoïque des Collosphaeridae.	<i>Tertiary evolution problems of the Collosphaeridae.</i>
	CAULET Jean-Pierre Laboratoire de Géologie, Muséum National d'Histoire Naturelle, 43, rue Buffon, F 75005 PARIS (France)
Processus sédimentologiques de la silice biogénique dans les océans cénozoïques et pléistocènes. Stratigraphie des Radiolaires tertiaires et quaternaires.	<i>Sedimentological processes of biogenic silica in Cenozoic and Pleistocene oceans. Radiolarian stratigraphy in Tertiary and Quaternary.</i>
	DE WEVER Patrick Laboratoire Géologie Structurale, Université de Lille I, F 59650 VILLENEUVE D'ASCQ (France)
Taxonomie et biostratigraphie des Radiolaires mésozoïques de la Téthys.	<i>Taxonomy and biostratigraphy of mesozoic radiolarian from the Tethys.</i>
	DROBNE Katica Institut of Palaeontology, Slovene Academy of Sciences and Arts, Novi trg 3, P.B. 323 Y 61001 LIUBLJANA (Yugoslavia)
Stratigraphie des Radiolaires du Trias moyen et Crétacé supérieur (zones ophiolitiques, partie NW de la Yougoslavie).	<i>Middle Triassic and Upper Cretaceous radiolarian stratigraphy (Ophiolitic Zones, NW part of Yugoslavia).</i>
	DUMITRICA Paulian Institutul de Geologie și Geofizică, Str. Caransebes 1 R 78344 BUCARESTI (Romania)
Radiolaires triasiques : taxonomie et stratigraphie - Biostratigraphie du Jurassique supérieur et Crétacé supérieur.	<i>Triassic Radiolaria : taxonomy and stratigraphy - Upper Jurassic and Upper Cretaceous biostratigraphy.</i>

Recherches actuelles et envisagées

Present and intended investigations

DYER G.R.

Department of Geology, University of Keele,
KEELE, Staffordshire ST5 - 5BG (England)

Paléocéologie et potentiel de dissolution des Radiolaires néogènes et des Foraminifères planctoniques dans les sédiments de l'Océan Pacifique.

Paleoecology and dissolution potential of Neogene Radiolaria and planktonic Foraminifera in Pacific Ocean Sediments.

GRANLUND Anders

Geologiska Institutionen, Stockholms Universitet, Kungstengatan 45, Box 6801
S 11386 STOCKHOLM (Sweden)

Investigation circumpolaire autour de la zone de convergence antarctique.

Radiolarian investigations around the Antarctic Convergence zone.

Taxonomie numérique pour une approche biométrique de la taxonomie des Radiolaires.

Numerical taxonomy and biometrical approaches to radiolarian taxonomy.

GURSKY Hans-Jürgen

Geol.-Paläontolog. Institut und Museum der Universität
4400 MUNSTER (Germany)

Biostratigraphie du Jurassique au Paléogène (Eocène) de l'Amérique Centrale.

Jurassic to Paleogene (Eocene) biostratigraphy of Central America.

GWYNN A.I.C.

University of Keele
KEELE, Staffordshire ST5 - 5BG (England)

Radiolaires spumellaires paléozoïques (niveaux à Goniatite namuriens, Angleterre).

Paleozoic spumelline radiolaria (Namurian Goniatite bands, England).

HOLDSWORTH Bryan K.

University of Keele
KEELE, Staffordshire ST5 - 5BG (England)

Faunes à Radiolaires de l'Amérique Nord-Occidentale (Ordovicien - Permien).

Radiolarian faunas of Western North America (Ordovician - Permian).

KOCHER Ruedi

Geologisches Institut ETH, Sonneggstrasse 5
CH 8092 ZURICH (Switzerland)

Stratigraphie des Radiolaires du Jurassique supérieur et Crétacé inférieur des Alpes méridionales, Ligurides, Toscanides et Alpes calcaires septentrionales (Suisse, Italie et Autriche).

Upper Jurassic to lower Cretaceous radiolarian stratigraphy of Southern Alps, Ligurids, Tuscanids and Northern Calcareous Alps (Switzerland, Italy and Austria).

MOSTLER H.

Institut für Geologie und Paläontologie, Universitätsstrasse 4/2
A 6020 INNSBRUCK (Austria)

Biostratigraphie des Radiolaires (Trias et Jurassique supérieur alpins).

Radiolarian biostratigraphy (Alpine Triassic and Upper Jurassic).

RIEDEL William R.

A-012 Scripps Institution of Oceanography, University of California at San Diego
LA JOLLA California 92093 (U.S.A.)

Stratigraphie des Radiolaires et taxonomie évolutive des sédiments marins profonds tertiaires et étude générale du Mésozoïque européen.

Radiolarian stratigraphy and evolutionary taxonomy in Tertiary deep-sea sediments, and a general survey of European Mesozoic.

Descriptions morphologiques et biométriques à l'aide de l'ordinateur.

Computer-aided biometrics and morphological descriptions.

Recherches actuelles et envisagées

Present and intended investigations

SCHAAF André
Institut de Géologie, 1, rue Blessig
F 67084 STRASBOURG Cedex (France)

Stratigraphie cénozoïque et pléistocène du Pacifique nord-oriental et méridional.

Cenozoic and Pleistocene stratigraphy of the Eastern North and South Pacific.

Taxonomie morphologique et numérique.

Morphological and numerical taxonomy.

SCHMIDT-EFFING Reinhard
Geol.-Paläontolog. Institut und Museum der Universität
4400 MUNSTER (Germany)

Biostratigraphie et paléocéologie jurassique à paléogène (éocène) de l'Amérique Centrale.

Jurassic to Paleogene (Eocene) biostratigraphy and paleoecology of Central America.

WILDBERG Heiko
Geol.-Paläontolog. Institut und Museum der Universität
4400 MUNSTER (Germany)

Biostratigraphie et paléocéologie jurassique à paléogène (éocène) de l'Amérique Centrale.

Jurassic to Paleogene (Eocene) biostratigraphy and paleoecology of Central America.

II. — PROCÉDES D'ÉCHANTILLONNAGE

Rapporteur : P. DE WEVER,
en collaboration avec P. BAUMGARTNER et P. DUMITRICA

A) PRELEVEMENT : RECOMMANDATIONS POUR L'ÉCHANTILLONNAGE DE RADIOLAIRES

1) Prélèvement.

Les Radiolaires ne sont souvent bien conservés que dans des lits très fins, il faut donc prélever les échantillons d'une coupe à étudier dans tous les bancs.

Pour gagner du temps, on peut prendre des échantillons représentant une épaisseur de 50 cm à 1 m (fig. 1) mais aucun niveau ne doit être omis.

Etant donnée la grande abondance (chapitre remaniements) de Radiolaires remaniés, il est nécessaire de bien préciser les niveaux présentant des indices de resédimentation.

Afin d'augmenter le pourcentage de réussite, une sélection d'échantillons peut être effectuée sur le terrain après une courte attaque de 2 à 3 minutes et observation à la loupe (de grossissement 20-30) de la surface attaquée.

2) Sélection des échantillons sur le terrain.

a) Roches calcaires.

1° à Radiolaires siliceux : une courte attaque (2 mn) à l'acide chlorhydrique (dilué à 10 %)

II. — SAMPLING PROCEDURES

Reporter : P. DE WEVER
in collaboration with P. BAUMGARTNER and P. DUMITRICA

A) COLLECTING RECOMMENDATIONS FOR SAMPLING FOR RADIOLARIANS

1) Collecting.

Radiolarians are often well preserved in only very thin beds, and it is therefore necessary to sample a section in such a way that all the beds are collected.

To save time, composite samples representing 50-100 cm can be taken (fig. 1), but no level should be omitted.

Because of the pervasive reworking of radiolarians (see the section on this subject), it is necessary to note carefully any indications of redeposition.

In order to improve the success rate in collecting, samples can be selected in the field by examination with a hand lens (magnification 20 × to 30 ×) after brief etching.

2) Field selection of samples.

a) For calcareous rocks.

1° If the radiolarians are siliceous, etching for about 2 minutes with 10 % hydrochloric acid

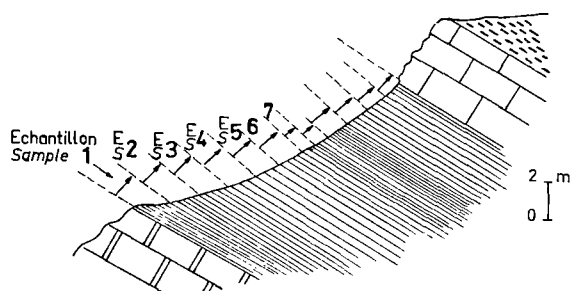


Fig. 1.

- Méthode d'échantillonnage sans présélection.
- Sampling method without field selection.

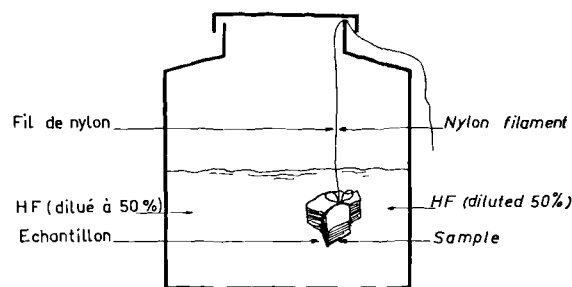


Fig. 2.

- Sélection d'échantillon sur le terrain par attaque à HF.
- Sampling selection in the field with HF etching.

suffit à laisser voir ces microfossiles et à juger de leur état de conservation ;

2° à Radiolaires calcifiés : même attaque que précédemment, résultats moins spectaculaires.

Note : dans les calcaires et calcaires silicifiés, les Radiolaires sont parfois visibles sur des surfaces altérées de bancs.

b) Roches siliceuses (cherts, silex, silexites, roches silicifiées...).

Courte attaque à l'acide fluorhydrique (dilué à 50 %) pendant 2 mn dans un récipient clos, l'échantillon étant maintenu par un fil de nylon (fig 2). Puis, comme dans le cas précédent, observation à la loupe après lavage abondant. Les Radiolaires non emplis de silice fournissent le plus de renseignements lors de l'étude ultérieure.

Cette méthode permet de quintupler le pourcentage de réussite mais il est très dangereux d'utiliser un tel récipient lors des déplacements.

Les meilleurs Radiolaires sont souvent fournis par les cherts riches en argiles (aspect moins vitreux et couleur souvent soutenue).

c) Pélites.

Si possible, appliquer les méthodes précédentes, sinon pas de présélection connue

d) Argiles.

Simple prélèvement (fig. 1), pas de présélection connue.

Dans tous les cas, il est conseillé de noter, lors du prélèvement, les caractères sédimentologiques tels que taille des grains, taille des

is sufficient to permit an estimation of the abundance and state of preservation of the microfossils.

2° If the radiolarians are calcareous, the same procedure can be applied but results are less spectacular.

In the case of limestones and silicified limestones, radiolarians are sometimes visible on naturally weathered surfaces.

b) For siliceous rocks (cherts, silicified shales and limestones, etc.).

Etch for about 2 minutes with 50 % hydrofluoric acid in a closed container, the sample being suspended by a nylon filament (fig. 2). Then, as with calcareous rocks, examine the etched surface with a hand lens after thorough washing. During subsequent study, most information will be obtained from radiolarians that are not silica-filled.

This method quintuples the success rate, but it is very dangerous to carry the acid.

The best radiolarians are often obtained from cherts that are rich in clay (less vitreous, and often darker in color).

c and d) For shales and argillites.

Results can sometimes be obtained by the above etching procedure, but at other times no pre-selection is possible.

In all cases, it is advisable during collecting to note sedimentological characters such as sizes of mineral grains, sizes of radiolarians.

Radiolaires, homogénéité ou non dans les tailles, granoclassement, lessivages...

B) METHODES DE DEGAGEMENT DES RADIOLAIRES AU LABORATOIRE

Les méthodes sont très variables selon les types de roches ; des traits communs existent cependant. Nous ne donnerons ici qu'une méthode type à partir de laquelle toutes les autres sont dérivées.

1) **Séparer** l'échantillon en deux parties dont une sera gardée en collection.

2) **Attaques.**

a) *Roches calcaires à Radiolaires calcifiés.*

Utilisation de l'HF concentré (voir Pessagno, 1977, p. 100) ou de l'acide acétique anhydre (voir Bourdon, 1962).

b) *Roches calcaires à Radiolaires siliceux ou pyriteux.*

Dissolution de l'échantillon dans l'acide acétique dilué (à 10-20 %) ou de l'acide chlorhydrique (à 10 %). Dans le cas de Radiolaires pyriteux, il est préférable de retirer les Radiolaires dégagés assez fréquemment afin qu'ils ne s'oxydent pas trop.

c) *Roches argileuses.*

Lavage classique des différentes méthodes micropaléontologiques (pyrophosphate de sodium, eau oxygénée, pétrole, calgon...), sans désagrégation mécanique, ni frottements.

d) *Pélites.*

Même procédé que pour les roches argileuses ou, suivant les cas, même traitement que pour les roches calcaires ou siliceuses.

e) *Roches siliceuses (cherts, silex, calcaires siliceux...).*

1° à *Radiolaires siliceux.*

— Attaque préliminaire.

Si du CaCO₃, ne correspondant pas à des Radiolaires calcifiés, existe dans l'échantillon, une attaque à HCl (concentré ou dilué à 10 % pendant quelques heures ou quelques jours) le dissout et rend la roche plus poreuse.

Une attaque à HF (concentré, pendant 2 mn) permet de voir si les Radiolaires contenus sont

degree of uniformity of grain sizes, evidences of scouring, etc.

B) METHODS OF PREPARING THE RADIOLARIANS IN THE LABORATORY

Methods vary greatly according to rock types, but there are nevertheless some common features. Here we give only a typical method from which others can be derived.

1) **Divide** the sample into two parts, one of which is kept in the collection.

2) **Attack.**

a) *Calcareous rocks with calcified radiolarians.*

Concentrated hydrofluoric acid is used (see Pessagno, 1977, p. 100), or anhydrous acetic acid (Bourdon, 1962).

b) *Calcareous rocks with siliceous or pyritized radiolarians.*

The sample is dissolved in 10-20 % acetic acid or 10 % hydrochloric acid. In the case of pyritized radiolarians, it is advisable to remove the freed skeletons rather frequently, to avoid their becoming oxidized.

c) *Clayey rocks.*

These are washed by the various classical micropaleontological methods (tetrasodium pyrophosphate, hydrogen peroxide, kerosene, Calgon, etc), without mechanical agitation nor rubbing.

d) *Shales.*

The same procedures as for clayey rocks, or, if appropriate, those for calcareous or siliceous rocks.

e) *Siliceous rocks (cherts, silicified shales and limestones, etc.).*

1° *With siliceous radiolarians.*

— *Preliminary attack.*

If calcium carbonate (not in the form of calcified radiolarians) exists in the sample, treatment for several hours or several days with concentrated or 10 % hydrochloric acid will dissolve it and make the rock more porous.

Etching with concentrated hydrofluoric acid for 2 minutes will show whether the radiolarians

bien préservés et se dégagent bien : ils sont alors visibles en relief sur la surface attaquée de l'échantillon.

— Laver et sécher l'échantillon.

— Sélection des meilleures zones sous la loupe binoculaire, ces zones sont ensuite isolées, en découpant l'échantillon par exemple.

L'échantillon peut également être cassé en fragments de quelques cm³ et, après l'attaque préliminaire et observation à la loupe binoculaire, seuls les meilleurs fragments seront retenus pour les attaques ultérieures.

— Attaque.

L'échantillon est attaqué par HF, 3 à 5 % (c'est-à-dire HF commercial dilué par 10 env.), à froid, quelques heures à quelques jours. Cette dernière opération est répétée deux, trois fois, jusqu'à ce qu'une quantité suffisante de Radiolaires soit obtenue. Il est à noter que, bien souvent, la première attaque donne les moins bons résultats.

— Lavages.

Après l'attaque proprement dite, si les Radiolaires dégagés sont "sales", répéter une ou plusieurs opérations de lavage suivantes :

- Radiolaires siliceux, entachés d'oxydes métalliques : les éclaircir par HCl (concentré ou dilué), bouillant, jusqu'à ce que les Radiolaires visibles au fond du becher apparaissent blancs à l'œil nu ;

- Radiolaires siliceux, entachés d'argiles : défloculer les argiles avec l'hexamétaphosphate ou le pyrophosphate de sodium ou calgon (à environ 20 g/l), à chaud, jusqu'à ce que les argiles soient dispersées (de quelques minutes à quelques heures). Si la dispersion semble trop lente après une heure par exemple : laver, sécher lentement (étuve à 60° maximum) et recommencer en utilisant H₂O₂ avec l'un des dispersants précédents.

Si les argiles sont maintenues par de la silice colloïdale, utiliser NaOH (1 à 5 %), à chaud, pendant quelques minutes maximum.

— Tamisage.

Laver et tamiser sous un courant d'eau libre (jamais sous pression), les Radiolaires étant très fragiles.

Divers tamis sont utilisables, 63 μ et 280 μ sont les plus fréquemment utilisés, la plupart

are well preserved and if they will come free - they should be visible in relief on the etched surface.

— Wash and dry the sample.

— Determine the best zones by examining under a binocular microscope, and then separate these zones - for example, by cutting the sample

Or, the sample can be broken into pieces of a few cubic centimeters, and after preliminary etching and examination only the better fragments can be retained for subsequent treatment.

— Main treatment.

The sample is treated for several hours or several days in cold, 3-5 % hydrofluoric acid (i.e., the commercial product diluted about 10 times). This is repeated two, three or more times until a sufficient quantity of radiolarians is obtained. It should be noted that the first treatment often does not give as good results as do later treatments.

— Cleaning.

If the radiolarians freed by the above treatment are dirty, the following cleaning procedure can be applied one or more times.

- Siliceous radiolarians stained with metallic oxides can be cleaned by boiling in concentrated or dilute hydrochloric acid, until the skeletons in the bottom of the beaker appear white to the naked eye.

- For siliceous radiolarians with adhering clay, deflocculate the clay by heating in a solution of hexametaphosphate or sodium pyrophosphate or Calgon (at about 20 g/l) until the clays are dispersed (for several minutes to several hours). If the dispersion seems too slow after an hour or so, wash the sample, dry it slowly in an oven, no hotter than 60°, and begin again by using hydrogen peroxide or one of the dispersing agents listed above.

If the clays are stuck together by colloidal silica, treat with a hot solution of 1-5 % sodium hydroxide, for a few minutes at most.

— Sieving.

Because the radiolarians are very fragile, wash and sieve them in gently flowing water, not a high-pressure jet.

Many sieve sizes are useful, but 63 μ and 280 μ are the most commonly employed because

des Radiolaires étant compris entre ces dimensions mais la fraction supérieure à $280\ \mu$ est à contrôler. Certaines personnes utilisent $50\ \mu$ et $300\ \mu$ afin d'élargir la fourchette d'investigation. Le lavage doit être abondant et répété après quelques heures de repos. Souvent, après quelques jours de stockage, les Radiolaires collent aux parois du tube ou du becher ; afin d'éviter cet inconvénient, il est possible de conserver les Radiolaires secs, mais ils se brisent alors plus facilement. Pour que les Radiolaires ne forment pas d'agrégats en séchant, il est préférable de remplacer l'eau par de l'acétone avant le séchage (Burma, 1965, p. 10), le temps de séchage s'en trouve réduit par la même occasion.

2° à Radiolaires calcifiés.

Attaque préliminaire identique au cas précédent, sans utiliser l'HCl, et attaque proprement dite à HF concentré, à froid, quelques heures à quelques jours.

III. — PREPARATION DES LAMES

Rapporteur : W. RIEDEL,

en collaboration avec K. BJØRKLUND et A. GRANLUND

Sauf quand les Radiolaires sont peu abondants par rapport aux restes minéraux pour nécessiter un tri des Radiolaires du résidu, la voie habituelle est de faire des montages monocouches de Radiolaires sur résidu humide.

Une lame de verre de 75×25 mm est marquée avec le numéro de l'échantillon (de préférence avec une pointe diamantée), nettoyée et un doigt humidifié avec de la salive est passé sur la partie de lame où les Radiolaires seront éparpillés. Ceci aide à limiter l'extension de l'eau qui sera mise ultérieurement et a pour effet de coller très légèrement les Radiolaires. Un compte-gouttes est utilisé pour prélever le résidu préparé d'un coin du bécher que l'on a laissé reposer, ce résidu et quelques gouttes d'eau supplémentaires sont étendus sur la partie désirée de la lame (pour une méthode d'épandage plus uniforme des Radiolaires, voir la publication de Moore, 1973). Une attention doit être portée pour ne pas écraser les Radiolaires lors de ce processus. Après séchage à l'étuve (ou sur une platine chauffante), la préparation est prête pour le montage.

Le choix du milieu de montage dépend de l'indice de réfraction des Radiolaires, qui est

they bracket the dimensions of most radiolarians - though the fraction coarser than $280\ \mu$ needs to be checked. Some investigators use $50\ \mu$ and $300\ \mu$ in order to expand the scope of their investigations. Washing should be thorough, and repeated after standing for several hours. Often, after being stored for several days, the radiolarians stick to the walls of the tube or beaker, and in order to avoid this it is possible to store them dry, but they are then easily broken.

In order to prevent the radiolarians forming aggregates on drying, the water can be replaced by acetone before drying (Burma, 1965, p. 10) - this also reduces the time required for drying.

2° Calcified radiolarians are subjected to the same preliminary attack, but without using hydrochloric acid. The main treatment is in cold hydrofluoric acid, for several hours or several days.

III. — PREPARATION OF SLIDES

Reporter : W. RIEDEL

in collaboration with K. BJØRKLUND and A. GRANLUND

Except when radiolarians are so diluted by mineral grains as to require individual picking, the normal procedure is to prepare strewn-slides from the wet residue.

A 75×25 mm glass slide is labelled (preferably with a diamond point) and cleaned, and a finger very slightly moistened with saliva is rubbed over the part of the slide where the radiolarians are to be spread. This helps to limit the spreading of the water which will be placed later, and causes the radiolarians to adhere slightly. A medicine-dropper is used to pick up the prepared residue from the corner of the beaker in which it has settled, and this and the accompanying few drops of water are spread over the desired part of the slide. [For a more satisfactory method of spreading radiolarians uniformly, see the paper by Moore (1973)]. Care must be taken not to crush the radiolarians in this process. After drying in an oven or on a hot plate, the preparation is ready for mounting.

