

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome XCVIII

1978

1^{er} trimestre

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
BOITE POSTALE 36
59650 VILLENEUVE D'ASCQ

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE 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 simill 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 SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE 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

1^{er} trimestre

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
BOITE POSTALE 36
59650 VILLENEUVE D'ASCQ

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. ROBASZYNSKI
<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, Boîte Postale 36, 59650 Villeneuve d'Ascq
Tél. 91.92.22 — C.C.P. Lille 52-47

Compte rendu de l'activité de la Société

REUNION SPECIALISEE DU 3 DECEMBRE 1977

Présidence de M. Michel WATERLOT, Président

Cette séance spécialisée, consacrée à la géologie du Gondwana, a été suivie par une centaine de participants, tant français qu'étrangers. Les 19 communications présentées ont fait l'objet d'un fascicule spécial publié sous le titre *Apports récents à la géologie du Gondwana* (Tome XCVII, fascicule 4).

Communications écrites

- C. BROUSMICHE. — Précisions sur *Discopteris opulenta* Danzé (*Pteridophyta* du Westphalien C et D inférieur d'Europe Occidentale) (*).
- Y. HERVOUET. — Données tectoniques et sédimentaires nouvelles sur les chaînons du Bou Idouani et de l'Adrar-N-Ait-Zouggarhene (extrémité occidentale de la chaîne du Gareb, Rif oriental, Maroc) (*).
- R. COQUEL et J.P. LAVEINE. — *Alethopteris jankii*, nov. sp. du Westphalien C-D du Nord de la France (*).
- J. PONCET. — Critères sédimentologiques pour servir à la reconstitution du climat au Dévonien inférieur dans le Massif Armoricaïn (*).
- M. COULON. — Zone sud-vosgienne, segment d'une mégastructure du tectorogène varisque (*).
- D. ROBILLARD. — Etude pétrographique du complexe basaltique "permo-triasique" du Moyen Atlas septentrional (région de Taza, Maroc) (*).
- G. DUEE, Y. HERVOUET, E. LAVILLE, P. de LUCA et D. ROBILLARD. — L'accident nord moyen-atlasique dans la région de Boulemane (Maroc): une zone de coulissement synsédimentaire (*).

(*) Communication publiée dans le second fascicule 1978.

ASSEMBLEE GENERALE ORDINAIRE DU 12 JANVIER 1978

Présidence de M. Michel WATERLOT, Président

En ouvrant cette séance, M. M. WATERLOT fait procéder aux votes nécessaires pour la constitution du Bureau 1978, c'est-à-dire d'abord à l'élection du Président et des Vice-Présidents.

M. Jean-Marie CHARLET est élu Président (23 voix, 1 bulletin blanc).

M. Jean SOMMÉ est élu premier Vice-Président (26 voix, M. FLEURY, 1 voix).

MM. José LEPLAT et Francis ROBASYNSKI sont nommés Vice-Présidents après le résultat suivant :

M. J. LEPLAT	23 voix
M. F. ROBASYNSKI	15 voix
M. J. PROUVOST	5 voix
M. C. DELATTRE	3 voix

Trois conseillers étaient ensuite à élire. Ont obtenu au premier tour :

M. M. WATERLOT	23 voix
M ^{lle} D. BRICE	17 voix
M. C. DELATTRE	10 voix
M. J.J. FLEURY	10 voix
M. P. CELET	6 voix
M. J. PROUVOST	3 voix

et au deuxième tour :

M. C. DELATTRE	13 voix
M. J.J. FLEURY	6 voix
Bulletins blancs	4

Sont donc élus Conseillers pour 3 ans : MM. M. WATERLOT et C. DELATTRE, ainsi que M^{lle} D. BRICE.

Le Conseil d'Administration 1978 est donc ainsi constitué :

Président d'Honneur : M. Gérard WATERLOT.

Président : M. Jean-Marie CHARLET.

Premier Vice-Président : M. Jean SOMMÉ.

Vice-Présidents : MM. José LEPLAT et Francis ROBASYNSKI.

Conseillers : M. l'Abbé Claude HEDDEBAUT (†), MM. Jacques PAQUET, André DALINVAL,
M^{lle} Denise BRICE, MM. Charles DELATTRE, Michel WATERLOT.

Secrétaire : M. Jacky MANIA.

Secrétaire-Adjoint : M. Jean-Marie COLBEAUX.

Directeur de la Publication : M^{me} Paule CORSIN.

Trésorier : M. l'Abbé TIEGHEM.

Archiviste-Bibliothécaire : M. Jean-Louis MANSY.

SEANCE ORDINAIRE DU 12 JANVIER 1978

Présidence de M. Michel WATERLOT, Président

Après l'élection de deux nouveaux membres :

M. Marcel DUBREUIL, 3, rue Comtesse de Ségur, à 44800 Saint-Herblain, présenté par M. M. Waterlot et M^e D. Brice.

M. Jean BECKELYNCK, 10, rue de la Treille, à 62400 Béthune, présenté par MM. M. Waterlot et N. Crampon.

Monsieur WATERLOT passe la parole à M. DEGARDIN qui présente la communication suivante :

Etude stratigraphique et paléogéographique du Silurien de la Région de Benasque

Communication écrite

J.C. CAPERA, R. COURTESOLE et J. PILLET. — Contribution à l'étude de l'ordovicien inférieur de la Montagne Noire. Biostratigraphie et révision des Agnostida.

« »

**A propos de nouveau matériel de Thélodontes (Vertébrés Agnathes) d'Iran et de Thaïlande :
aperçu sur la répartition géographique et stratigraphique
des Agnathes des « régions gondwaniennes » au Paléozoïque moyen**

par Alain BLIECK et Daniel GOUIET

(Planche LXI)

Dans cet article du volume spécial « Apports récents sur la Géologie du Gondwana » (Tome XCVII, fascicule 4, p. 363-372), des erreurs ont été commises lors de la publication. Il s'ensuit que les références du texte et la légende de la Planche LXI ne correspondent pas.

Afin de rétablir la numérotation des figures telle que les auteurs l'avaient présentée dans leur manuscrit, le lecteur devra faire les rectifications suivantes sur la Planche LXI :

à la place de fig. 2, il faut lire fig. 3 ;

à la place de fig. 3, il faut lire fig. 5 ;

à la place de fig. 4, il faut lire fig. 6 ;

à la place de fig. 5, il faut lire fig. 2 ;

à la place de fig. 6, il faut lire fig. 4.

L'holotype de l'espèce *Turinia hutkensis* est alors le couple figures 5 et 6 comme il l'est indiqué dans l'explication de la Planche LXI ainsi que dans le texte.

Le Numidien dans l'arc bético-rifain : hypothèses sur sa mise en place sédimentaire et tectonique

par Jean DIDON (*) et Bernard HOYEZ (*)

Sommaire. — L'arc bético-rifain montre dans sa partie externe occidentale une importante accumulation de matériel numidien dont la genèse peut s'intégrer dans la géodynamique de la Méditerranée.

Une analyse de la répartition spatiale et des structures de cette formation est proposée, ainsi qu'une description de ses caractères sédimentologiques et de ses liaisons avec d'autres séries.

Ce témoin, avec les flyschs grésos-micacés, de la paléogéographie aquitanienne a enregistré, dans les mécanismes de sa mise en place, les mouvements relatifs des grands blocs. Deux phases successives sont distinguées : un déplacement vers l'ouest du bloc d'Alboran par rapport à l'Afrique et à l'Ibérie, suivi d'un rapprochement de ces deux dernières.

Summary. — The betico-rifan arch shows in its western outer part, a large pile of numidian material the genesis of which may be understood in terms of the mediterranean geodynamics.

Spatial distribution and structures are proposed for this formation, just as sedimentological features and relationships with other series.

This witness, like sandy-micaceous flyschs, of the aquitanian paleogeography, recorded in its processes of emplacement, the relative motions between main blocks. Two successive stages are distinguished : a westward shift of the Alboran block with respect to Africa and Iberia, followed by a closing of these last ones.

La Mer d'Alboran (Méditerranée occidentale) est bordée par une chaîne alpine qui s'étend d'Alicante à Cadix, au Sud de l'Espagne (les Cordillères bétiques) et de Tanger à Alhucemas, au Maroc (le Rif). Le tableau 1, le schéma cartographique fig. 1 et les coupes fig. 2 résument les données concernant cette chaîne dans son tronçon occidental ou Arc de Gibraltar.

Parmi les formations détritiques de type flysch et d'âge oligocène-aquitanien, la formation gréseuse connue sous la dénomination de *Numidien* a longtemps soulevé des problèmes, aujourd'hui partiellement résolus. Parmi eux, notons :

— les liaisons paléogéographiques entre cette formation et d'autres formations détritiques de même âge, en particulier le *flysch* de faciès "grésos-micacé" des unités de Beni-Ilder

(Durand-Delga et Mattauer, 1959) et d'Algésiras (Didon, 1960) ;

— l'emplacement primitif de son bassin sédimentaire relativement aux grands ensembles environnants (zones internes bético-rifaines, zones externes bétiques, zones externes rifaines) ;

— l'évolution géodynamique, au cours du dépôt et lors des phases tecto-orogéniques ultérieures.

Même si le Numidien et le Flysch grésos-micacé ne représentent qu'une faible partie de l'orogène bético-nord-maghrébin, la réponse aux questions précédentes contribuera à mieux comprendre l'évolution géodynamique de ce dernier depuis le Miocène inférieur.

Nous tenterons de répondre à ces quelques problèmes dans cette note en ne considérant que les formations détritiques oligocènes-aquitaniennes de l'arc bético-rifain, en remarquant toutefois qu'aucune raison, *a priori*, ne permet de considérer le Numidien de cet arc comme distinct de celui du Maghreb oriental.

(*) U.E.R. Sciences de la Terre, Université de Lille I, Laboratoires associés au C.N.R.S. 145 et 215.

Note présentée le 9 Juin 1977 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 9 Février 1978.

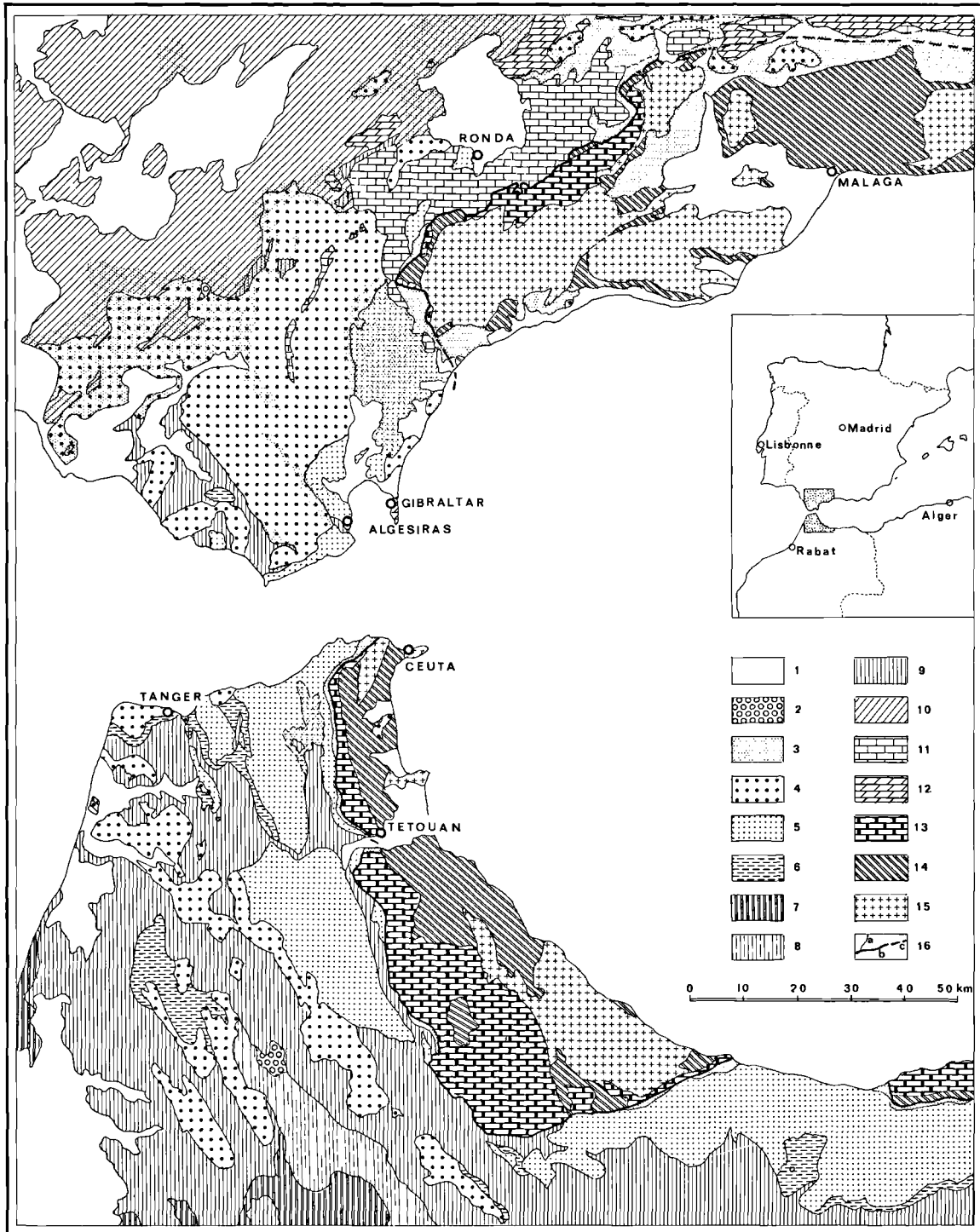


Fig. 1.

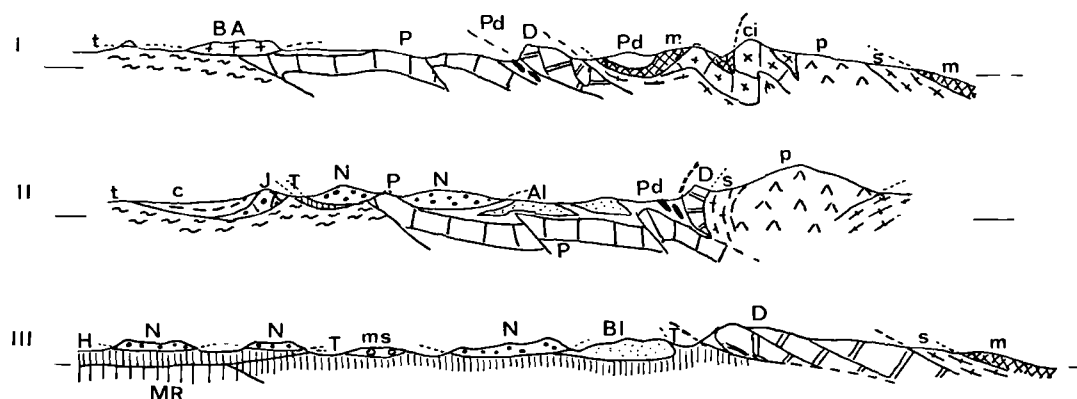


Fig. 2. — Coupes transversales schématiques dans l'arc de Gibraltar.

I : à l'E de Ronda ; II : entre Gibraltar et Ronda ; III : au S de Tetouan.
ms = Miocène des Beni-Issef.

Flyschs allochtones : N : Nappe numidienne. — Al : "unité" d'Algesiras en grandes klippes dans les argiles à blocs. — BI : Nappe des Beni-Ilder. — Pd : Complexe prédorsalien.

Zones externes du Rif : MR : Mésorif. — T : Unités de Tanger (III) et d'Algarrobo (II). — H : Nappe du Habt.

Zones externes bétiques : Subbétique : t, Trias. — J, Jurassique. — c, Crétacé. — P, Pénibétique. — BA, Unités de Boyar-Alazores.

Zones internes : D : Dorsale. — m : Malaguides et Ghomarides. — Alpujarrides et Sebides : s : schistes cristallophylliens. — ci : marbres. — p : péridotites.

I. — LE FACIES NUMIDIEN ET LE FACIES GRESO-MICACE DANS L'ARC DE GIBRALTAR : LES FAITS

1) Les séries à faciès " numidien " et " grésomiacé ".

La carte fig. 3 donne la répartition des affleurements des grès numidiens dans l'arc bético-rifain. La très grande anarchie apparente qui s'y observe résulte de charriages par glissement sous l'effet essentiellement de la gravité. Une analyse structurale, à elle seule, ne permet

pas de reconstituer les lignes directrices du bassin sédimentaire dont sont issues les différentes unités à matériel détritico oligocène-aquitain. Par contre, le fil conducteur doit être recherché dans la comparaison des séries entre elles afin de les replacer, paléogéographiquement, relativement l'une à l'autre.

Le tableau II représente les colonnes lithostratigraphiques des séries les plus typiques observables selon une transversale. L'extension latérale (cf. les localités citées en seconde ligne dans ce tableau) de ces séries nous auto-

Fig. 1. — Schéma structural de l'arc de Gibraltar.

1, Néogène : terrains post-orogéniques. — 2, Miocène (Tortonien inférieur?) de Los Pajaros (Prov. de Cadix) et des Beni-Issef (Rif), à galets de Numidien et charrié (troncature basale - Chauve, 1968 ; Durand-Delga et Lespinasse, 1965). — 3, Complexes tectono-sédimentaires et formations prédorsaliennes ; en Andalousie, le figuré est en surcharge sur celui représentant les zones desquelles sont issus les blocs exotiques les plus abondants et les plus importants ; dans le Rif septentrional, figuré en surcharge sur le figuré 5 pour le complexe tectono-sédimentaire couronnant le flysch des Beni-Ilder dans la région d'Ain-Chouka. — 4 à 6, *Flyschs allochtones* : 4 : Numidien ; 5 : Maurétanien ; Flysch gréseux du Tisirhène (Crétacé inférieur), "unité" d'Algesiras et nappe des Beni-Ilder ; 6 : Massylien ; nappe de Melloussa-Chouamat. — 7 à 9, *Zones externes rifaines* : 7 : zone pré-rifaine ; 8 : zone mésorifaine ; 9 : zone intrarifaine : "unités" de Tanger et de Ketama, nappes du Habt et d'Ouezzane dans le Rif, unités d'Almarchal et d'Algarrobo en Andalousie, équivalents de l'Unité de Tanger. — 10 à 12, *Zones externes bétiques* : 10, zone subbétique ; 11 : Pénibétique (Zone de Ronda-Torcal) ; 12 : Zone de Boyar-Alazores. — 13 à 15, *Zones internes bético-rifaines* : 13 : Dorsale (ou chaîne calcaire) ; 14 : Malaguides (Andalousie) et Ghomarides (Rif) ; 15 : Alpujarrides (Andalousie) et Sebides (Rif). — 16, contours : a, limite d'unités ; b, limite externe des zones internes visible à l'affleurement ; c, limite des zones internes masquée par les recouvrements.