Choice of a mounting medium depends on the refractive index of the radiolarians, which is generally lower in Cenozoic specimens than

généralement inférieur pour les spécimens cénozoïques à celui des faunes plus anciennes. Pour le Quaternaire et la plupart des assemblages tertiaires, le baume du Canada ou un équivalent synthétique convient, les formes plus anciennes peuvent être montées à l'hyrax, néo-entellan, etc. Quand le résidu sur la lame est sec, un nombre suffisant de gouttes du solvant est ajouté au résidu afin de chasser l'air des tests creux et d'aider le milieu de montage à pénétrer l'intérieur des Radiolaires. Puis, ce milieu de montage est mis sur la préparation et une lamelle de verre couvre-objet (généralement 22 × 40 mm environ) est mise en place obliquement, en commençant par un bord pour éviter de piéger des bulles d'air. La préparation est finalement laissée à sécher dans une étuve ou à l'air, selon le milieu de montage. L'évaporation du solvant peut causer une rétraction du milieu de montage et l'apparition de bulles ou écraser les microfossiles, ceci peut être évité en ajoutant un peu du milieu de montage autour de la lamelle couvre-objet afin qu'il puisse se glisser sous celle-ci.

Un procédé pour préparer les Radiolaires d'échantillons de plancton a été décrit par Bjørklund (Sarsia, vol. 56, p. 15, 1974).

Pour prélever des Radiolaires sur résidu sec, un fil à charge électrique statique peut être utilisé. Un fil de tungstène monté sur un manche et plongé dans du nitrate de sodium fondu et retiré quand il colle fort. Ce processus est répété jusqu'à ce qu'une extrémité délicate soit obtenue. En tournant le fil entre les doigts, ou dans les cheveux, il se chargera et, en passant dans du tissu, il se déchargera.

Il y eut quelque discussion générale sur la préparation de porte-objets pour microscope électronique, mais aucune recommandation particulière n'émergea.

IV. — LE PROBLEME DES FAUNES A RADIOLAIRES REMANIEES DANS LES OCEANS ACTUELS ET LES RADIOLARITES MESOZOIQUES ALPINES

Rapporteur : P. BAUMGARTNER,
en collaboration avec J.P. CAULET et A. SCHAAF

Les roches à Radiolaires du type alpin ont subi maints processus géologiques, notamment la diagenèse tardive - lithification, des déforma-

in older forms. For Quaternary and most Tertiary assemblages, Canada balsam or a synthetic equivalent is suitable, and older forms can be mounted in hyrax, neo-entellan, etc. After the residue on the slide has dried, sufficient drops of the solvent of the mounting medium are added to the residue to expel air from the hollow skeletons and to help the medium to penetrate. Then the medium is dropped onto the preparation and a cover-glass (commonly about 22 × 40 mm) is lowered into place-obliquely, one edge first, to avoid trapping air. The preparation is finally allowed to dry in an oven or at room temperature, depending on the medium. Evaporation of the solvent may cause the mounting medium to shrink, resulting in voids or in crushing the microfossils - this can be avoided by putting more medium around the edge of the cover-glass so that it can flow underneath.

A procedure for preparing radiolarians from plankton samples has been described by Bjørklund (Sarsia, vol. 56, p. 15, 1974).

For picking individual radiolarian skeletons from a dry residue, a wire with a static electrical charge can be used. A tungsten wire mounted in a handle is dipped into molten sodium nitrite, and withdrawn after it glows intensely. This process is repeated until a delicate tip is obtained. Rubbing the wire between fingers, or in hair, will charge it, and sticking it through cloth will discharge it.

There was some general discussion of preparation of SEM stubs, but no coherent recommendations emerged.

IV. — THE PROBLEM OF REWORKED AND MIXED RADIOLARIAN ASSEMBLAGES IN RECENT OCEAN AND ALPINE RADIOLARITES

Reporter : P. BAUMGARTNER
in collaboration with J.P. CAULET and A. SCHAAF

Radiolarian rocks in Alpine-type mountain belts usually have undergone many geological processes unrelated to their deposition, such as

tions tectoniques et l'altération subaérienne. Ainsi, l'étude des faunes des radiolarites est rendue plus difficile que celle des échantillons de fond océanique.

Hormis ces problèmes, il est à noter que notre connaissance des paramètres sédimentologiques de ces roches est très fragmentaire : la géométrie du bassin sédimentaire, l'environnement et le processus de sédimentation notamment, ne sont discutés qu'à partir de divers modèles. Ces paramètres, très importants pour les interprétations faunistiques (datations) ne seront néanmoins jamais connus avec certitude.

Dans les océans actuels, où ces facteurs sont directement accessibles à l'observation, il y a des corrélations entre la morphologie du fond océanique et la variation de la chimie des eaux de fond et de leur température, qui sont liées avec la variation latérale des taux de sédimentation. Ces corrélations nous amènent à la conclusion que, dans de vastes régions, les sédiments pélagiques sont remaniés et redépôtés par des mécanismes de transport latéral. La biostratigraphie des Radiolaires du Cénozoïque est assez bien établie ; elle nous permet de mettre en évidence des remaniements affectant des faunes d'âge très différent.

C'est ainsi que des observations dans le Pacifique et l'Océan Indien montrent la présence de Radiolaires éocènes et oligocènes remaniés dans tous les sédiments d'âge Miocène supérieur à Holocène. Parfois même, seules existent ces faunes remaniées. Il serait donc désirable, à l'avenir, que les Radiolaristes donnent des indications sur l'importance de ces faunes remaniées et de leur âge.

Sans discuter l'utilisation de modèles modernes appliqués aux radiolarites mésozoïques, nous admettons que des phénomènes de remaniement d'ordre similaire peuvent se produire durant le Mésozoïque.

Pour le moment, la démonstration paléontologique des remaniements dans le Mésozoïque est exclue du fait de nos pauvres connaissances sur la biostratigraphie des Radiolaires et du peu d'informations que livrent les autres microfossiles.

Mais, ces dernières années, l'étude détaillée des structures sédimentaires met en évidence qu'une grande partie des radiolarites mésozoïques possède des caractères de sédimentation

deep burial diagenesis, tectonic deformation and subaerial weathering. These processes make the study of radiolarian assemblages in such rocks more difficult than in samples from present ocean basins. Apart from these problems, ancient deposits are poorly understood, as far as their depositional setting (depth and width of the sedimentary basin), their paleoceanographic environment and their sedimentary processes are concerned. These factors, however, are most critical for the interpretation of fossil assemblages.

In the present Ocean, where these factors can be observed directly, there are correlations between the topography of the sea floor and the chemistry and temperature of the bottom water, to which are related lateral variations in the rate of sediment accumulation. These relations lead us to the conclusion that pelagic sediments are eroded, transported and redeposited over vast regions. The biostratigraphy of Cenozoic radiolarians is sufficiently well established to enable us to recognize mixtures of assemblages of very different ages.

Thus it has been observed, in the Pacific and Indian Oceans, that reworked Eocene and Oligocene radiolarians are widespread in late Miocene to Holocene sediments. At times, these reworked radiolarians are the only ones present in younger sediments. It would therefore be desirable, in future, for investigators to indicate the relative amounts and ages of reworked radiolarians. In Mesozoic radiolarian rocks, where our knowledge of radiolarian biostratigraphy is still poor and where calibrations with other microfossils usually are lacking, reworking of older faunas must be much more difficult to demonstrate. However, studies of the last few years in Alpine-type radiolarites have provided a wealth of sedimentological evidence for reworking by bottom or turbidity currents (Nisbet and Price, 1974 ; Folk and Mc Bride, 1977 ; Robertson, 1977, etc...).

Observations in outcrops as well as in thin sections show cycles ranging from a few millimeters up to one decimeter in thickness.

à rapporter à des courants de fonds, ou turbidites (Nisbet and Price, 1974 ; Folk and Mc Bride, 1977 ; Robertson, 1977, etc.).

A l'échelle de l'affleurement et en lame mince, on reconnaît souvent une cyclicité plurimillimétrique à décimétrique comportant :

— *une partie grossière* :

Arénites lessivées à Radiolaires. On y reconnaît plus de 50 % de Radiolaires, les formes globulaires dominant et les tests sont, le plus souvent, remplis de silice. Associés aux Radiolaires, on observe des grains de quartz détritiques et des fragments d'argilite (clay clasts), tous de même diamètre. Le granoclassement est presque toujours visible, il est en grande partie normal, parfois inverse. Le caractère redéposé de ces faunes est par là très évident. Cette partie grossière est souvent transformée en jaspe.

— *une partie fine* :

Pélites (argilites, shales). On y reconnaît de gros Radiolaires, remplis le plus souvent d'argiles ou de minéraux autigènes, nageant dans une matrice pélitique. Les matériaux suivants, seuls ou mélangés entre eux, entrent dans la composition de la matrice : argiles, calcaire micritique et quartz microcristallin. Les Radiolaires présents sont moins nombreux que dans les arénites ; ils sont généralement mieux conservés (épines !) et montrent une plus grande variété de formes. Le granoclassement est absent ou peu évident dans cette partie ; elle représente, soit la séquence la plus fine du dépôt d'un courant, soit une vraie sédimentation pélagique.

Nous n'avons pas connaissance de la période qui s'étend entre le moment de la sédimentation d'un radiolaire mort et son redépôt définitif. Mais les observations en lame mince montrent que le remaniement affecte souvent les tests emplies de silice lors d'une diagénèse précoce ; ceci implique une longue période entre la sédimentation primaire et le remaniement.

Il est donc à considérer que des faunes mixtes sont, sinon le cas général, du moins extrêmement fréquentes. L'exhumation, le transport et le redépôt final sont des processus sélectifs, basés sur des propriétés hydrodynamiques des tests. Ces processus semblent être, du moins en partie, responsables de la grande

They mainly contain two types of lithologies :

— *Coarse sediments :*

packed radiolarians arenites, containing more than 50 % of radiolarian tests. Globose forms largely prevail and the tests are often filled with silica. Detrital quartz grains and clay clasts of equal size are associated with the radiolarians. Grading is almost always visible in thin sections ; the majority of the beds are normally graded, thin laminae show sometimes inverse grading and might represent winnowed deposits. The redeposited character is very evident in these lithologic types. The radiolarian arenites are often diagenetically transformed to vitreous chert.

— *Fine sediments :*

pelitic intervals (argilite, shale partings, etc.) with less than 50 % of radiolarian tests. There is clearly a greater diversity of radiolarian forms, and a better preservation of the tests. The radiolarians are most frequently filled with clay or authigenic minerals, they are dispersed in a pelitic matrix composed of clays and/or micritic calcite and/or microcrystalline quartz. Grading is virtually absent or very poorly developed. These parts of the cycles may represent either the fine tail of a current deposit or a true pelagic sediment.

We therefore think that mixed assemblages are, if not the general case, at least extremely frequent. Exhumation, transport and final redeposition are selective processes controlled by the competence of the current and the density and hydrodynamic properties of the tests. Exhumation is suggested by the occurrence of diagenetically silica-filled tests transported together with detrital quartz grains of equal size. Redeposition processes seem to be, at least partially, responsible for the great diversity of assemblages from one Mesozoic sample to another.

Consequently, if radiolarians of different ages are involved in the above processes, it seems quite possible that the presently recorded stratigraphic ranges of Mesozoic species do not reflect true biostratigraphic ranges but rather would be controlled by sedimentology. We can

variété des faunes que l'on observe d'un échantillon à l'autre.

Des âges différents étant affectés par des processus sélectifs, il en résulte que l'extension stratigraphique de certaines espèces ne relève pas de faits purement biologiques mais qu'elle est à rapporter à des phénomènes sédimentologiques. Il est à espérer que l'étude d'un plus grand nombre d'échantillons permettra de fixer l'apparition biologique des espèces mésozoïques.

Il est donc expressément recommandé, lors de l'échantillonnage, d'être très attentif à ce problème, qui passe souvent inaperçu. Une règle générale serait de reconnaître la cyclicité des sédiments et d'échantillonner plusieurs cycles. La tâche du radiolariste sera de mettre en évidence les différences faunistiques entre les arénites à Radiolaires et les intervalles pélitiques.

V. — TAXONOMIE

Rapporteur : W. RIEDEL

en collaboration avec les autres participants

La dénomination biologique formelle de l'espèce a deux fonctions bien distinctes :

1) Celle de définir la morphologie.

Par morphologie, nous entendons tous les aspects du squelette (formes externes et structures internes, en général ou en détail) avec leur degré de variabilité. Chaque auteur possède son propre système descriptif (bien qu'il soit éventuellement préférable d'y introduire un certain degré d'uniformité). Le système d'Haeckel est un bon exemple d'une application homogène de critères géométriques. Le travail de Petrushevskaya montre l'utilisation cohérente des caractères descriptifs de la structure interne chez les Nassellaires. Une combinaison donnée de caractères descriptifs permet de définir un morphotype distinct. Les morphotypes n'ont pas de signification phylogénétique. En général, un morphotype correspond à une espèce définie strictement, tandis qu'une espèce conçue au sens large renferme plusieurs morphotypes.

L'interprétation stratigraphique et la reconstitution du paléo-environnement peuvent être réalisées de façon très satisfaisante en utilisant des morphotypes, qu'ils correspondent ou non à une espèce. En fait, ils peuvent être définis

hope however, that further study of large numbers of samples will enable us to establish true biologic ranges.

All these considerations must have implications for our sampling procedure : we strongly recommend careful observation of reworking phenomena during sampling. In cyclic sediments at least several adjacent cycles should always be collected to enable the radiolarian specialist to search for faunal differences between radiolarian arenites and pelitic intervals.

V. — TAXONOMY

Reporter : W. RIEDEL

in collaboration with the other participants

Formal biological names have two quite distinct functions.

1) To specify morphology.

By morphology we mean all aspects of shape (external or internal, gross or detailed), including the range of variability. Each author has his own system of descriptors (though eventually it is desirable that some degree of uniformity be introduced). Haeckel's system is a clear example of uniform application of geometric descriptors. Petrushevskaya's work is an example of consistent application of morphological descriptors of internal structure in nassellarians. Each distinct combination of descriptors defines a distinct morphotype. Morphotypes carry no implications regarding phylogenetic relationships. In general the scope of a morphotype corresponds to a very narrowly defined species, whereas a broadly defined species includes several morphotypes.

Stratigraphic and paleoenvironmental interpretations can be made quite satisfactorily on the basis of morphotypes without considering whether or not they correspond to species. In fact, they can be defined more precisely and applied more uniformly than species, because

plus précisément et être utilisés de façon plus cohérente que les espèces parce que la conception de l'espèce est assez subjective.

La variabilité de chaque morphotype doit être très bien définie par le texte, l'illustration et les mesures (moyenne et déviation standard).

2) Celle de traduire l'évolution (relations phylogénétiques).

Par le biais du système hiérarchique des noms de famille, genre, espèce.

Ces relations naturelles peuvent être connues par :

- a) la connaissance des lignées évolutives (système le plus sûr) ;
- b) l'évaluation de la valeur phylogénétique des caractères (système le plus usuel) ;
- c) la taxonomie numérique, c'est-à-dire les procédés d'analyse statistique multivariée...

La description ultérieure des morphotypes ou espèces doit indiquer en quoi les spécimens diffèrent de la définition originale, sans oublier l'incidence de la fossilisation. Dans toutes les descriptions, il est souhaitable de préciser les différences avec les taxons voisins, même si le plus proche taxon est très différent morphologiquement.

Il est nécessaire de noter les absences de taxons en fonction de la taille des populations étudiées en liaison avec une information sur la fossilisation (conservation).

VI. — STANDARDS DE PUBLICATION

Rapporteur : P. DUMITRICA
en collaboration avec P. DE WEVER

Afin de faciliter la compréhension d'une publication par les chercheurs l'utilisant, il est recommandé de suivre les indications suivantes :

— la description de la localité d'où proviennent les Radiolaires doit être suffisamment complète pour permettre un rééchantillonnage par d'autres personnes. Les faits permettant d'attribuer un âge doivent être donnés avec précision ;

— les limites de chaque taxon doivent être spécifiées ainsi que le morphotype le plus proche de chaque type rapporté, même si ce morphotype est éloigné ;

species generally include some degree of subjective judgement.

The limits of variation of each morphotype must be carefully defined by text and illustrations and measurements (mean and standard deviation).

2) To indicate evolutionary (phylogenetic) relationships, through the hierarchical system of family, genus and species names.

These natural relationships can be determined by :

- a) *following evolutionary lineages (the most secure evidence),*
- b) *evaluating the phylogenetic significance of the morphologic characters (this is the usual procedure),*
- c) *numerical taxonomic procedures using multivariate statistical methods in a well-balanced-way.*

Subsequent records of morphotypes or species should report how the specimens differ from the original definition, including differences caused by preservation. In all reports it is desirable to specify the difference from the morphologically nearest taxon, even if that nearest taxon is very different morphologically.

It is necessary to note absences of taxa in terms of the size of the entire assemblage searched through, together with information on preservation.

VI. — STANDARDS OF PUBLICATION

Reporter : P. DUMITRICA
in collaboration with P. DE WEVER

In order to facilitate the work of subsequent researchers, it is recommended that the following procedures be followed :

— *the locality should be described in sufficient detail to permit others to re-collect the radiolarian material ;*

— *the basis for the age assignment should be specified, either in the radiolarian paper or by a bibliographic reference to a previous publication ;*

— *the limits of morphological variation of each taxon should be specified. To assist in the*

— pour des nouveaux taxa, il est préférable de donner la moyenne et la déviation standard plutôt qu'une fourchette de la variation. Chaque taxon devrait avoir quelques indications d'abondance, de préférence en pourcentage, regroupées en un tableau. Pour l'absence d'un taxon, dire parmi combien de spécimens il fut recherché.

Chaque nouveau taxon devrait être illustré par son spécimen typique (holotype) plus ceux de ses limites de variation avec une indication de l'abondance de ses variantes ;

— pour les illustrations, utiliser dans la mesure du possible un grossissement homogène ou au moins des multiples entiers, utiliser une échelle sur la planche aussi bien que le grossissement ;

— il est préférable d'avoir beaucoup d'illustrations de taille modérée que peu de grande taille ;

— dans la mesure du possible, trouver une publication qui accepte le détail des données, ne serait-ce que sous forme de microfiches ;

— lorsqu'une zonation est proposée, il apparaît indispensable de préciser la densité et le nombre de spécimens provenant d'une coupe, le nombre de coupes et la biogéographie.

VII. — INVENTAIRE DES GITES FOSSILIFÈRES

Dans le but de faciliter les travaux en cours et à venir, il est décidé de dresser un inventaire des localités européennes ayant fourni de beaux Radiolaires. Quelques localités correspondant aux travaux les plus récents sont données dans le texte. L'inventaire se complètera au fur et à mesure, tant pour les nouvelles localités que pour les localités classiques, dans le bulletin *Eurorad News*. Il est souhaitable que tout radiolariste prenne contact avec l'inventeur du gisement. Cet inventaire permettra la localisation de gisements types, utilisables pour une corrélation correcte avec les stratotypes.

Nous souhaitons que cet inventaire soit également effectué dans d'autres contrées (terrestre et océaniques) afin de permettre une corrélation la plus large et la plus précise possible.

recognition of each taxon, each author should specify which morphotypes approach it most closely in his assemblage, even if those closest morphotypes are very dissimilar ;

— in definitions of new taxa, it is desirable to include means and standard deviations of the dimensions measured, rather than only the ranges of variation ;

— the abundance of each taxon in each sample should be tabulated, preferably in terms of its percentage of the total radiolarian assemblage. Records of absences should be accompanied by indications of the numbers of specimens searched through ;

— illustrations should be of uniform magnification if possible, or of a small number of magnifications which are integral multiples of each other. In addition, scale bars should accompany the illustrations as a check on errors in stated magnifications ;

— it is preferable to have a larger number of illustrations at moderate magnification, rather than fewer at high magnification ;

— all data basic to a paper should be published, even if this has to be in the form of a microfiche version supplementing a printed text ;

— when a zonation is proposed, it is necessary to specify the density and number of specimens from each section, number of sections and biogeography.

VII. — INVENTORY OF FOSSIL LOCALITIES

*In order to facilitate present and future investigations, it was decided to prepare an inventory of European localities yielding well preserved radiolarians. Some localities forming the basis of recent work are given in the text. The inventory will be completed, for both new and classic localities, in instalments in the newsletter *Eurorad News*. It is hoped that subsequent collectors will make contact with the worker who first described the locality. This inventory will facilitate the establishment of type localities, useful in correlating with stratotypes.*

INVENTORY OF EUROPEAN RADIO-LIARIAN OCCURRENCES		given by Dumitrica P.	
GEOGRAPHY.	Country : ROMANIA	Region :	ROMANIA
Locality :	Pojoneța (8 km W of the town of Cîmpulung Moldovenesc)		
Location of the point :	Quarry Pojoneța (Pecișteș) on the left side of the Moldova		
Map ref. :	X =	Y =	
FORMATION.	Type of outcrop :	Quarry	
Lithology (with % lith. comp.) :	30 m of grey, red and yellow radiolarites and jaspers		
Color :	Fossil occur. :		
SAMPLE	Lith. :	Color : Red	
Position in the form. :	Lower level (3 m) of the red radiolarites (7 m above the base of the quarry and at the top, near the contact with the wild flysch along the		
RADS.	Preserv. :	Not well in the lower level (3 m) of	
Sample prepar. :	Concentr. : Abundant		
Bibliogr. ref. to Rads :			
AGE. (precise fossils, reg. geology) :	Upp. Jurassic probably Callow-Oxford (reg. geol.)		
Fossils occur. with Rads :			
Bibliogr. ref. about age assignt. (with p. , fig.) :			
TURCULET I., 1971. - Cercetări geologice asupra depozitelor jurasice și eocretacee din caveta Rârâu-Breaza. Inst. Geol., Stud. Tehn. Econ., ser. J, n° 10, p. 77, fig. 10 (geological map enclosed).			

* valley, E of the Peciștea creek.
 ** Peciștea creek.
 *** red radiolarites (7 m above base of quarry) and at the upper part.