	MARC		ESPAGNE	CARACTERES LITHOSTRATIGRAPHIQUES
	ZONES INTERNES BÉTIQO-RIFAINES	15	SEBTIDES	ALPUJARRIDES	Nappes à socle paléozoïque ancien métamorphique et couverture triasique détritique et carbonatée plus ou moins métamorphique ; dans le Rif et les Cordillères bétiques occidentales, socle développé à importantes "intrusions" de néridotites.
14		GHOVARIDES	MALAGUIDES	Nappes à matériel essentiellement paléozoïque supérieur schisto-détritique (Culm), parfois carbonaté, à socle réduit et neu métamorphique. Couverture mésozoïque et tertiaire réduite, carbonatée, de plate-forme.
13		DORSALE OU CHAÎNE CALCAIRE		Unités à matériel principalement mésozoïque carbonaté, plutôt de plate-forme ou de talus, non-métamorphique sauf localement en Espagne ; indices de déformations dès le Néocomien ; phase pyrénéenne certaine. Couverture éocène supérieur-oligocène détritique.
ZONES ET UNITÉS EXTERNES BÉTIQUES		12	Zone (Unités) de ROYAR-LAZORES	Unités à matériel essentiellement mésozoïque carbonaté, plutôt de plate-forme, d'origine méridionale par rapport au Pénibétique, en grandes klipmes (sédimentaires dans une matrice argileuse) en position externe. Couverture tertiaire généralement détritique, flyscholide. Gibraltar et le Jbel Musa (Rif) appartierment (?) à cette zone.
		11	PÉNIBÉTIQUE = Zone RONDA-TORCAL	Élément structural inférieur, méridional, en position interne, des Cordillères bétiques occidentales : puissante série carbonatée triasique et jurassique de plate-forme, Crétacé supérieur à faciès "couches rouges", Nummulitique marneux, Oligocène(?) - Aquitainien gréseux
		10	SUBBÉTIQUE	Ensemble en position très externe, très morcelé et sans doute resédimenté en grande partie à diverses échelles. Trias marno-gypsifère "germano-andalou" partiellement resédimenté ; Jurassique marneux, de sillon, dès le Lias, ou calcaire de plate-forme ; Crétacé marneux ; Nummulitique marneux, parfois gréseux à l'Ouest de Grenade.
ZONES ET UNITÉS EXTERNES RIFAINES	ZONE INTRARIFAINES	Unité de KETAMA		Séries puissantes : Lias et Dogger carbonatés, de plate-forme ; flysch du Malm ; calcaires du Tithonique ; marno-calcaires néocomiens ; puissant flysch albo-aptien. Schistosité et métamorphisme léger.
		Unité de TANGER	Unités d'ALMARCHAL et d'ALGARROBO	Couverture de l'unité de Ketama, dans le Rif septentrional : Argiles, marnes et calcaires marneux du Crétacé supérieur ; calcaires à silex du Paléocène.
		Nappe du TABT		Couverture tertiaire, décollée, de l'unité de Tanger : épaisses séries marneuses éo-oligo-miocène inférieur avec Grès de Larache au Miocène inférieur.
		Unité du LOUKKOS		nour mémoire
		Nappe d'ALIEZZANE		
8	MÉSORIF		Séries puissantes du Jurassique au Miocène, à dominante marneuse dès le Crétacé inférieur avec flysch du Malm dans le Mésorif.	
7	PRÉRIF			
ZONES ET UNITÉS À MATÉRIEL FLYSCH	Caractères généraux : Unités dont les séries litho-stratigraphiques à dominante détritique comportent des flyschs au Crétacé inférieur, au Crétacé supérieur (flyschs argilo-calcaires) et à l'Oligocène-Aquitainien. Position au-dessus des autres unités, le plus souvent en position externe, parfois en position interne, en nappes plus ou moins complexes et/ou en klipmes dans des complexes tectono-sédimentaires (à valeur d'olistostromes) d'âge miocène inférieur.			
	3	Unités PRÉDORSALIENNES		Oligocène-Miocène inférieur emballant des klipmes : Lias calcaire ou marno-calcaire d'affinité Dorsale, Dogger-Malm radiolaritique, Crétacé inférieur argilo-détritique à <i>Aptychus</i> et gréseux, calcaires paléocènes à débris de <i>Microcodium</i> , Eocène et Oligocène bioclastiques avec des conglomérats.
	5	MAURÉTANIEN Nappe du TISIRENE & diverticulation du FAHAMJIN Nappe de BENI IDER	Unité de LOS NOGALES Nappe d'ALGESIRAS	Série unique et complète du Crétacé inférieur à l'Aquitainien : Dogger-Malm à radiolarites (Rif oriental), Néocomien marno-détritique, nuis flysch gréseux barrémo-aptien du Tisirène, argiles à microbrèches à silex du Cénomannien ; Crétacé supérieur argilo-détritique ; Eocène nélito-biocalcarénitique parfois conglomératique ; flysch (molassique) oligocène-aquitainien marno-gréseux micacé.
	4	NUMIDIEN		Séries comportant un épais flysch gréseux à grès très évolués (faciès numidien), à fluxoturbidites, d'âge oligocène-aquitainien (voir texte).
	6	MASSYLIEN Nappe de MELLOUSSA	Unité de FACINAS	Flysch argilo-quartzitique albo-aptien et Crétacé supérieur argilo-calcaréo-microbréchtique, avec phanites du Cénomannien. Pas de Nummulitique reconnu avec certitude.

Tableau 1. — Ensembles structuraux majeurs de l'arc de Gibraltar et leurs caractéristiques litho-stratigraphiques.

Les numéros renvoient aux caissons de la fig. 1.

Remarque. — Dans sa définition initiale, le flysch maurétanien (Gélar, 1969) regroupe des séries, le plus souvent diverticulées, allant du Malm au Priabonien-(Oligocène ?). En 1970, Bouillin et al. généralisent ce terme en l'amendant (comme par ailleurs celui de Massylien) : dans certaines régions, le "Neonummulitique" discordant sur des structures pyrénéennes est à exclure du Maurétanien. Cette distinction ne se justifie pas dans les flyschs de l'arc de Gibraltar, en conséquence nous adoptons ici le terme dans son sens extensif.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
LOCALITÉ-TYPE	Seguelda (23)	Montagne de Tanger (20)	Zinât-Fst (22)	Tala'-Lakrah (1)	Beni-Ider (28)	Aïn-Chouka (24)	Beni-Younech Jbel Husa (25)	Zem-Zem
AUTRES LOCALITÉS D'ESPAGNE		Sierra de Retin (15)	Sierra Blanquilla (16)	Rolonia (H) Bujeo-Cabrilo (NF de Tarifa)	Cerro Gordo Algeiras Tarifa		Recoin d'Estenona	
AUTRES LOCALITÉS DU MAROC	Dar-Zhirou sud (21)	Jbel Zinât N-W (22) Dar-Zhirou Nord (21)	Tanger-ville	Imâm-Rhît (27)	Rive droite de l'Oued Ledjane, entre Tala'-Lakrah et Ksar-es-Shirif		Jbel Bourzâk, près de Khemis Anjra	
FACIÈS DE L'OLIGOCÈNE-AQUITANEN	Facès numidien classique, avec grès fins à lamines horizontales ou obliques	Facès numidien classique (fluxoturbidites); séquences pélitiques parfois développées	Facès numidien classique	Flysch marno-gréseux micacé à séquences numidiennes	Flysch marno-gréseux micacé typique (une séquence numidienne possible au sommet)	Flysch marno-gréseux micacé à tendance molassique et à débarges conglomératiques; climmes sédimentaires au sommet	Flysch pélitogréseux renfermant du matériel numidien, avec climme sédimentaire à matériel "préorsalien"	Facès numidien classique
FACIÈS DES "SÉRIES DE BASE" (OLIGOCÈNE À CRÉTACÉ SUPÉRIEUR)	Pélites grises, parfois calcareuses, à rares Tubotomaculum; petits lits gréseux fréquents à certains niveaux	Argiles varicolores à fréquents Tubotomaculum	Pélites sableuses rouge-violacé (Priabonien à Oligocène, à rares niveaux biocalcarénites et détritiques de l'Éocène supérieur	Pélites sableuses rouges nuissantes Biocalcarénites et microbrèches (Ierdien-Priabonien) Calcaires à débris de M. crocodilum Paléocène Calcarénites, microbrèches micrites, "doublets sédimentaires" (Sénonien supérieur)	Pélites sableuses rouges Biocalcarénites microbrèches et conglomérats Ynésien-Priabonien Calcaires à débris de l'espèce d'un Paléocène Cal arénites et conglomérats, etc... (Sénonien supérieur)	Pélites sableuses rouges Conglomérats et biocalcarénites de cordants Ynésien-Priabonien Calcaires à débris de l'espèce d'un Paléocène	Biocalcarénites oligocène Marnes, biocalcarénites et conglomérats (Ynésien-Priabonien) Calcaires à débris de l'espèce d'un Éocène Paléocène Séries en climmes sédimentaires	Pélites rouges Priabonien-Oligocène

Tableau II. — Coupes-types des flyschs oligo-miocènes dans le Rif septentrional : contenu litho-stratigraphique schématique.

Les numéros renvoient aux localités repérées sur la fig. 4.

La place assignée aux différentes colonnes (hormis la colonne VIII) satisfait aux évolutions latérales observées, d'une part, au niveau des formations détritiques oligo-aquitaniennes, d'autre part, au niveau des "séries de base" de ces formations. Les localités-types ont été choisies de façon à se situer le plus près possible d'une transversale W-E actuelle.

rise à penser que la disposition du tableau est représentative de la plus grande partie du bassin des flyschs à l'Oligocène-Aquitanién.

Quelques points particuliers appellent un commentaire :

a) Ces colonnes montrent, pour la période allant de l'Oligocène (terminal ?) au Burdigalien inférieur, l'opposition de deux types de faciès fondamentaux caractérisés par leurs termes pétrographiques les plus grossiers (arénites) : dans le faciès numidien, il s'agit d'une arénite ayant atteint un stade de maturité très avancé (grès quasi-holoquartzeux, grains de quartz parfaitement arrondis à tendance monocristalline, cortège de minéraux ultra-stables...) dont le matériel peut provenir de sources primaires très lointaines et anciennes (Gaudette et al., 1975; Hoyez, 1975); dans le faciès "grésomiacacé" au contraire, c'est une arénite très jeune (grès mal classés à débris de calcaires et à micas abondants) dont le matériel est issu de sources primaires proches comme en témoignent les conglomérats d'Aïn-Chouka 24 : galets de calcaires et de dolomies jurassiques, de grès du Permo-Trias, de micaschistes et de gneiss provenant des zones internes proches (*); les

termes pélitiques y sont carbonatés, ce qui n'est pas le cas dans le Numidien.

Quoique fondamentalement opposés, ces deux matériels, numidien et grésomiacacé, peuvent apparaître conjointement mais sans que l'un ne se mélange véritablement à l'autre. La superposition d'unités sédimentaires de chaque faciès se réalise sur une même verticale (séries mixtes-colonne IV, tableau II).

b) La série typique du Flysch de Beni-Ider-Algeiras (colonne V, tableau II) montre la succession suivante :

1. pélites rouge-violacé ;
2. pélites de décolorant et prenant une teinte beige ;
3. pélites silteuses à rythmes mineurs centimétriques ;
4. pélites avec des bancs décimétriques de grès fins ;
5. rythmes majeurs décimétriques (ou méga-séquences) comportant à leur base un gros banc de grès d'ordre métrique, puis un intervalle marneux lié au banc précédent, puis une série de bancs décimétriques analogue à 4 et se terminant souvent par un intervalle métrique de pélites seules.

Dans certaines coupes, les termes 2 à 4 font plusieurs centaines de mètres, les mégaséquences n'apparaissant que très haut dans la série.

Au cours du temps, les rythmes augmentent donc d'épaisseur avec une augmentation de la granulométrie de la fraction la plus grossière. La même évolution se

(*) Durand-Delga (1966) avait pensé à une alimentation locale à partir d'une ride ou d'une cordillère d'"Aïn Chouka" émergeant au sein du bassin lui-même. Cette idée a été reprise par la suite (Didon et al, 1973).

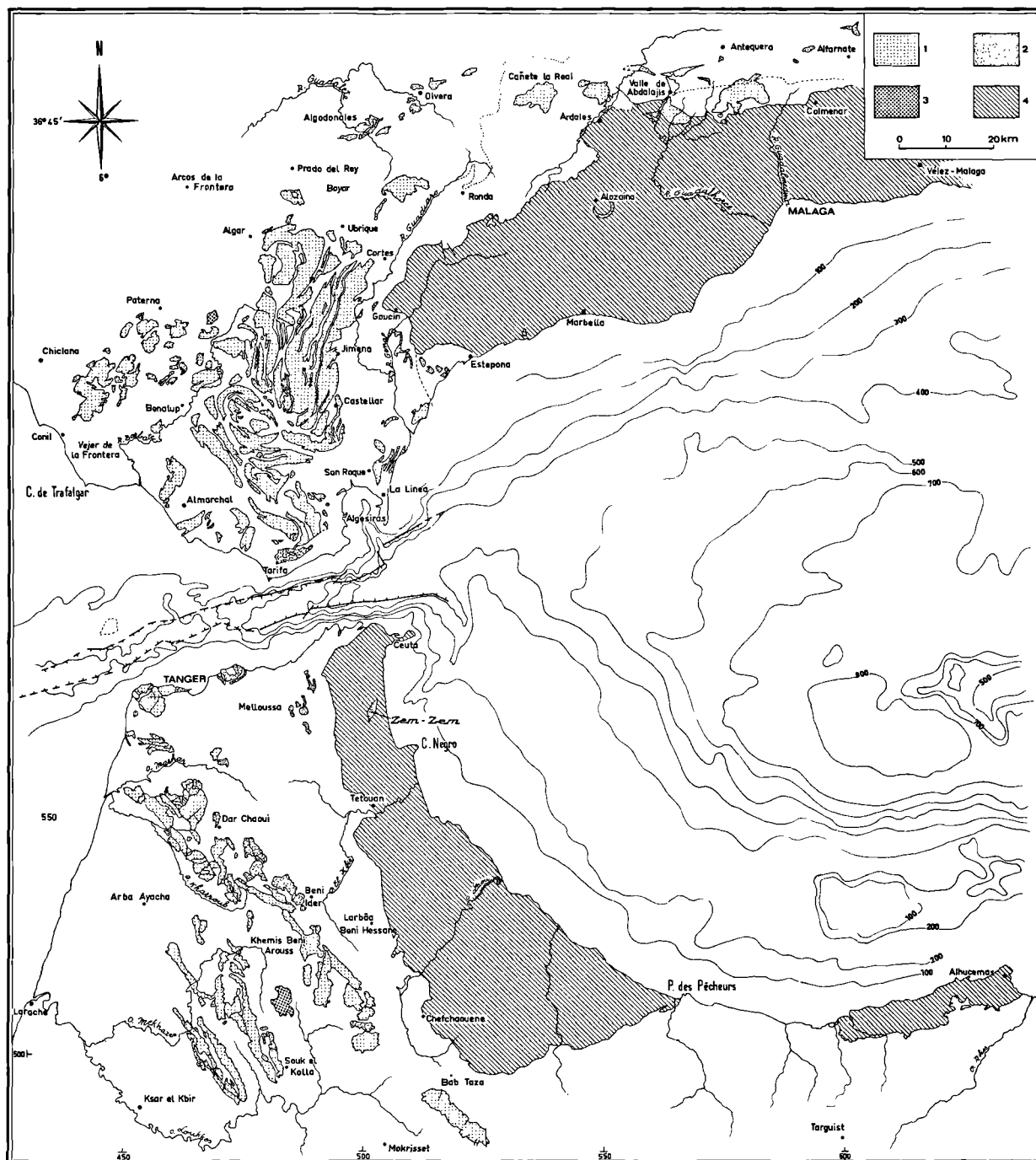


Fig. 3. — Carte de répartition des grès numidiens dans l'arc de Gibraltar.

1, Grès numidiens. — 2, Faciès mixtes ou à substratum pélicitique rouge. — 3, Miocène des Beni-Issef et de Los Pajaros.
4, Zones internes. — Isobathes en brasses.

remarque dans les séries mixtes (colonne 4) où, cependant, les termes 2 et 4 sont relativement réduits, tandis que les séquences à faciès numidien apparaissent déjà dès le terme 4.

c) Les directions de courant relevées dans le Numidien(*) et dans le Flysch grés-micacé montrent une orientation prédominante du Sud vers le Nord, plus dispersée dans le Numidien. On peut donc penser que les matériels détritiques des deux faciès fondamentaux se sont dispersés dans tout le bassin sous l'action de courants longitudinaux à composante principalement Sud-Nord, sans se mélanger, mais en se superposant et en s'intriquant le long de la frontière commune aux deux dépôts (séries mixtes).

d) On doit remarquer l'évolution transversale très nette des "séries de base" sur lesquelles se sont déposés le Numidien et le Flysch grés-micacé avec, en particulier, la place relativement externe des classiques argiles à *Tubotomaculum* et les pélites sableuses rouges communes à plusieurs séries (III à VI).

Il s'y ajoute une évolution dans le sens N-S, observable au Nord du détroit de Gibraltar. Dans le Nord du Campo de Gibraltar, entre Castellar et Cortes, le faciès de Benaiza (Priabonien et Oligocène) se caractérise par une grande abondance de biocalcarénites en dalles décimétriques. Ces calcarénites à caractéristiques de turbidites sont intercalées de pélites, argileuses et rouges au Sud, calcareuses et claires au Nord. Cette évolution des pélites, ainsi que le sens des figures de courant, Nord-Sud, démontrent la position relativement septentrionale de la plate-forme alimentatrice. A ce type de série appartient le lambeau du Zem-Zem (Durand-Delga, 1964). Au Sud et à l'Ouest de Castellar, l'évolution de la "série de base" se fait par disparition des biocalcarénites du faciès de Benaiza, de sorte que la série devient presque exclusivement argilo-pélitique, avec, au sommet, des pélites sableuses rouges du type Zinat (Sierra Blanquilla, 16), puis, par apparition, au sein de ces pélites, de bancs de grès à débris de calcaires et grains de quartz, fort abondants au Nord de Tarifa, dans une série datée du Crétacé supérieur à Eo-Oligocène; cette série renferme par places un épisode de l'Yprésien-Lutétien inférieur avec des marnes claires à microfaune pélagique et des biocalcarénites à silicifications fréquentes.

Ainsi la variété des séries sur lesquelles repose la formation numidienne témoigne d'une paléogéographie variée, distincte de celle qui va lui succéder au cours de l'Aquitainien.

2) Ages des formations numidienne, mixtes et grés-micacé.

Les microfaunes recueillies sont généralement pauvres, principalement en formes planctoniques caractéristiques, et certainement dé-

(*) Les directions significatives relevées sont peu nombreuses; exceptionnellement observables dans le Numidien s. str., elles n'ont un sens que dans la mesure où les masses de grès dans lesquelles on les observe n'ont pas subi de rotation notable autour d'un axe vertical (de telles rotations sont en fait très courantes) ou dans la mesure où l'on peut apprécier cette rotation, ce qui, pratiquement, n'est jamais le cas.

placées, au moins en ce qui concerne les grands Foraminifères (faciès bioclastiques turbiditiques), de sorte que des remaniements sont toujours à craindre.

a) Grès numidiens.

Nous savons qu'au Nord du Déroit, les grès sont postérieurs à des niveaux ayant livré des associations à *Miogypsinoides* et *Miogypsina* rares (Didon, 1964, 1969) indiquant un âge stampien-aquitainien inférieur.

Récemment, Feinberg a reconnu pour nous, dans un prélèvement effectué à la limite S du village de Jimena, immédiatement sous les grès: *Globigerinita dissimilis* (Cush. et Berm.), *Globigerina* gr. *rohri* Bolli, *G. gortanii* (Borsetti), *Globorotalia* cf. *kugleri* Bolli; cette association, en accord avec les datations précédentes, indique l'Aquitainien inférieur (zones N3 à N4 de Blow, 1967).

Le cœur synclinal de la Sierra del Niño E montre, au-dessus des grès, une série pélitique datée de l'Aquitainien supérieur à Burdigalien inférieur avec (**): *Globigerinoides* sp. (forme juvénile spécifiquement indéterminable), *Globigerina juvenilis* Bolli, *G. angustumbilicata* Bolli, *Globorotalia* cf. *minutissima* Bolli, *Cassigerinella chipolensis* (Cush. et Ponton) (zones N4 à N7 de Blow).

Ainsi, la totalité des Grès de l'Aljibe semble se placer dans l'Aquitainien (les données concernant le Numidien rifain sont actuellement insuffisantes).

b) Faciès "grés-micacé".

La présence sporadique de grès à Lépidocyclines sans Nummulites et sans Miogypsinidés a conduit à attribuer au Flysch grés-micacé des Beni-Ilder-Algeras un âge oligocène (Stampien supérieur, tout au plus passage Stampien - Aquitainien).

Un échantillonnage abondant récent a permis de reconnaître, dans le Campo de Gibraltar (***) *Globigerina* gr. *ciperoensis* Bolli (zones P19 à N5 de Blow) immédiatement au Nord du port d'Algeras, *Globigerina* aff. *sellii* (Borsetti) (zones P19 à N3) au Sud du Cerro Gordo, *G. cf. angulisurealis* Bolli (zones N2 à N4) dans la vallée du Rio Guadiaro au Nord de San Martin, *G. sellii* avec *Globigerinita unicava* (Bolli,

(**) Détermination G. Bizon.

(***) Détermination H. Feinberg.

Loeblich et Tappan) (zones N1 à N3) vers le milieu de la série de la Punta del Carnero au Sud d'Algesiras, enfin *Globorotalia opima nana* Bolli (zones P 14 à N3) à la base de la série (termes 3 à 4) de Tarifa.

La répartition stratigraphique de ces associations, qui peut être plus large, converge vers les zones N2 à N3 de Blow (Stampien à Aquitanien inférieur au plus). Cet âge serait donc un peu plus ancien que celui des Grès de l'Aljibe. Cependant, une association riche en *Miogypsinoïdes* (8 à 11 loges au premier tour) abondants et *Miogypsina* rares, récoltée près de Los Barrios vers la base du Flysch "gréso-micacé" (Didon, 1973) date la limite du Stampien et de l'Aquitainien (zones N3 à N4 de Blow). Ainsi, il nous paraît raisonnable d'admettre la contemporanéité, partielle au moins, de ce flysch et des Grès numidiens.

c) Faciès mixtes.

Les associations planctoniques récoltées dans le lambeau de Tala'-Lakrah indiquent un âge au plus oligocène (zone N2 au plus) à environ 40 m sous les premières séquences numidiennes, dans les termes de transition des pélites rouges au Flysch, avec *Globigerina* cf. *angulo-officinalis* Blow et *G. angiporoides* Hornibrook (*), les autres formes observées ne possédant pas de valeur stratigraphique suffisante. La présence de Miogypsinidés (Didon et al., 1973) atteste d'un âge au moins limite stampien-aquitainien (au sens de Lorenz) pour les premières séquences à faciès numidien.

3) Aspects structuraux du Numidien.

Le Numidien de l'arc de Gibraltar (fig. 3 et 4) se présente actuellement sous forme de massifs de dimensions plurikilométriques (rarement plus d'une vingtaine de kilomètres de long), sans liens structuraux bien évidents de l'un à l'autre. La masse monolithique et structurée en plis et écaillés simples, qui s'étend de Castellar à Cortes, fait exception.

Ces massifs constituent le plus souvent l'élément structural le plus élevé de l'édifice tectonique. On peut parler à ce propos d'une "nappe numidienne". Cette nappe repose sur les domaines externes bétiques (Pénibétique et Subbétique) ou sur les domaines externes

rifains (Intrarif et Mésorif) ou sur les autres unités à matériel flysch. Dans les régions les plus occidentales du Rif, des Flyschs massyliens, d'âge crétacé, accompagnent, en semelle, le Numidien ; pour l'un de nous (B. H.), ils pourraient lui être liés en une seule colonne litho-stratigraphique. Quelques massifs isolés reposent sur le dos des zones internes (Zem-Zem) ou sont à cheval sur la limite des zones internes et des zones externes (Jaralon 2 et Fiscala 3).

Cette position haute n'est cependant pas systématique. Les séries renversées situées à l'E de la Laguna de la Janda (au NW d'Almarchal) s'enfoncent vers l'Ouest sous l'Unité d'Almarchal et le Numidien est connu, en sondage, sous cette dernière à Almarchal même (Perconig, 1962 ; Didon et al., 1973). La position des séries mixtes est plus complexe : sans doute en fenêtres sous l'Unité d'Almarchal dans le secteur de Bolonia 19, contrairement à ce qui a pu être dit dans de précédents travaux (Didon et al., 1973), en écaillés au front de la nappe des Beni-Ider, tantôt dessus, tantôt dessous, dans les massifs du groupe de l'Imâm-Rhit 27, ou dans une situation complexe arquée à Tala'-Lakrah I.

Par ailleurs, certains lambeaux de Grès numidiens sont inclus, en blocs exotiques, dans des formations tectono-sédimentaires (Argiles à blocs notamment) parmi d'autres blocs issus de séries différentes et variées. Tel est le cas des masses gréseuses de la région d'Olvera et d'Algodonales 6, de Medina Sidonia 14 et de quelques masses des environs d'Algesiras. Enfin, du matériel sableux, dont une partie importante est d'origine numidienne, a contribué pour une part notable à la constitution des complexes tectono-sédimentaires [Flyschs pré-dorsaliens ou Néo-numidien de Bourgois (1977), formation supra-Beni-Ider de la région d'Aïn-Chouka 24]. La resédimentation du sable numidien, la constitution des blocs exotiques et, plus généralement, la genèse des complexes tectono-sédimentaires, ont précédé la mise en place de la nappe numidienne dans sa situation définitive.

Les structures des massifs numidiens sont soit des monoclinaux plus ou moins inclinés, pouvant se superposer en écaillés, soit des synclinaux le plus souvent dissymétriques. Les anticlinaux sont rares et généralement liés à des écaillages. Beaucoup de structures plissées sont à plongement axial très prononcé, voire

(*) Détermination G. Bizon.

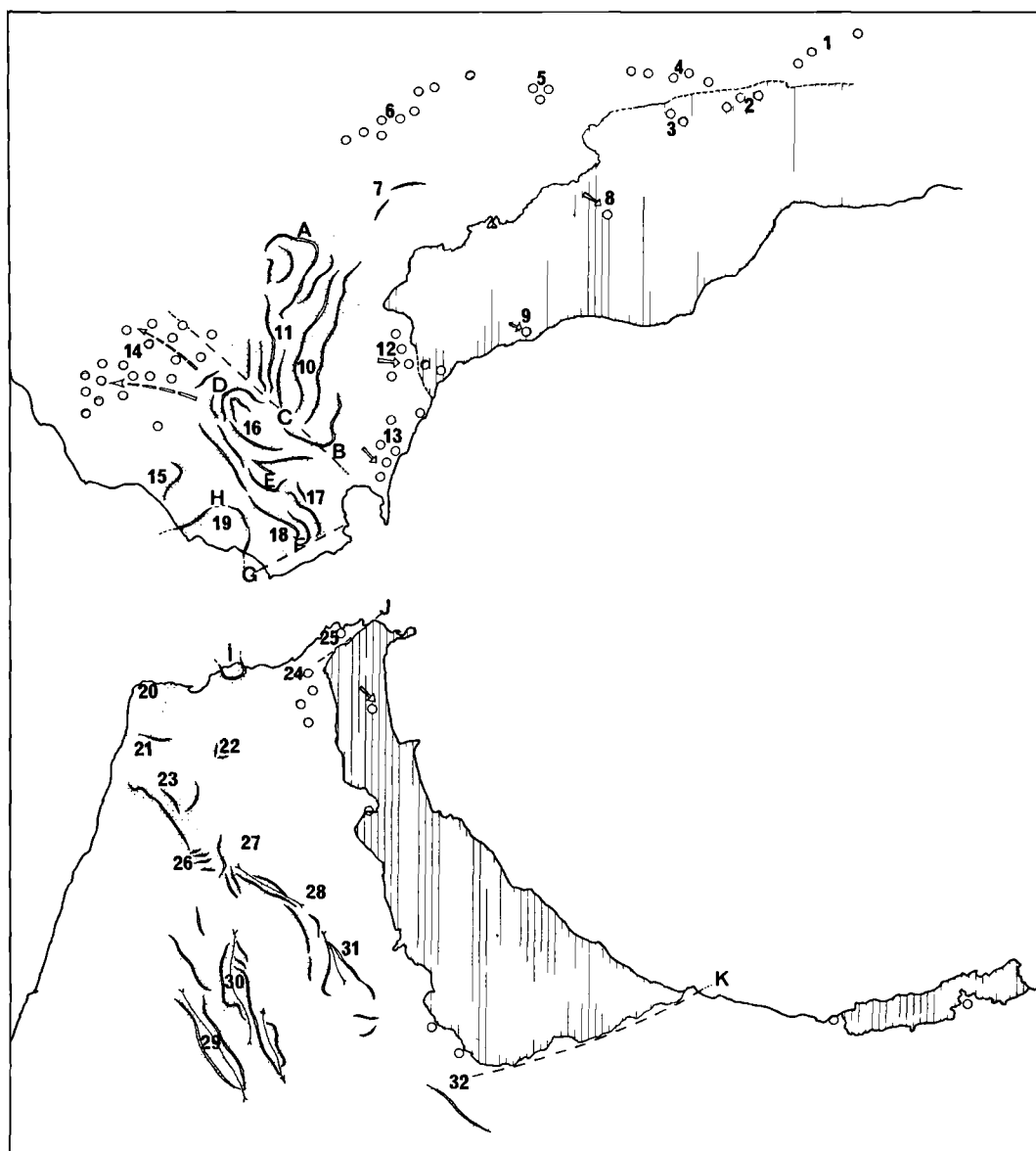


Fig. 4. — Schéma simplifié des ensembles et structures numidiens.

Ensembles litho-stratigraphiques et localités-types :

1, Blocs de la Venta de los Alazores. — 2, Jaralon. — 3, Fiscala. — 4, Carallana. — 5, Cañete la Real. — 6, Algodonales-Olvera. — 7, La Mesa. — 8, Ardite. — 9, San Pedro. — 10, Ensemble de Camara. — 11, Ensemble de l'Aljibe. — 12, Blocs de l'ensemble prédorsalien de la Novia. — 13, S. Carbonera. — 14, Région de Medina Sidonia. — 15, S. de Retin. — 16, S. Blanquilla. — 17, S. Algarrobo. — 18, S. de Ojen. — 19, Bolonia. — 20, Montagne de Tanger. — 21, Dar Zhirou. — 22, J. Zinat. — 23, Seguela. — 24, Aïn Chouka. — 25, Beni Younech. — 26, J. Habib. — 27, Imam Rhit. — 28, Beni-Ider. — 29, Synclinal de Sidi Issef. — 30, Synclinal de Chenatfa. — 31, Massif du Bou Hassim. — 32, J. Khizana.

Éléments tectoniques :

A, Arc de Los Machos. — B, Arc de La Cotilla. — C, " Accident " de La Cotilla. — D, Arc de la Momia. — E, Courbure d'El Niño. — F, Courbure d'El Cabrito. — G, Accident N du détroit de Gibraltar. — H, Arc de Bolonia. — I, Arc de Tala'-Lakrah. — J, Accident du J. Moussa. — K, Accident de Jebha.

Ces chiffres et ces lettres sont reportés en caractères gras dans le texte.

vertical. Elles sont le plus souvent tronquées à leur base selon des surfaces sensiblement planes ou gauchies, avec, dans le cas de monoclinaux étroits, des poinçonnements dans les séries plastiques sous-jacentes (extrémité nord de la Sierra del Algarrobo au NW de Los Barrios et au SE de la Sierra del Niño **E**, extrémité NW de la Sierra de Ojen **18**).

En plan, des éléments de massif présentent des structures nettement arquées ou, parfois, de simples crochons le long d'accidents décrochants (fig. 4). Les arcs impliquent, dans leur genèse, des torsions en plan, certaines incontestablement liées à des accidents décrochants (Arcs de la Cotilla **B** et de la Momia **D** qui se relaient de part et d'autre de l'accident de la Cotilla **C**), avec des renversements de séries fréquents (Arc de Tala'-Lakrah **I**) pouvant mettre en jeu les unités du substratum (toute la région comprise entre Tarifa et la Laguna de la Janda).

Certains massifs montrent la juxtaposition, parfois la superposition mécanique, d'éléments numidiens originellement éloignés ("séries de base" hétéropiques) : Montagne de Tanger **20** de part et d'autre du Ravin des Juifs, et Jbel Zinat (**22** et colonnes II et III, fig. 4), ou des télescopages avec écrasements (Sierra de Enmedio au N de Tarifa et à l'E de Bolonia), Jbel Habib **26**.

Ces faits montrent que, au moins dans une phase finale de la mise en place, le Numidien a été débité en radeaux indépendants et a dérivé de manière différentielle avec une composante générale vers le Nord ou le Nord-Ouest (Didon et Hoyez, 1977), avec un raccourcissement notable suivant cette direction. Les deux témoins de formations d'âge présumé tortonien inférieur, décollés et rabotés, remaniant en grande quantité du matériel numidien (figuré 2 de la fig. 1) placent cette ultime phase dans le Tortonien.

II. — ESSAI DE RECONSTITUTION PALEOGEOGRAPHIQUE DU BASSIN DES FLYSCHS OLIGOCENES - AQUITANIENS ET EVOLUTION ULTERIEURE

1) Les contraintes.

Toute tentative de restitution en son site initial du bassin des flyschs oligocènes-aquitaniens et plus spécialement du Numidien, doit

satisfaire à des conditions d'espace imposées à la fois par les dimensions propres du bassin, par la géométrie des blocs qui l'entourent, par sa position probable vis-à-vis de ces derniers.

a) Contraintes imposées par la tectonique globale.

La "tectonique globale", conjointement aux données générales fournies par la géologie classique, conduit à mettre en œuvre dans ce secteur de la Méditerranée occidentale, trois blocs, plaques ou microplaques : le bloc Ibérique (auquel appartiennent les zones externes bétiques) se rattachant à la plaque Europe, la plaque Afrique (avec les zones telliennes et les zones externes du Rif), le bloc d'Alboran (zones internes bético-kabylo-rifaines).

1° Les seules informations permettant d'estimer le mouvement Europe-Afrique, calculées d'après les anomalies magnétiques atlantiques (Pitman et Talwani, 1972) indiquent un rapprochement de 1,2 cm/an depuis 9 MA au niveau de la baie de Cadix, soit en d'autres termes environ 110 km entre Mesetas ibérique et marocaine. L'absorption de ces mouvements doit se traduire logiquement par des déformations dans les zones externes bétiques et rifaines et leur couverture tectonique de flyschs (en particulier, les torsions évoquées plus haut impliquent un raccourcissement du Numidien dans le sens S-N).

2° Un ensemble de faits géologiques a conduit certains auteurs [Andrieux et al., 1971 ; Le Pichon et al., 1972 ; Auzende et al., 1973 ; Durand-Delga, 1973 ; Paquet, 1974 (*)] à réunir hypothétiquement les zones internes dans un même bloc ou sous-plaque d'Alboran, se déplaçant indépendamment vers l'Ouest, relativement aux plaques européenne et africaine. Dans une phase tardive, ce bloc se fragmente, avec en particulier, au niveau du Déroit de Gibraltar, un décrochement dextre (limité, selon nous, à une vingtaine de kilomètres).

La reconstitution proposée au début de l'Aquitaniens (fig. 5 a) tient compte de ces différents mouvements en les annulant.

(*) En fait, pour Paquet, l'essentiel du coulissement s'est produit lors de la "phase pyrénéenne". Les zones bético-kabylo-rifaine constituent une marge écornée de la plaque européenne.

b) Position du bassin des flyschs par rapport aux grands blocs.

Selon une hypothèse qualifiée d'“ ultra ”, les divers flyschs de la chaîne bético-maghrébine seraient issus d'un domaine relativement éloigné, situé en arrière des zones internes. Ils seraient donc venus dans leur position actuelle par dessus les zones internes.

A cette conception, nous préférons celle énoncée ultérieurement (Durand-Delga, 1963) selon laquelle le bassin des flyschs se serait situé, depuis le Crétacé inférieur, entre les zones externes et les zones internes. De fait, des liaisons sont possibles, au moins depuis le Priabonien, entre les séries prédorsaliennes et celles de la Dorsale. Des relations nous paraissent incontestables entre les domaines intra-rifain et massylien au cours du Crétacé, possible au Nummulitique entre le domaine intra-rifain et le futur domaine numidien (*). Par contre, les rapports avec les domaines externes bétiques nous semblent aujourd'hui difficilement démontrables. Ainsi, le bassin des flyschs oligocène-aquitainien doit-il se situer entre le bloc d'Alboran au Nord-Est et la marge africaine au Sud, dans une situation qui ne préfigure pas un Arc de Gibraltar comme cela a été soutenu, en particulier par l'un de nous (J. D.).

(*) L'interprétation de la classique coupe de Dar-Shirou (cf. colonne 1, tableau II), observable dans les ravins en $x = 455,2$, $y = 563,6$, au SW du massif et au-dessus de la petite route S 703, doit être revue. Selon Durand-Delga qui l'a fait connaître (voir C.R. réunion extr. Soc. géol. Fr., 1972), les grès présentent une troncature basale et reposent anormalement sur une série péltique éocène sup. (?) - oligocène (?), attribuée à la couverture de l'Unité de Tanger. Après avoir examiné cette coupe, il nous a paru que la troncature se trouve plus bas, péltites et grès étant concordants en une série unique renversée. Quoi qu'il en soit, les péltites renferment quelques *Tubotomaculum* et sont semblables à des péltites à lits gréseux rapportées, au S de l'Qued Marhar, à la couverture de l'Unité de Tanger. Il s'agit peut-être là d'un jalon paléogéographique précieux entre le Numidien et les séries externes intra-rifaines renfermant les Grès de Larache.

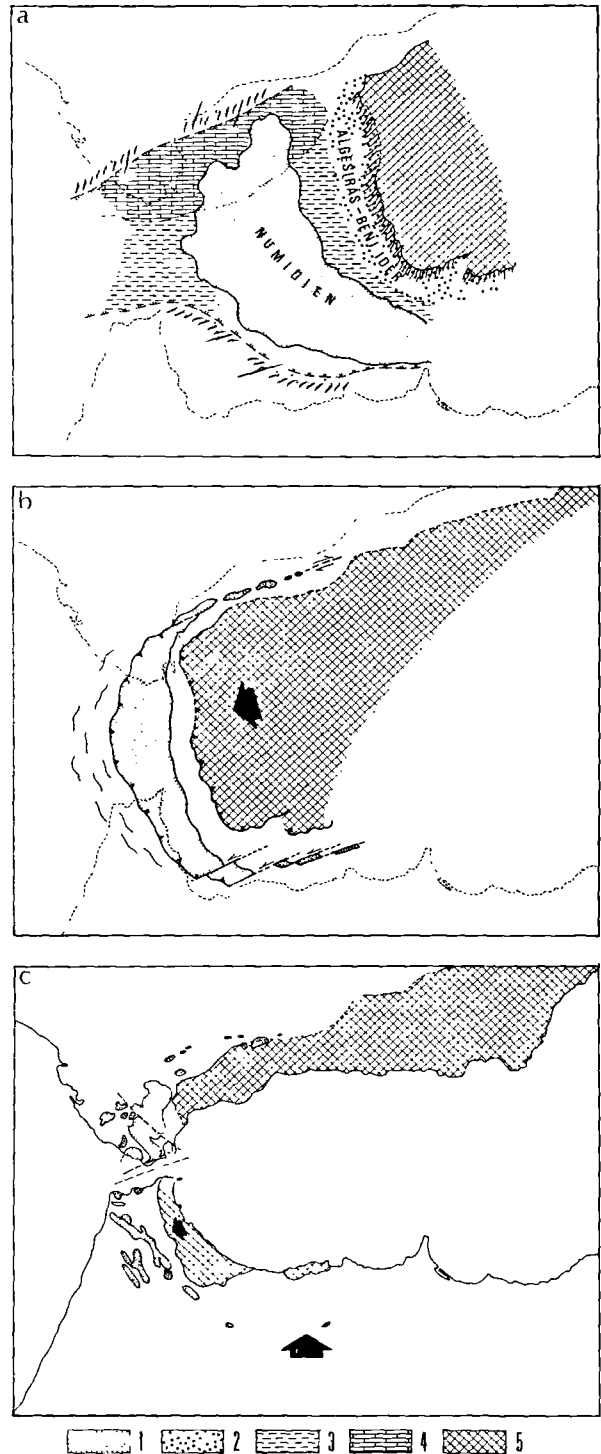


Fig. 5. — Reconstitution physiographique et évolution cinématique de l'ensemble numidien.

- a) Au début du dépôt du Numidien.
- b) Première phase de structuration.
- c) Mouvements ultérieurs et état actuel.

Figurés : 1, Grès numidiens. — 2) Grésomiacacé. — 3, Faciès argileux ou argilo-péltique de base du Numidien. — 4, Faciès Benaïza. — 5, Zones internes.

Flèches : Sens de déplacement par rapport au bloc ibérique.

Fig. 5.

2) Physiographie du bassin avant le dépôt du Numidien.

Ainsi développé, le bassin qui va recevoir les flyschs aquitaniens s'ouvre sur deux regards : un possible vers l'Ouest avec l'Atlantique, et un vers l'Est avec les bassins orientaux de flyschs aux caractères très voisins.

A l'Est ou au Nord-Est, il est limité par la Dorsale, domaine déjà structuré au cours de l'Eocène, mais immergé du moins partiellement au Priabonien.

Un domaine complexe, à valeur de talus mobile, lui fait suite vers le Sud. Des dépôts conglomératiques, calcarénitiques et bioclastiques peuvent y être piégés dans des terrasses tectoniques. Les éléments de ce domaine se retrouvent actuellement dans les flyschs pré-dorsaliens. Au-delà, dans des eaux plus profondes et plus éloignées de la Dorsale, la sédimentation argilo-pélique n'est troublée qu'épisodiquement par l'arrivée de courants de turbidité, avec le temps de plus en plus fréquents et chargés (col. III et IV).

Plus loin encore, au pied de la marge africaine, s'étalent des boues argileuses ferromanganésifères à *Tubotomaculum*. Sur le relèvement qui assure la transition avec les zones intrarifaines, ces argiles à *Tubotomaculum* se décolorent et s'enrichissent en petits bancs de grès fins.

En direction ibérique, l'évolution se manifeste par un enrichissement en matériel résédimenté calcaire (faciès Benaïza). Aucune relique actuelle ne permet cependant de situer la plate-forme alimentatrice (trottoirs à Lithothamnées, par ex.) de laquelle sont issues ces turbidites calcaires.

3) Physiographie au cours de la période oligocène-aquitaniennne.

Du côté interne, les mêmes phénomènes continuent d'affecter le domaine prédorsalien (biocalcarénites oligocènes).

Dans le domaine maurétanien s'édifient un ou plusieurs cônes sous-marins profonds qui composent un prisme détritique progradant. Il en résulte le Flysch grés-micacé des Beni-Ider : sédiment clairement synorogénique qui témoigne d'une tectogenèse qui s'instaure et s'amplifie dans le bloc d'Alboran au cours de sa migration vers l'Ouest.

La sédimentation du Numidien débute brutalement plus au large, sans doute un peu plus tardivement. Bien qu'aucune réponse évidente et définitive ne puisse être apportée à l'origine des quartz grossiers, il semble exclu que l'alimentation ait pu s'effectuer à partir des domaines externes de l'arc. L'hypothèse la plus vraisemblable consiste à imaginer une liaison avec l'Afrique, à l'E de la Moulouya, ou plus probablement, de concevoir un seul et unique bassin accolé à la paléomarge africaine et balayé par de puissants courants profonds. Les rapports entre bassin numidien et unités externes rifaines peuvent être envisagés entre certains faciès de grès fins en couverture de l'unité de Tanger, et d'autres faciès, inférieurs aux grès grossiers, dans des éléments externes de la nappe numidienne. Cette fraction fine, d'affinité numidienne ou larachienne, représenterait le produit du vannage par des courants de contour de matériel issu soit du bassin lui-même, soit de la plate-forme.