INVENTORY OF EUROPEAN RADIO-LIARIAN OCCURRENCES		given by Dumitrica P.	
GEOGRAPHY.	Country : ROMANIA	Region :	N. part of Romanian E. Carpatha
Locality :	Rârâu Moutan		
Location of the point :	Behind the Rârâu motel, on the SW slope and at the base of the		
Map ref. :	X =	Y =	
FORMATION.	Type of outcrop :	Behind latvian cherty limestone	
Lithology (with % lith. comp.) :	4 m of Radiolarites : bott. 3 m. of grey gl.ass.		
Color :	Grey, red	Fossil occur. :	**
SAMPLE	Lith. :	Radiolarite	
Position in the form. :	Color :		
RADS.	Preserv. :	Poor in grey glassy rads, mod. in red shale.	
Sample prepar. :	Concentr. : Abund		
Bibliogr. ref. to Rads :			
AGE. (precise fossils, reg. geology) :	Upp. Jurassic, probably Callow-Oxford (reg. geol.)		
Fossils occur. with Rads :			
Bibliogr. ref. about age assignt. (with p. , fig.) :			
TURCULET I., 1971. - Cercetări geologice asupra depozitelor jurasice și eocretacee din caveta Rârâu-Breaza. Inst. Geol., Stud. Tehn. Econ., ser. J, n° 10, p. 77, fig. 10 (geological map enclosed).			

* Flatie Șoimului rock.
 ** rads, top : 1m of red shale/Amstian dolomites.

INVENTORY OF EUROPEAN RADIO-LIARIAN OCCURRENCES		given by Dumitrica P.	
GEOGRAPHY.	Country : ITALY	Region :	Vicentinian Alps
Locality :	Recoaro 3 km SW, 500 m NE of Monte Anghebe		
Location of the point :	Along the road descending from M. Anghebe to Recoaro, near		
Map ref. :	X =	Y =	
FORMATION.	Type of outcrop :	Road cut	
Lithology (with % lith. comp.) :	Cherty nodular limestone (Buchenstein Limestone)		
Color :	Reddish		
SAMPLE	Lith. :	Limestone	
Position in the form. :	Color : Reddish		
RADS.	Preserv. :	Well Preserved	
Sample prepar. :	Concentr. : Abundant		
Bibliogr. ref. to Rads :			
AGE. (precise fossils, reg. geology) :	Lower Ladinian (Ammonites)		
Fossils occur. with Rads :	Ammonites		
Bibliogr. ref. about age assignt. (with p. , fig.) :			
ERTING M., UNLAND W., SCHMIDT K., CHRISTODOULIDES A., 1976. - Middle Triassic sediments of selected regions in the Southern Alps (Italy) and their significance for paleogeographic and paleostructural evolution. N. Jb. Paleont. Abh., 151, 1, p. 13, fig. 1, 9.			

* the topographic point 10 23.

INVENTORY OF EUROPEAN RADIO-LIARIAN OCCURRENCES		given by BAUMGAFFNER Peter	
GEOGRAPHY.	Country : GREECE	Region :	KORINTHOS
Locality :	ANGELOCASTRON		
Location of the point :	4 km E of village		
Map ref. :	Sheet LICOURION 1/50 000	X =	881,100 Y = 4 179,450
FORMATION.	Type of outcrop :	Section in valley between M. Litig and Politis.	
Lithology (with % lith. comp.) :	White shallow marine lct./4 m Am-Rosso (top HG) +		
Color :	Fossil occur. :		
SAMPLE	Lith. :	Siliceous lct, shallow water clasts	
Position in the form. :	Color :		
RADS.	Preserv. :	Ac. Acid lct. preserv. : Very well in limestone, moderate in rad	
Sample prepar. :	Mg : rad graded turbid. Concentr. : comm-ab. in limestone		
Bibliogr. ref. to Rads :	P.O. BAUMGAFFNER in press very ab. in rad. grad. turbid		
AGE. (precise fossils, reg. geology) :	Younger the Bajoc. (Ammon.), older than Berriac		
Fossils occur. with Rads :			
Bibliogr. ref. about age assignt. (with p. , fig.) :			
DERCOURT J., 1964. - Contribution à l'étude géologique d'un secteur du N du Péloponnèse septentrional. Ann. Géol. Pays hell., T. 15, p. 71.			

* 2 m red rad. lct and chit. 2-3 m with 1st interbed, thick sequence of br wn to red rad. shales and vda. sandst. etc.
 ** graded turbidites.

INVENTORY OF EUROPEAN RADIOIOLARIAN OCCURRENCES		given by BAUMGARTNER P. O.	
GEOGRAPHY	Country : GREECE	Region : Korinthos	
Locality : <i>Angelocastro</i>			
Location of the point : 3 km E of village			
Map ref. : Sheet LIGOURION 1/50 000	X = 679 550	Y = 4 179,150	
FORMATION	Type of outcrop : Section below new road between 2 valleys.		
Lithology (with % lith. comp.) : Same as above in red silice. 1st and wh. 1st 3-4m	Fossil occur. :		
Color :	Fossil occur. :		
SAMPLE	Lith. : Slump breccias	Color :	
Position in the form. :			
RADS	Preserv. : Silica, very well	Concentr. : Abund	
Sample prepar. : Acetic acid			
Bibliogr. ref. to Rads : P.O. BAUMGARTNER in prep.			
AGE (precise fossils, reg. geology) : Younger than <i>Bağca</i> (Ammonites), older than **			
Fossils occur. with Rads :			
Bibliogr. ref. about age assignt. (with p. , fig.) :			
* above HG on top of <i>Anc-Roson</i> .			
** <i>Berriasian</i> (reagion. geol.)			

INVENTORY OF EUROPEAN RADIOIOLARIAN OCCURRENCES		given by BAUMGARTNER P.O.	
GEOGRAPHY	Country : GREECE	Region : N - EYVOIA	
Locality : <i>Achladi</i>			
Location of the point : 1,6 km E of village, S-end of beach of <i>Achladi</i> , diff.			
Map ref. :	X =	Y =	
FORMATION	Type of outcrop : Cliffs		
Lithology (with % lith. comp.) : Grey <i>Cladocoropsis</i> 1st/coarse turbiditic 1st. and **	Fossil occur. :		
Color :	Fossil occur. :		
SAMPLE	Lith. : Current dep. rad. mudst. with silice. Color :		
Position in the form. : 13 m above the top of limestone.			
RADS	Preserv. : Silica, poorly well	Concentr. : Abund.	
Sample prepar. : H F			
Bibliogr. ref. to Rads : *			
AGE (precise fossils, reg. geology) : Younger than <i>Kimmeridgian</i> (underlying sequence)			
Fossils occur. with Rads : older than <i>Berriasian</i> (region. geol.)			
Bibliogr. ref. about age assignt. (with p. , fig.) :			
Age assignt. : possibly <i>Up. Tithon-Lob. Berr.</i>			
* BAUMGARTNER P.O. and BERNOLLI D. 1976. - Stratigraphy and Radioiolarian fauna in a late <i>Jurassic-Early Cretaceous</i> section near <i>Achladi</i> (Evoia, Eastern Greece). <i>Eclogae geol. Helv.</i> 69/3, P. 601-626.			
+ 8 m above sea.			
** fine pel. turbidites overlain by graded radioiolarian mud and siltstones.			
*** <i>solc. matrix epimetamorphous.</i>			

INVENTORY OF EUROPEAN RADIOIOLARIAN OCCURRENCES		given by SCHAAR A.	
GEOGRAPHY	Country : FRANCE	Region : Vosges	
Locality : <i>Misches (Bas-Rhin)</i>			
Location of the point : Vallon de Metzbaach	X = 964	Y = 101 (Lamb.)	
Map ref. : Geol. sheet n° 871 MOLSHEIM 1/50 000	X = 964	Y = 49°31'N	
FORMATION	Type of outcrop : Stone-pit		
Lithology (with % lith. comp.) : <i>Polygenetic breccia</i> , psammites, grauwackes, shales	Fossil occur. : Plants		
Color : Green-red and	Fossil occur. : Plants		
SAMPLE	Lith. : In red and green shales	Color : Red and green	
Position in the form. :			
RADS	Preserv. : Recrystallised in chlorite, quartz and	Concentr. : In beds.	
Sample prepar. :			
Bibliogr. ref. to Rads : *			
AGE (precise fossils, reg. geology) : <i>Lower Viscon</i>			
Fossils occur. with Rads :			
Bibliogr. ref. about age assignt. (with p. , fig.) :			
* CORSTIN P., DANZE-CORSTIN P., MILLOT G. et RULLAND M., 1960. - Sur l'âge viscon inférieure des schistes de Schwaabach. (Vallées de la Bruche) dans les Vosges du Nord. <i>Bull. Serv. carte géol. Als. Lorr.</i> , 13, 4, pp. 163-164.			
* LAPPARENT (de) J., 1923. - Roches d'Radioiolarites du Dévonien de la vallée de la Bruche. <i>Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.</i> , t. 1, fasc. 2, pp. 47-64, + topo XXXVII-16, I.G.N. 1/50 000.			
** black.			

INVENTORY OF EUROPEAN RADIOIOLARIAN OCCURRENCES		given by KOCHER R.	
GEOGRAPHY	Country : ITALY	Region : Lombardia-Varesotto	
Locality : <i>Evonta</i>			
Location of the point : Gorge N of Brenta (Viggiatore or Vallone).			
Map ref. : <i>Landskarte der Schweiz</i> , 1/50 000	X = 696,4	Y = 84,13.	
FORMATION	Type of outcrop : Gorge		
Lithology (with % lith. comp.) : <i>Radioiolarite a)</i> Rosso ad Apriet siliceous limestone	Fossil occur. : a : <i>Apychit</i> , calc. <i>Nannop.</i> , filaments ; c :		
Color : a and b matrix. Fossil occur. :	Fossil occur. :		
SAMPLE	Lith. : <i>Chert</i> nodules and layers.	Color :	
Position in the form. :			
RADS	Preserv. : Poor-moderate	Concentr. : Abundant	
Sample prepar. :			
Bibliogr. ref. to Rads : R. KOCHER, Ph. D. Thesis ETH Zürich (in prep.)			
AGE (precise fossils, reg. geology) : Older than <i>Berriasien</i> , younger than <i>Dogger</i> (?)			
Fossils occur. with Rads : <i>Apychit</i> , <i>Nannoplanct.</i> , filaments.			
Bibliogr. ref. about age assignt. (with p. , fig.) :			
LUTFI S., 1973. - Stratigraphie und Sedimentologie des Monte <i>Indo-Becken</i> . <i>Diplomarbeit ETH Zürich</i> (un publ.). C. Kälin and D. M. Trumpp (1977)			
KALIN O. and TRUMPP D. M., 1977. - Sedimentation und Paläotektonik in den westlichen Südalpen : Zur triasch-jurassischen Geschichte des Mte. <i>Indo-Becken</i> . <i>Eclogae geol. Helv.</i> , vol. 70/2, pp. 295-350, p. 331.			
+ sheet CHIASSO (1966) and KALIN O., 1974, <i>Diplomarbeit ETH, Zürich</i> .			
** few % clay, Si-content increasing downward, b) knobby rad, c) basal rad.			
*** red, c : dark green.			
**** at bottom filaments.			

INVENTORY OF EUROPEAN RADIOIOLARIAN OCCURRENCES		given by DE WEVER P.	
GEOGRAPHY	Country : GREECE	Region :	Nomos Evritanika
Locality :	Karpenision		
Location of the point :	1 et pass N of Karpenision.	X = 21°44'46" N	Y = 38°55'30" E
Map ref. :	Geol. Map of Greece, sheet Frankista.		
FORMATION	Type of outcrop : Road cut.		
Lithology (with % lith. comp.) :	Detrritic formation (shales 60 %, lim. 30 %, sand-*)		
Color :	Green		
SAMPLE	Lith. : Limestone with pyrite incrustations	Color :	Grey
Position in the form. :	Upper part, beds.		
RADS	Preserv. : Very good, Pyrite		
Sample prepar. :	Concentr. : 20-100 per stream slide.		
Bibliogr. ref. to Rads :	DE WEVER P., SANFILIPPO A., RIEDEL M.R., GRUBER B. **		
AGE (precise fossils, reg. geology) :	Upper Trias (Carniac-Norian).		
Fossils occur. with Rads :	Conodonts.		
Bibliogr. ref. about age assign. (with p. , fig.) :			
DERCOURT J. et al., 1973 -	Annales Géol. Pays Hell., 26, pp. 399-403.		
"	1977 - Bull. Soc. géol. France, 7e, t. XIX, n° 1, pp. 53-54, fig. 65-66.		
FLAMENT J.M., 1973 -	Thèse 3ème cycle, Lille, p. 92.		
* stones 10 %.			
** (in press) Triassic Radiolarian from Greece, Sicily and Turkey Micropaleontology.			

INVENTORY OF EUROPEAN RADIOIOLARIAN OCCURRENCES		given by DE WEVER P.	
GEOGRAPHY	Country : SICILY	Region :	Commarata, Sicani
Locality :	Me Commarata		
Location of the point :	N. flank of Mt. Comm. (4,3 km SW of the town).	X = 41° 6'	Y = 371,7
Map ref. :	Carte géol. Madonie et Sicant E		
FORMATION	Type of outcrop : Flank of a hill		
Lithology (with % lith. comp.) :	Well bedded micritic limestone with chert nodules.		
Color :	Light-grey	Fossil occur. :	Conodonts, Ammonites.
SAMPLE	Lith. : Limest.	Color :	
Position in the form. :			
RADS	Preserv. : Moderate-good.		
Sample prepar. :	Acetic Ac., Formic Ac.	Concentr. :	Few
Bibliogr. ref. to Rads :	DE WEVER P., SANFILIPPO A., RIEDEL M. R., GRUBER B. **		
AGE (precise fossils, reg. geology) :	Upper Trias (based on fossils).		
Fossils occur. with Rads :	Conodonts, Ammonites.		
Bibliogr. ref. about age assign. (with p. , fig.) :			
KRISTIN L. (1974) -	Schweizer. erdwiss. Komm., Osterreich. Akad. Wiss., vol. 2, pp. 137-144, 1 fig.		
GRUBER B. (1976) -	Mitt. Geol. Ges. Bergbaustud. Osterreich, vol. 23, pp. 181-198, 7 fig. 1 tabl.		
* 1/100 000 Triassic Radiolarians from Greece, Sicily and Turkey, Micropaleontology. (in press).			
** in BROQUET P. 1972 -	Géopégica Romana, vol. XI, pp. I-114, 58 fig., and topographic sheet : Contatati.		

INVENTORY OF EUROPEAN RADIOIOLARIAN OCCURRENCES		given by KOCHER R.	
GEOGRAPHY	Country : ITALY	Region :	Lombardia
Locality :	Torre de Buet		
Location of the point :	Roadcut and gorge up hill Torre de Buet (V.O. Mte. Albenasal).	X = 759,8	Y = 71,45
Map ref. :	Landkarte der Schweiz 1/30 000		
FORMATION	Type of outcrop : Multiple outcrops at 1st leftturn of road.		
Lithology (with % lith. comp.) :	Radiolarites a and c : siliceous limestone, few **		
Color :	a, b : mainly Fossil occur. : a) Aptichy calc. namopl. filaments, c) ****		
SAMPLE	Lith. : Chertnodules and layers.	Color :	
Position in the form. :			
RADS	Preserv. : Poor-moderate		
Sample prepar. :	Concentr. : Abundant		
Bibliogr. ref. to Rads :	R. KOCHER, Ph. D. Thesis ETH (ZURICH) (in prep.).		
AGE (precise fossils, reg. geology) :	Older than Berniastien, younger than Dogger (?)		
Fossils occur. with Rads :	Aptichy, Calc. Namopl., filaments.		
Bibliogr. ref. about age assign. (with p. , fig.) :			
BLANCHET R., 1965 -	Bull. Soc. géol. France, 8, pp. 152-159 (Aleutian).		
WEISSERT H. Ph. D. Thesis ETH Zürich.			
+ Sheet Com (287).			
** clay- b) siliceous, low carb. and clay content. a) Rosso and Aptichy, b) knobby rad.			
a) basal rad.			
*** red, c : dark green.			
**** filaments.			

INVENTORY OF EUROPEAN RADIOIOLARIAN OCCURRENCES		given by KOCHER R.	
GEOGRAPHY	Country : SWITZERLAND	Region :	S-Ticino
Locality :	Breggia		
Location of the point :	Gorge N of cement-factory Saesba, Bolerna.	X = 722,98	Y = 79,6
Map ref. :	Carta Nazionale della Svizzera		
FORMATION	Type of outcrop : Gorge.		
Lithology (with % lith. comp.) :	Radiolarites a and c : siliceous limestone, few **		
Color :	a, b : mainly Fossil occur. : a) Aptichy, calc. namopl. filaments, c) ****		
SAMPLE	Lith. : Chertifications	Color :	
Position in the form. :			
RADS	Preserv. : Poor-moderate		
Sample prepar. :	Concentr. : Abundant-few		
Bibliogr. ref. to Rads :	KOCHER R. Ph. D. Thesis ETH Zürich (in prep.).		
AGE (precise fossils, reg. geology) :	? Callou - Titthou.		
Fossils occur. with Rads :	Aptichy, Calc. Namopl., filaments.		
Bibliogr. ref. about age assign. (with p. , fig.) :			
BERNOULLI D. and WEIDENMAYER F., Geol. Führer der Schweiz : Exkursion Nr. 28. Hef 4 Co. Basel.			
WEISSERT H., ph. D. - Thesis ETH Zürich (in prep.).			
* 1/25 000, sheet Mendrisio (1 373).			
** clay, b) siliceous, low carb. and clay content. c) Rosso and Aptichy, b) knobby rad., c) basal rad.			
*** red, c : grey.			
**** filaments.			

Pour des raisons de place et parce que la lettre d'information continuera ce chapitre en anglais, seule la version anglaise est ici donnée sur les premières fiches qui figurent en fin d'article.

VIII. — AIDES A LA RECHERCHE SUR LES RADIOLAIRES

Echanges d'échantillons.

Les beaux échantillons sont rares, souvent difficile à obtenir et les illustrations même nombreuses et correctes n'ont pas la qualité informative des fossiles eux-mêmes : il paraît nécessaire d'échanger des spécimens et des préparations. Les participants à Eurorad ont pris l'engagement de répondre favorablement à toute demande qu'un spécialiste pourrait leur faire, en soulignant le problème d'éthique que cela entraîne.

Accès à la bibliographie des Radiolaires.

Un catalogue des Radiolaires, décrits de l'origine à 1930, est établi par H. Foreman et W.R. Riedel et est en cours d'être publié par le National Technical Information Service (Department of Commerce, USA) sous forme de microfiches. Sous cette même forme, l'ensemble des publications traitant des Radiolaires est disponible auprès de W.R. Riedel (Scripps Institution of Oceanography, coût environ 300 \$).

We hope that such an inventory will be made also for other countries and oceanic areas, so that improved correlations may be made over as large an area as possible (cf. end of paper).

VIII. — AIDS TO RADIOLARIAN RESEARCH

Exchange of samples.

Occurrences of abundant, well preserved fossil radiolarians are not numerous, and are often difficult to collect. Illustrations, no matter how numerous and faithful, cannot convey the same quantity and quality of information as the fossils themselves. It is therefore desirable to exchange untreated and treated samples of radiolarian rocks. The participants in this EURORAD meeting agreed to respond favourably to sample requests by other specialists, while noting the ethical considerations involved.

Access to literature on radiolarians.

Practically all publications on polycystine radiolarians have been copied on microfiche, and complete sets are available from W. Riedel (Scripps Institution of Oceanography) at a cost of about \$ 300.00.

H. Foreman and W. Riedel have prepared a catalogue of all radiolarians described between 1834 and 1930. It is expected that this will soon be published, on microfiche, by the National Technical Information Service (U.S. Department of Commerce).

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHY

- 1) BJØRKLUND K. (1974). — Radiolarians in Korsfjorden, Norway. *Sarsia*, n° 56, p. 13-42.
- 2) BOURDON M. (1962). — Méthode de dégagement des microfossiles par acétolyse à chaud. *C.R. somm. Soc. Géol. Fr.*, p. 267-268.
- 3) BURMA B.H. (1965). — Radiolarians. In *Handbook of Paleontological techniques*. Ed. by B. Kummel and D. Raup. W.H. Freeman & C°, San Francisco and London.
- 4) McBRIDE E.F. and FOLK R.L. (1977). — The Caballos Novaculite revisited. Part. II : Chert and shale members and synthesis. *Jour. Sedim. Petrology*, v. 47.
- 5) MOORE T.C. (1973). — Method Randomly distributing grains for microscopic examination. *Jour. Sedim. Petrology*, vol. 43, p. 904-906.
- 6) NISBET F.G. and PRICE I. (1974). — Siliceous turbidites : bedded cherts as redeposited ocean ridge-derived sediments, p. 351-356 in Hsü K.J. and Jenkyns H.C., *Int. Ass. Sed., Spec. Publ.*, N° 1.
- 7) PESSAGNO E.A. (1977). — Upper Jurassic Radiolaria and radiolarian biostratigraphy of the California Coast Ranges. *Micropaleontology*, vol. 23, n° 1, p. 56-113, Pl. 1-12.
- 8) ROBERTSON A.H.F. (1977). — Origin and diagenesis of cherts from Cyprus. *Sedimentology*, v. 24, p. 11-30.

Stratigraphie et structure du Massif de Pylos (zone de Gavrovo-Tripolitza, Péloponnèse sud-occidental, Grèce)

par Jean-Jacques FLEURY (*), François THIEBAULT (*) et Pendelis TSOFLIAS (**)

Sommaire. — Le Massif de Pylos et les îles avoisinantes représentent l'extrémité méridionale de la bande d'affleurements du domaine de Gavrovo, comme en témoignent tous les termes de sa série carbonatée du Cénomaniens à l'Eocène terminal déposés dans de constantes conditions de faible profondeur et l'âge oligocène inférieur de la base du flysch.

Affecté de lourdes ondulations, puis fracturé intensément avant le Pliocène, le Massif a acquis les derniers détails de sa physionomie sous l'effet d'une reprise néotectonique. On n'y observe pas de déformations témoignant de sa position structurale présumée, à l'avant de la nappe de Gavrovo-Tripolitza.

Summary. — Pylos range and neighbouring islands built south end of Gavrovo outcrops; this concept is supported by the strictly neritic character of Cenomanian to Eocene limestones, and by Oligocene age of the base of the flysch. Folded, then cut by a net of faults before Pliocene, this range received the last details of its structure during a neotectonic phase. No deformations related with its supposed structural position ahead of Gavrovo-Tripolitza nappe were observed.

A l'extrémité SW du Péloponnèse, le "Massif de Pylos" (***) (fig. 1) correspond à un ensemble d'affleurements calcaires formant en bordure de mer un chaînon d'orientation sub-méridienne, culminant à 484 m (Mont Ayios Nikolaos, fig. 2), séparé par une étroite dépression (empruntée par la route Pylos-Méthoni) d'un entablement polygonal (table de Kinigos, fig. 2) s'étendant à l'Est.

Le Mont Ayios Nikolaos se prolonge vers le Nord dans l'île de Sphaktiria et quelques très petits massifs calcaires (le principal portant

l'ancienne forteresse de Navarinon = Navarin) égrenés jusqu'à Pétrokhori; il se prolonge vers le Sud dans l'île de Sapientza. L'équivalent en mer de la table de Kinigos se trouve dans l'île de Skhiza.

Nous avons examiné l'ensemble des affleurements carbonatés du Massif de Pylos et des îles voisines, ainsi que leurs relations avec le flysch environnant. Une reconnaissance a en outre été effectuée dans la petite île de Proti (fig. 1) dépendant du Massif de Gargaliano-Filiatra, plus septentrional.

(*) Université des Sciences et Techniques de Lille, U.E.R. Sciences de la Terre, B.P. 36, 59650 Villeneuve d'Ascq et Equipe de Recherche Associée au C.N.R.S. n° 764.

(**) Faculté Polytechnique d'Athènes, laboratoire de Minéralogie-Pétrographie et Géologie, 42, rue Patission (Grèce).

(***) Nous avons, de manière générale, respecté l'orthographe des toponymes portés sur l'édition en caractères latins de la feuille 1/50.000 "Pilos". Nous n'avons cependant pas pu nous résoudre à orthographier autrement que le fut toujours le nom de cette localité célèbre, tant dans l'histoire ancienne que moderne. La transcription "Pylos" est adoptée d'ailleurs, par les géologues grecs dans leurs publications.

Note présentée le 8 Juin 1978 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 11 Décembre 1978.

I. — DONNEES ANTERIEURES

Boblaye et Virlet avaient, dès 1833, reconnu l'existence d'Hippurites et de Nummulites dans les calcaires du Massif de Pylos qu'ils rapprochaient des "calcaires bleus de Tripolitza". Philippson (1890) rapporta ensuite ces affleurements à la zone adriatico-ionienne et créa le terme de "Pyloskalk" souvent cité dans la littérature bien que la région n'ait plus été visitée pendant près de 70 ans. Kiskiras (1958) décrit des bauxites incluses dans les calcaires éocènes de la table de Kinigos et montra

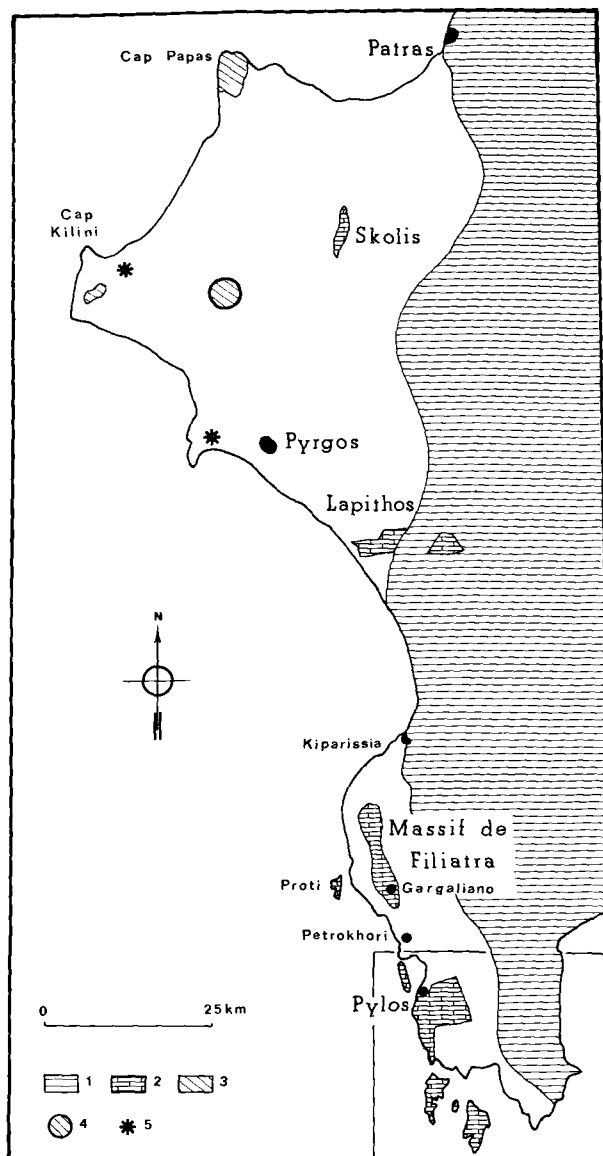


Fig. 1. — La façade occidentale du Péloponnèse : le Pinde-Olonos, les massifs calcaires du domaine de Gavrovo et les affleurements ioniens.

1, Affleurements des séries du Pinde-Olonos. — 2, Calcaires de Gavrovo. — 3, Calcaires ioniens. — 4, Sondages ayant traversé des calcaires ioniens. — 5, Sondages ayant traversé des gypses permio-triasiques (?). L'encadré de la partie inférieure droite situe la figure 2.

qu'elles étaient comparables, tant par leur nature que par leur âge, à celles du Klokova (Sud-Ouest de la Grèce continentale). Aubouin et Dercourt (1962) devaient ensuite montrer qu'il y a toute

raison d'attribuer à la "zone du Gavrovo" la série de massifs échelonnés en Grèce continentale du Sud et au bord occidental du Péloponnèse, dont celui de Pylos est le terme méridional. Fytrolakis (1972) a enfin donné une carte succincte de la région, établissant la répartition des affleurements calcaires crétacés et éocènes et des divers faciès du flysch environnant. L'histoire récente de la région a été examinée par Dufaure (1975).

II. — BUTS ET CONDITIONS DE L'ETUDE

Représentant à la fois le jalon le plus méridional du domaine de Gavrovo et la partie la plus externe connue à l'affleurement de la nappe de Gavrovo-Tripolitza (Thiébaud, 1974), le Massif de Pylos et ses dépendances constituaient un pôle d'intérêt commun aux trois auteurs, susceptible de fournir des éléments de réponse aux questions d'ordre stratigraphique, paléogéographique et tectonique que pose la zone de Gavrovo-Tripolitza.

Si la bonne carte topographique à notre disposition, l'accessibilité et la bonne qualité des affleurements, l'abondance des fossiles et la connaissance que nous en avons acquise par ailleurs étaient susceptibles de faciliter notre étude, la densité des accidents cassants était de nature à en réduire la portée.

De fait, il nous a été impossible d'établir une colonne stratigraphique locale continue et de préciser les épaisseurs de sédiments. Cependant, les accidents ayant souvent une excellente expression morphologique et les divers termes de la série étant presque toujours porteurs de fossiles significatifs déterminables sur le terrain, l'occasion nous a été donnée de dresser la carte détaillée d'une région intensément affectée par cette tectonique "germanotype" souvent signalée mais qui ne peut que très rarement être mise en évidence, en raison de l'absence de repères cartographiques dans ces puissantes séries de faciès homogène.

III. — STRATIGRAPHIE

Il n'existe, nulle part dans la région, d'affleurements susceptibles de fournir une coupe continue, même d'une partie de la série. Les accidents sont si densément répartis que nous n'avons pratiquement jamais observé dans un

même compartiment à la fois, la base et le sommet d'un même terme. La série a donc été reconstituée par comparaison avec celles qui sont connues ailleurs et les épaisseurs seront toujours données de manière approximative.

1) Les calcaires clairs du Cénomano-Turonien.

L'îlot de Proti (fig. 1), d'une superficie de 3,5 km², appendice du Massif de Gargaliano-Filiatra, présente les couches les plus anciennes de la région. Une rapide reconnaissance nous

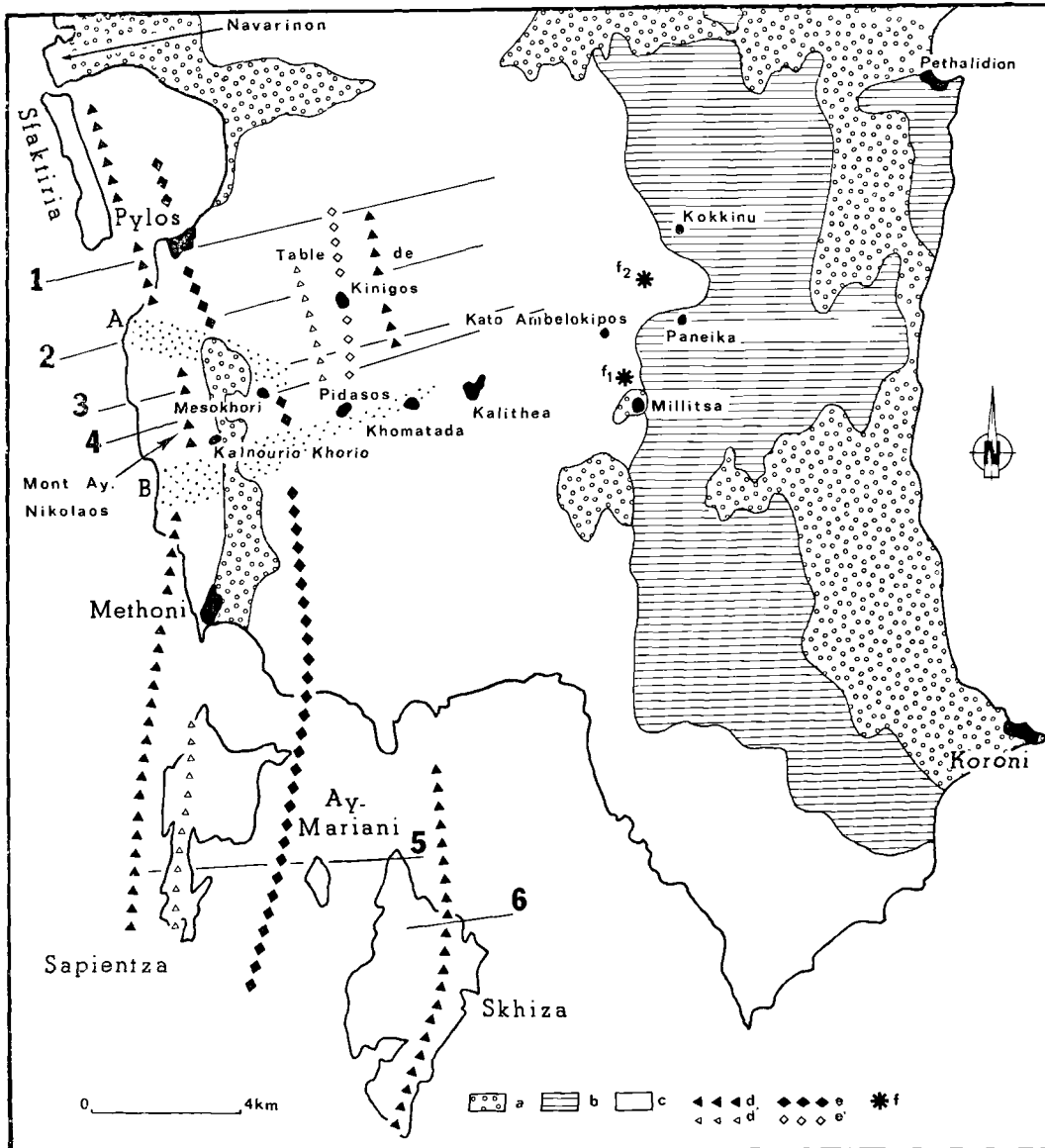


Fig. 2. — Traits structuraux du Massif de Pylos dans le cadre de la presqu'île de Koroni. a, Plio-quatenaire. — b, Pinde-Olonos. — c, Calcaire et flysch de Gavrovo. — d, Axes anticlinaux principaux (d', axes anticlinaux secondaires). — e, Axes synclinaux principaux (e', axes synclinaux secondaires). — f1 et f2, Gites fossilifères à Nummulites dans le flysch de Gavrovo. — 1 à 6, Emplacement des coupes tectoniques (figure 4). A et B, Structures transversales.

a permis d'y reconnaître un ensemble de calcaires clairs affectés de pendages faibles (15-20°) vers l'Ouest, recoupé d'accidents de direction N 80 (pour les plus nombreux) et N 180. Les calcaires graveleux et micritiques clairs montrent souvent des figures sédimentaires ou diagénétiques significatives de milieux intertidaux et supratidaux.

Deux niveaux fossilifères significatifs y ont été reconnus :

— le Cénomaniens à *Selliaveolina viallii* Colalongo.

Observé en deux points sur la côte Nord-Ouest de l'île, ce niveau est caractérisé par *S. viallii*, *Cuneolina gr. pavonia* d'Orb., de nombreuses *Nezzazata*... d'âge cénomaniens inférieur ou moyen (Saint-Marc, 1974) ;

— le Cénomaniens supérieur ou Turonien inférieur.

Observé en un point de la partie sud de l'île, au NE de la butte cotée 49 m, ce niveau est caractérisé par *Cisalveolina lehneri* Reichel, *Broeckina balcanica* Chertch, Radoicic et Schroeder, *Nezzazata* sp. ; il est d'âge cénomaniens supérieur ou turonien inférieur (Saint-Marc, 1974).

2) Les calcaires sombres du Sénonien.

Occupant une très petite surface au Sud-Ouest de la ville de Pylos (moins de 1 km²), limitée de tous côtés par des failles et la côte, des calcaires à Rudistes d'un gris sombre alternant avec quelques niveaux de dolomies, livrent une microfaune abondante dans laquelle se distinguent *Dicyclina schlumbergeri* Mun.-Chal., *Accordiella conica* Farinacci, *Moncharmontia apenninica* (De Castro), *Rotorbinella scarsellai* Torre, *Aeolisaccus kotori* Radoicic, *Pseudocyclammia* cf. *massiliensis* Mawnc et des *Orbitolinidae* identiques à ceux du Sénonien du Massif du Klokova (Fleury, 1970)... Il s'agit d'une microfaune sénonienne. L'épaisseur des couches à l'affleurement doit être comprise entre 50 et 100 m.

3) Les calcaires et dolomies clairs du Crétacé terminal (200 à 250 m).

Des calcaires et dolomies clairs en gros bancs, à niveaux de Rudistes entiers affleurent largement dans la moitié septentrionale de l'île de Sphaktiria, le long de la côte entre les villes de Pylos et Méthoni et constituent la plus grande partie de l'île de Skhiza. Aucune coupe ne nous a permis d'observer en continuité la succession des quatre termes distingués, établie par recoupement des observations effectuées dans les compartiments de la moitié occidentale du chaî-

non d'Ayios Nikolaos ; il s'agit, de bas en haut, de :

a) calcaires très clairs, souvent micritiques, à patine jaunâtre, parfois riches en Rudistes, sans fossiles significatifs (environ 100 m, ce qui représente un minimum puisque nous n'en connaissons pas la base) ;

b) niveaux blancs à crème où alternent calcaires micritiques, dolomies, calcaires "rubannés" (cette apparence est due à une fine alternance de lits micritiques, graveleux ou très riches en "fenestrae" = "birdseyes"), sans fossiles significatifs (environ 30 m) ;

c) calcaires clairs à patine jaunâtre où sont parfois abondants de grands Foraminifères porcelanés tels que *Cyclopseudodomia smouti* Fleury, *Raadshoovenia salentina* (Papetti et Tedeschi), *R. guatemalensis* Van den Bold ?, *Murciella renzi* Fleury, *M. mathonensis* Fleury (ces divers Rhapydionininae, sont décrits et figurés in Fleury, 1974, 1977, 1979), *Scandonea mediterranea* De Castro, *Accordiella conica*... (environ 50 m) ;

d) niveaux blancs où alternent de nouveau, dolomies, calcaires "rubannés", parfois bréchiocques. *Rhapydionina liburnica* (Stache) y avoisine *Broeckinella* cf. *arabica* Henson et *Laffiteina mengaudi* (Astre) (= *Laffiteina marsicana* Farinacci) (environ 50 m).

Si l'âge des deux termes supérieurs est maestrichtien (voir Fleury, 1973 et 1977), celui des deux premiers reste évidemment indéterminé, soit maestrichtien, soit sénonien supérieur.

4) Le Paléocène et l'Eocène inférieur (environ 130 m).

Nous n'avons jamais observé le passage continu du Maestrichtien à *R. liburnica* au Paléocène daté. La succession suivante est cependant des plus probables :

a) des calcaires blancs surmontent les couches à *R. liburnica* et passent vers le haut à une récurrence du faciès de dolomies et calcaires rubannés blancs à crème, dans laquelle nous n'avons pas trouvé de fossiles. Ce terme est aisément observable dans une carrière située au bord de la route Pylos-Kalamata à l'angle NE de la table de Kinigos ; il est d'âge soit crétacé terminal, soit paléocène basal (environ 50 m) ;

b) des calcaires blancs fossilifères renfermant des Foraminifères de la "population à *Valvulina*, *Cribragoesella* et *Pseudochrysalidina*" (Bignot, 1972), des "*Coskinolina*" *liburnica* Stache (au sens de Bignot, 1973), *Fabularia donatae* Drobne, *Miscellanea miscella* (d'Arch. et Haimé)... soit dans des biosparites à Algues Dasycladacées et Débris de Madrépores, soit dans des biomicrites, où peuvent abonder les *Microcodium*. L'âge en est thanétien (40 à 50 m ?) ;

c) des calcaires blancs à Alveolines et Orbitolites abondants. D'après Hottinger (in Aubouin et Dercourt, 1962), *Alveolina* gr. *triestina* Hott., *A. gr. ellipsoidalis* Schwag., *A. gr. decipiens* Schwag. et *Glomalveolina* gr. *lepidula* Schwag. y dateraient l'Ilerdien. Vers le haut (10 m supérieurs), les Alveolines, plus rares, ne nous ont pas permis d'identifier le Cuisien dont rien, cependant, n'indique l'absence sur le terrain. Nous admettrons donc,

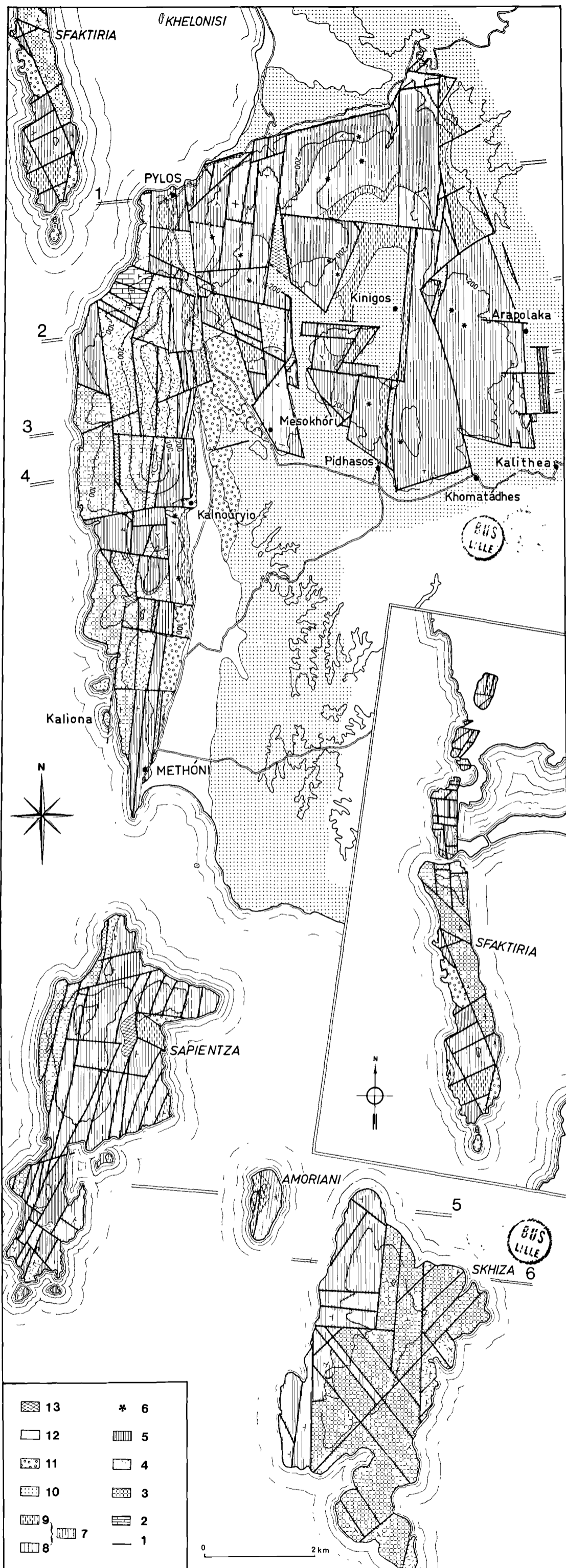


Fig. 3. — Carte géologique du Massif de Pylos et des îles avoisinantes.

1, Failles. — 2, Sénonien (texte : division 2). — 3, Crétacé terminal (texte : division 3a, b, c ou 3a, b, c, d, lorsque les niveaux à *Rhapidionina liburnica* n'ont pas été distingués). — 4, Maastrichtien à *Rhapidionina liburnica* (texte : division 3d). — 5, Paléocène et Eocène inférieur (texte : division 4). — 6, Bauxites. — 7, Eocène moyen et supérieur (texte : division 5 et 6). — 8, Eocène moyen (texte : division 5). — 9, Eocène supérieur (texte : division 6). — 10, Flysch oligocène. — 11, Pliocène. — 12, Alluvions récentes. — 13, Terra rossa

faute d'observation indiscutable, la présence possible du Cuisien. Ce terme est bien observable à la pointe sud du chaînon d'Ay. Nikolaos, près de Méthoni, sur le flanc oriental d'une éminence cotée 67 m (30 m environ).

5) L'Eocène moyen (120 m au total, environ).