Sur la frange interne, les coulées sableuses numidiennes débordent occasionnellement dans le sillon tectonique du Flysch "grés-micacé", donnant les séries mixtes. Ces dernières peuvent constituer le prolongement occidental des séries de type Zima de Grande Kabylie. Au N de la Linea, ces faciès n'ont pas été reconnus : l'âge réel et la signification des Grès de Fiscalà restent trop incertains, soit pour assimiler cette formation aux séries mixtes, soit pour y reconnaître une résédimentation à partir de grès numidiens *pro parte*.

4) Evolution géodynamique ultérieure.

La première phase de déformation du Numidien (fig. 5 b) intervient aussitôt après, ou peut-être même pendant les dernières périodes de dépôt. Des structures N-S sont engendrées : lames imbriquées, plis plus ou moins serrés selon la rigidité ou la plasticité du substratum de charriage. Un décollement généralisé, plus ou moins haut dans la série argileuse de base, affecte la série numidienne. Au cours du déplacement de la nappe, des blocs s'en détachent à l'avant et s'incorporent, avec d'autres blocs, dans des séries argileuses plastiques (Argiles à blocs d'Andalousie). Dans la nappe elle-même, les têtes anticlinales sont promptement soumises à l'érosion et il ne subsiste généralement que les formes synclinales qui s'isolent et commentent à dériver de manière autonome. Par

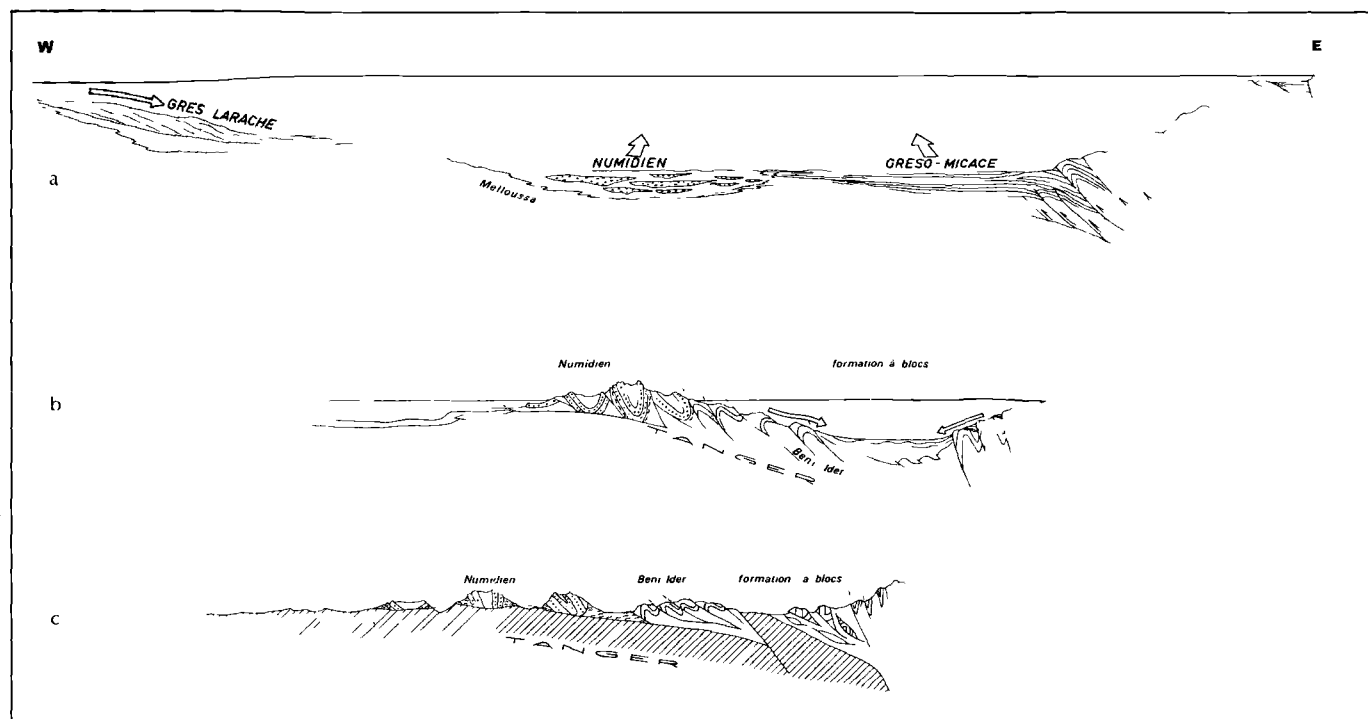


Fig. 6. — Relations transverses entre bassins de flyschs et mécanismes tectono-sédimentaires de structuration.

la suite, au cœur des incisions pratiquées par l'érosion, s'accumulent localement des séries "molassiques" précoces (Beni-Issef, Los Pajaros).

Vers l'intérieur s'élaborent des formations de type Belionis(*), celles, du moins, qui contiennent des grès numidiens resédimentés en blocs ou grain à grain, car des phénomènes similaires peuvent s'être produits antérieurement. Un ou plusieurs bassins s'installeraient alors sur les flyschs sans doute tectonisés (Beni-Ider, Tisirene ?) et serviraient de réceptacle à divers paquets démantelés, tant du côté "interne" (dorsale, flysch maurétanien) que du côté "externe" (Numidien, séries mixtes, unité de Tanger ?). Une telle interprétation implique donc un âge post-aquitain pour les grès numidoïdes de Belionis et non aquitain ou oligocène, comme semble l'indiquer la microfaune, remaniée en ce cas. Des lambeaux de grès numidiens se détachent du corps principal et

(*) Beni-Younech, selon l'orthographe actuelle, village situé au pied du Jbel Moussa.

dérivent par rétroglissement vers les zones internes malgré le déversement général inverse. Au cours de leur progression, nombre d'entre eux se renversent ; certains pourront, à la suite de mouvements ultérieurs, recouvrir par chevauchement les séries transgressives sur les zones internes.

Cette phase de déformation, en fait complexe et s'étalant pendant une longue période du Miocène, est liée au déplacement vers l'Ouest du bloc d'Alboran qui, tel une lame de bulldozer, refoule devant lui le matériel flysch expulsé de son bassin, laissant à la traîne sur le côté des masses émiettées et dilacérées (Jaralon et Fiscala, d'une part, les massifs du Rif oriental, d'autre part).

De nouvelles contraintes peuvent apparaître à la suite de cette première phase, au cours du Miocène supérieur. Elles naîtraient sous l'action, d'une part, du rapprochement des blocs ibérique et marocain et, peut-être simultanément, de l'ouverture de la Mer d'Alboran, d'autre part (fig. 5 c). Leur absorption se localise-

rait principalement à la jonction de ces blocs. Une contraction N-S, doublée d'un décrochement WSW-ENE, induirait à la fois l'affaissement de la nappe numidienne dans l'axe du détroit et une succession de courbures en plan de cette couverture (Cotilla, Momia, Cabrito, Tala'-Lakrah, Bolonia). Hors de ce domaine de resserrement maximum, les massifs numidiens sont affectés, à un moindre degré, par des plis ou des cisaillements transverses. La présence d'un substratum de chevauchement, rigide ou plastique, par exemple les niveaux calcaires du Pénibétique ou le Subbétique marno-gypsifère, semble influencer notablement sur le comportement des masses numidiennes en inhibant ou en favorisant de nouvelles déformations. Enfin, une partie des formations tectoniques hétérogènes, regroupées sous le terme d'Argiles à blocs, peuvent encore avoir été engendrées pendant cette période.

III. — CONCLUSIONS

En dépit de sa position au cœur d'un nœud tectonique et sédimentaire, le Numidien de l'Arc bético-rifain présente la particularité (surtout côté marocain) d'avoir été préservé, d'une part en lui-même et d'autre part dans ses liaisons avec les bassins de flysch contemporains. De telles liaisons existent sur d'autres transversales (Grande Kabylie, Constantinois, Sicile nord-orientale), mais sans doute ont-elles été altérées ou masquées par d'importants resserrements.

Cette disposition conduit à deux propositions :

— Paléogéographique.

La nature de la série de base des grès numidiens permet de définir une zonation transversale de dépôt, déjà en partie énoncée par Durand-Delga (1966), d'après les levés de la région tangeroise. La succession de faciès comprend depuis le côté africain :

— des A.S. varicolores écailleuses à *Tubotomaculum* (type Montagne de Tanger) ;

— des pélites brun-violacé à rares niveaux de calcarénites à Nummulites priaboniennes (type Zinât-est) ;

— des pélites violacées, très peu différentes des précédentes, avec des calcarénites priaboniennes plus développées, et surtout avec un

complément stratigraphique continu jusqu'au Crétacé supérieur (type Tala'-Lakrah).

Cette succession se retrouve identique, dans un contexte tectonique plus clair, entre la transversale de Tetouan et le Jbel Soukna. Sous le terme de "séries à faciès mixte" ont été désignées des séries présentant des affinités à la fois envers le Numidien et le Flysch grésomicacé. Elles marquent la limite fluctuante de deux bassins ou de deux prismes sédimentaires antagonistes.

En direction de la marge africaine, le substratum des Grès numidiens semble également se modifier ; en certains points par la décoloration des argiles à *Tubotomaculum* ; en d'autres par l'apparition de minces niveaux de grès fins.

— Tectonique.

Les directions structurales des massifs numidiens, quoique variables, ne sont anarchiques qu'en apparence. Dans les chaînons continus, une distinction peut être faite entre des déformations primitives conférant une architecture en plis et écailles grossièrement méridiens et des déformations secondaires repleyant ou cisillant cet édifice nappé. Cette phase postérieure se manifeste notamment, en plan, par une succession de courbures sigmoïdes qu'il est possible de raccorder entre elles pour estimer leur mouvement général, en gardant cependant à l'esprit que la dérive individuelle des massifs intervient sans doute dans une large proportion.

En termes de tectonique globale, les déformations de l'ensemble numidien peuvent être considérées comme résultant :

— dans un premier temps, du déplacement vers l'W du bloc d'Alboran et de l'accrétion tectonique des bassins de flyschs sur sa marge occidentale ;

— dans un second temps, du rapprochement des plaques ibérique et africaine et de l'ouverture du bassin occidental d'Alboran.

En définitive, par le jeu différentiel de plusieurs blocs, une partie du bassin du Numidien, originellement lié à la marge africaine, se retrouve largement déracinée et concentrée dans l'arcature complexe de Gibraltar. Le morcellement "gravitaire" qui a accompagné ces mouvements n'a cependant pas désorganisé la logique primitive de ce bassin.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) ANDRIEUX J., FONTBOTE J.M., MATTAUER M. (1971). — Sur un modèle explicatif de l'arc de Gibraltar. *Earth and Plan. Sc. Lett.*, vol. 12, n° 2, p. 191-198.
- 2) ANDRIEUX J., MATTAUER M. (1973). — Précisions sur un modèle explicatif de l'Arc de Gibraltar. *Bull. Soc. géol. France*, (7), XV, n° 2, p. 115-116.
- 3) AUZENDE J.M., BONNIN J., OLIVET J. (1973). — The origin of the Western Mediterranean Basin. *Journ. Geol. Soc.*, v. 129, p. 607-620.
- 4) AUZENDE J.M., REHAULT J.P., PASTOURET L., SZEPE B., OLIVET J.L. (1975). — Les bassins sédimentaires de la Mer d'Alboran. *Bull. Soc. géol. France*, (7), XVII, n° 1, p. 98-107.
- 5) BLOW W.H. (1969). — Late middle Eocene to recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy. *Proc. 1st. Intern. Conf. Plankt. Microf.*, Genève, E.J. Brill, édit., vol. 1, p. 199-422, 52 pl., Leiden.
- 6) BOUILLIN J.P., DURAND-DELGA M., GELARD J.P., LEIKINE M., RAOULT J.F., RAYMOND D., TEFIANI M., VILA J.M. (1970). — Définition d'un flysch massylien et d'un flysch maurétanien au sein des flyschs allochtones de l'Algérie. *C.R. Ac. Sc.*, Paris, t. 270, sér. D, p. 2249-2252.
- 7) BOUILLIN J.P., RAOULT J.F. (1971). — Présence sur le socle kabyle du Constantinois d'un olistostrome lié au charriage des flyschs ; le Numidien peut-il être un néoautochtone ? *Bull. Soc. géol. France*, (7), XIII, p. 338-362.
- 8) BOURGOIS J. (1973). — Présence et définition dans la région de Cañete la Real et de Grazalema d'une formation d'argiles à blocs (provinces de Séville, Cadix et Malaga, Espagne). *C.R. Ac. Sc.*, Paris, t. 276, sér. D, p. 2939-2942.
- 9) BOURGOIS J. (1977). — D'un processus géodynamique majeur au niveau de la courbure de Gibraltar : l'hispanisation des flyschs rifains au Miocène inférieur. *C.R. 5^e Réunion ann. Sc. Terre*, Rennes, Avril 1977, Soc. géol. France, éd., p. 102.
- 10) BOURGOIS J., CHAUVÉ P., DIDON J. (1973). — Sur la présence et l'extension de la formation d'argiles à blocs dans la province de Cadix. *Ann. Sc. Univ. Besançon*, (3), fasc. 20, p. 89-101.
- 11) BOURGOIS J., CHAUVÉ P., PEYRE Y. (1972). — Les phénomènes tectono-sédimentaires dans l'W des Cordillères bétiques depuis l'Aquitainien. *Ibidem*, (3), fasc. 17, p. 97-112.
- 12) BOURGOIS J., CHAUVÉ P., PEYRE Y. (1973). — Présence de faciès "flysch" à l'Est de Grenade. *Ibidem*, (3), fasc. 20, p. 139-142.
- 13) CHAUVÉ P. (1968). — Etude géologique du Nord de la Province de Cadix (Espagne méridionale). (Thèse Sciences, Paris, 1967). *Mem. Inst. geol. y min. España*, t. LXIX, 377 p., 1 carte.
- 14) DIDON J. (1960). — Le Flysch gaditan au Nord et au Nord-Est d'Algésiras (prov. de Cadix, Espagne). *Bull. Soc. géol. France*, (7), II, p. 352-361.
- 15) DIDON J. (1964). — Présence de Miogypsinidés à la base des grès de l'Aljibe (Espagne méridionale). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 1, p. 32.
- 16) DIDON J. (1969). — Etude géologique du Campo de Gibraltar (Espagne méridionale). *Thèse, ronéo.*, Paris, 539 p.
- 17) DIDON J. (1973). — Présence d'un niveau à Miogypsinidés dans le flysch d'Algésiras (Espagne méridionale). Conséquences paléogéographiques et structurales. *Bull. Soc. géol. France*, (7), XI, sup. C.R. somm. des séances, n° 1, p. 40-41.
- 18) DIDON J. (1977). — Rôle des phénomènes de glissement et d'écoulement par gravité dans la mise en place du matériel flysch à la périphérie de l'Arc de Gibraltar. Conséquences. Colloque clôture A.T.P. "Géodynamique Méditerranée occidentale", Montpellier, Oct. 1976. *Bull. Soc. géol. France*, (7), t. XIX, p. 765-771.
- 19) DIDON J., DURAND-DELGA M., KORNPROBST J. (1973). — Homologies géologiques entre les deux rives du Déroit de Gibraltar. *Bull. Soc. géol. France*, (7), XV, n° 2, p. 77-104.
- 20) DIDON J., HOYEZ B. (1977). — Déplacement tardif de la nappe numidienne en direction du NNW à la périphérie de l'Arc de Gibraltar. *C.R. 5^e Réunion ann. Sc. Terre*, Rennes, Avril 1977, Soc. géol. France, éd., p. 199.
- 21) DURAND-DELGA M. (1963). — Essai sur la structure des domaines émergés autour de la Méditerranée occidentale. *Geol. Rundschau*, Bd 53, p. 534-535 (Résumé).
- 22) DURAND-DELGA M. (1964). — Le lambeau de recouvrement du Zem-Zem (Rif septentrional, Maroc). *C.R. som. Soc. géol. France*, 1964, p. 165.
- 23) DURAND-DELGA M. (1966). — Titres et Travaux scientifiques. *Imp. Priester*, Paris.
- 24) DURAND-DELGA M. (1972). — La courbure de Gibraltar, extrémité occidentale des chaînes alpines, unit l'Europe et l'Afrique. *Eclogae geol. Helv.*, 65-2, p. 267.
- 25) DURAND-DELGA M. (1973). — Hypothèses sur la genèse de la courbure de Gibraltar. *Bull. Soc. géol. France*, (7), XV, p. 119-120.
- 26) DURAND-DELGA M., LESPINASSE P. (1965). — Le Miocène des Beni-Issef (Rif septentrional) et ses rapports avec la nappe numidienne. *C.R. somm. Soc. géol. France*, 1965, p. 321-323.
- 27) DURAND-DELGA M., MATTAUER M. (1959). — Les unités structurales internes de la "Zone marno-schisteuse" du Rif septentrional. *C.R. Ac. Sc.*, Paris, t. 248, p. 2364-2366.
- 28) GELARD J.P. (1969). — Le flysch à base schisto-gréseuse de la bordure méridionale orientale du massif de Chellata : le flysch maurétanien (Grande Kabylie, Algérie). *Bull. Soc. géol. France*, (7), XI, p. 676-686.

- 29) GAUDETTE H.E., HURLEY P.M., FAIRBAIRN H.W., LAJMI T. (1975). — Source area of the Numidian flysch of Tunisia as suggested by detrital zircon ages. *Ann. Meet.*, Salt Lake City, Utah, Abstracts with programs, p. 1083-1084.
- 30) GIEMANN G. (1961). — Erläuterungen zur bathymetrischen Karte der Strasse von Gibraltar. *Bull. Inst. océanogr.*, Monaco, t. 58, n° 1218, 28 p.
- 31) GLANGEAUD L. (1971). — Les phases tertiaires de la Mer d'Alboran. *C.R. Ac. Sc.*, Paris, t. 273, sér. D, p. 2435-2440.
- 32) GLANGEAUD L., FERNEX F., SZEPE B. (1971). — Néotectonique, la Mer d'Alboran et ses bordures européenne et africaine. *Ibidem*, t. 273, sér. D, p. 2048-2051.
- 33) HOYEZ B. (1975). — Dispersion du matériel quartzeux dans les formations aquitaniennes de Tunisie septentrionale et d'Algérie nord-orientale. *Bull. Soc. géol. France*, (7), XVII, n° 6, p. 1147-1156.
- 34) KOCKEL F. (1963). — Die Geologie des Gebietes Zwischen Rio Guadalhorce und dem Plateau von Ronda (Südspanien). *Geol. Jb.*, 81, p. 413-480, 3 tab., 17 fig.
- 35) LAJAT D., GONNARD R., LETOUZEY J., BIJU-DUVAL B. (1975). — Prolongement dans l'Atlantique de la partie externe de l'Arc bético-rifain. *Bull. Soc. géol. France*, (7), XVII, n° 4, p. 481-485.
- 36) LE PICHON X., PAUTOT G., WEILL J.P. (1972). — Opening of Alboran Sea. *Nature Phys. Sc.*, vol. 236, p. 83-85.
- 37) MAUTHE F. (1970). — Das Subbétische Schollenland Zwischen Olvera und Montellano (Prov. Cadix und Sevilla, Südwestspanien). *Geol. Jb.*, 88, p. 421-469.
- 38) OLIVET J.L., AUZENDE J.M., BONNIN J. (1973). — Structure et évolution tectonique du Bassin d'Alboran. *Bull. Soc. géol. France*, (7), XV, p. 108-111.
- 39) OLIVET J.L., PAUTOT G., AUZENDE J.M. (1972). — Alboran Sea. *Init. Rep. of D.S.D.P.*, vol. XIII, Washington, p. 1417-1430.
- 40) PAQUET J. (1974). — Tectonique éocène dans les Cordillères bétiques; vers une nouvelle conception de la paléogéographie en Méditerranée occidentale. *Bull. Soc. géol. France*, (7), XVI, p. 58-71.
- 41) PERCONIG E. (1962). — Sur la constitution géologique de l'Andalousie occidentale, en particulier du bassin du Guadalquivir. *Livre mém. Prof. P. Fallot, mém. h.-sér. Soc. géol. Fr.*, t. 1, p. 229-264.
- 42) PEYRE Y. (1974). — Geologie d'Antequera et de sa région (Cordillères bétiques, Espagne). Thèse, Paris, 528 p.
- 43) PITMAN W.C., TALWANI M. (1972). — Sea-floor spreading in the North Atlantic. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, vol. 83, p. 619-646.
- 44) SUTER G., FIECHTER G.G. (1966). — Le Rif méridional atlantique (Maroc): aperçu structural sur la région de Zoumi-Ouezzane et le Pays de Habt (Larache). *Notes Serv. géol. Maroc*, t. 26, n° 188, p. 15-20.