Nous avons observé plusieurs fois la superposition des deux faciès suivants :

- a) des calcaires clairs à Alveolines de grande taille où Hottinger (*in* Aubouin et Dercourt, 1962) avait déterminé *Alveolina* gr. *levantina* Hott., *A.* cf. *schwageri* Checcia, *A.* gr. *elliptica* (? aff. *stercus-muris* Mayer-Eymar), *Nummulites* cf. *aturicus* Joly, *Orbitolites* gr. *complanatus* Lmk, *Assilina* gr. *laminosa* Gill., alors attribués au Cuisien-Lutétien. La présence de *Fabiana cassis* (Oppenheim) dès la base du terme semble exclure le Cuisien (30 m environ) ;
- b) des calcaires sombres (micrites noires, biomicrites à Foraminifères imperforés - *Peneroplidae*) dont la partie inférieure (environ 30 m) présente de nets indices d'émersions : niveaux rubannés (à fenestreae) riches en tests de Gastéropodes recristallisés, parfois à *Microcodium* et oogones de Charophytes. Des tests d'Echinides parfois entiers s'y observent.

La bauxite s'est probablement formée pendant l'un (ou plusieurs ?) de ces épisodes d'émersion. Kiskiras (1958) a signalé plusieurs gisements et donné des analyses qui mettent en évidence une forte teneur en Al_2O_3 et une faible proportion de Fe_2O_3 , qui la rend très comparable à celle du Klokova. Fytrolakis (1972) a signalé deux nouveaux gisements. Nous n'avons pas observé la bauxite en place mais remarqué des blocs riches en *Pisolithes* toujours à proximité d'affleurements de la partie inférieure du terme b (voir fig. 3).

La partie supérieure du terme (environ 60 m) ne montre plus de traces d'émersions mais reste riche en Foraminifères imperforés (*Peneroplidae*, *Miliolidae*). *Lituonella roberti* Schlumberger indique encore le Lutétien.

6) L'Eocène supérieur (20 à 30 m environ).

Le sommet de la série calcaire est occupé par des calcaires bleutés riches en Algues Mélobésiées et grands Foraminifères, où Aubouin et Dercourt citaient : *Discocyclus discus* Kaufm., *D. nummulitica* Gumbel, *Asterodiscus stellatus* d'Arch., *A. stella* Gumbel, *A. cuvillieri* Neumann, *Actinocyclus radians* d'Arch.... auxquels il faudra ajouter *Grzybowski* cf. *multifida* Bieda qui assure l'âge éocène supérieur de l'association.

Les derniers mètres du terme livrent en outre *Spiroclypeus* sp. et *Pellatispira madaraszii*

(Hantken) et sont enrichis d'une microfaune planctonique dans laquelle on peut parfois reconnaître des *Globorotalia* gr. *cerroazulensis*. L'Eocène supérieur élevé est ainsi daté.

Nous signalerons la présence de rognons siliceux noirs dans les derniers bancs calcaires surmontés par le flysch sur la côte Ouest de l'îlot d'Ayia Mariani (entre Sapientza et Skhiza).

7) Les couches de passage au flysch.

Les "couches de passage" des calcaires au flysch ont été observées en quelques points : en contrebas de la route Pylos-Méthoni, au Nord-Ouest de Palioneron, sur le bord Nord-Est de la table de Kinigos et sur la côte occidentale de l'îlot d'Ayia Mariani (= Amoriani). Il s'agit d'un ensemble peu épais (1 à 2 m), essentiellement constitué de couches marneuses jaunes intercalées de petits bancs calcaires, venant en concordance sur les derniers bancs calcaires à *Pellatispira*.

En l'absence de *Globorotalia* gr. *cerroazulensis*, les Globigerines — *Globigerina gortanii* (Borsetti), *G. tripartita* Koch, *G. venezuelana* Hedberg — indiquent l'Oligocène.

3) Le flysch.

Le flysch s'étend largement à l'Est du Massif de Pylos. L'un de nous (F.T.) a pu y établir une succession lithologique et y découvrir quelques gîtes fossilifères.

a) Ensemble inférieur : flysch périto-gréseux.

Lui-même non daté, ce puissant ensemble (affleurant de Kalithéa à Kato Ambélokipsos) est borné par l'Oligocène inférieur à sa base et l'Oligocène moyen à son sommet. Il s'agirait de l'équivalent des ensembles A et B du Péloponnèse septentrional (Izart, 1976).

b) Ensemble moyen : flysch pélitique et conglomératique.

Encore puissant, cet ensemble pélitique renferme de grandes lentilles conglomératiques dont le rôle morphologique est remarquable dans la région. Les pélites ont livré au Nord de Militsa (fig. 2 : f1) une riche faune de Nummulites (déterminée par A. Blondeau) : *N. intermedius* d'Arch. (formes A et B), *N. vasculus* Joly et Leymeri (formes A et B), *N. bouillei* de la Harpe (formes A et B). Cette association date le

Stampien inférieur et moyen (Lorenz, 1969), homologue des zones à *Globigerina ampliapertura* et *Globigerina sellii* de Bizon (1967).

c) Ensemble supérieur : flysch pélitique puis périto-gréseux.

Relativement épais, cet ensemble renferme à sa base des bancs de biocalcirudites où l'on trouve les mêmes Nummulites que dans l'ensemble précédent, associées à des Lépidocyclines (fig. 2 : f2), qui indiqueraient le Stampien supérieur (Lorenz, 1969). Cette datation est comparable à celle proposée par Mansy (in Aubouin et al., 1970) pour le flysch conglomératique de Filiatra. Nous serions en présence de l'homologue de l'"ensemble D" du Péloponnèse septentrional (Izart, 1976), caractérisé par *Globorotalia opima opima*.

9) Les dépôts discordants.

Des dépôts pliocènes affleurent largement dans la dépression séparant le Mont Ayios Nikolaos de la table de Kinigos, sur le flanc oriental du Mont Ay. Nikolaos près de Méthoni et à la pointe Sud de l'île de Sphaktiria. Ce sont des formations calcareuses très friables ("faciès poros"), parfois conglomératiques à la base, assez riches parfois en macrofossiles, dont la discordance sur le flysch est bien visible à l'Ouest de Mésokhori.

IV. — SIGNIFICATION PALEOGEOGRAPHIQUE

La série affleurant dans la région de Pylos est clairement assimilable à celles qui constituent la "zone de Gavrovo-Tripolitza" par les caractères suivants :

- sédimentation toujours néritique au Crétacé supérieur - Eocène ;
- présence au Crétacé terminal des "faciès clairs à *Rhapydioninae*" témoignant de nettes tendances à l'émergence, dont on connaît la large répartition dans l'ensemble de la zone (Fleury et Godfriaux, 1974) ;
- présence de bauxites d'âge lutétien, connues sur l'ensemble de la zone.

Quelques traits sont en outre caractéristiques du "domaine de Gavrovo" :

- le Cénomaniens-Turonien, daté par des faunes d'*Alveolinidae* et témoignant de nettes tendances à l'émergence, est identiquement connu dans les Massifs du Varasova (Fleury, 1971) et dans le Massif de Gavrovo (Bernier et Fleury, 1978), alors que ni les faunes d'*Alveolinidae*, ni les tendances à l'émergence ne sont connues en Tripolitza, bien que des couches de même âge y

soient signalées (De Wever, 1976 ; Bernier et Fleury, 1978) ;

- les premiers apports détritiques ("couches de passage au flysch") sont ici d'un âge proche de la limite Eocène supérieur - Oligocène [au-dessus des *Globorotalia gr. cerroazulensis* au sens de Toumarkine et Bolli (1970)], ce qui est le cas dans tous les massifs du bord occidental du Péloponnèse et de ceux de Grèce continentale de l'Ouest. Au contraire, les sédiments détritiques apparaissent franchement à l'Eocène supérieur dans tout le reste du Péloponnèse, où affleure la série du domaine de Tripolitza au sens strict (Fleury et Tsoflias, 1973).

Ainsi, l'étude de la région de Pylos montre que l'alignement (pratiquement N-S) des massifs situés à la lisière occidentale des affleurements de la "zone de Gavrovo-Tripolitza" correspond à un ensemble dont les traits paléogéographiques sont homogènes, qu'il convient de nommer "domaine de Gavrovo", marquant ainsi l'existence des différences d'ordre apparemment mineur mais toujours vérifiées qui le séparent du "domaine de Tripolitza" affleurant dans le reste du Péloponnèse et jusqu'en Crète au moins.

Il reste qu'il y a peu de raisons de penser que ce domaine ait eu la forme étroite et allongée qui est celle des affleurements actuels et que l'on se trouve conduit à chercher à cette disposition des raisons structurales.

V. — TECTONIQUE DU MASSIF

L'aspect actuel du massif est essentiellement dû à une tectonique cassante isolant des panneaux de très petites tailles et de formes très diverses responsable d'une structure caractéristique en puzzle (fig. 3). Cette structure n'est pas originale en Péloponnèse (Thiébaud, 1973) mais se trouve ici mise en évidence de manière particulièrement claire en raison des conditions favorables au lever cartographique.

La direction principale des accidents est N-S (30 % des failles repérées) et se trouve responsable de la direction générale des reliefs.

La deuxième famille de failles, de direction E-W à N75, est responsable de l'interruption axiale des reliefs et de leur morcellement.

Nous n'avons pas pu observer toutes les failles dans de bonnes conditions, mais la plupart nous sont apparues comme normales. Cependant, il existe des accidents de direction N-S nettement inverses. En outre, la côte ouest de l'île de Ay. Mariani montre une superposition locale de calcaires priaboniens sur le flysch,

qui pourrait être due, soit à une faille inverse, soit à un écaillage. Ce singulier affleurement n'a pu être examiné en détail pour des raisons purement matérielles ; il constituerait le seul indice d'une tectonique tangentielle locale.

Dufaure (1975) admet l'existence d'une surface primitive " fini-miocène " qui aurait tronqué à la fois le flysch environnant et les affleurements calcaires du Massif de Pylos (le Mont Ayios Nikolaos formant un inselberg). Cette hypothèse nous paraît des plus vraisemblables et nous conduit à admettre que les traits essentiels du Massif étaient acquis avant le Pliocène.

Il reste cependant qu'au sein du massif calcaire même, maintes failles sont signalées par des reliefs très nets qui ne peuvent être dus à une érosion différentielle. Par ailleurs, si certains abrupts peuvent avoir limité les dépôts pliocènes, ceux-ci semblent parfois franchement recoupés. Dufaure a par ailleurs indiqué que sous la Citadelle de Paleokastro (= Navarinon, fig. 2), à 90 m d'altitude, la grotte dite " de Nestor " montre les traces d'un " façonnement en partie marin " dont l'âge quaternaire lui paraît probable. Ce faisceau d'arguments indique que le détail de la physionomie actuelle du massif est dû à des mouvements néotectoniques.

Mais ces tectoniques cassantes traduites par des failles sub-verticales (normales ou inverses) ne peuvent expliquer les différences de pendages existant dans des panneaux adjacents, qui doivent être attribuées à des bombements antérieurs.

Nous avons observé de tels bombements à grand rayon de courbure sur le flanc occidental de la butte cotée 325 m au Sud de Kinigos et dans l'îlot Kaliona, au NW de Méthoni (fig. 3).

Dans l'ensemble, on distinguera (fig. 3 et 4) deux anticlinaux séparés par un large synclinal :

- vers l'Ouest, la structure du Mont Ayios Nikolaos est la plus nette. Les pendages forts sont nettement divergents de part et d'autre de la crête sommitale où affleurent les couches les plus anciennes, parfois mylonitisées. Dans la moitié sud, l'axe de la structure semble légèrement décalé vers l'W et passe en mer à l'W de Méthoni. L'île de Sapientza correspond, pour sa plus grande partie, au flanc est de la structure, dont l'axe longerait la côte ;
- au Nord d'Ay. Nikolaos, après le passage d'" une structure transversale " (analysée plus loin), l'axe de la structure se situe en mer à l'W de Pylos et probablement juste à l'E de la côte orientale de Sphaktiria et de ses prolongements septentrionaux. On ne peut préciser les rapports de cette structure avec l'axe anticlinal dont l'île de Protî est le flanc occidental ;

— vers l'Est, une structure anticlinale, beaucoup moins prononcée, correspondrait aux entablements formant le bord oriental de la table de Kinigos, à l'Est du méridien de Kinigos. L'axe de cette structure passerait dans l'angle NE de l'île de Skhiza, dont la plus grande partie en constituerait le flanc occidental ;

— en position médiane, un synclinal est indiqué par les affleurements de flysch du cœur de la table de Kinigos et passerait entre les îles de Sapientza et Ay. Mariani. Les affleurements de couches paléocènes du bord nord de la table, tous à pendage sud, indiqueraient la terminaison périclinale de cette structure.

Par ailleurs, les coupes (fig. 4) montrent que des petites ondulations peuvent être décelées dans la partie occidentale de la table de Kinigos ; nous les tenons pour mineures.

VI. — STRUCTURES TRANSVERSALES

La continuité des structures sub-méridiennes est en fait troublée par l'existence de " bandes " transversales le long desquelles les pendages ne répondent pas à la logique générale.

— Une " bande septentrionale " (la plus nette ; fig. 2, A) de direction WNW-ESE, traverse le Mont Ay. Nikolaos entre le sommet 486 et la ville de Pylos. Elle est marquée par les directions variables des couches, par la présence singulière de couches sénoniennes à la côte, puis de Crétacé terminal (terme à *R. liburnica*) et de Paléocène au cœur du synclinal médian. Cette bande serait d'allure anticlinale.

— Plus au Sud, une bande (fig. 2, B) (qui ne mérite son nom que par analogie avec la précédente) passe au col entre le sommet 486 et le sommet plus proche de Méthoni et correspond à une sorte d'ensellement favorisant l'existence d'affleurement d'Eocène moyen à une altitude bien plus basse que celle des crêtes constituées de Crétacé supérieur situées au N et au S. Cette " bande " serait d'allure synclinale. Passant au Sud de la table de Kinigos, elle contribuerait à la disparition des calcaires sous leur flysch.

Il nous paraît difficile de déterminer la nature de ces " structures transversales " en l'absence de toute référence à des données régionales de même ordre. Il est cependant difficile d'admettre qu'une structure cassante ait pu " éparpiller " les directions ainsi qu'elles le sont. Des structures plissées transversales seraient donc plus plausibles mais très difficiles à admettre en l'absence de toute indication de même ordre dans la région.

En conclusion, les structures plissées sub-méridiennes (associées à des structures transversales de même style ?), découpées intensément avant le Pliocène, puis encore au Pliocène quaternaire, ont été dans l'ensemble respectées par ces mouvements verticaux.

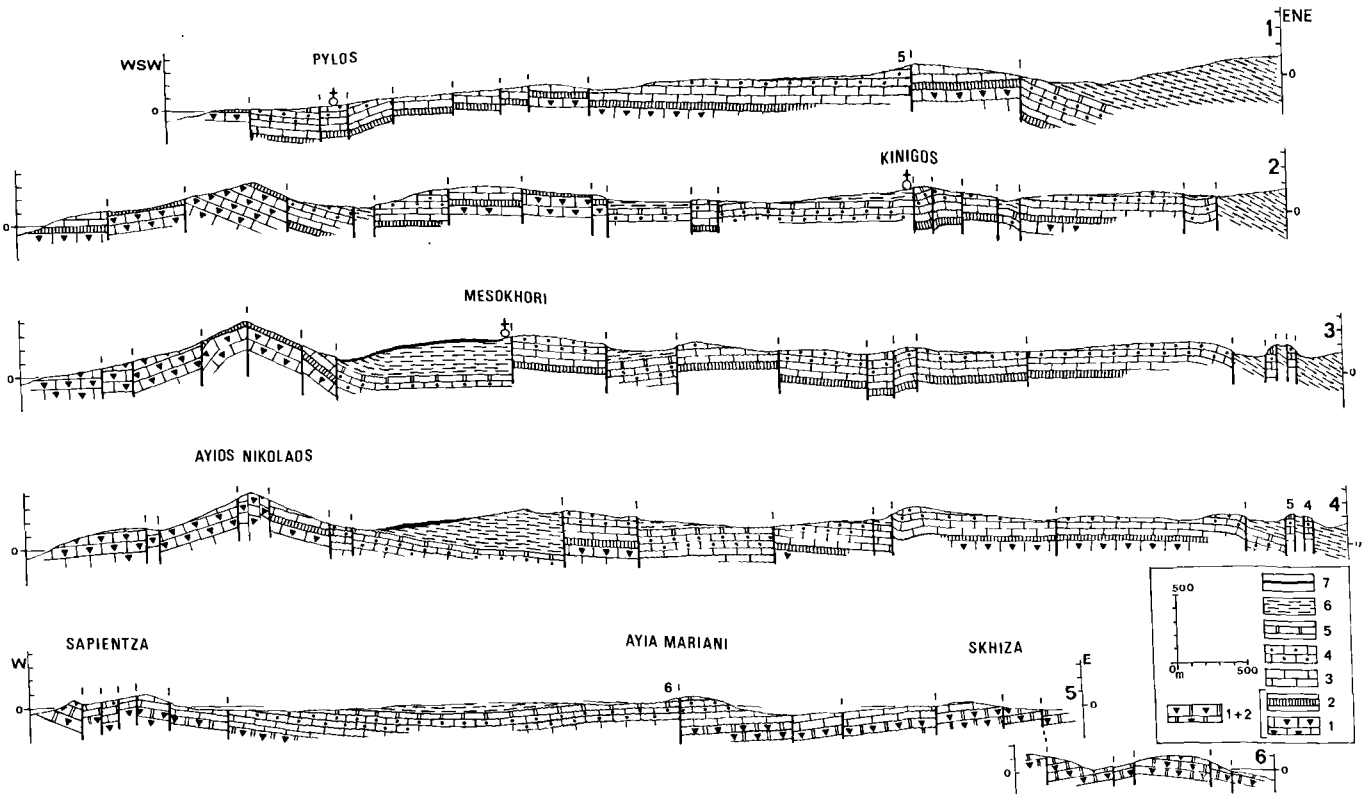


Fig. 4. — Coupes au travers du Massif de Pylos et des îles méridionales.

- 1, Sénonien supérieur et Maastrichtien (texte : divisions 2 à 3c). — 2, Maastrichtien (texte : division 3d). — 3, Paléocène à Eocène inférieur. — 4, Eocène moyen. — 5, Eocène supérieur. — 6, Flysch. Oligocène. — 7, Plio-quadernaire.

VII. — POSITION DANS LE CADRE STRUCTURAL DES HELLENIDES

La forme étroite et allongée des affleurements actuels du Domaine de Gavrovo (dont le Massif de Pylos représente l'ultime jalon méridional) suggère une disposition d'ordre structural (fig. 1). On parlait, lorsque la zone était considérée comme autochtone, d'un " anticlinorium externe ".

Cette notion doit être remise en cause, maintenant que l'allochtonie du Domaine de Tripolitza est établie en Péloponnèse méridional (Bizon et Thiébaud, 1974 ; Thiébaud, 1974). De fait, si les ressemblances des séries des domaines de Gavrovo et de Tripolitza conduisent à maintenir leur groupement dans une seule zone,

il n'est pas de preuve de leur exacte solidarité du point de vue tectonique ; de larges étendues de flysch, disparaissant sous la partie frontale de la nappe du Pinde-Olonos s'étendent toujours entre la bande d'affleurements du domaine de Gavrovo et ceux de Tripolitza. On est donc conduit, faute d'éléments de discussion, à admettre l'existence d'une nappe de Gavrovo-Tripolitza unique flottant sur la série des " Plattenkalke " dont l'attribution à la zone ionienne s'impose (Thiébaud, 1977, 1978).

Au Nord du Péloponnèse, il faut effectivement placer la limite occidentale de la nappe de Gavrovo-Tripolitza peu à l'Ouest du Massif du Skolis puisque la zone ionienne est connue au Cap Pappas (Araxos) et en sondage près de Pyrgos (fig. 1). Cette proximité expliquerait l'existence d'écaillages serrés (Dercourt et al.,

1976) dans le Skolis qui chevauche le flysch (ionien?). En ce qui concerne les massifs du Lapithos, de Filiatra-Gargaliano et de Pylos, la position du front de charriage ne peut être soupçonnée. Ce front devrait se trouver plus à l'Ouest, en mer, et à une distance suffisante pour expliquer l'absence, dans ces massifs, d'écaillages comparables à ceux du Skolis.

Reste l'hypothèse formulée par Jacobshagen et al. (1976) selon laquelle Zone Ionienne et Zone de Gavrovo-Tripolitza, restées solidaires, formeraient une vaste nappe ouest-hellénique. Le front de charriage passerait dans ces conditions très largement à l'Ouest du Massif de Pylos dont l'affleurement ne serait dû qu'à un anticlinal de Nappe.

Cette hypothèse n'explique cependant pas l'aspect étroit et allongé de la bande de Gavrovo-Pylos et surtout implique que la "série des Plattenkalke" corresponde à une zone de sédimentation située entre Zone Ionienne et Zone Préapulienne (ou Zone Préapulienne elle-même?). Or, il vient d'être démontré, par une analyse lithostratigraphique précise, que la "série des Plattenkalke" du Taygète présente de nets caractères ioniens (Thiébault, 1977, 1978), ce qui infirme l'hypothèse.

Il est donc clair que le front de la nappe ne peut passer très au large (sauf complications inimaginables dans l'état actuel des connaissances) du Massif de Pylos, bien que rien dans sa structure actuelle ne le laisse présager.

On notera cependant qu'il existe des indices susceptibles d'indiquer la présence en profondeur d'une série étrangère à la zone de Gavrovo-Tripolitza :

— Des sources sulfureuses existent près du massif du Lapithos (Kaifa) et de Gargaliano, à proximité d'affleurements superficiels de calcaires de Gavrovo typiques.

Plus au Nord, de telles sources sont ordinairement liées aux affleurements de la zone ionienne (Presqu'île de Kilini).

— Selon des informations rapportées par Dufaure (1975), un ancien sondage, à Filiatra, aurait traversé, à une profondeur non indiquée, des "calcaires crétacés de faciès plutôt pélagique".

Ces indices seraient de nature à confirmer l'allochtonie de la série de Gavrovo.

CONCLUSION

Extrémité méridionale d'une bande d'affleurements discontinus aboutissant au massif du Gavrovo en Grèce continentale, le Massif de Pylos présente une histoire sédimentaire tout à fait analogue à celle qui caractérise l'ensemble du "Domaine de Gavrovo". La nette priorité historique dont jouit le terme de "Pyloskalk" (Philippson, 1890) ne nous semble cependant pas devoir être prise en considération eu égard à la nécessité de préserver la stabilité d'une nomenclature maintenant classique et en raison du fait que le Massif du Gavrovo présente une série connue plus complète (depuis le Jurassique supérieur) et continue (I.G.R.S. - I.F.P., 1966 ; Bernier et Fleury, 1978) dont on peut encore espérer trouver les termes plus anciens.