Contribution à l'étude de l'édifice tectonique égéen : l'exemple de l'Eubée

par Cl. GUERNET (*)

Sommaire. — L'hypothèse d'une fenêtre d'Almyropotamos (Guernet, 1972, 1975) émise pour interpréter des découvertes de fossiles mésozoïques dans les marbres de Marathon, en Attique (Argyriadis, 1967) et d'Almyropotamos, en Eubée (Katsikatsos, 1971) vient d'être confirmée par Mercier et coll. (Katsikatsos et al., 1976, Argyriadis et al., 1977). Ceux-ci font, en outre, de la série cristalline de Styra, une unité tectonique intermédiaire, située entre la série d'Almyropotamos et la série mésozoïque de l'Eubée moyenne, alors que pour l'auteur de cette note, elle représente plus sûrement, dans l'état actuel de nos connaissances, le socle pélagonien de la série mésozoïque.

En s'appuyant principalement sur ses travaux personnels (Guernet, 1971, etc...) réinterprétés à la lumière des idées nouvelles, l'auteur tente de préciser la structure tectonique et les contours de la fenêtre d'Almyropotamos-Marathon. Il décrit en outre, une autre fenêtre, celle de Stropones, dont l'existence suppose l'allochtonie générale de la zone pélagonienne, au moins au niveau de l'Eubée. Des homologues sont enfin proposées, entre les unités ou séries distinguées en Eubée et celles décrites ailleurs en Egée, notamment en Thessalie et au Laurium.

Summary. — The hypothesis of an Almyropotamos window (Guernet, 1972, 1975) emitted to interpret the discovery of mesozoic fossils in marbles of Attic (Argyriadis, 1967) and Euboea (Katsikatsos, 1971) is recently confirmed by Mercier and coll. (Katsikatsos and al., 1976, Argyriadis and al., 1977).

Here, the author attempts to precise the tectonic structure and the outline of this window. Besides, he describes another window — the Stropones window — the existence of which, imply the general allochtony of the Pelagonian zone. Comparaisons are made with other parts of egean area, specially Thessaly and Laurium.

INTRODUCTION

Jusqu'à la fin des années "70", et malgré les travaux, en Attique méridionale, de Marinos et Petrascheck (1956) qui apportent, pour la première fois, notamment sous forme d'une carte géologique du Laurium au 1/50.000^e, des données précises en faveur de la vieille hypothèse de Kober, la plupart des géologues qui travaillent en Grèce considèrent comme résolu, dans le sens autochtoniste, le problème du massif d'Attique-Cyclades. A tel point que les géologues français, nombreux à œuvrer en Grèce ces deux dernières décennies, négligent ce cœur des Hellénides et passent ainsi longtemps à côté de ce problème qui, aujourd'hui,

se révèle être, et de loin, le plus important de ceux posés dans l'ensemble dinaro-aurique.

A l'inverse, à la suite de la découverte par Argyriadis de fossiles mésozoïques dans les marbres de la région de Marathon, en Attique (1967) et d'Almyropotamos, en Eubée (communication orale en 1969 au cours d'un séminaire à l'Université d'Orsay), puis par Papadeas (1971) et Katsikatsos (1971) dans les mêmes régions, nombre de spécialistes des Hellénides se rallient à l'hypothèse d'un massif d'Attique-Cyclades essentiellement mésozoïque. En fait, il est possible que la vérité se situe entre ces hypothèses et, en particulier en Eubée méridionale, une hypothèse moins extrême peut être envisagée (Guernet, 1972, 1975) : entre l'autochtonie (la fenêtre d'Almyropotamos ou mieux, voir plus loin, de Marathon) et la série pélagonienne de l'Eubée moyenne, s'intercale la puissante série métamorphique de Styra, non fossilifère, que des arguments tectoniques conduisent

(*) Laboratoire Géologie des Bassins sédimentaires, Tour 15, Université P. et M. Curie, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05.

Note présentée le 3 Novembre 1977 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 9 Février 1978.

Mercier et coll. à considérer comme anté-crétacée et pour laquelle j'ai toujours supposé un âge antétriasique.

I. — LE PROBLEME DE L'UNITE STRUCTURALE DE STYRA

La série de Styra, affectée par un métamorphisme alpin à albite, phengite, glaucophane, lawsonite, calcite (Guernet, 1971, p. 15 et suivantes ; p. 310 et suivantes), est une série compréhensive épaisse de plusieurs milliers de mètres, apparaissant sous la semelle paléozoïque de la série sédimentaire pélagonienne. Dans le secteur figuré ici, ses principaux termes lithologiques sont les *marbres de Styra*, le plus souvent bien stratifiés et de couleur sombre, avec parfois des microlits de teinte claire, les *quartzites de Koskinon* (*), les *schistes cristallins* (ils contiennent les minéraux précités, sauf au sommet de la série où le métamorphisme devient très léger) et les *serpentes* qui, près de Tsakaï, sont associées à des amphibolites (à hornblende) et à des schistes à glaucophane (Guernet, 1971). Le passage des marbres ou des quartzites, vers le haut ou vers le bas de ces termes, aux schistes cristallins est toujours progressif : c'est au sein de ces schistes cristallins qu'il faut rechercher d'éventuels contacts anormaux.

La série de Styra repose tectoniquement sur les marbres blancs d'Almyropotamos et les schistes qui recouvrent normalement ceux-ci. En effet, Argyriadis et al. (1976) ont découvert des Hippurites au sommet des marbres blancs et les schistes immédiatement sus-jacents ne peuvent correspondre qu'à un flysch d'âge crétacé terminal ou éocène. L'épaisse série de Styra au-dessus de cet ensemble ne peut être attribuée aussi au Tertiaire ; elle est donc chevauchante, ce que démontrent par ailleurs les analyses microtectoniques (Katsikatsos et al., 1976) : l'existence d'une fenêtre d'Almyropotamos est donc confirmée.

A son sommet, la série de Styra est recouverte par la semelle paléozoïque supérieur de

la série pélagonienne. Selon Katsikatsos et al. (1976) et Argyriadis et al. (1976), le contact est anormal et la série de Styra constitue une unité tectonique intercalée entre celle de l'Eubée moyenne et l'autochtone. Effectivement, au nord d'Achladeri, sous la série carbonatée pélagonienne, les couches triasiques et permienes sont disloquées. Toutefois, ces dérangements sont la règle, en Eubée moyenne, au contact des calcaires triasico-liasiques et des grau-wackes et formations volcano-sédimentaires du Paléozoïque et du Trias : là prend place une importante dysharmonie, sans doute accompagnée d'un décollement. En outre, un *conglomérat d'âge permien supérieur ou triasique inférieur apparaît au nord d'Achladeri* (Guernet, 1971 ; Guernet et Termier, 1971) dans les grau-wackes où il semble occuper un ancien chenal estuarien. Un tel conglomérat est d'ailleurs fréquent en Eubée centrale, à ce niveau (Deprat, 1904 ; Guernet, 1971), notamment au Liri, au pied du Dirphy, où il contient en outre des galets de micaschistes et de granite et est associé à des grès feldspathiques, véritables arkoses peu remaniées ; il est le témoin d'un socle à matériel paléozoïque, tout proche au Permo-Trias. Au nord même d'Achladeri, ce conglomérat contient des galets de marbres noirs, décimétriques, évoquant les marbres de Styra et Argyriadis et moi-même y avons recueilli, en 1975, un gros galet de quartzite semblable à celle de Koskinon. Autant dire que si l'on ne peut exclure l'hypothèse d'un contact anormal majeur passant sous les calcaires permienes et délimitant vers le haut "une unité de Styra", on ne peut exclure non plus l'hypothèse que j'ai soutenue en 1975 et qui fait de la série de Styra le soubassement antépermien de la série pélagonienne.

II. — LES FENETRES DE MARATHON ET DE STROPONES

1) La fenêtre d'Almyropotamos ou fenêtre de Marathon.

Elle comprend non seulement les marbres d'Almyropotamos, en Eubée, mais aussi les marbres de même faciès (marbres souvent massifs, blancs à gris) à Mégalodontes triasiques ou à Nérinées crétacées de la région de Marathon (Attique), de l'autre côté du golfe de l'Eubée (fig. 1). En Eubée, près de Veloussia,

(*) Les "quartzites" de Koskinon contiennent en fait, outre le quartz dominant, de la phengite, du mica brun clair, de l'albite en grands cristaux tardifs et des reliques d'orthose perthitique. Elles correspondent au métamorphisme d'une roche éruptive acide ou, plus vraisemblablement, à celle d'un grès feldspathique.

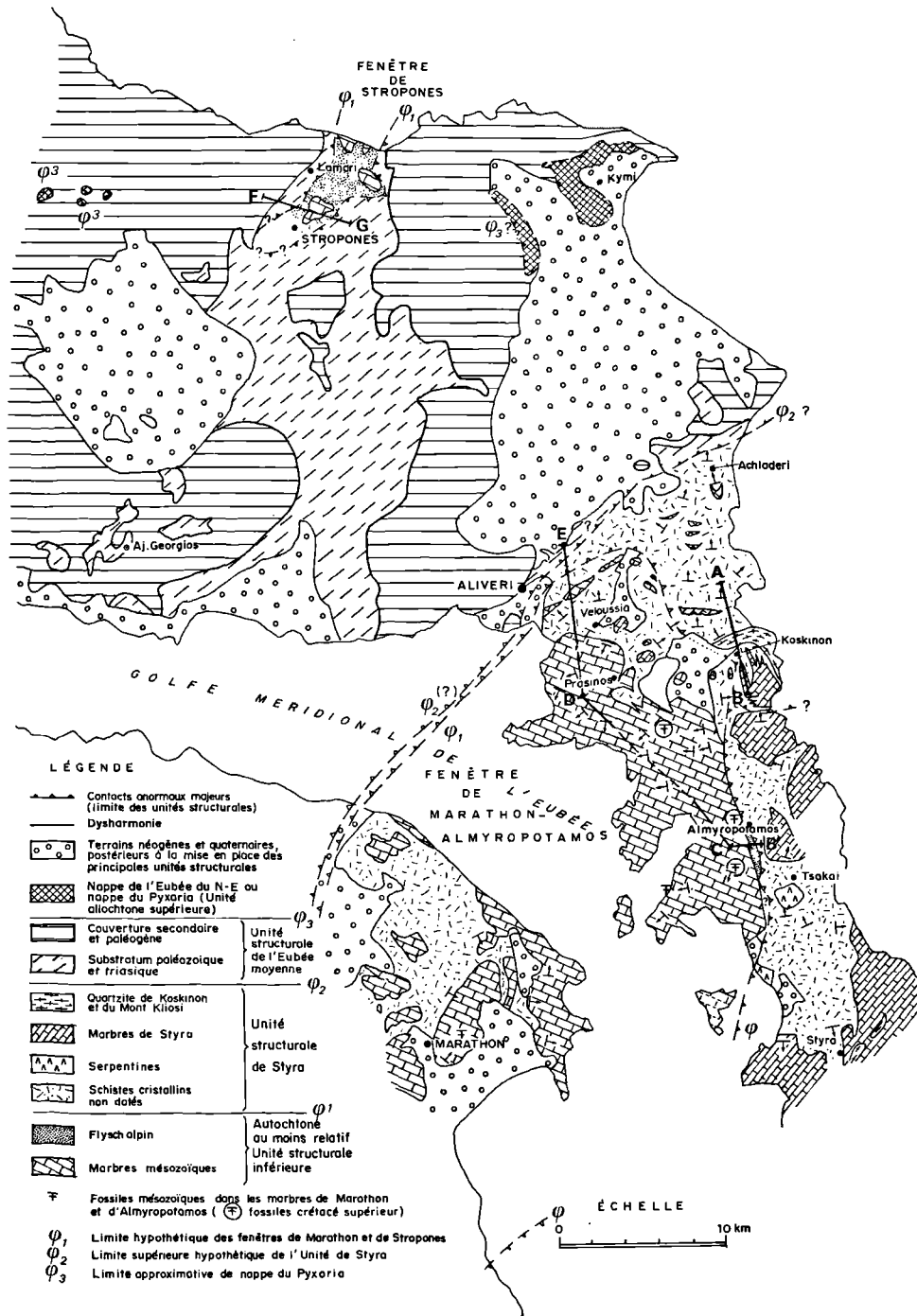


Fig. 1. — Carte structurale d'une partie de l'Eubée et de l'Attique : les fenêtres de Marathon-Almyropotamos et les unités structurales allochtones.

les marbres passent progressivement de haut en bas à des schistes cristallins semblables à ceux de la série de Styra et contenant les mêmes associations minéralogiques (avec notamment le glaucophane) et les mêmes lentilles de marbre gris foncé. Si les marbres de Veloussia font bien partie, comme il apparaît sur le terrain, du grand massif de marbres mésozoïques d'Almyropotamos, les schistes cristallins sous-jacents sont, eux, d'âge paléozoïques ou, à leur sommet, triasique.

Vers le haut, près d'Almyropotamos, les marbres sont eux-mêmes recouverts par un encroûtement ferrugineux (Guernet, 1971, p. 31, et photo 2, Pl. II). C'est sous ce contact, dans les marbres, qu'Argyriadis et al. (1977) signalent des Hippurites et c'est au niveau de l'encroûtement ferrugineux qui, au niveau du village d'Almyropotamos, passe à une véritable série condensée, épaisse de quelques centimètres, que Dubois et Bignot (comm. pers., note en cours de rédaction) ont découvert une faune partiellement recristallisée (Nummulites, etc...) d'âge post-paléocène. Les schistes qui surmontent les marbres correspondent donc à un flysch d'âge relativement tardif, vraisemblablement peu épais, laminé et qui porte la puissante et complexe série de Styra, chevauchante (voir supra et fig. 1 et 2).

Le contact anormal qui délimite la fenêtre de Marathon passe en partie au sein des schistes cristallins (fig. 1 et 2). La limite de la fenêtre passe alors au Sud d'Aliveri et à l'Ouest de Koskinon (une brusque variation dans la direc-

tion des pendages s'observe dans cette dernière région : pendages principalement N en dehors de la fenêtre ainsi circonscrite, ENE à l'intérieur).

Cependant, des contacts anormaux peuvent être masqués, principalement au sein des schistes cristallins : les contours proposés ici restent hypothétiques.

2) La fenêtre de Stropones.

Au cœur de l'ensellement de l'Eubée, entre le Dirphy, point culminant de l'île (1.743 m) et la mer, le soubassement de la couverture mésozoïque pélagonienne apparaît (fig. 3). Sous les calcaires du Trias supérieur et du Jurassique affleurent des mandelsteins ou des spilites, des grès, des conglomérats puis, plus bas, des schistes à lentilles de calcaires à Fusulines plus ou moins recristallisés (le front du métamorphisme peut monter jusque dans le Trias volcano-sédimentaire où, au nord de Lamari, apparaît notamment une très belle association à stilpnomélane, pumpellyite, glaucophane, typique d'un métamorphisme alpin léger ; in Guernet, 1971, p. 306, étude pétrographique de Kienast et de Velde).

Ces schistes, épais de plus de 100 m, surmontent des marbres blancs, les marbres de Stropones, que la vallée de Lamari entaille sur 300 m de hauteur. Le contact est stratigraphique, souligné par des poches karstiques à encroûtement ferrugineux ou bien, au contraire, mal défini, des marbres en plaquettes assurant la

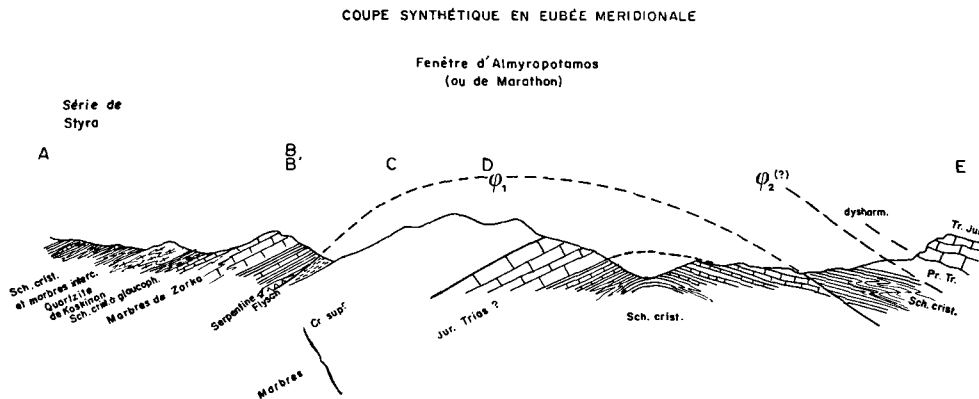


Fig. 2. — La fenêtre de Marathon-Almyropotamos : schéma structural synthétique (les segments de coupe correspondant aux lettres A à E sont tracés sur la fig. 1).

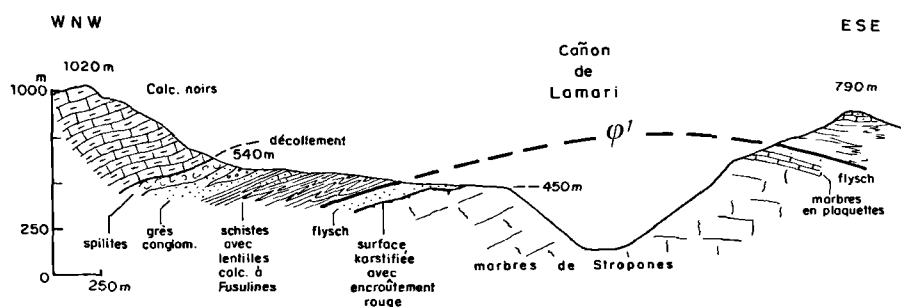


Fig. 3. — La fenêtre de Stropones : coupe passant 1 kilomètre environ au Nord du village de Stropones (F à G sur la fig. 1).

transition entre les marbres de Stropones et les schistes sous-jacents. Je n'ai observé, jusqu'à présent, que des fossiles non déterminables dans ces marbres blancs que j'avais attribués au Paléozoïque. En fait, leur faciès et leur position est celle des marbres d'Almyropotamos et, comme en Eubée du Sud, il est probable qu'un contact anormal majeur passe au sein des schistes. La partie inférieure de ceux-ci a la signification d'un flysch, au-dessous de ce contact, tandis qu'au-dessus, la série correspond aux grauwackes paléozoïques de l'Attique et de l'Eubée centrale.

Notons que l'existence d'une fenêtre dans la région de Stropones a été envisagée par Dürr et al. (1977) : bien qu'il n'en soit pas question dans leur texte, ces auteurs figurent une fenêtre sur leur carte de la région égéenne, à peu près à l'emplacement de la nôtre.

3) Age des chevauchements (φ_1 et φ_2 , sur les figures).

La mise en place de la série pélagonienne plus ou moins désolidarisée de son socle — la série de Styra — sur l'unité d'Almyropotamos-Marathon et de Stropones est anté-aquitaniennne puisque la série miocène de Kymi, en Eubée, et d'Oropos, en Attique, cicatrice les contacts anormaux et contient des galets de la série cristalline affectée par le métamorphisme syntectonique. Elle est, d'autre part, postérieure au dépôt du flysch d'Almyropotamos, d'âge lui-même éocène inférieur ou moyen à sa base.

D'autre part, la position très interne, au niveau même de l'Eubée moyenne, de la fenêtre de Stropones, implique l'allochtonie totale de la série pélagonienne de l'Eubée moyenne.

CONCLUSION

1) L'exemple de la fenêtre de l'Olympe.

Comparaison des édifices cristallins de l'Eubée du Sud et de la Thessalie.

En mettant en évidence la vraie nature de l'Olympe — une série mésozoïque et tertiaire apparaît en fenêtre sous des séries métamorphiques — Godfriaux a donné l'une des clefs nécessaires à la compréhension des Hellénides et, notamment, de la fenêtre de Marathon (Guernet, 1972, 1975). Le fait que, dans l'Olympe, la surface de chevauchement tronque des niveaux allant du Trias au flysch éocène, implique une érosion importante antérieure au charriage. En Eubée et en Attique, les fenêtres, telles que je les ai décrites, ne se conçoivent que si l'on admet une telle érosion ; l'unité de Styra chevaucherait en effet, aussi bien le flysch qui surmonte les marbres que leur éventuel socle paléozoïque.

Un autre secteur clef, celui du Pélion, situé immédiatement au Nord de l'Eubée, a fait l'objet des travaux récents de Ferrière (1975 a et b) et de Wallbrecher (1976). Ce dernier auteur donne plus particulièrement pour la partie sud du Pélion, une description et une carte qui permettent de proposer les homologues suivantes :

— "Eohellenic nappe" du Pélion = Unité de Styra ; l'"Eohellenic nappes" comporte en effet des "platy marbles", des phyllites sériciteux ou quartziteux et des serpentines, homologues possibles, respectivement des marbres de Styra, des schistes cristallins, des quartzites et des serpentines de la série de Styra ;

— “Pelagonisches Kristallin” du Pélion = Autochtone de l'Eubée méridionale, *pro parte*, les “Kalzit-Marmoren” du Pélion étant alors homologues des marbres d'Almyropotamos.