L'apparent paradoxe que semble constituer la tectonique très simple — mis à part les accidents cassants — du Massif, pourtant en principe proche du front de la nappe de Gavrovo-Tripolitza, ne semble pas soluble dans l'état actuel des connaissances, dont on peut cependant espérer une amélioration lorsque les études en mer, maintenant entreprises, verront leur plein développement.

Remerciements : Cette étude a été partiellement financée par le Centre National de la Recherche Scientifique (ATP-IPOD n° 32.36).

BIBLIOGRAPHIE

- 1) AUBOUIN J. et DERCOURT J. (1962). — Zone préapulienne, zone ionienne et zone du Gavrovo en Péloponnèse occidentale. *Bull. Soc. géol. France*, (7), IV, p. 785-794.
- 2) AUBOUIN J., BONNEAU M., CELET P., CHARVET J., CLEMENT B., DEGARDIN J.M., DERCOURT J., FERRIERE J., FLEURY J.J., GUERNET C., MAILLOT H., MANIA J., MANSY J.L., TERRY J., THIEBAULT F., TSOFLIAS P. et VERRIEZ J.J. (1970). — Contribution à la géologie des Hellénides : le Gavrovo, le Pinde et la zone ophiolitique subpélagonienne. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XC, 4, p. 277-306.
- 3) BERNIER P. et FLEURY J.J. (1978). — La plate-forme carbonatée de Gavrovo-Tripolitza (Grèce) : évolution des conditions de sédimentation au cours du Mésozoïque. *Géol. Méditerranéenne* (à paraître).
- 4) BIGNOT G. (1972). — Recherches stratigraphiques sur les calcaires du Crétacé supérieur et de l'Eocène d'Istrie et des régions voisines. Essai de révision du Liburnien. *Trav. Lab. Micropaléont.* Paris, 353 p.
- 5) BIGNOT G. (1973). — Précisions sur *Coskinolina liburnica* Stache. *Rev. Micropaléont.*, 15/4, p. 195-206.

- 6) BIZON G. (1967). — Contribution à la connaissance des foraminifères planctoniques d'Épire et des îles ioniennes (Grèce occidentale) depuis le Paléogène supérieur jusqu'au Pliocène. Editions Technip, 142 p.
- 7) BIZON G. et THIEBAULT F. (1974). — Données nouvelles sur l'âge des marbres et quartzites du Taygète (Péloponnèse méridional, Grèce). C.R. Ac. Sc., Paris, 278, p. 9-12.
- 8) DERCOURT J., DE WEVER P., FLEURY J.J. (1976). — Données sur le style tectonique de la nappe de Tripolitza en Péloponnèse septentrional (Grèce). *Bull. Soc. géol. France*, (7), XVIII, p. 317-326.
- 9) DE WEVER P. (1976). — Données stratigraphiques nouvelles sur la série de Tripolitza du Trias à l'Eocène (Péloponnèse septentrional, Grèce). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVI, p. 79-87.
- 10) DUFAURE J.J. (1975). — Le relief du Péloponnèse. Thèse, Paris.
- 11) FLEURY J.J. (1970). — Le Sénonien et l'Eocène à micro-organismes benthoniques du Klokova (zone du Gavrovo, Akarnanie, Grèce continentale). *Rev. Micropaléont.*, 13, 1, p. 30-44.
- 12) FLEURY J.J. (1971). — Le Cénomaniens à Foraminifères du Massif du Varassova (zone du Gavrovo, Akarnanie, Grèce continentale). *Revue Micropal.*, 14, 3, p. 181-194.
- 13) FLEURY J.J. (1973). — Sur l'âge crétacé terminal (Maastrichtien) des couches à *Rhapydionina liburnica* (Stache) de la zone de Gavrovo-Tripolitza (Grèce continentale et Péloponnèse). C.R. Soc. géol. France, p. 125-127.
- 14) FLEURY J.J. (1974). — Contribution à la connaissance des Rhapydionininae (Foraminifères, Alveolinidae) crétacés. *Géobios*, 7/4, p. 307-322.
- 15) FLEURY J.J. (1977). — Deux Rhapydionininae (Foraminifères, Alveolinidae) d'affinités américaines, dans le Crétacé supérieur de Grèce (zone de Gavrovo-Tripolitza). *Rev. Micropaléont.*, 20/2, p. 77-90.
- 16) FLEURY J.J. (1979). — Le genre *Murcella* (Foraminifère, Rhapydionininae), dans le Crétacé supérieur de Grèce (zone de Gavrovo-Tripolitza). *Géobios*, 12/2, (sous presse).
- 17) FLEURY J.J. et TSOFLIAS P. (1972). — Sur l'âge de la base du flysch de la zone de Gavrovo-Tripolitza en Péloponnèse septentrional. *Bull. géol. Soc. Greece*, IX, p. 111-121.
- 18) FLEURY J.J. et GODFRIAUX I. (1974). — Arguments pour l'attribution de la série de la fenêtre de l'Olympe (Grèce) à la zone de Gavrovo-Tripolitza : présence de fossiles du Maastrichtien et de l'Eocène inférieur (et moyen ?). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCIV, p. 149-156.
- 19) FYTROLAKIS N. (1972). — Geologischer Bau der westlichen Pyliasprovinz und Bemerkungen über die geotektonische Position der Olonos-Pylos und Tripolitza zone. *Bull. geol. Soc. Greece*, IX, p. 122-132.
- 20) Institut de Géologie et Recherches du Sous-sol (Athènes) et Institut Français du Pétrole (1966). — Etude géologique de l'Épire (Grèce nord orientale). Edit. Technip, 306 p.
- 21) IZART A. (1976). — Etude géologique d'un secteur du Péloponnèse nord-occidental (Grèce) : la carte de Goumeron. Thèse 3^e cycle, Lille, 197 p.
- 22) JACOBSHAGEN V., MAKRIS J., RICHTER D., BACHMANN G.H., DOERT U., GIESE P. et RISCH H. (1976). — Alpidischer Gebirgau und Kurtenstruktur des Pelopones. *Z. dt. geol. Ges.*, 127, p. 337-363.
- 23) KISKIRAS A. (1958). — Les bauxites du Mésocène de Pylos, analyse chimique. *Prakt. Acad. Athènes*, 33, p. 333-342.
- 24) LORENZ C.R. (1969). — Contribution à l'étude stratigraphique de l'Oligocène et du Miocène inférieur des confins liguro-piémontais (Italie). *Atti dell' Istituto di geologia della universita di Genova*, vol. VI, 2, p. 254-888.
- 25) PHILIPPSON A. (1890). — Der Peloponnes. Berlin, 642 p.
- 26) SAINT-MARC P. (1974). — Etude stratigraphique et micropaléontologique de l'Albien, du Cénomaniens et du Turonien du Liban. *Notes Mém. sur le Moyen-Orient*, XIII, 341 p.
- 27) THIEBAULT F. (1973). — Etude géologique du Taygète septentrional (Péloponnèse méridional, Grèce). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCIII, p. 55-74.
- 28) THIEBAULT F. (1974). — Sur l'importance des déplacements tangentiels en Péloponnèse méridional (Grèce). C.R. Ac. Sc., Paris, 278, p. 2877-2880.
- 29) THIEBAULT F. (1977). — Etablissement du caractère ionien de la série des calcschistes et marbres ("Plattenkalk") en fenêtre dans le massif du Taygète (Péloponnèse, Grèce). C.R. somm. S.G.F., n° 3, p. 159-161.
- 30) THIEBAULT F. (1978). — Stratigraphie de la série des calcschistes et marbres ("Plattenkalk") en fenêtre dans les massifs du Taygète et du Parnon (Péloponnèse, Grèce). VI^e Colloque sur la géologie des régions égéennes. Athènes, septembre 1977 (sous presse).
- 31) TOUMARKINE M. et BOLLI H.M. (1970). — Evolution de *Globorotalia cerroazulensis* (Cole) dans l'Eocène moyen et supérieur de Possagno (Italie). *Rev. Micropal.*, 13/3, p. 131-145.

Problèmes posés par une série flyschöide et des latérites chromo-nickelifères associées dans la région d'Antikyra (Béotie, Grèce continentale) (*)

par Bernard CLEMENT (**), Pierre-Jean COMBES (***) et Eric FOURCADE (****)

(Planche XIX)

Sommaire. — Découverte dans l'île d'Ambelos et la presqu'île de Kefali de lambeaux allochtones sur la marge sud-occidentale de la zone du Parnasse, ces derniers présentent des faciès détritiques et carbonatés du Crétacé inférieur dans lesquels s'intercalent des niveaux de latérites chromo-nickelifères issues de l'érosion de couvertures altérées sur la zone pélagonienne et ses dépendances ophiolitiques. Si les séries décrites appartiennent à la zone béotienne, elles peuvent marquer le début de son comblement et l'amorce de liaisons qui permettront ensuite le passage des apports bauxitiques entre la zone pélagonienne et la zone du Parnasse au Crétacé moyen. En revanche, leur rattachement à la bordure occidentale de la zone pélagonienne, en bordure du sillon béotien, implique qu'elles ne représenteraient pas forcément l'amorce de ces liaisons. Un autre schéma paléogéographique est alors proposé pour expliquer la mise en place des bauxites sur la zone du Parnasse. Enfin, leur appartenance possible à la couverture des ophiolites est envisagée. Par ailleurs, du point de vue micropaléontologique, on note la découverte d'un niveau à Colomielles pour la première fois en Grèce.

Summary. — Ambelos island and Kefali peninsula on the border of Parnassus South-West area were discovered allochthonous series whose detritic and carbonate facies from lower Cretaceous contains levels of chromo-nickeliferous laterites produced by the erosion of the lateritic covers from the Pelagonian area and its ophiolitic connexions. If the series which have been described belong to the Beotian zone, they can indicate the starting processus of its fillings as well as the connexions which further on enabled the bauxitic deposits to migrate from the Pelagonian zone towards the Parnassus zone in middle Cretaceous. On the other hand, their belonging to the West margin of the Pelagonian, along the Beotian trough would not prove the starting link process. Another paleogeographic scheme is proposed to explain the deposit of the bauxites on the Parnassus platform. It is suggested they might belong to the ophiolitic cover. At last, in a micropaleontologic point of view a *Colomiella recta* Bonet level as been discovered in Greece for the first time.

La découverte de séries flyschöides à latérites mises en place tectoniquement au Tertiaire, dans le domaine parnassien, pose le problème

de la liaison paléogéographique des zones externes et des zones internes au Crétacé inférieur.

De plus, ces observations apportent des éléments complémentaires sur l'origine interne des bauxites du Parnasse au Crétacé moyen. On sait en effet (fig. 1 B), que les connaissances paléogéographiques actuelles et les données acquises sur la géologie de ces bauxites permettent de mettre en évidence les points suivants :

— la zone du Parnasse constitue une plateforme carbonatée (Papastamatiou, 1960 ; Celet, 1962 ; Celet, 1977) dont la paléogéographie pré-bauxitique a pu être reconstituée (Combes, 1977-1978) entre la mer du Pinde au Sud-Ouest et

(*) La partie paléontologique a été réalisée grâce à la collaboration de J.J. Fleury, J.P. Masse, D. Mongin, J. Philip et J.F. Raoult.

(**) Sciences de la Terre, Université de Lille I - E.R.A. 764, Géotectonique - C.N.R.S., 59650 Villeneuve d'Ascq.

(***) Laboratoire de Géologie (GERGH), Université des Sciences et Techniques du Languedoc - A.T.P. D 2835, C.N.R.S. Formations et Distribution des Gisements, Place E. Bataillon, 34060 Montpellier.

(****) Département de Géotectonique - Laboratoire de Géologie structurale associé au C.N.R.S., n° 215, 4, Place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05.

Note présentée le 8 Juin 1978 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 8 Mars 1979.

celle du sillon béotien au Nord-Est (Celet et Clément, 1971 ; Celet et al., 1976) ;

— après émergence et karstification de cette plate-forme, l'envoyage de la morphologie karstique a permis le dépôt de bauxite à partir d'apports fins (Papastamatiou, 1965 ; Bardossy et Mack, 1967 ; Nia, 1971 ; Combes, 1977) dont l'évolution diagénétique a pu se poursuivre dans le karst (Nia, 1971) ;

— la teneur élevée des bauxites en éléments basiques (Ni, Cr, Co) montre que les apports alumineux étaient en liaison avec les zones internes, zone pélagonienne et ses dépendances ophiolitiques, situées au Nord-Est du sillon béotien (Aronis, 1955 ; Papastamatiou, 1965 ; Maksimovic et Papastamatiou, 1973).

Les observations stratigraphiques, sédimentologiques et géochimiques nouvelles dans la région d'Antikyra (presqu'île d'Ambelos et île de Kéfali) nous conduisent à proposer trois hypothèses sur l'appartenance paléogéographique de ces séries affleurant dans la partie méridionale de la Grèce continentale.

I. — OBSERVATIONS NOUVELLES

1) Presqu'île de Kéfali.

Au Sud d'Antikyra, la presqu'île de Kéfali (fig. 1B) est principalement constituée, dans sa partie sud, par des calcaires pararéclifaux à Ellipsactinies (Jurassique supérieur - Crétacé basal) appartenant aux faciès de la zone du Parnasse, surmontés par des calcarénites berriasiennes-valanginiennes avec *Trocholina alpina* Leupold, *Protopeneroplis trochangulata* Septfontaine, *Nautiloculina* sp. Vers le haut, comme on peut l'observer le long de la côte au Sud, s'effectue le passage à des calcaires à Orbitolines et *Rectodictyoconus giganteus* Schroeder (Barrémo-Aptien) puis à des calcaires à Orbitolines et niveaux très riches en Rudistes de l'Albo-cénomaniens.

Au Sud-Ouest de la presqu'île, une faille sud-nord a provoqué l'effondrement d'un compartiment de calcaire micritique gris clair du Maestrichtien contenant *Globotruncana stuarti* de Lapparent, *Gl. contusa* Cushman, *Gl. arca* Cushman, *Gl. havanensis* Woorswick, *Globotruncana* cf. *fornicata* Plummer, *Planoglobulina* sp. et des Rotalidés benthiques. Son sommet pré-

sente une surface durcie encroûtée de fer et de manganèse normalement surmontée par le flysch grésopélitique du Parnasse. Des séries analogues ont été décrites en plusieurs points de la région (Celet, 1962) et correspondent à la disparition de la plate-forme néritique du Parnasse par suite d'un approfondissement provoquant, d'abord au Maestrichtien, le développement de faciès pélagique puis, au Paléocène, de séries de type flysch.

Au-dessus de cet ensemble, on distingue un contact anormal (difficile à localiser à l'affleurement) puis la série suivante, qui comprend de bas en haut (fig. 2) :

— 20 à 30 m de conglomérat à matrice gréseuse verdâtre et nombreux galets arrondis ou sub-arrondis (diamètre maximum 20 cm) de roches vertes, grès plus ou moins grossiers, radiolarites, quartz ;

— la partie supérieure du conglomérat précédent, épaisse de 5 à 10 m, est moins détritique et s'enrichit en quelques mètres en niveaux gréseux et en bancs décimétriques de calcaires argilo-gréseux avec : *Orbitolina* (*Mesorbitolina*) sp. Fourcade et Raoult, = *O. (Mesorbitolina) subconca* Leymerie sensu Schroeder, *Colomiella recta* Bonet (fig. 5), *Pseudocyclamina* sp., *Cuneolina* sp., petits Rotalidés, *Sabaudia minuta* Hofker, *Baccinella irregularis* Radoicic. Latéralement, notamment près du bord de mer, s'observent des calcaires argileux bréchiques rougeâtres parfois pétris d'Orbitolines et de grands Rudistes se rapprochant de *Polyconites verneuilli* Bayle. A ce niveau, est visible, dans de mauvaises conditions d'affleurement, un très petit indice (quelques dm²) d'argile latéritique ferrugineuse (éch. 714 - fig. 4) brun-rouge sombre à éléments hématitiques (diamètre maximum 0,5 cm) ;

— 30 m au moins de calcaires micritiques gris en masse fracturée, parfois bréchiques, qui contiennent des débris de roches vertes et de radiolarites. On a déterminé dans le tiers inférieur : *Orbitolina (Mesorbitolina)* sp., *Colomiella recta*, Miliolidés, Textulariidés, Codiacées. Dans la moitié supérieure, des niveaux calcaires bréchiques à Orbitolines, rougeâtres à ciment ferrugineux, sont parfois riches en Rudistes : *Polyconites* cf. *verneuilli* Bayle, *Himaerelites* cf. *gemmae* Di Stefano.

Attribution stratigraphique et remarques paléontologiques.

La microfaune permet de proposer un âge aptien supérieur probable à albien inférieur pour la partie supérieure du conglomérat à éléments de roches vertes, les faciès de passage au calcaire et la partie inférieure de ce dernier. Cette attribution est en accord avec la présence de Rudistes du genre *Polyconites* très fréquent dans l'Aptien-Albien de la péninsule ibérique et des régions pyrénéennes. La persistance de ce genre et l'apparition de *Himaerelites* cf. *gemmae*, décrit dans le Cénomaniens inférieur de

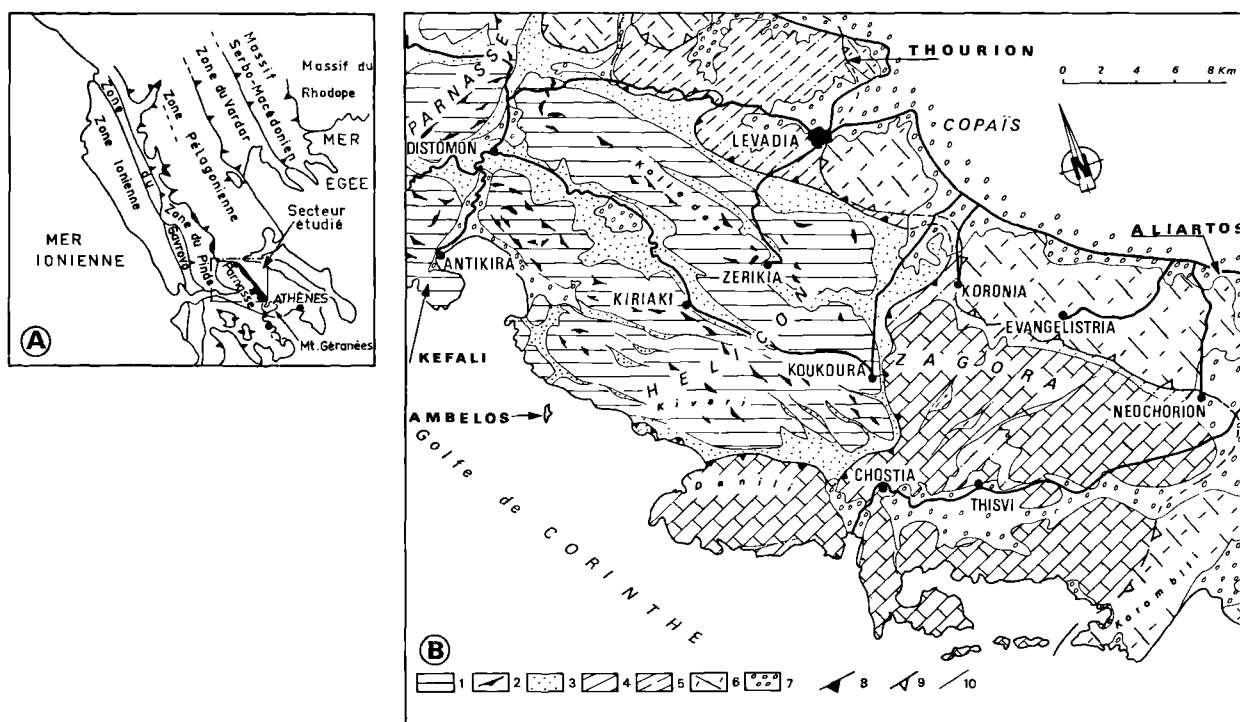


Fig. 1.

A : Carte structurale simplifiée des principales zones isopiques helléniques. En noir : zone béotienne.

B : Carte structurale schématique de la Bœotie.

1, Calcaires néritiques mésozoïques de la zone du Parnasse. — 2, Niveaux de bauxite mésozoïque. — 3, Formations flyschoides tertiaires de la zone du Parnasse. — 4, Calcaires néritiques triasico-jurassiques de la zone béotienne. — 5, Formations flyschoides éocènes de la zone béotienne. — 6, Séries mésozoïques pélagoniennes. — 7, Formations post-tectoniques néogènes et quaternaires. — 8, Front tectonique de la zone béotienne. — 9, Front tectonique de la zone pélagonienne. — 10, contacts stratigraphiques normaux ou faillés non chevauchants.

Sicile et l'Albien de l'Italie du Sud permettent de penser que la partie supérieure du terme calcaire appartient à l'Albien.

Par ailleurs, on peut souligner la mise en évidence de Colomiellés inconnues jusqu'à maintenant en Grèce et associées ici, comme en Algérie et en Espagne, à des Orbitolines.

2) Ile d'Ambelos.

L'île d'Ambelos (fig. 1B) est située à 1,5 km au large de l'Hélikon et à une dizaine de kilomètres au Sud-Est d'Antikyra et de la presqu'île de Kéfali. Cet îlot (0,6 x 0,3 km) est principalement constitué de flysch gréseux verdâtre grossièrement conglomératique avec des galets (diamètre maximum quelques dizaines de cm)

de roches vertes, grès, calcaires, radiolarites. De gros blocs calcaires emballés dans ce flysch peuvent atteindre plusieurs mètres cubes. L'un d'entre eux, à faciès micritique blanc, contient *Globotruncana stuarti*, *Gl. contusa*, *Gl. arca*, *Gl. havanensis*, *Gl. cf. fornicata* Planoglobulina sp., *Pseudotextularis* sp., du Maestrischtien.