Ces homologues impliquent une mise en place de la nappe du Pélion sensiblement contemporaine de celle de l'unité de Styra sur la fenêtre de Marathon, donc post-paléocène et non antécristacé supérieur, comme le propose Wallbrecher.

Dans les Sporades, à l'Est du Pélion, les séries mésozoïques carbonatées épimétamorphiques de Skyathos et de Skopelos semblent correspondre à l'autochtone et la série du Palouki de Skopelos à l'unité de Styra (Guernet, 1970). A Skopelos, la série du Palouki, intensément plissée, est constituée de marbres gris bien lités intercalés de niveaux schisteux particulièrement développés à la base de la série où ils alternent régulièrement avec les marbres. L'ensemble repose sur le flysch métamorphique superposé aux marbres de Skopelos : une fois de plus, le contact anormal passe au sein d'une série à première vue continue (l'alternance marbres-schistes cristallins à la base de la série du Palouki ne constitue donc pas un terme de transition avec le flysch sous-jacent, comme le supposent Jacobshagen et al., 1976).

2) L'Eubée du Sud et l'Attique.

En Attique, les marbres du Pentélique (marbres inférieurs et supérieurs) et les micaschistes de Kaessariani (Lepsius, 1893) occupent certainement la même position structurale que l'unité inférieure de l'Eubée moyenne. La fenêtre du Pentélique, telle que la figure Clément (1976) est la suite, vers l'Ouest, de celle de Marathon ; la série d'Ekali du même auteur, est de signification plus énigmatique, elle semble occuper la même position structurale que la série (ou unité) de Styra ou bien que les schistes d'Athènes, mais là s'arrête peut-être l'homologie.

A l'extrémité méridionale de l'Attique, au Laurium, l'autochtone constitué de marbres blancs et de micaschistes [marbres inférieurs et supérieurs de l'Attique, micaschistes de Kaessariani, selon Lepsius, marbres K3, micaschistes K2 et marbres K1, de bas en haut, selon Leleu (1966)], est surmonté par la “nappe des phyllites” de Marinos et Petrascheck (1956), nappe à laquelle correspondent des calcaires inférieurs (marbres P1 de Leleu), des schistes

(schistes d'Athènes, de Lepsius ; Schistes P1, de Leleu) et des calcaires supérieurs (marbres P3).

La structure d'ensemble est apparemment très simple aux environs de Laurium (vallée de Legrena, vallée de Potamos) : marbres et mica-schistes sont subhorizontaux. Cette simplicité n'est qu'apparente : les calcaires lités (P3) et les schistes de l'unité supérieure sont généralement basculés ou disloqués, les marbres subhorizontaux de l'unité inférieure sont intensément microplissés (ainsi qu'on peut en juger lorsque le litage est apparent comme à l'Est et au Sud-Ouest du Vélatur). Il semble, d'autre part, que le contact des calcaires P1 sur les marbres K1 soit stratigraphique, souligné qu'il est par des poches karstiques minéralisées (Leleu, 1966) et qu'il faille donc rattacher ces calcaires (plus ou moins recristallisés d'ailleurs) à l'unité inférieure. Quoi qu'il en soit, par leur faciès et leur position structurale, les marbres K du Laurium correspondent aux marbres d'Almyropotamos, la “nappe des phyllites” pouvant alors correspondre à l'unité de Styra.

3) L'Eubée du Sud et l'ensemble Attique-Cyclades-Menderes.

Selon Dürr et al. (1977), en Turquie, dans le massif de Menderes, peuvent être distingués :

— un “noyau” de micaschistes, gneiss et granite d'anatexie, à matériel d'âge paléozoïque ancien ou précambrien et à métamorphisme d'âge calédonien ou plus ancien possible ;

— une “enveloppe” constituée de micaschistes, de phyllites ou de marbres (marbres à émeri notamment) d'âge, au moins, *pro parte*, mésozoïque, le métamorphisme qui affecte cette enveloppe est d'âge éocène.

Toujours selon Dürr et al., cet autochtone réapparaît dans les Cyclades et en Attique et est surmonté tectoniquement par l'unité des schistes bleus à laquelle appartient l'unité de Styra.

Cette analyse, séduisante, n'implique néanmoins pas l'attribution des marbres et schistes de l'unité des schistes bleus, en dehors de tout argument paléontologique, au Mésozoïque.

On peut, en simplifiant, admettre que dans les domaines internes des Hellénides et des Taurides, se dépose au Mésozoïque, sur un

socle représenté aujourd'hui par le "noyau" du Menderes, notamment, une série sédimentaire principalement néritique et carbonatée. A celle-ci correspondraient aussi bien les séries pélagoniennes (série de l'Eubée moyenne, par ex.) et parnassienne des Hellénides internes que, *pro parte*, l'enveloppe du Menderes. Au cours de l'orogénèse alpine, des mouvements de direction Nord-Sud (ou NNE-SSE) amènent une partie de la couverture pélagonienne et de son substratum (unité de Styra ou des schistes bleus) sur la partie du Pélagonien le plus externe restée en place ou sur des zones plus externes (fenêtre de l'Olympe, par ex.). En Eubée même, la série de Styra ne semble pas, par ses caractéristiques lithologiques notamment, correspondre à une série pindique métamorphique. Il est d'ailleurs possible que la série du Pinde soit

toujours flottante, même en Grèce continentale. Dans ces conditions, la zone du Gavrovo serait contiguë, secondairement, aux zones helléniques internes (zone du Parnasse ou zone pélagonienne) et le problème se pose alors de savoir si la nappe de socle qui recouvre les grandes fenêtres métamorphiques est constituée par la totalité, ou seulement par une partie des zones internes. Dans le premier cas, c'est toujours le Gavrovo qui apparaît en fenêtre, dans le second peuvent aussi apparaître des séries appartenant non seulement à la zone du Parnasse mais aussi à la partie externe de la zone pélagonienne (*).

(*) M. Bonneau et J. Geysant ont bien voulu relire mon texte et me faire part de leurs remarques. Je leur en exprime ici ma gratitude.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) ARGYRIADIS I. (1967). — Sur le problème des relations structurales entre formations métamorphiques et non métamorphiques en Attique et Eubée. *C.R. Ac. Sc.*, 264, p. 438-441, Paris.
- 2) ARGYRIADIS I., MERCIER J. et VERGELY P. (1976). — La fenêtre d'Attique-Cyclades et les corrélations Hellénides-Taurides. *C.R. Ac. Sc.*, 283, p. 599-601, Paris.
- 3) BERNOUILLI D., GRACIANSKY de Ch. et MONOD O. (1974). — The extension of the Lycian Nappes into the Southeastern Aegean Islands. *Ecl. Geol. Helv.*, 67, 1, p. 39-90, Bâle.
- 4) CHENEVART C. et KATSIKATSOS G. (1967). — Passage latéral des sédiments permo-carbonifères aux marbres et schistes métamorphiques en Eubée (Grèce). *Trav. Géol. et Géophys., Inst Géol., Athènes*, 10, 2, p. 145-158.
- 5) CHENEVART C. et KATSIKATSOS G. (1967). — Carte géologique de l'île d'Eubée au 1/200.000°. Athènes, 1967.
- 6) CLEMENT B. (1976). — Essai d'interprétation structurale d'un secteur des zones internes helléniques : l'Attique-Béotie. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, XVIII, 2, p.309-316, Paris.
- 7) DEPRAT J. (1904). — Etude géologique de l'île d'Eubée. Thèse, 230 p., Dodivers, impr., Besançon.
- 8) DÜRR S., ALTHERR R., KELLER J., OKRUSH M. et SEIDEL E. (1977). — The median aegean cristalline belt: stratigraphy, structure, metamorphism, magmatism. *Mediterranean Orogens*, Stuttgart (sous presse).
- 9) FERRIERE J. (1976). — Etude préliminaire des terrains métamorphiques de la presqu'île du Pélion antérieurs aux niveaux conglomératiques présumés Crétacé supérieur. *C.R. Ac. Sc.*, 282, p. 1485-1488, Paris.
- 10) GUERNET C. (1970). — Sur l'existence d'un chevauchement dans les Sporades (île de Skopelos, Grèce). *C.R. Ac. Sc.*, 270, p. 1764-1765. Paris.
- 11) GUERNET C. (1971). — Etudes géologiques en Eubée et dans les régions voisines (Grèce). Mémoire impress. offset lab. Géol., 1, 382 p., Paris.
- 12) GUERNET C. (1972). — Le "cristallin" de l'Eubée du Sud et ses problèmes. Comparaison avec le "cristallin" du Laurium et de Samos (Grèce). *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 123, p. 353-364. Hanovre.
- 13) GUERNET C. (1974). — Carte géologique d'une partie de l'Eubée et des régions voisines. Carte à 1/200.000° en couleurs, sans fond topographique; impr. L. Jean, édit. par l'auteur. Paris, 1974.
- 14) GUERNET C. (1975). — Sur l'existence en Eubée moyenne d'une nappe constituée principalement de roches vertes et de leur couverture mésozoïque. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XCV, p. 59-66. Lille.
- 15) GUERNET C. (1975). — Sur l'âge des formations métamorphiques du massif Attique-Cyclades (Grèce). *C.R. Ac. Sc.*, 280, p. 1525-1527. Paris.
- 16) GUERNET C. et TERMIER G. (1971). — Sur un Sphinctozoaire du Permien de l'Eubée. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XCI, p. 141-143. Lille.
- 17) JACOBSHAGEN V., SKALA W. et WALLBRECHER E. (1976). — Observations sur le développement tectonique des Sporades du Nord. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, XVIII, 2, p. 281-286. Paris.
- 18) KATSIKATSOS G. (1970). — Les formations triasiques de l'Eubée centrale. *Ann. Géol. Pays hellén.*, 22, p. 62-76. Athènes.
- 19) KATSIKATSOS G. (1971). — L'âge du système métamorphique de l'Eubée méridionale et sa subdivision stratigraphique. *Prakt. Akad. Ath.*, 1969, 44, p. 223-238. Athènes.

- 20) KATSIKATSOS G., MERCIER J. et VERGELY P. (1976). — L'Eubée méridionale : une double fenêtre polyphasée dans les Hellénides internes (Grèce). *C.R. Ac. Sc.*, 283, p. 459-462. Paris.
- 21) KATSIKATSOS G., MERCIER J. et VERGELY P. (1977). — La fenêtre d'Attique-Cyclades et les fenêtres métamorphiques des Hellénides internes (Grèce). *C.R. Ac. Sc.*, Paris (sous presse).
- 22) LELEU M. (1969). — Essai d'interprétation thermodynamique en métallogénie : les minéralisations karstiques du Laurium (Grèce). *Bull. du B.R.G.M.*, 4, p. 1-62. Paris.
- 23) MARINOS G. et PETRASCHECK W. (1956). — Laurion. *Inst. Géol. Subsufr. res.*, IV, 1, p. 1-247. Athènes.
- 24) PAPADEAS G. (1971). — Zur Stratinographie und Alterstellung der Metamorphen Serien NE von Athen (Marathon). *Prat. Akad. Ath.*, 1969, 44, p. 10-17. Athènes.
- 25) WALLBRECHER E. (1976). — Geologie und Tektonik auf dem Südteil der Magnesischen Halbinsel (Nord Griechenland). 2 dt. *Geol. Ges.*, 127, p. 365-371. Hanovre.

OBSERVATIONS A LA SUITE DE LA PRESENTATION ORALE DU 8 JUIN 1978

1) Remarques de P. Celet.

Après avoir resitué l'Eubée dans son contexte hellénique, il évoque les problèmes que pose l'allochtonie des zones internes, longtemps considérées comme enracinées au niveau du Pélagonien. La mise en évidence de la fenêtre de l'Olympe par Godfriaux (1962) a contribué à remettre à l'honneur les idées de Kober (1929) et à faire prendre conscience de l'existence de grands charriages.

Une autre découverte fut celle de l'âge mésozoïque des marbres d'Almyropotamos (Katsikatsos, 1969 ; Argyriadis, 1967) entourés de séries schisto-gréseuses et carbonatées métamorphiques (Styra-Ochi). L'ensemble ayant été considéré antérieurement comme Paléozoïque.

La notion de fenêtre de l'Eubée méridionale, puis d'Almyropotamos a ainsi pris naissance et a donné lieu à de nombreuses interprétations (Aubouin, 1973 ; Katsikatsos et al., 1976, 1977...).

Comme vient de le souligner Guernet, des questions essentielles restent en suspens et parmi elles, celle de la position des séries de Styra-Ochi par rapport à la série d'Almyropotamos et de l'Eubée moyenne. On sait, depuis la découverte d'une microfaune qui pourrait être d'âge éocène inférieur (Dubois et al., 1977) à la base des schistes de Styra, qu'au moins la partie inférieure de ceux-ci représente encore la couverture normale d'Almyropotamos. Mais le reste peut-il être considéré comme représentant un flysch tertiaire ? Comporte-t-il une part de paléozoïque comme le suggère Guernet ? Le charriage peut-il être "intra-Styra" ainsi que semblerait l'indiquer les données microtectoniques (Katsikatsos et al., 1976). Ou bien

faut-il considérer qu'une partie importante de la série de Styra représente un ou plusieurs ensembles tectoniques d'origine plus interne ? Toutes ces questions ne pourront trouver de réponse tant que les âges des séries métamorphiques qui affleurent largement en Eubée méridionale n'auront pu être établis.

Reste le problème, non moins fondamental, de l'appartenance et de l'origine de l'unité d'Almyropotamos en particulier, tantôt comparée au Gavrovo et à l'Olympe, tantôt au Parnasse et qui pourrait tout aussi bien être pélagonienne.

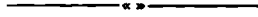
Telles sont les véritables questions que pose l'Eubée méridionale. La fenêtre de Stropones décrite aujourd'hui par Guernet et déjà signalée par Dürr (1976), ne fait que confirmer cette structure en nappes des Hellénides internes.

2) Observations de B. Clément.

Comme de nombreux auteurs cités dans le texte de Guernet, il pense que la fenêtre d'Almyropotamos n'est plus à démontrer. En revanche, il évoque un problème tectonique important relatif à la limite structurale supérieure de cette fenêtre avec l'unité de Styra. L'hypothèse de l'existence d'un *mince* liseré de flysch métamorphisé au sommet des marbres lui semble contestable. En effet, au vu des découvertes nouvelles — fossiles tertiaires associés (?) à des schistes à amphiboles bleus dans l'Ossa (Godfriaux, VI^e Colloque égéen d'Athènes, 1977) et d'une faune tertiaire dans un hard-ground au sommet (?) des marbres d'Almyropotamos (Dubois et Bignot, R.A.S.T. d'Orsay, 1978) — il propose de rattacher stratigraphique-

ment l'unité de Styra *pro parte* (micaschistes, schistes à amphiboles bleues et ophiolites de Tsakāi) à la série carbonatée sous-jacente, c'est-à-dire les marbres d'Almyropotamos (marbres crétacés, niveau d'émeri, cuirasse ferrallitique et marbres à mégalodontes). Cette nouvelle série (Almyropotamos + Styra *pro parte*) à "affinités pélagoniennes", comporterait dans son flysch tertiaire des olistolithes de roches vertes, des schistes à amphiboles bleues et des olistolithes de calcaires marmorisés. Il est à remarquer que les marbres et les quartzites de Styra

seraient alors à rapprocher de la semelle tectonique de formations allochtones appartenant à l'Eubée moyenne. D'autre part, cette hypothèse conduit à séparer tectoniquement l'unité de Styra de la série de l'Ochi. Pour conclure, la série (Almyropotamos + Styra *pro parte*) a de grandes analogies avec les séries du Parnis telles que je les ai décrites (Bull S.G.F., p. 309-316, 1976). Ce rapprochement implique, par conséquent, que l'unité structurale la plus inférieure de l'édifice tectonique d'Attique-Eubée est bien la série du Pentélique.



Peroniceras, faunes et microfaunes associées dans le Nord de la France Comparaison de quelques sections dans le Turonien-Coniacien

par F. AMEDRO (*) et F. ROBASYNSKI (**)

(Planches I à III)

Sommaire. — Plusieurs coupes du Nord de la France ont livré des Ammonites dans le Coniacien et dans le Turonien supérieur. La position relative d'Inocérames, d'Echinides, de Foraminifères planctoniques et benthiques est précisée par rapport à celle des Ammonites. Par des arguments biostratigraphiques, une figure propose un premier essai de corrélation entre diverses sections échelonnées du Boulonnais à la région de Lille.

Summary. — In the North of France, several outcrops provided Ammonites from Coniacian and upper Turonian. The relative localization of Inoceramids, Echinids, planctonic and benthic Foraminiferas is specified in relation to Ammonites. A figure tries a first correlation between various sections from the Boulonnais to Lille by biostratigraphic data.

INTRODUCTION

Dans le Nord du Bassin de Paris, les craies du Turonien supérieur et du Coniacien n'ont livré que de très rares représentants du groupe des Céphalopodes. A la suite de De Grossouvre (1901), Pruvost (1910) fait état de six ammonites conservées au Musée Gosselet de Lille et en donne une description succincte mais sans figuration. Tout le matériel cité provenait de la " Craie à *Micraster cor testudinarium* ".

La situation de cette faune n'ayant pas été suffisamment précisée, il nous est apparu intéressant de retrouver d'abord les exemplaires (***), de les décrire puis de les replacer avec le plus d'exactitude possible dans le cadre de nos connaissances actuelles sur la stratigraphie des craies.

Des levés récents de sections significatives dans le Turonien supérieur - Coniacien ont per-

mis la récolte de macrofossiles de divers groupes (Ammonites, Oursins, Inocérames) ainsi que l'étude de la microfaune de Foraminifères associés. L'ensemble des résultats obtenus est présenté dans ce qui suit.

I. — LES PERONICERAS DU NORD DE LA FRANCE PALEONTOLOGIE SYSTEMATIQUE

La situation stratigraphique du matériel étudié est indiquée sur les figures correspondant aux différentes sections.

Genre *PERONICERAS* de Grossouvre, 1893

Génotype : *Peroniceras moureti* de Grossouvre, 1893.

***PERONICERAS SUBTRICARINATUM* (d'Orbigny), 1840**

(Pl. I, fig. 3)

- 1840. *Ammonites tricarinatus* d'Orbigny, p. 307, Pl. 91, fig. 1 et 2.
- 1850. *Ammonites subtricarinatus* d'Orbigny, p. 212.
- 1863. *Ammonites subtricarinatus* d'Orbigny ; Stoliczka, p. 54, Pl. 31, fig. 3.
- 1872. *Ammonites tricarinatus* d'Orbigny ; Schlüter, p. 44, Pl. 13, fig. 1 à 4.

(*) 24, rue Dutarte, 62100 Calais (France).

(**) Faculté Polytechnique, 9, rue de Houdain, 7000 Mons (Belgique).

(***) Grâce à l'obligeance de M. le Pr P. Corsin, Conservateur du Musée Gosselet, nous avons pu étudier à loisir le lot d'Ammonites parfaitement préservé. Qu'il trouve ici tous nos remerciements.

Note présentée le 9 Juin 1977 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 11 Mai 1978.

1893. *Peroniceras subtricarinum* (d'Orbigny); de Grossouvre, p. 94, Pl. 10, fig. 1.
1900. *Peroniceras subtricarinum* (d'Orbigny); Sturm, p. 60, Pl. 3, fig. 5.
1927. *Peroniceras* aff. *subtricarinum* (d'Orbigny); Böse, p. 268, Pl. II, fig. 2-4.
1930. *Peroniceras subtricarinum* (d'Orbigny); Pal. Univ.; fiche n° 26.
1965. *Peroniceras subtricarinum* (d'Orbigny); Collignon, p. 58, Pl. 439, fig. 1804.

Matériel : Coll. Musée Gosselet (Lille); n° ML5, d'Emmerin; signalé par de Grossouvre (1901) et Pruvost (1910) de la "craie à *Micraster cor testudinarium*".

Caractères spécifiques.

Peroniceras très évoluée à section presque carrée mais évidée sur les angles. Région ventrale pourvue de trois carènes bien individualisées. Flancs ornés de tubercules ombilicaux bien marqués reliés aux tubercules ventrolatéraux légèrement plus nombreux par des côtes courtes tantôt simples, tantôt bifurquées. 36 tubercules externes pour 20 tubercules ombilicaux chez le type au diamètre de 73 mm.

Remarques.

Le seul échantillon dont nous disposons est de petite taille et apparaît seulement sur un flanc. Néanmoins, la taille de l'ombilic, la morphologie des côtes (présence de côtes bifides au milieu de côtes simples) et leur densité rapportent indiscutablement l'exemplaire à *P. subtricarinarium* (d'Orbigny). La proportion des côtes reste moins grande que dans le type, mais d'après de Grossouvre, ce caractère présente une grande variabilité.

Horizon et localité.

Coniacien. Emmerin.

PERONICERAS TRIDORSATUM (Schlüter), 1867

(Pl. II, fig. 1; Pl. III, fig. 1-2)

1867. *Ammonites tridorsatus* Schlüter; p. 26, Pl. 5, fig. 1.
1893. *Peroniceras subtricarinum* var. *tridorsatum* (Schlüter); de Grossouvre, p. 94, Pl. 10, fig. 2 et 3; Pl. 11, fig. 1.
1920. *Peroniceras tridorsatum* (Schlüter); Desio, p. 205, Pl. I, fig. 16.
1965. *Peroniceras* cf. *tridorsatum* (Schlüter); Collignon, p. 58, 439, fig. 1805, 1806.

Matériel : Coll. Musée Gosselet (Lille); n° ML3, de Lille (Gaz de Wazemmes), n° ML4, de Lezennes et n° ML10 (moule externe), d'Esquermes-lez-Lille. Tous trois signalés par de Grossouvre (1901) et Pruvost (1910) dans de la "Craie à *M. cor testudinarium*". Un quatrième exemplaire (Coll. F. Amédéo; n° 723) provient du niveau 4 de Caffiers (Boulonnais).

Caractères spécifiques.

Ammonite comprimée à flancs plats. Région ventrale convexe portant trois carènes assez marquées dont une médiane plus saillante. Flancs ornés de côtes droites et simples très faiblement obliques en avant. 28 côtes par tour au diamètre de 104 mm dans le type de Schlüter.

Description.

Coquille discoïdale, comprimée, dont les tours s'accroissent lentement en hauteur. Ombilic très évoluée et peu profond. La section du tour, sub-ovale, montre des flancs plats raccordés à un mur ombilical presque vertical par un arrondi un peu pincé. Trois carènes entières, séparées par deux sillons peu marqués, coiffent la région ventrale. La carène médiane, plus forte, surmonte l'ensemble. Les flancs plats portent des côtes fines, simples, en nombre assez élevé (36 par tour au diamètre de 125 mm) et très faiblement obliques vers l'avant. Celles-ci débutent sur le bord ombilical au niveau d'un léger renflement et se terminent sur le bord externe par un tubercule qui tend à s'étirer parallèlement au ventre. La ligne de suture n'a pu être observée dans les échantillons examinés.

Remarques.

Cette espèce semble être la plus commune parmi les *Peroniceras* de la craie du Nord de la France car si l'on compte le *P. aff. tridorsatum* (Schlüter) décrit plus bas, elle rassemble 5 des 8 représentants du genre récoltés jusqu'à maintenant. Les trois spécimens du Musée Gosselet ont déjà été déterminés par de Grossouvre (1893, 1901, 1910) sous le nom de *P. subtricarinum* var. *tridorsatum* (Schlüter). Ils correspondent exactement à d'autres individus figurés par lui (1893). Les deux types de costulation (côtes toujours simples chez *P. tridorsatum*, parfois bifurquées chez *P. subtricarinum*) paraissent cependant un caractère suffisamment important pour maintenir la distinction spécifique. L'exemplaire de Caffiers, bien que fragmentaire, possède lui aussi, par la forme

de sa section, la densité de ses côtes simples et l'aspect des trois carènes ventrales, tous les caractères de *P. tridorsatum*.

Horizon et localités.

Coniacien. Lille, Lezennes, Caffiers.

PERONICERAS aff. *TRIDORSATUM* (Schlüter), 1867

(Pl. II, fig. 2)

Matériel : Coll. Musée Gosselet (Lille) ; n° ML1 (ML2 = moulage), des environs de Lille (l'échantillon provient du faciès "Gros Tun", visible actuellement dans les carrières des Ciments Lafarge d'Haubourdin).

Remarques.

Ce spécimen de grande taille (diamètre visible mesuré : 27 cm) possède les côtes simples, droites, et légèrement projetées en avant de *P. tridorsatum* (Schlüter). Toutefois, la densité costale (15 côtes par demi-tour contre 21 sur l'échantillon figuré par de Grossouvre en 1893, Pl. 10, fig. 3) et la hauteur assez importante du mur ombilical ne permettent pas une assimilation totale avec le type de Schlüter.

Horizon et localité.

Coniacien. Environs de Lille.

PERONICERAS cf. *WESTPHALICUM* (Schlüter), 1867

(Pl. I, fig. 1)

Matériel : Coll. Musée Gosselet (Lille) ; n° ML9, provenant d'Haillicourt (fosse 6 de Bruay) ; signalé par Pruvost (1910).

Description de l'échantillon ML9.

Coquille de grande taille, très évoluée. La préservation du fossile, dégagé incomplètement, ne permet pas d'apprécier de manière certaine la forme de la section qui semble sub-ovale et légèrement plus haute que large. Trois carènes peu marquées séparées par un faible sillon, parcourent la région ventrale. On compte 20 côtes droites et verticales par tour au diamètre maximal visible de 170 mm. Les côtes, assez larges et toujours simples, partent d'un tubercule ombilical allongé suivant leur direction et se

terminent sur le bord externe du flanc au niveau d'un second tubercule qui tend à s'allonger parallèlement à la ligne siphonale. Ligne de suture non visible.

Remarques.

L'exemplaire illustré Pl. I, fig. 1 ressemble assez bien à celui présenté par de Grossouvre (1893) qui est caractérisé par des côtes simples.

Horizon et localité.

Coniacien. Haillicourt.

PERONICERAS MOURETI de Grossouvre, 1893

(Pl. I, fig. 2)

1893. *Peroniceras moureti* de Grossouvre, p. 100, Pl. II, fig. 4.

1963. *Peroniceras moureti* de Grossouvre ; Venzo, p. 101, Pl. 9, fig. 1.

1963. *Peroniceras moureti* de Grossouvre ; Young, p. 73, Pl. 26, fig. 5 ; Pl. 27, fig. 1, fig. 13.

1965. *Peroniceras moureti* de Grossouvre ; Collignon, p. 60, Pl. 440, fig. 1808.

Matériel : Coll. Musée Gosselet (Lille) ; n° ML7, de la "craie de Lezennes, à *M. cor testudinarium*" signalé par de Grossouvre (1901) et Pruvost (1910).

Caractères spécifiques.

Peroniceras à côtes simples, obliques vers l'avant en même temps que légèrement concaves. Nées sur le bord ombilical, les côtes se pincent au tiers interne en un tubercule radial avant de s'abaisser et de s'élargir vers le bord externe du flanc où elles se terminent en un tubercule allongé parallèlement aux carènes.

Remarques.

Le seul échantillon, déjà cité par de Grossouvre (1901), est très incomplet. Toutefois, la forme des côtes, surélevées en un tubercule radial vers le bord interne puis évasées vers l'extérieur du flanc où elles se terminent en un tubercule transverse et leur inclinaison bien marquée vers l'avant, sont des caractères spécifiques typiques.

Horizon et localité.

Coniacien. Lezennes.

II. — LES SECTIONS A LA LIMITE TURONIEN - CONIACIEN ET LEUR CONTENU PALEONTOLOGIQUE

Remarques préliminaires à propos des *Micrasters* récoltés.

Les craies du Turonien supérieur au Santonien livrent souvent un grand nombre de *Micrasters* dont plusieurs espèces sont fréquemment citées et figurées dans la littérature. Il s'agit notamment de *M. michelini* Agass., *M. leskei* Desmoul. (alias *M. breviporus* Agass./auct.), *M. cor bovis* Forbes, *M. normanniae* Bucaille, *M. praecursor* Rowe, *M. decipiens* (Bayle) (alias *M. cor testudinarium* Goldf./auct.), *M. cor anguinum* (Leske).

L'examen des diverses figurations ou descriptions de ces formes données par d'Orbigny (1853-55), Cotteau (1849-78), Bucaille (1883), Lucien Cayeux (1890), Parent (1892), Rowe (1899), Lambert (1901), Gosselet (1906), Leriche (1909), Louis Cayeux (1961-69), Stokes (1975), montre la grande variabilité morphologique des espèces considérées. La taille, la forme, la hauteur du test, la position de l'apex, la grandeur relative des aires ambulacraires ainsi que leur profondeur, etc... ne paraissent pas être dotés d'une grande constance pour caractériser chaque espèce.

Après avoir observé un très grand nombre d'individus dans les collections du Musée Gosselet de Lille, et reprenant les conceptions de Rowe et Gosselet, il nous a semblé que les différentes espèces pouvaient être rassemblées en 4 groupes selon les caractères des zones ambulacraires. Rappelons que les zones ambulacraires comportent deux rangées de pores doubles séparées par une zone interporifère.

Micrasters groupe A : à zone interporifère large, plus ou moins concave, lisse — Turonien supérieur — (Dans ce groupe se retrouvent *M. leskei* alias *M. breviporus* auct., *M. cor bovis* généralement signalé par sa taille plus grande et son test plus mince, *M. michelini* avec une thèque légèrement rostrée).

Micrasters groupe B : à zone interporifère encore concave mais marquée par des bourrelets peu élevés ; les individus sont intermédiaires entre les groupes A et C. — Turonien terminal à Coniacien basal — (On peut intégrer dans ce groupe une partie des *M. praecursor* et *M. normanniae* à forme plus aplatie).

Micrasters groupe C : la zone interporifère est en relief par rapport aux rangées de pores qui la flanquent par l'existence de bourrelets sur les plaques ambulacraires au niveau de la ligne médiane. — Coniacien — (Le groupe comprend une autre partie des *M. praecursor* et *M. decipiens* alias *M. cor testudinarium* auct.).

Micrasters groupe D : la zone interporifère montre des bourrelets très marqués et se trouve scindée par un sillon profond en dents de scie — Santonien — (Les *M. cor anguinum* forment l'essentiel de ce dernier groupe).

1) Boulonnais.

a) La tranchée de Caffiers.

L'installation d'une nouvelle ligne de chemin de fer reliant les Carrières du Boulonnais à la gare de Caffiers (fig. 1) a demandé le creusement dans la craie d'une tranchée orientée sensiblement NE-SW, longue de 500 m environ et dont la plus grande profondeur atteint 16 m.

La partie Sud de la section se trouve très proche de la flexure et de la Faille de Landrethun, grâce à quoi le pendage des couches atteint près de 40° au Sud puis s'atténue progressivement vers le Nord. Par cette configuration, on peut observer sur les talus une succession continue de près de 150 m de craies diverses. La fig. 1 (*) donne la suite lithologique examinée dont les principaux termes sont repris ci-dessous, du bas vers le haut, avec l'essentiel du contenu paléontologique.

de 111 à 109 - Craie noduleuse, avec nodules de craie jaunâtre, durcie, enrobée dans une craie marneuse verdâtre ; plus marneuse au sommet ; avec *Inoceramus pictus* Sow. et *Scipinoceras* gr. *gracile* Shum.

de 109 à 95. - Craie noduleuse identique à la précédente, plus marneuse au sommet. Macrofaune : *Inoceramus labiatus* Schlotheim, f. aff. *mytiloides* Mantell, f. *hercynicus* Petraschek et, à 103, *Echinoconus subrotundus* (Mant.). Microfaune : *Lingulogavelinella globosa* (Brotz.), *Praeglobotruncana aumalensis* (Sigal), *P. lehmanni* Porth., *P. stephani* (Gand.), *Dicarinella algeriana* (Caron) ; apparition dans la partie supérieure de *D. gr. imbricata* (Mornod), *D. gr. hagni* (Scheibn.).

de 95 à 70 - Craie blanc-grisâtre, "subnoduleuse", lardée de filets argileux, minces, onduleux et verdâtres. Des niveaux de nodules ou de craie indurée appa-

(*) Nota : la tranchée est franchie par un pont supérieur S.N.C.F. ; la numérotation adoptée dans la fig. 1 va de 0 à 112 m en allant du pont vers le Sud (passage à niveau), puis de 112 à 148 m en se dirigeant du pont vers le Nord, c'est-à-dire vers la gare de Caffiers.

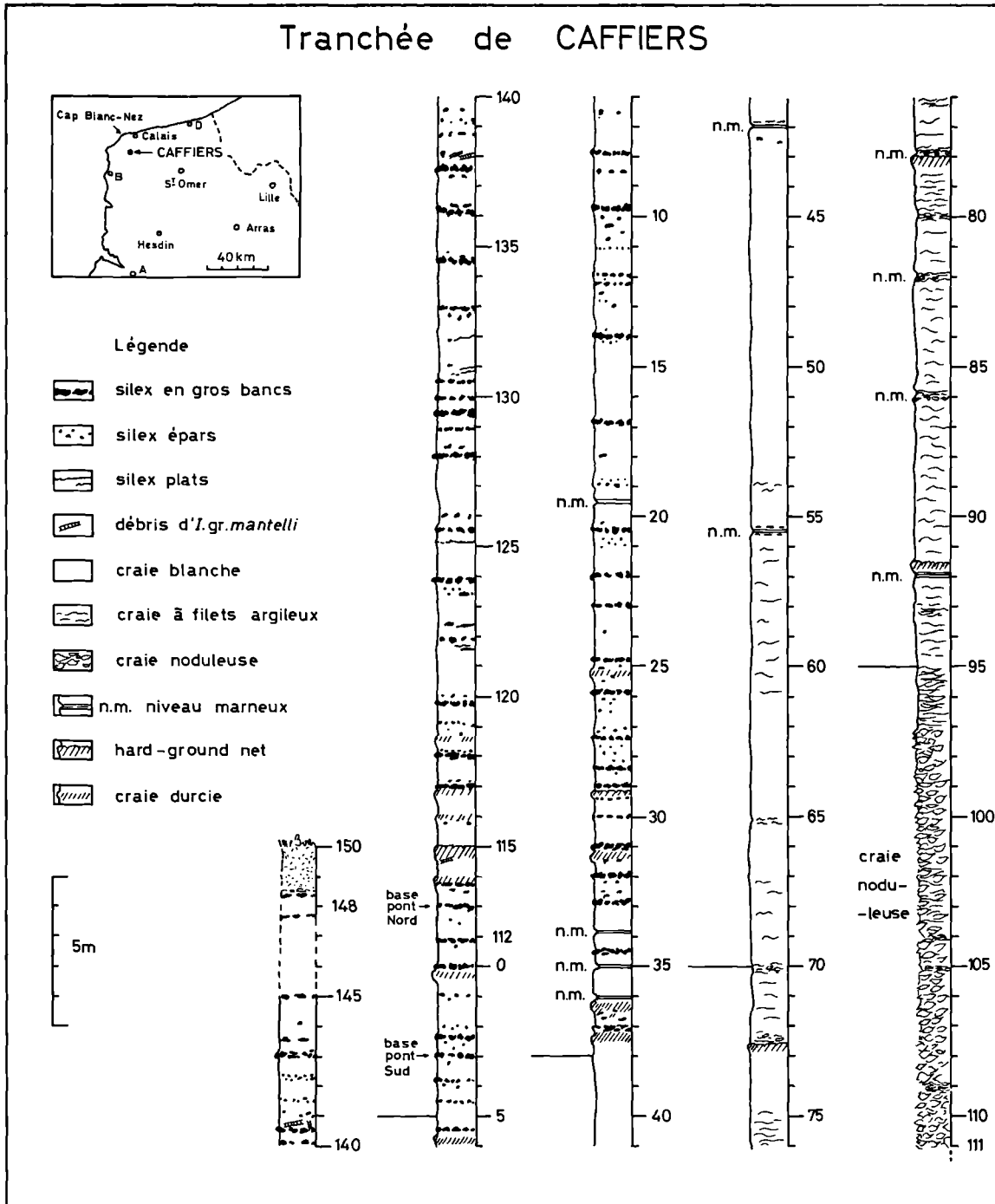


Fig. 1. — La tranchée de Caffiers : lithologie des craies (Turonien et Coniacien).

raissent à 91, 86, 82, 78, 73 et 70. La macrofaune est très rare, seul *I. lamarcki* Parkinson a été recueilli à 71 alors que la microfaune est abondante : présence de *D. imbricata*, arrêt de *D. gr. hagni* vers 80, apparition de *D. cf. difformis* (Gand.) et *D. marginata* (Reuss); *P. helvetica* (Bolli) est cantonnée de 85 à 65 et *Marginotruncana sigali* (Reichel) présente à peu près la même extension; vers 82, apparition des premiers *Globorotalites* à ombilic large des groupes *hangensis* Vass. et *minuta* Goël.

de 70 à 38 - Craie blanche, tendre, traçante, parfois un peu granuleuse, plus grisâtre à la base où elle contient des filets argileux. Un niveau argileux centimétrique est visible à 55 et un autre à 42; des silex de petite taille, cariés et rares ont été notés à 42. La macrofaune est très rare : seuls quelques *I. lamarcki* ont pu être décelés.

Microfaune : déclin et disparition de *P. helvetica*, *D. imbricata*, *M. sigali*, *G. hangensis* à la base, de *G. minuta* au sommet; apparition dès la base de *M. pseudolinneiana* Pess., *M. coronata* Bolli, *G. subconica* (Morr.) et développement de *D. marginata* et de Whiteinelles du gr. *W. aprica* Loeb. et Tapp.

de 38 à 148 - Craie blanche à silex.

— de 38 à 5 : craie blanche, traçante, avec nombreux niveaux de silex noirs en rognons à épais cortex blanchâtre. Trois lits centimétriques de marnes argileuses verdâtres signalent la base à 36, 35 et 34 et un dernier lit est repéré vers 19. Deux hard-grounds superposés de craie jaunâtre durcie, séparés par une craie blanche contenant le premier niveau à silex abondants marquent également la base. Des hard-grounds plus ou moins bien développés existent aussi à 31, 29, 25 et 4.

La macrofaune est assez diversifiée. Les derniers *I. lamarcki* et *I. securiformis* Heinz sont décelés à 30 tandis qu'*I. cuvieri* Sowerby est repéré à 23, puis *I. inconstans* Woods et *I. schloenbachi* Lukes-Browne à 5. En ce qui concerne les Echinides, *Sternotaxis planus* (Mant.) est assez bien représenté entre 32 et 25. Les Micrasters du groupe A abondent de 38 jusqu'aux environs de 11 alors que les premiers Micrasters du groupe C ont été recueillis près de 11. Parmi les Ammonites, *Subprionocyclus neptuni* (Geinitz), *Lewesiceras mantelli* Wright et W., *Sciponoceras* sp. et *Scaphites geinitzi* d'Orbigny sont localisés à 29 et 26; la dernière espèce est encore décelée au niveau 11.

Au sein des Foraminifères planctoniques, les mieux représentés, bien que peu abondants, sont les *M. pseudolinneiana* et *M. coronata*. A la base, apparaissent les *Globorotalites* à ombilic étroit du gr. *melcheliniana* (d'Orb.) et au sommet, *Reussella kelleri* Vassil.

— de 5 à 148 : craie blanche à niveaux de silex en rognons ou parfois tabulaires (à 122, 125 et 132); plusieurs hard-grounds vers 115. A la base, de nombreux Micrasters groupe C ont été recueillis et le niveau 4 a livré un exemplaire assez bien préservé de *Peroniceras tridorsatum* (cf. Pl. III, fig. 2, 2a, 2b). Les Foraminifères planctoniques deviennent rares et sont relayés par une association de Foraminifères benthiques : *R. kelleri*, *Osangularia cordieriana* débu-

tent vers 123, *Stensioina gr. granulata* dès 131 et *S. exsculpta gr. gracilis* à partir de 147.

Ainsi, la tranchée de Caffiers expose la totalité du Turonien ainsi qu'une partie du Coniacien. Si l'on accepte que les *Peroniceras* (d'Orbigny, 1850; Arnaud, 1877; de Grossouvre, 1893) indiquent le Coniacien et que *Scaphites geinitzi* abondant (Schlüter, 1871-1876; Wright, 1951) caractérise le Turonien supérieur, la limite Turonien-Coniacien dans la section se trouve entre 4 et 11. Il est à noter que dans cet intervalle se trouvent associées des faunes "typiquement" turoniennes et coniaciennes : d'une part, Micraster groupe C existe avec Micraster groupe A, d'autre part, *I. inconstans*, *I. schloenbachi*, *I. ernsti* (indiquant le Turonien supérieur pour Tröger, 1966) cohabitent avec *Peroniceras*.

Remarque : Répartition des Inocérames dans le Turonien de Caffiers (*)

* Le Turonien de Caffiers rappelle beaucoup celui du Blanc-Nez mais la faune en est plus variée.

a) *Turonien inférieur*. Les niveaux les plus inférieurs (109-110) ont fourni *I. pictus* Sow. Plus haut (103), on peut observer *I. mytiloides* Mant., *I. hercynicus* Petr., *I. tenuis* Dietze non Mant., *I. sp. ex. gr. schondorfi* Heinz.