Dans le tiers sud de l'île, au-delà d'un contact anormal orienté Est-Ouest, on peut observer une série carbonatée et détritique verticale ou légèrement renversée vers le Nord-Ouest. On relève du plus ancien au plus récent et à partir du rivage (fig. 2) :

— 50 m environ de bancs de calcaires argileux noirâtres, épais de 1 à 5 m, souvent rubéfiés, fréquemment pétris d'Orbitolines, de Rudistes (parmi lesquels *Polyconites* gr. *verneuili sub-verneuili*) et contenant des fragments de

roches vertes altérées. On a déterminé à différents niveaux : *Orbitolina (Mesorbitolina) texana parva* Douglass, *Pseudocyclammina* sp., *Cuneolina* sp. de petite taille, Miliolidés, *Baccinella irregularis*, de nombreuses Dasycladacées parmi lesquelles *Permocalculus* sp., *Acroporella* Radoicic (Praturlon), *Boueina* sp.

Entre les calcaires s'intercalent, parfois sur plusieurs mètres, des grès ferrugineux et des conglomérats à matrice gréseuse et galets centimétriques de roches vertes, radiolarites, quartz. Associés à ces roches détritiques, s'observent, en certains points, des bancs pétris d'Huitres et de tubulures enchevêtrées dont certaines évoquent le chevelu radical des mangroves actuelles, quelques petites Nérinées mal conservées et de rares Rudistes en mauvais état que l'on pourrait rapprocher des Monopleuridae. Localement, un petit indice d'argile latéritique ferrugineuse rouge sombre à oolites et petits pisolithes hématitiques (éch. 763 - fig. 4) apparaît dans un niveau où dominant des grès ferrugineux, mais les conditions d'affleurement ne permettent pas d'observer les relations exactes entre ces deux faciès ;

— 10 m de marne gréseuse et grès tendre à nombreux débris de roches vertes et de chromites, pétris d'Orbitolines avec quelques Huitres et des Gastéropodes de grande taille parmi lesquels *Acteoneonella zumoffeni* Delpy, *Nerinea pauli* Coquand. Vers le haut, on passe à des argiles latéritiques ferrugineuses rouge sombre à litage fruste (éch. 760 a, b, c - fig. 4), analogues au niveau de Kéfali mais ici largement développées sur plusieurs mètres d'épaisseur et sur une cinquantaine de mètres latéralement jusqu'à la mer vers l'Ouest. Elles sont coupées d'intercalations conglomératiques à petits galets de roches vertes, de quartz et de radiolarites. Certains échantillons de latérite présentent, à la loupe, des éléments ultrabasiques (péridotites, serpentines, chromite) et des quartz anguleux. Dans l'horizon latéritique, se trouve en outre, interstratifié, un banc (1-2 m) de calcaire rougeâtre à petits Rudistes indégageables, Orbitolines et galets de roches vertes ;

— 30 m de calcaire micritique sombre avec : *Cunéolines*, Miliolés, Textulariidés, Rotalidés, Orbitolinidés, Ostracodes, *Pseudocyclammina* cf. *sphaeroidea* Gendrot, *Scandonea samnitica* de Castro, *Dicyclina schlumbergeri* Munier-Chalmas, *Thaumaporella parvovesiculifera* Raineri, *Rotorbinella scarcellai* Torre, *Nummofallotia* sp., *Salpingoporella* sp., *Accordiella* (?); avec localement de nombreux fragments de Radiolitidés. Vers le haut, les teintes s'éclaircissent et on passe à un calcaire massif blanc à Mélobesiées, très recristallisé, en contact anormal avec le flysch signalé ci-dessus.

Attribution stratigraphique.

La majeure partie de l'île est constituée par un flysch conglomératique qui s'apparente au flysch paléogène décrit dans le Parnasse et l'Hélikon oriental par Celet (1962) et Celet et Clément (1969). Il est à souligner que la présence de blocs calcaires à *Globotruncana* d'âge maestrichtien est souvent signalée dans le sommet du flysch paléogène parnassien.

Le contenu micropaléontologique, en particulier les Orbitolines, de la série flyschoides à intercalations calcaires et niveaux latéritiques

de la partie sud de l'île, indique un âge aptien supérieur - albien inférieur. Les Rudistes (Polycanites) observés sont connus à l'Aptien-Albien. Les Gastéropodes existent dans l'Aptien d'Afrique du Nord et du Liban.

Les calcaires terminant la coupe et venant au toit des horizons latéritiques contiennent des Foraminifères du Sénonien inférieur probable et des Orbitolinidés identiques à ceux décrits en Grèce occidentale dans le Sénonien de Klokova (zone du Gavrovo) (Fleury, 1970). Les débris de Rudistes appartiennent à des Radiolitidés du Crétacé supérieur.

3) Caractères communs des séries d'Ambelos et de Kéfali.

Nous pouvons retenir des observations précédentes qu'il existe dans la partie externe de la zone du Parnasse des lambeaux allochtones d'origine interne, en totalité ou en partie d'âge albo-aptien, qui possèdent de nombreux caractères communs :

— la présence de faciès détritiques, souvent conglomératiques, riches en éléments de roches vertes et de radiolarites ;

— des intercalations de niveaux calcaires qui, à Kéfali, occupent la partie supérieure de la série ;

— L'existence de faciès rubéfiés et d'horizons latéritiques chromo-nickélicifères particulièrement développés à Ambelos ;

— la richesse en Orbitolines, Gastéropodes et Rudistes.

Si l'on exclut la partie supérieure sénonienne visible seulement à Ambelos, l'analogie des faciès, du contenu paléontologique, des âges, permet de conclure que les klippe de Kéfali et Ambelos appartiennent à la même unité isopique.

II. — COMPARAISON AVEC D'AUTRES SÉRIES

Pour étayer les interprétations sur la position des séries d'Ambelos et de Kéfali avant leur mise en place tectonique, il est nécessaire de rappeler brièvement les caractères essentiels de séries d'âge et de faciès comparables dans les Hellénides internes.

1) Séries à affinités béotiennes.

a) En Argolide, Bachman et Risoh (1976) analysent plusieurs séries détritiques qu'ils propo-

sont de rattacher à la zone béotienne. Elles sont datées par des Foraminifères du Crétacé inférieur (*Cuneolina* gr. *camposaurii* Sartoni et Crescenti, *Palaodyctyoconus cuvillieri* (Foury), *Palorbitolina lenticularis* (Blumenbach) et ressemblent à celles que nous retrouvons en Béotie (fig. 2).

b) Récemment, au Nord du Sperchios, Aubouin et al. (1977), puis Jaëger et Chotin (1978) ont montré que des dépôts terrigènes béotiens jalonnent le front des zones internes. Ces auteurs ne mentionnent pas de niveaux identiques à ceux d'Ambelos ou de Kéfali.

c) En Iiti, Wigniolle (1977) décrit une série à cachet béotien vers la base, datée par les Calpionelles, qui, au Coniacien-Santonien, passe à une série carbonatée se poursuivant jusqu'au Maestrichtien. Ensuite, du Paléocène au Cuisien, s'installent des faciès flyschoides analogues à ceux du Pélagonien. L'analyse fine de la série

détritique basale ne révèle pas de niveaux semblables à ceux décrits dans l'île d'Ambelos ou dans la presqu'île de Kéfali. En revanche, il est à remarquer que dans cette région, l'installation d'une série néritique au Crétacé supérieur nous permet de souligner qu'il existe une certaine analogie avec Ambelos et Kéfali.

Ces différents exemples rapportés à la zone béotienne et ceux antérieurement décrits en Béotie et en Locride (Celet et Clément, 1971 ; Celet et al., 1976) ne présentent ni d'horizons ferrugineux bien marqués, ni de niveaux à Colomielles. Il faut toutefois remarquer que ces termes détritiques, datés du début du Crétacé par des Calpionelles et d'extension relativement homogène, sont antérieurs à ceux albo-aptiens de Kéfali-Ambelos. D'autre part, à l'exception de l'Iiti, on n'a pas décrit jusqu'à maintenant de passage continu entre le Crétacé inférieur détritique et le Crétacé supérieur néritique.

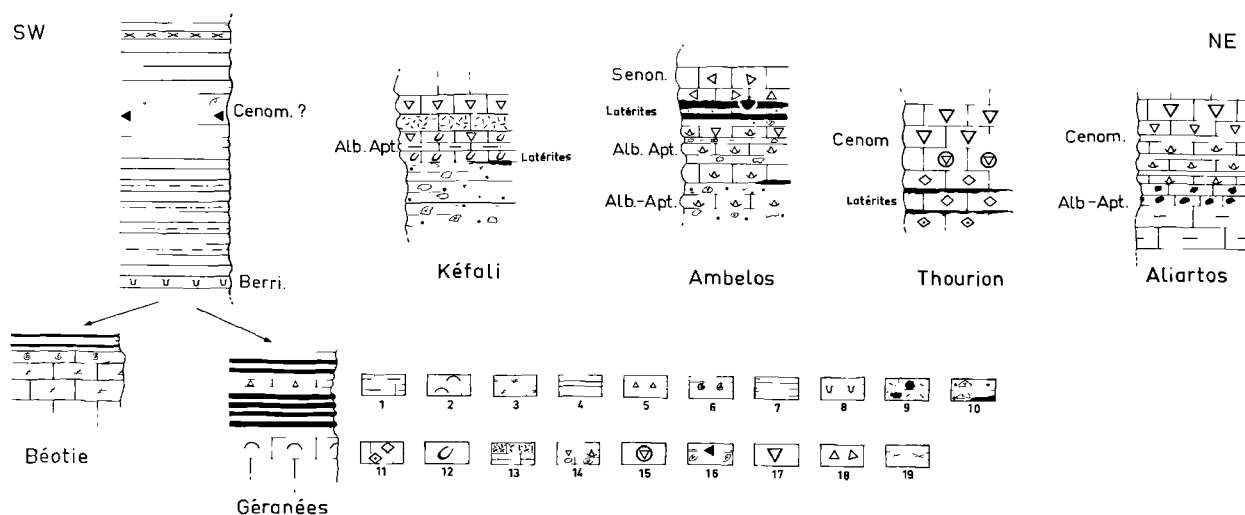


Fig. 2. — Position des différentes unités au Crétacé supérieur (Hypothèse n° 2).

La position originelle des différentes unités et leur orientation selon une transversale partant de la bordure occidentale de la plate-forme pélagonienne pour se diriger vers le sillon béotien sont tout à fait hypothétiques et ne tiennent pas compte des tectoniques successives.

- 1, Calcaires néritiques jurassiques. — 2, Calcaires à Orbitopselles. — 3, Calcaires Malm inférieur. — 4, Alternance de radiolaires, pélites et microbrèches. — 5, Microbrèches à *Protopenneroplis* sp. — 6, Niveau de Calcaires à *Ammnites* du Lusitanien. — 7, Formations flyschoides. — 8, Calcaires en plaquettes à Calpionelles. — 9, Niveaux conglomératiques transgressifs. — 10, Niveaux de pélites avec galets ophiolitiques et latérites. — 11, Calcaires marneux à interlits latéritiques - Faciès à *Salpingoporella dinarica* (?) à la base. — 12, Niveau de calcaires à Colomielles. — 13, Calcaires marneux, gréseux, microbréchiqes. — 14, Calcaires à Orbitolines à interlits pélitiques à galets de roches vertes, radiolarites et calcaires. — 15, Calcaire à Rudistes roulés. — 16, Marnes à galets d'ophiolites, radiolaritiques et de calcaires néritiques. — 17, Calcaires à Rudistes Crétacé supérieur. — 18, Calcaires néritiques à microfaunes et débris de Radiolitides. — 19, Calcaire, microbrèches à Hedbergelles du Crétacé supérieur.

Remarque. — La série béotienne a été décrite et détaillée dans B. Clément (1977): Structural relation between Parnassus and Pelagonian zones in Beotian area (Continental Greece). In *IV^e Colloque égéen*. Athènes.

2) Séries détritiques crétacées attribuables à la bordure externe de la zone pélagonienne.

a) Aliartos.

En bordure de l'ancienne route nationale d'Athènes à Delphes, on peut observer (Clément et Ferrière, 1973) (*) (fig. 1B) :

— des calcaires blancs massifs à *Diceras* du Jurassique ;
— 5 à 10 m de conglomérats hétérométriques rubéfiés à galets de roches vertes, de radiolarites et de calcaires triasico-liasiques ;

— 20 m de calcaires microbréchiques à interlits schisteux rouges. Le ciment des microbrèches contient des Orbitolinidés (*Palorbitolina* cf. *lenticularis*, *Neorbitolina conulus* Douville) de l'Albo-Aptien ;

— des calcaires blancs massifs à Rudistes à la base desquels Kuhn a reconnu *Caprina adversa* d'Orbigny d'âge probablement cénomanien. Puis viennent des calcaires en gros bancs datés du Santonien-Campanien par des Rudistes (*Sauvagesia* sp., *Bournonia* sp., *Vaccinites gaudryi* (Mun.-Chalm.), *Radiolites* cf. *squamosus* d'Orb.).

b) Vallée de Thourion.

Au Sud de la localité de Thourion (fig. 1B), une unité constituée de calcaires vient affronter le flysch béotien daté du Berriasien supérieur par des Calpionelles. Le contact chevauchant emprunte le tracé d'une vallée sur son flanc nord-est. On peut observer de bas en haut :

— un niveau ferrugineux formé de graviers ferrugineux, débris de radiolarites et de roches vertes (1 à 3 m) ;

— un banc de calcaires rubéfiés à *Salpingoporella dinarica* (?) Radoicic ;

— une succession de calcaire argileux rougeâtre en bancs de 1 à 2 dm séparés par des interlits latéritiques. Les calcaires ont livré une faune assez mal conservée de : *Cuneolina* sp., *Nezzazata* sp., *Miliolidae* et *Ostracodes* ;

— des calcaires micritiques plus clairs en bancs massifs (1 à 2 m). L'examen microscopique a révélé : *Nezzazata* sp., *Montcharmonthia* sp., *Textularidae*, *Miliolidae* et *Ostracodes* ;

— un niveau de poudingues formé essentiellement de Rudistes roulés parmi lesquels on trouve des Radiolitidés et des Caprinidés ;

— un ensemble de calcaire blanc lité qui débute par des calcaires à Rudistes et se poursuit vers le haut près du village de Thourion par des calcaires fins à silex précédant des calcaires roses à *Globotruncana*, sur lesquels repose le flysch pélagonien du Paléocène-Eocène.

(*) Les Foraminifères de cette coupe ont été déterminés par P. Rat et les Rudistes par O. Kuhn pour les formes de l'Albo-Aptien et par J. Sornay pour celles du Crétacé supérieur.

Attribution stratigraphique.

La faune de *Globotruncana* récoltée près du village de Thourion suggère un âge maestrichien. En revanche, l'association *Montcharmonthia* sp., *Nezzazata* sp. donne un âge minimal cénomanien. On peut alors penser que la partie inférieure de cette série contenant des *Salpingoporella dinarica* (?) devrait logiquement appartenir au Barrémo-Aptien (?).

La série conglomératique d'Aliartos reposant sur les calcaires jurassiques de la plate-forme pélagonienne correspond à des termes détritiques albo-aptiens transgressifs sur la bordure externe de la zone pélagonienne. La série de Thourion, dans une position structurale équivalente, pourrait lui être assimilée, bien qu'elle soit incomplète, vers le bas et ne comporte pas de substratum jurassique. La présence d'interlits latéritiques est intéressante puisqu'il s'agit là d'un point commun avec les séries d'Ambelos et Kéfali.

3) Séries crétacées supra-ophiolitiques.

a) En Macédoine centrale (Mercier, 1968), plusieurs niveaux métamorphisés supra-ophiolitiques (unités d'Oréo-Kastro, de Vafiochori et d'Artzan appartenant au Vardar s.l.) recèlent des formations microconglomératiques gréseuses ou pélitiques contenant des passages ferrugineux ou des microbrèches à ciment ferrugineux. Ce qui est remarquable, c'est que dans la plupart des séries post-ophiolitiques analysées par Mercier, on retrouve ces niveaux repères.

b) Dans le massif du Vourinos, qui appartient à la zone pélagonienne s.l., des séries détritiques calcaro-gréseuses albo-cénomaniennes (Pichon et Lys, 1976) reposent en discordance sur un ensemble radiolaritique et microbréchique daté du Tithonique-Berriasien, lui-même étant en position supra-ophiolitique.

c) Enfin, en Yougoslavie, Blanchet et al. (1970), pour la série de Maglaj, et Charvet (1978), pour celle de Lipnica, ont décrit des formations flyschoides détritiques supra-ophiolitiques datées du Tithonique-Berriasien à la base, et qui se développent jusqu'à l'Albien basal. Sur cette série reposent des calcaires néritiques Albien supérieur-Cénomanien supérieur, passant à des calcaires pélagiques jusqu'au Sénonien supérieur.

Les séries citées, très éloignées toutefois des régions étudiées dans cette note, montrent que des faciès détritiques, avec parfois des intercalations ferrugineuses (Macédoine), sont connus au-dessus des ophiolites. Dans le massif du Parrasse, l'assimilation de la klippe du Jérólékas à la couverture transgressive des roches vertes a été aussi proposée (Celet, 1962), mais ce n'est pas la seule hypothèse envisageable. Le contact anormal de base de cette klippe interdisant l'étude du Crétacé inférieur, cette série pourrait aussi représenter la partie supérieure charriée de la série béotienne qui ne dépasse pas vers le haut le Berriasien supérieur dans les affleurements décrits dans la zone du Parnasse (Celet et al., 1974).

III. — INTERPRETATIONS : REMARQUES PALEOGEOGRAPHIQUES ET GEOCHIMIQUES

Compte tenu des données précédentes, trois hypothèses peuvent être proposées pour l'interprétation de la situation paléogéographique des séries d'Ambelos et de Kéfali avant le charriage tertiaire.

1) Appartenance à la zone béotienne.

a) Les faciès gréseux et conglomératiques d'âge aptien supérieur - albien inférieur, riches en galets de roches basiques, observés à Kéfali et à l'île d'Ambelos, pourraient être assimilés au flysch béotien connu dans d'autres secteurs de la Grèce méridionale (Celet et Clément, 1971 ; Celet et al., 1974 ; Celet et al., 1976). Ces termes de l'Albo-Aptien viendraient compléter une série flyschöide datée ailleurs du Tithonique-Berriasien à sa base et du Crétacé supérieur dans sa partie supérieure (Clément, 1973).

b) L'apparition vers le haut de la série et l'intercalation de niveaux calcaires marneux ou gréseux souvent pétris d'*Orbitolines* et riches en *Dasycladacées*, l'abondance des *Rudistes*, des *Gastéropodes*, d'horizons pétris d'*Huitres*, de traces probables de racines, correspondent à une faible profondeur de dépôt. De plus, à ces faciès s'associent des niveaux latéritiques particulièrement bien développés à l'île d'Ambelos au sommet de la série carbonatée à intercalations flyschöides. Ces observations nous paraissent correspondre au comblement du sillon béotien à partir de l'Aptien et à l'atténuation du

caractère rhéxistasique des dépôts. Toutefois, les apports latéritiques indiquent que des érosions ménagées étaient encore possibles dans les zones internes où les altérites tendaient à s'établir. On se trouverait ici dans une période de transition (Combes, 1977) rhéxistasie/bio-stasie durant laquelle des érosions subsistent alors que l'instabilité n'est plus suffisante pour interdire les altérations dans les zones internes.

c) Les fortes teneurs en Fe, Ni, Cr et Co relevées dans les niveaux latéritiques de Kéfali et d'Ambelos (fig. 4) démontrent nettement la filiation géochimique qui existe entre les altérites liées aux ophiolites de la zone pélagonienne et les produits de leur démantèlement déposés à l'emplacement du "sillon béotien" plus ou moins comblé. L'échantillon 760 C, par exemple, a une composition comparable à celle des minerais de fer chromo-nickelifères de la zone pélagonienne (Petrascheck, 1954). D'autre part, la mise en place de sédiments latéritiques à la fin du Crétacé inférieur montre que des liaisons tendraient à s'établir avec la zone du Parnasse où les bauxites du troisième horizon se déposeront au Crétacé moyen.

d) Du point de vue paléogéographique (fig. 3), à l'Albo-Aptien, le sillon béotien correspondrait

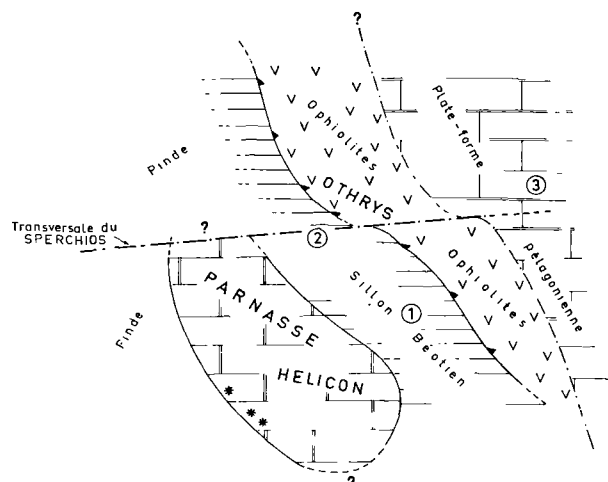


Fig. 3. — Paléogéographie du secteur étudié au Néocomien, antérieure aux dépôts des séries de Kéfali* et d'Ambelos**.

1. Hypothèse n° 1 : Comblement partiel du sillon béotien.
2. Hypothèse n° 2 : Création d'un isthme entre la plate-forme pélagonienne et celle du Parnasse.
3. Hypothèse n° 3 : Position supra ou ultra-pélagonienne des séries d'Ambelos ou de Kéfali.

à une étendue peu profonde, peut-être même localement émergée, reliée au Sud-Ouest à la plate-forme du Parnasse en voie d'émergence, au Nord-Est à un territoire continental en cours d'altération représentant la zone pélagonienne et ses dépendances ophiolitiques. Au Nord-Ouest et au Sud-Est, la zone béotienne passait latéralement à des séries plus profondes se raccordant, côté externe, aux faciès pélagiques du Pinde.

e) On peut également remarquer que le dépôt d'éléments ophiolitiques dans le sillon béotien à la fin du Crétacé inférieur peut être attribué à des mouvements tectoniques sur sa bordure orientale. Ces mouvements ont été déjà signalés par plusieurs auteurs dans les zones internes (Bernouilli et Laubscher, 1972 ; Clément et Ferrière, 1973). L'apparition de produits détritiques et de roches carbonatées succédant au flysch marquerait l'amortissement des mouvements tectoniques et le développement des altérations sur les zones internes.

2) Appartenance à la bordure occidentale de la zone pélagonienne.

Si l'on rapporte les unités d'Ambelos et de Kéfali à la zone pélagonienne, elles pourraient se situer, au Crétacé inférieur, sur la bordure occidentale de celle-ci (fig. 3). A cette époque, la marge continentale occidentale de cette dernière zone pouvait constituer une plate-forme drainée par de faibles courants marins. Sur les régions littorales, on peut imaginer qu'une mangrove s'installait, jouant un rôle de piège pour le matériel détritique de la destruction des zones internes et particulièrement des ophiolites qui se trouvaient probablement obductées sur le craton pélagonien. Les apports ferrifères et alumineux (avec Ni, Cr, Co), issus de l'érosion d'altérites primaires, venaient se déposer en formant des lits latéritiques au sein des sédiments terrigènes ou carbonatés. Dans cette hypothèse, le sillon béotien serait resté ouvert et les seuls indices d'une tectonique précoce des zones internes demeurerait alors dans l'accumulation d'éléments détritiques dans cette aire restée ouverte.

Si le sillon béotien ne se trouve pas comblé par l'installation d'une plate-forme néritique au Crétacé moyen, il faut logiquement mettre en relation paléogéographique directe les ophiolites et la plate-forme parnassienne pour y expliquer

le dépôt de bauxite. On peut alors concevoir qu'à cette époque et grâce à la transversale du Sperchios, les roches vertes d'Othrys, plus avancées tectoniquement vers l'Ouest sur le sillon béotien, soient venues presque au contact de la plate-forme parnassienne. Nous serions alors en présence de deux domaines temporairement émergés et reliés par un isthme sur lequel les eaux de lessivage du craton pélagonien auraient transporté les constituants ioniques et détritiques nés de l'altération vers le karst parnassien. Ce modèle paléogéographique pourrait s'appliquer dans les régions situées au Nord-Ouest de la transversale du Sperchios. En effet, selon cette direction, les zones internes auraient été déplacées vers l'Ouest, rétrécissant ainsi ponctuellement l'aire de sédimentation béotienne. Dans ce cas, la sédimentation détritique au Sud-Est de la transversale du Sperchios aurait pu se dérouler normalement jusqu'au Turono-Sénonien comme dans les Monts Gérénées.

3) Appartenance à la série sédimentaire transgressive supra-ophiolitique.

Au regard de ce que nous avons vu précédemment dans les zones internes, il n'est pas exclu que les séries d'Ambelos et de Kéfali se soient déposées à l'origine sur les roches vertes elles-mêmes, constituant ainsi des séries supra-ophiolitiques au même titre que les séries du Vourinos, les séries plus internes de l'ensemble vardarien ou les séries de Maglaj et de Lipnica en Yougoslavie. Dans ce cas, les séries d'Ambelos et de Kéfali, qui seraient d'origine ultrapélagonienne et largement charriées sur la zone du Parnasse lors de la mise en place tectonique tertiaire, ne pourraient pas être mises en relation avec les niveaux bauxitifères parnassiens.

Localisation des échantillons et numéros	PF %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %	NiO %	Cr ₂ O ₃ %	CoO ppm
Presqu'île de KEFALI 714	8,79	26,08	16,30	39,32	0,38	0,96	4,06	1,11	0,24	3,00	310
Ile d'AMBELOS 760 a	8,59	18,21	14,64	51,83	0,38	0,81	2,61	1,03	1,11	0,41	630
Ile d'AMBELOS 760 b	7,88	35,62	5,62	42,89	0,28	0,65	3,82	0,98	1,02	1,32	510
Ile d'AMBELOS 760 c	5,94	14,73	14,64	57,19	0,42	0,61	1,87	1,55	0,52	3,40	440
Ile d'AMBELOS 763	6,50	21,84	15,82	46,46	0,40	0,54	2,82	3,30	0,25	0,95	445

Fig. 4. — Tableau récapitulatif montrant la composition chimique des latérites chromo-nickelifères de la presqu'île de Kéfali et de l'île d'Ambelos. Teneurs en % sauf pour CaO (ppm). (Analyses B. Bibent ***).

CONCLUSION

En tenant compte des données stratigraphiques, sédimentologiques et géochimiques, nous pouvons, dans l'état actuel de nos connaissances, proposer trois interprétations différentes pour l'origine paléogéographique des klippes de Kéfali-Ambelos ; il est difficile pour l'instant d'avancer un modèle paléogéographique plus précis.

De toute façon, la découverte et la datation des séries d'Ambelos et de Kéfali nous montrent que la limite entre zones internes - front tectonique pélagonien et zones externes - zone du Parnasse, au niveau de la zone béotienne (Clément, 1977), constitue un problème important qui ne peut se résoudre que par une approche conjointe à l'aide de différentes méthodes d'étude.

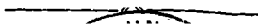
BIBLIOGRAPHIE

- 1) ARONIS G. (1954). — Geographic distribution, geological placing and aspects of greek bauxite. *Bull. Geol. Soc. Gr.*, vol. 2, n° 1, p. 55-79.
- 2) AUBOUIN J. et BONNEAU M. (1977). — Sur la présence d'un affleurement de flysch éocrétaqué (Béotien) au front des unités du Koziakas (Thessalie, Grèce) : la limite entre les zones externes et les zones internes dans les Hellénides. *C.R. Ac. Sc. Paris*, t. 284 (21), série D, p. 1075-1078.
- 3) BACHMANN G.H. et RISCH H. (1976). — Ein oberjurassisch interkretazischer (eohellenischer) Flysch in der Argolis and der Bau der Lighourion Mulde (Peloponnes, Griechenland). *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 152, 2, p. 137-160 (Stuttgart).
- 4) BARDOSSY G. et MACK E. (1967). — Zur Kenntnis der Bauxite des Parnass-Kiona Gebirges. *Mineralium Deposita*, 2, p. 334-348.
- 5) BERNOUILLI D. et LAUBSCHER H. (1972). — The palinspastic problem of the Hellenides. *Eclog. geol. Helv.*, vol. 65/1, p. 107-118.
- 6) BLANCHET R., DURAND-DELGA M., MOULLADE M. et SIGAL J. (1970b). — Contribution à l'étude du Crétacé des Dinarides internes : la région de Maglaj, Bosnie, Yougoslavie. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), XII, p. 1003-1008.
- 7) CELET P. (1962). — Contribution à l'étude géologique du Parnasse-Kiona et d'une partie des régions méridionales de la Grèce continentale. *Ann. Géol. Pays hellén.*, t. 13, 446 p.
- 8) CELET P. et CLEMENT B. (1969). — Sur la géologie de l'Hélikon oriental (Grèce). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXIX, n° 2, p. 191-200.
- 9) CELET P. et CLEMENT B. (1971). — Sur la présence d'une nouvelle unité paléogéographique et structurale en Grèce continentale du sud : l'unité du flysch béotien. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 1, p. 43-45.
- 10) CELET P., CLEMENT B. et LEGROS G. (1974). — Sur la présence de flysch béotien dans le domaine du Parnasse (Grèce continentale). *C.R. Ac. Sc. Paris*, t. 278, sér. D, p. 1689-1692.
- 11) CELET P., CLEMENT B. et FERRIERE J. (1976). — La zone béotienne en Grèce : implications paléogéographiques et structurales. *Eclog. geol. Helv.*, vol. 69, n° 3, p. 577-599.
- 12) CELET P. (1977). — Paleogeographical and structural evolution of the Parnassus area borders (continental Greece). *IV^e Colloque égéen*, Athènes (à paraître).
- 13) CHARVET J. (1978). — Etude géologique des Dinarides de la côte dalmate au bassin Pannonique. Le profil Mostar-Sarajevo-Tuzla (Yougoslavie). Thèse, Lille. *Soc. géol. Nord*, publication n° 2.
- 14) CLEMENT B. et FERRIERE J. (1973). — La phase tectonique anté-Crétacé supérieur en Grèce continentale. *C.R. Ac. Sc. Paris*, t. 276, sér. D, p. 481-484.
- 15) CLEMENT B. (1977). — Structural relations between Parnassus and Pelagonian zones in Beotian area (continental Greece). *IV^e Coll. égéen*, Athènes (à paraître).
- 16) COMBES P.J. (1977). — Observations et remarques sédimentologiques, paléogéographiques et géochimiques sur les bauxites du 3^e horizon dans la zone du Parnasse (Grèce). *C.R. Ac. Sc. Paris*, t. 284, sér. D, p. 871-874.
- 17) COMBES P.J. (1978). — Nouvelles données sur les relations entre la paléogéographie et la géologie des bauxites du troisième horizon dans la zone du Parnasse (Grèce). *4th Intern. Congr. ICSOBA*, p. 92-100.
- 18) COMBES P.J. (1978). — Karst précoce et karst secondaire du troisième horizon de bauxite dans la zone du Parnasse (Grèce). *Ibid.*, p. 101-113.
- 19) FLEURY J.J. (1970). — Le Sénonien et l'Eocène à microorganismes du Klokova (zone du Gavrovo, Akarnanie, Grèce continentale). *Rev. de Micropal.*, vol. 13, n° 1, p. 30-44.
- 20) JAEGER P. et CHOTIN P. (1978). — La série du flysch béotien (Tithonique-Berriasien supérieur) au front du Koziakas (Mouzaki, Province de Karditsa, Grèce). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 1, p. 28-31.
- 21) JOHNS D.R. (1977). — The structure and stratigraphie of the Galaxidion region, Central Greece. *VI^e Colloque égéen*, Athènes (à paraître).
- 22) MAKSIMOVIC Z. et PAPASTAMATIOU J. (1973). — Distribution d'oligoéléments dans les gisements de bauxite de la Grèce centrale. *3^e Congr. intern. ICSOBA*, p. 33-46.
- 23) MERCIER J. (1966a). — Etude géologique des zones internes des Hellénides en Macédoine centrale (Grèce). Thèse, Paris, 573 p.

- 24) NIA R. (1971). — Genesis of boehmite and diasporite in the upper cretaceous bauxites of the Parnassos-Kiona zone. *Proc. Second Int. Symp. ICSOBA*, vol. 2, p. 69-98.
- 25) PAPASTAMATIOU J. (1960). — La géologie de la région montagneuse du Parnasse-Kiona-Oeta. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7^e sér., t. II, n^o 4, p. 398-409.
- 26) PAPASTAMATIOU J. (1965). — Quelques observations sur la genèse des bauxites en Grèce. *Travaux de l'ICSOBA*, n^o 1, p. 3-8.
- 27) PETRASCHECK W.E. (1954). — Die Eisenerz und Nickel-erzlagertstätten von Lokris in Ostgriechenland. *Inst. Geol. Subs. Res.*, Athènes, p. 83-111.
- 28) PICHON J.F. et LYS M. (1976). — Sur l'existence d'une série Jurassique supérieur à Crétacé inférieur surmontant les ophiolites dans les collines de Kraba (massif du Vourinos, Grèce). *C.R. Ac. Sc. Paris*, t. 282, sér. D, p. 523-528.
- 29) WIGNIOLLE E. (1977). — Données nouvelles sur la Géologie du massif de l'Iiti (Grèce continentale). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVII, 3, p. 239-251.

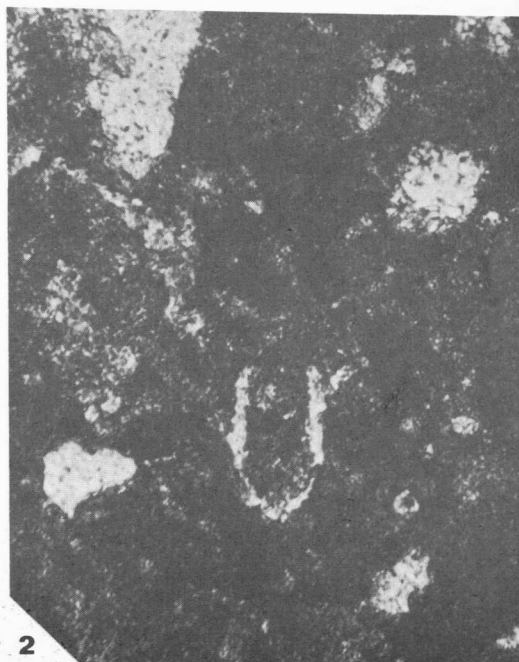
EXPLICATION DE LA PLANCHE XIX

- Fig. 1. — *Colomiella recta* Bonet. Gr. = environ 80. Fig. 3. — *Colomiella* sp. Gr. = environ 240.
- Fig. 2. — *Colomiella recta* Bonet. Gr. = environ 240. Fig. 4. — *Colomiella* sp. Gr. = environ 24.





1



2



3



4



26^{me} CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL

26th INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS

Le CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL tient ses sessions tous les quatre ans depuis 1878. La 26^e session sera la célébration du centenaire de cette manifestation sous l'égide de l'Union Internationale des Sciences Géologiques. Elle se tiendra à Paris du 7 au 17 JUILLET 1980.

COMITE D'ORGANISATION.

Président Jean AUBOUIN
Secrétaire général Paul SANGNIER

CALENDRIER.

- du 27 juin au 6 juillet matin : Excursions scientifiques pré-congrès ;
- du 7 au 17 juillet : Séances du Congrès au Palais des Congrès de la Porte Maillot - Paris.
- du 19 au 27 juillet : Excursions scientifiques post-congrès.

PROGRAMME SCIENTIFIQUE.

SECTIONS. — Le programme scientifique qui est proposé couvre pratiquement l'ensemble du domaine des Sciences de la Terre et est réparti au sein de 20 sections.

Le Comité d'Organisation s'est également assuré que les travaux des différentes Associations Scientifiques Internationales, affiliées à l'Union Internationale des Sciences Géologiques soient intégrés dans le programme du Congrès.

Les propositions de communications sont libres et doivent être adressées au Secrétariat Général avant le 1^{er} octobre 1979 pour être publiées dans le volume des résumés.

COLLOQUES. — Le programme des colloques a été retenu pour illustrer les principaux thèmes d'actualité scientifique et économique du moment. Ils seront au nombre de 7 et seront animés par les scientifiques figurant parmi les plus illustres. ;

Les communications ne pourront se faire que sur papiers invités.

EXCURSIONS.

Le Comité d'Organisation s'est assuré le concours des Comités Nationaux de Géologie de 18 pays européens différents pour présenter un programme attractif d'excursions géologiques.

Les thèmes retenus permettent de proposer aux membres du Congrès l'ensemble des aspects géologiques de l'Europe de l'Ouest.

C'est ainsi qu'environ 85 excursions différentes, d'une durée de 9 jours chacune sont proposées, soit du 26 JUIN au 6 JUILLET 1980, soit du 19 JUILLET au 26 JUILLET 1980.

Les excursions ne pouvant recevoir qu'un nombre limité de personnes, les places seront attribuées par le Comité d'Organisation en Octobre 1979 en fonction de l'ordre d'arrivée des demandes d'inscription.

EXPOSITION.

Une exposition intitulée « GEOEXPO 80 » se tiendra sur les lieux mêmes du Congrès, du 7 au 11 JUILLET 1980. Elle sera largement ouverte aux différentes institutions internationales qui y trouveront un lieu de rencontre privilégié avec les scientifiques venus du monde entier.

PROGRAMME SOCIAL.

Le déroulement à Paris du Congrès a permis aux organisateurs de mettre au point un programme très attractif pour les participants, ainsi qu'un programme spécial pour les membres accompagnants.

Sont en vente au Siège de la Société :

MEMOIRES

Tome I, n° 1.	- Ch. BARROIS, <i>Recherches sur le terrain créacé de l'Angleterre et de l'Irlande</i> , 1876, 232 p.	336,00 F.
n° 2.	- P. FRAZER, <i>Géologie de la partie Sud-Est de la Pensylvanie</i> , 1882, 178 p.	252,00 F.
n° 3.	- R. ZEILLER, <i>Mémoire sur la flore houillère des Asturies</i> , 1882, 24 p.	36,00 F.
Tome IV, n° 1.	- J. GOSSELET, <i>Etude sur les variations du Spirifer Verneuilli</i> , 1894, 63 p., 7 pl.	90,00 F.
Tome VI, n° 1.	- P. BERTRAND, <i>Etude du stipe de l'Adelophyton jutieri</i> B. Renault, 1907, 38 p., 4 pl.	85,00 F.
n° 2.	- J. GOSSELET, Ch. BARROIS, M. LERICHE, A. CREPIN, P. PRUVOST, G. DUBOIS, <i>Faune siluro-dévonienne de Liévin</i> , 1912-1920. (Fasc. 1 épuisé). Fasc. 2	336,00 F.
n° 3.	- V. COMMONT, <i>Saint-Acheul et Montières : Notes de Géologie, de Paléontologie et de Préhistoire</i> , 1909, 68 p., 3 pl.	156,00 F.
Tome VII, n° 1.	- P. BERTRAND, <i>Etude des Stipes d'Asterochloena laxa</i> Stenzel, 1911, 72 p., 6 pl.	102,00 F.
Tome VIII, n° 2.	- Ed. LEROUX, <i>Le tunnel de l'Ave Maria. Observations géologiques et hydrologiques sur le plateau et la falaise au Sud de Boulogne-sur-Mer</i> , 1929, 50 p., 5 pl.	120,00 F.
Tome IX, n° 1.	- G. DUBAR, <i>Etude sur le Lias des Pyrénées françaises</i> , 1925, 332 p., 7 pl.	432,00 F.
n° 2.	- Dom Grégoire FOURNIER et P. PRUVOST, <i>Description des poissons élasmobranches du marbre noir de Denée</i> , 1926, 23 p., 6 pl.	96,00 F.
Tome X, n° 2.	- J.W LAVERDIERE, <i>Contribution à l'étude des terrains paléozoïques des Pyrénées occidentales</i> , 1931, 132 p., 8 pl.	180,00 F.
Tome XII.	- D. LE MAITRE, <i>Etude sur la Faune des Calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis</i> , 1934, 268 p., 18 pl.	336,00 F.
Tome XIII.	- P. BRICHE, P. DANZE-CORSIN et J.P. LAVEINE, <i>Flore infraliasique du Boulonnais (Macro- et Microflore)</i> , 1963, 145 p., 11 pl.	252,00 F.
Tome XIV.	- G. WATERLOT, <i>Les Gigantotrachés du Siluro-Dévonien de Liévin</i> , 1966, 23 p., 5 pl.	84,00 F.
Tome XV.	- J. MANIA, <i>Gestion des Systèmes aquifères. Applications au Nord de la France</i> , 1978, 228 p.	150,00 F.

FASCICULES SPECIAUX

Fascicule « Géologie du Nord de la France » (Tome LXXXIX, fascicule 1)	70,00 F.
Fascicule « Centenaire de la S.G.N. » (Tome XC, fascicule 4)	100,00 F.
Fascicule « Rupture des roches et massifs rocheux » (Tome XCV, fascicule 3)	70,00 F.
Fascicule « Données nouvelles sur le Paléozoïque de l'Europe occidentale » (Tome XCVI, fascicule 4 et Tome XCVII, fascicule 1)	200,00 F.
Fascicule « Apports récents à la Géologie du Gondwana » (Tome XCVII, fascicule 4)	150,00 F.

PUBLICATIONS

Publication N° 1. — J. CHOROWICZ, <i>Etude géologique des Dinarides le long de la transversale Split-Karlovac (Yougoslavie)</i>	130,00 F.
Publication N° 2. — J. CHARVET, <i>Essai sur un orogène alpin : Géologie des Dinarides au niveau de la transversale de Sarajevo (Yougoslavie)</i>	150,00 F.
Publication N° 3. — J. ANGELIER, <i>Néotectonique de l'arc égéen (sous presse)</i>	140,00 F.

Esquisse géologique du Nord de la France, par J. GOSSELET, Fascicule IV (Terrains quaternaires) 29,00 F.

Ecorché géologique infra-mésozoïque (extrait de « Contribution à la connaissance des bassins paléozoïques du Nord de la France », présentée par C.F.P. (M), COPESEP et S.N.P.A.) 42,00 F.

SERIE DOCUMENTATION (Pochettes de 6 Diapositives avec notice)

Série I. — Paysages du Nord de la France au cours des temps géologiques	25,00 F.
Série II. — Aperçu sur les microfaciès de la craie	25,00 F.
Série III. — Les Nannofossiles calcaires de la craie	25,00 F.
Série IV. — Pétrographie des Houilles	25,00 F.
Série V. — La flore houillère. 1° les plantes à feuilles de Fougères	25,00 F.
Série VI. — Les étapes de la Préhistoire	25,00 F.

Les membres bénéficient d'une réduction de 20% sur un exemplaire de chacune de ces publications.
Les prix sont augmentés des frais de port et d'emballage quand les volumes ne sont pas pris directement au dépôt.

SOMMAIRE

Tome XCVIII

3^{me} trimestre

	Pages
J.P. COLBEAUX. — Cinématique de la déformation au front de la faille du Midi : les carrières du Pont à Nôle (Sud de la Belgique), carrière Napoléon (Nord de la France)	167
J.P. COLBEAUX, J. LEPLAT, R. PAEPE et J. SOMMÉ. — Tectonique récente dans le Nord de la France et le Sud de la Belgique : Exemple de la Plaine de la Lys (Feuille d'Hazebrouck à 1/50.000)	179
M. BENSALD, H. TERMIER, G. TERMIER et D. VACHARD. — Le Carbonifère (Viséen supérieur - Bachkirien) entre Bou Chber et Ich ou Mellal (Maroc central)	189
P. DE WEVER et W. RIEDEL, avec la participation de P. BAUMGARTNER, P. DUMITRICA, K. BJØRKLUND, J.P. CAULET, K. DROBNE, A. GRANLUND, R. KOCHER, A. SCHAAF. — Recherches actuelles sur les Radiolaires en Europe	205
J.J. FLEURY, F. THIEBAULT et P. TSOFLIAS. — Stratigraphie et structure du Massif de Pylos (zone de Gavrovo-Tripolitza, Péloponnèse sud-occidentale, Grèce)	223
B. CLEMENT, P.J. COMBES et E. FOURCADE. — Problèmes posés par une série flyschoides et des latérites chromo-nickelifères associées dans la région d'Antikyra (Béotie, Grèce continentale)	233

© 1979, Société géologique du Nord Editeur, Lille

Toute reproduction, même partielle, de cet ouvrage est interdite. Une copie ou reproduction par quelque procédé que ce soit, photographie, microfilm, bande magnétique, disque ou autre, constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi du 11 mars 1957 sur la protection des droits d'auteur.

Imprimé en France (Printed in France)