Les trois premières formes sont bien caractéristiques du Turonien inférieur dans toute l'Europe et *I. tenuis* D. non M. indique un niveau bas dans le Turonien inférieur. Par contre, la présence d'une forme du groupe de *I. schondorfi* Heinz qui, dans le SE de la France, ne dépasse pas le Cénomaniens et se trouve ici dans le Turonien inférieur, est intéressante à signaler. Les récoltes ne sont pas encore suffisantes pour savoir s'il s'agit vraiment d'une répartition différente dans le domaine mésogéen et dans le domaine boréal ou bien si ce ne sont pas plutôt les conditions de faciès à la limite Cénomaniens-Turonien dans le SE de la France qui sont responsables de cette répartition différente.

b) *Turonien moyen*. Il a fourni une faune tout à fait classique : *I. lamarcki* Park. et formes de son groupe (71-64), *I. sp. ex. gr. securiformis* Heinz (30-36), *I. cuvieri* Sow. ? (23).

c) Seul le sommet du *Turonien supérieur* a fourni des Inocérames déterminables. A côté de fragments pouvant être rapportés avec doute à *I. schloenbachi* Böhm et à *I. inconstans* Woods, on trouve en effet *I. waltersdorffensis hannovrensis* Heinz ».

b) La falaise du Cap Blanc-Nez.

La coupe lithologique du Turonien a été présentée en 1975 (Amédéo, Dejonghe, Dupuis et Robaszynski) et les arguments biostratigraphiques sont développés par Amédéo, Bidar, Damotte, Manivit, Robaszynski et Sornay (1977).

Le haut de la section (fig. 5) n'atteint pas le Coniacien et un affleurement situé juste au sommet de la falaise, constitué par un hard-ground complexe, a livré une association typi-

(*) Paragraphe rédigé par J. Sornay.

que du Turonien supérieur avec notamment : *Micrasters* groupe A, *I. schloenbachi*, *S. geinitzi*, *Hyphantoceras reussianum* (d'Orb.), *Lewesiceras mantelli*, *Subprionocyclus neptuni* et *S. cristatus* (Billingshurst). Pourtant, dans le même niveau est associé *I. mantelli* De Mercey qui a toujours été considéré jusqu'à présent comme marquant le début du Coniacien (Tröger, 1970). Force est donc d'admettre que l'*I. mantelli* apparaît dès le Turonien supérieur.

2) Région de Liévin.

Dans la région de Liévin-Douai (fig. 2 et 3), les anciens sondages et puits de mine ont traversé un niveau complexe de craies durcies dont l'ensemble est signalé sous le nom de "meule" par les foreurs et les mineurs. Quelques-unes des coupes relevées au moment des travaux ainsi que de nouveaux affleure-

ments vont permettre de rendre compte de la configuration assez variée de ce niveau.

a) Fosse 6 de Bruay à Haillicourt.

Coupe reconstituée à partir de Gosselet, 1911, p. 65, 74, 138-139.

c : craie à silex avec nombreux *Micraster cor testudinarium*, un exemplaire de *Peroniceras* cf. *westphalicum* (cf. Pl. I, fig. 1) ;

b : craie grisâtre avec quelques noyaux durcis ; "gris" ou "craie à *M. breviporus*" ;

a : craie et craie marneuse ; "bleus" ou "assise à *Terebratulina gracilis*".

b) Fosse 6 de Liévin.

Coupe reconstituée à partir de Gosselet, 1911, p. 178 et tableau.

d : craie blanc-grisâtre à silex, avec *Inoceramus lamarcki*, *I. inaequivalvis*, *I. cuvieri*, *M. cor testudinarium* ;

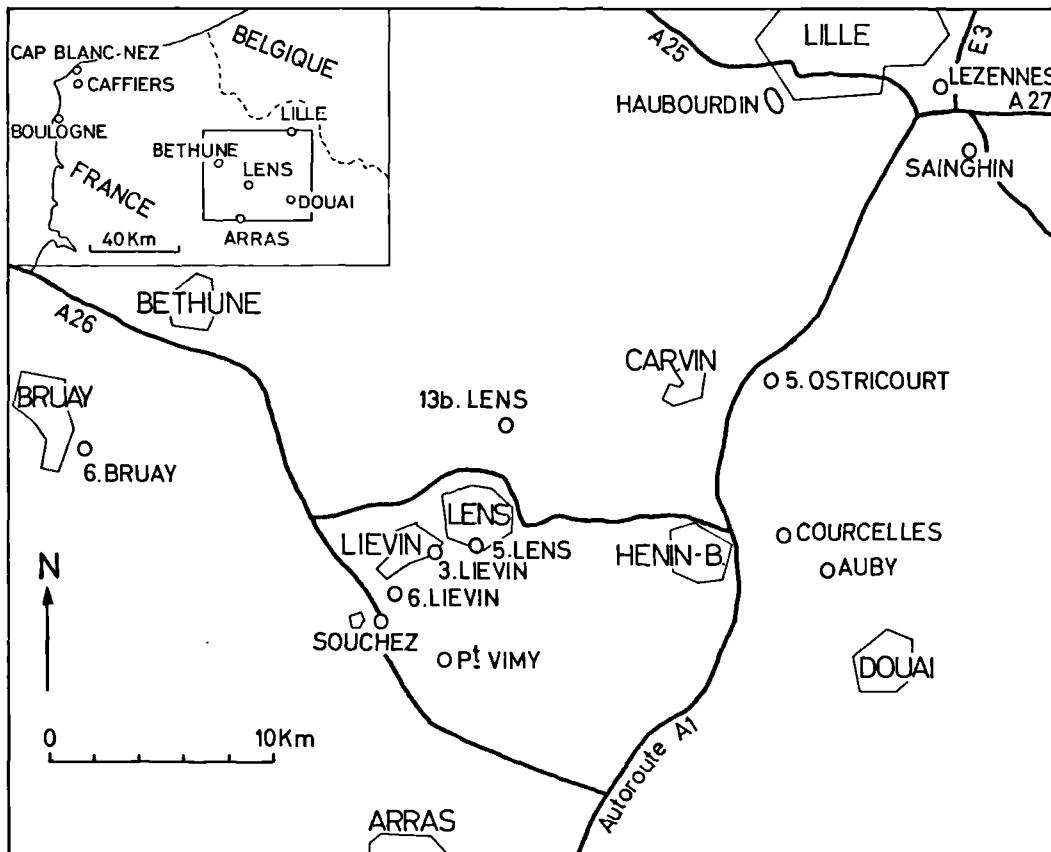


Fig. 2. — Situation géographique des sections étudiées dans le Nord de la France.

c : craie grise à *I. inaequalvis* ; au sommet : deux lits de 2 cm et 5 cm d'argile grise ;

b : "meule" à *Scaphites geinitzi*, *M. breviporus* ;

a : craie grise ayant livré sur 1 m juste sous la "meule" *S. geinitzi* et *M. breviporus*, puis craie marneuse avec un lit de 2 cm d'argile gris-vert ; les marnes bleues ou "dièves" se trouvent à 2-3 m sous a.

c) Souchez : tranchée de l'autoroute Calais-Arras (1977).

e : craie blanche, rugueuse, avec lits d'épais rognons de silex noirs, limitée à la base par un niveau de 4 cm de marne crayeuse, altérée, brunâtre, contenant des galets mm et cm de craie ; fragments d'*I. mantelli* sur toute l'épaisseur ; nombreux *Micrasters* groupe C surtout à 1 m au-dessus de la base ; apparition dès la base de *Reusella kelleri* ;

d : hard-ground supérieur au sommet, formé de craie durcie jaunâtre sur 60 cm, contenant des galets cm de craie phosphatisée ainsi que *Micraster* groupe A et *I. aff. inconstans* ; au-dessous, craie blanchâtre, granuleuse, avec un niveau plus cohérent au-dessus duquel a été dégagé un *I. mantelli* fragmenté de grande taille ; présence des derniers *Globorotalites subconicus* ;

c : hard-ground moyen au sommet, en craie durcie, blanc, se débitant en polyèdres patinés d'oxydes de fer, avec *S. geinitzi*, *I. aff. schloenbachi*, *Sternotaxis planus*, *Micrasters* groupe A et groupe C. Au-dessous, craie blanchâtre reposant sur un niveau de 5 cm de marne verdâtre à galets mm et cm de craie tendre ; la marne repose elle-même sur un niveau de 20 cm de craie marneuse avec nombreuses traces mm de *Chondrites* ("marnes à vermiculations") ;

b : hard-ground inférieur au sommet en craie durcie blanchâtre très peu fossilifère, passant vers le bas à de la craie blanc-grisâtre, homogène, tendre ; apparition de *Globorotalites michelinianus* ;

a : alternance de craie marneuse verdâtre et marne crayeuse blanc verdâtre ; abondante microfaune de Foraminifères benthiques et planctoniques dont *Whiteinella aprica*, *Dicarinella canaliculata*, *D. difformis*, *D. marginata*, *Marginotruncana pseudolinneiana*, *M. coronata* (bien que plus rares, ces espèces se retrouvent dans toute la section).

Il faut noter que *S. geinitzi* et *M. leskei* ("turoniens") coexistent dans le hard-ground moyen avec les premiers *M. gr. decipiens* ("coniaciens").

d) Fosse 3 de Liévin = Fosse Ste Pauline à Eleu.

Coupe reconstituée, d'après Barrois, 1874, p. 62-63.

d : craie blanche avec silex en bancs ;

c : craie blanche avec très nombreux silex ;

b : craie grise, noduleuse, très dure ("meule", "tun des mineurs", "Chalk-Rock") ;

a : marne argileuse gris bleuâtre.

e) Fosse 5 de Lens = Fosse St Antoine à Lens.

Coupe reconstituée, d'après Barrois, 1878, p. 105-109.

c : craie blanche avec bancs de silex ;

b : craie grise, noduleuse, très dure, avec phosphates de chaux ("Tun") ; présence de "*I. involutus*" (les divers hard-grounds n'ont pas été différenciés par l'auteur) ;

a : craie marneuse gris-bleuâtre.

f) Sondage de Petit-Vimy.

g : craie blanche avec lits de silex noirs ; à la base, un niveau de quelques dm de craie blanc-grisâtre emballant des galets cm de craie tendre ;

f : craie blanc-grisâtre bioturbée avec petits rognons de silex ;

e : craie blanc-grisâtre, grenue, à granules phosphatés, avec deux lits de galets cm de craie phosphatisée ;

d : craie en banc, durcie, jaunâtre passant vers le bas à une craie blanc-grisâtre à galets de craie tendre ;

c : manque de carottage correspondant probablement à un banc de craie durcie ;

b : niveau de craie durcie passant vers le bas à de la craie grisâtre bioturbée ;

a : craie plus ou moins marneuse présentant au sommet un lit d'argile verdâtre.

g) Fosse d'Auby.

Coupe reconstituée à partir de Gosselet, 1906, p. 125-133 (les lettres majuscules sont de cet auteur).

e : craie compacte ;

d : craie tendre, à silex, avec un lit d'argile grise ;

A : "meule" sous forme de conglomérat, ciment un peu glauconieux, galets de craie plus jaune, verdis en surface et perforés ;

B : craie grise sableuse, avec glauconie, dure ;

C : "meule" perforée ;

D : "meule" avec rares perforations ;

E : galets de craie tendre dans une marne verte, dure ;

F : craie dure à veinules verdâtres ;

c : craie panachée ;

b : craie avec silex ;

a : craie sans silex ; à la base craie marneuse ou "dièves".

h) Fosse de Courcelles.

Coupe reconstituée à partir de Gosselet, 1906, p. 125-133.

b : craie en gros bancs ;

a : craie avec silex ;

N : craie conglomératique à galets de craie phosphatisée et perforés ;

O : craie durcie ;

P : "meule" avec perforations ;

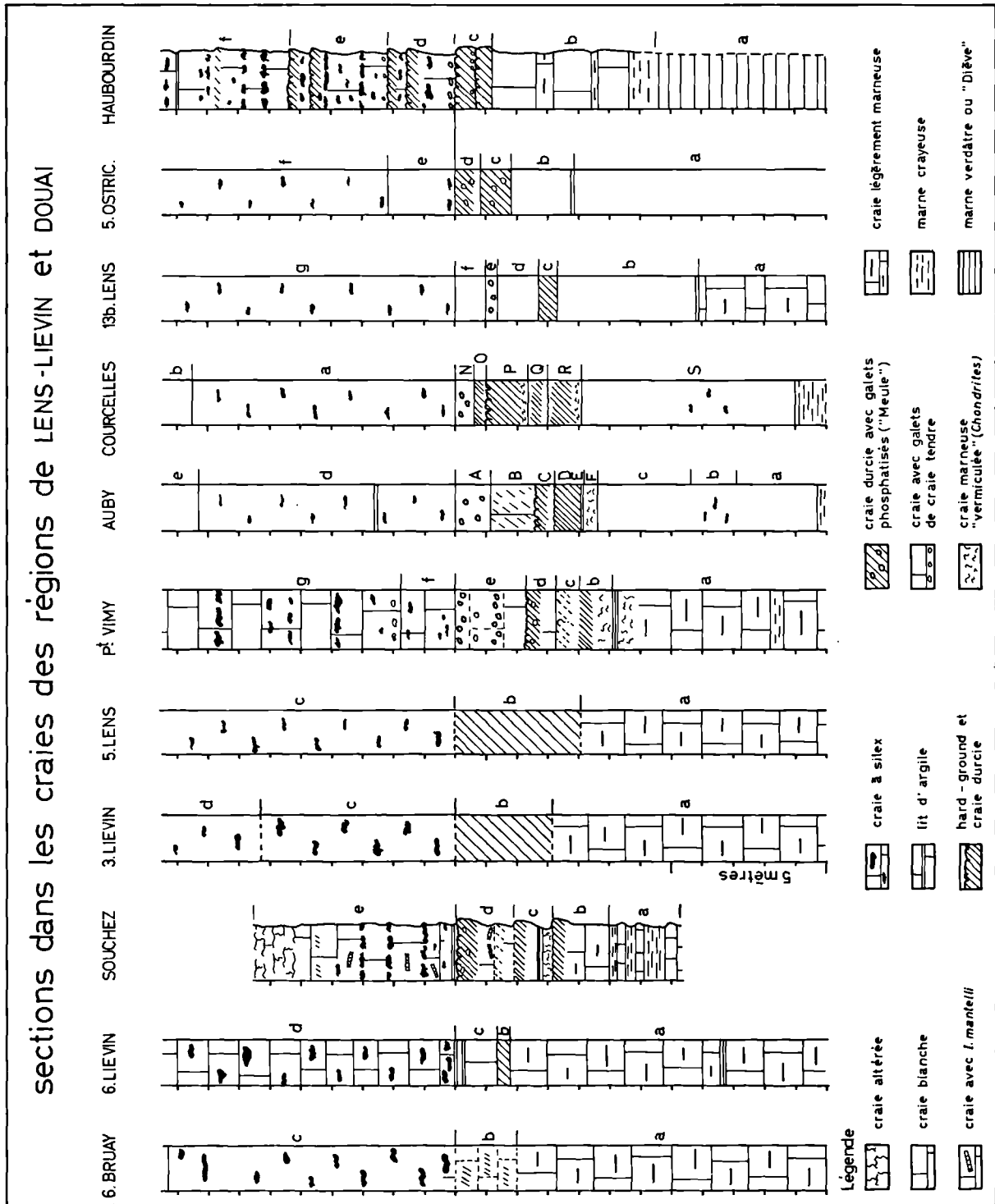


Fig. 3. — Quelques sections à la limite Turonien-Coniacien dans les régions de Lens-Liévin et Douai.

Q : marne grise très dure, à vermiculations ; conglomérat de craie ;

R : craie grise très dure avec silex ; une zone vermiculée ;

S : craie grise plus ou moins verdâtre avec quelques silex reposant sur des marnes vertes ou "dièves".

i) Fosse 13 b de Lens à Bénifontaine.

Coupe reconstituée à partir de Gosselet, 1911, p. 21.

g : craie blanche avec silex ;

f : craie grise ;

e : craie grise avec nodules durs ;

d : craie grise ;

c : "meule" ;

b : craie grise avec un lit d'argile à la base ;

a : alternance de craie grisâtre et de craie marneuse.

j) Fosse 5 d'Ostricourt.

Coupe reconstituée d'après Dollé, 1907, p. 237-241.

f : craie blanche, tendre, avec silex et nombreux débris d'*I. mantelli* et "*I. digitatus*" ;

e : craie blanche, grenue, à débris d'Inocérames ; un banc de silex noirs à la base ;

d : craie dure, à nodules phosphatisés ("meule") ;

c : craie dure, compacte, à nodules de craie phosphatisés et verdis ;

b : craie brun-jaune, assez dure dans sa partie supérieure où elle contient *M. leskei* ; craie plus tendre en-dessous reposant sur un niveau de craie marneuse feuilletée ;

a : bancs de craie marneuse et de craie bleuâtre.

Remarques : Dans la fig. 3, on a mis par commodité sur une même horizontale la base de la "craie blanche à silex" de chaque coupe. Cette craie doit être attribuée au Coniacien par l'existence de *Peroniceras*, "*I. digitatus*", *I. mantelli* abondants, Micrasters groupe C également abondants et *R. kelleri*. Le Turonien supérieur, réduit généralement à quelques mètres, est marqué par la présence de *S. geinitzi*, *Sternotaxis planus* et Micraster groupe A dans les niveaux de base du complexe "meule" (ce dernier terme étant compris comme regroupant tous les faciès durcis en hard-grounds).

Entre la craie blanche à silex et les niveaux inférieurs de la "meule" se trouve un intervalle où peuvent cohabiter Micraster groupe C, *I. mantelli*, Micraster groupe A et *S. geinitzi*.

La limite entre le Turonien et le Coniacien sur bases paléontologiques reste donc assez floue et doit se situer dans l'épaisseur même de la "meule".

3) Région de Lille.

Au Sud de Lille (fig. 4), des carrières à ciel ouvert et souterraines, ainsi que des sondages, offrent des sections représentatives à la limite Turonien-Coniacien. Quelques-unes d'entre elles indiquent la diversité des faciès existant dans la région du Mélantois.

1 - 2. *Emmerin*. La coupe 1 du sondage de la Neuve-Voie montre l'existence de trois "bancs de meule" séparés par de la craie à silex. La coupe 2, plus détaillée, a été relevée lors du fonçage du Puits A de Ghermanez (Gosselet, 1902). Au-dessus de l'épais hard-ground dénommé "Gros Tun", apparaissent deux doubles niveaux de "nodules verdis". C'est dans la craie supérieure au "Gros Tun", que Laloy a extrait à Emmerin, en 1870, un fragment de *Peroniceras subtricarinarum* (ML5, Pl. I, fig. 3). Toujours dans les environs d'Emmerin, Leriche (1907) signale la présence d'*Heteroceras reussi* Geinitz dans le "Gros Tun", "au sommet de la craie à *M. leskei*".

3 - 4 - 5. *Haubourdin* (fig. 3 et 4). Les importantes carrières des Ciments Lafarge exposent encore des fronts favorables à l'observation. La coupe synthétique qui en a été tirée est représentée à la fig. 3.

f : craie blanche à silex, granuleuse, avec un lit de craie argileuse grisâtre et un niveau de craie plus tenace à Spongiaires ; avec Micrasters groupe C, *I. mantelli*, *I. sp. ex. gr. schloenbachi*. Le dernier banc de silex supporte plusieurs m de craie blanche sans silex (à débris d'*I. mantelli*, qui ont été exploités anciennement comme pierre à chaux dans les carrières souterraines du "Bon Dieu Noir" à la Plaine de Loos ;

e : craie blanche, granuleuse, à bancs de silex en rognons et un lit de silex plats. Au sommet : deux hard-grounds montrant de la craie durcie jaunâtre parsemée localement de galets phosphatisés eux-mêmes durcis ; avec Micrasters groupe C et *I. mantelli* ;

d : craie blanche, granuleuse, avec rognons de silex. Au sommet : deux hard-grounds supportant des niveaux irréguliers de galets phosphatisés. A la base, reposant sur c, nombreux galets de craie durcie et phosphatisée, vernissés de glauconie. Fossiles assez abondants : Micrasters groupe C, Micrasters groupe A, *Ananchytes* sp., *Conulus albogalerus* Mantell et *Reussella kelleri* dès la base ;

c : niveau de craie très dure, jaunâtre, avec galets de craie durcie et phosphatisée, formé de deux hard-grounds superposés, séparés localement par quelques cm de craie phosphatisée, glauconieuse, contenant des galets phosphatisés et patinés de glauconie, avec de rares Micrasters groupe A de petite taille. L'ensemble constitue le "Gros Tun" dans lequel ont été dégagés *Peroniceras tridorsatum* (ML2, Pl. II, fig. 2) et *Lewesiceras mantelli* Wright et W. (Fenet, en 1965, a recueilli

dans la partie supérieure du "Gros Tun" une ammonite qu'il détermine comme étant "*Sonneratia perampus*" par comparaison à une forme identique trouvée à Carvin par Leriche en 1899. Cette dernière est conservée au Musée Gosselet de Lille et il s'agit en fait de *Lewesiceras mantelli*;

b : bancs de craie blanc-grisâtre alternant avec des bancs de craie plus marneuse verdâtre ; très peu fossilifère ;
a : marnes verdâtres ou "dièves".

Remarques : De même que dans la "meule" des environs de Liévin, le "Gros Tun" qui lui

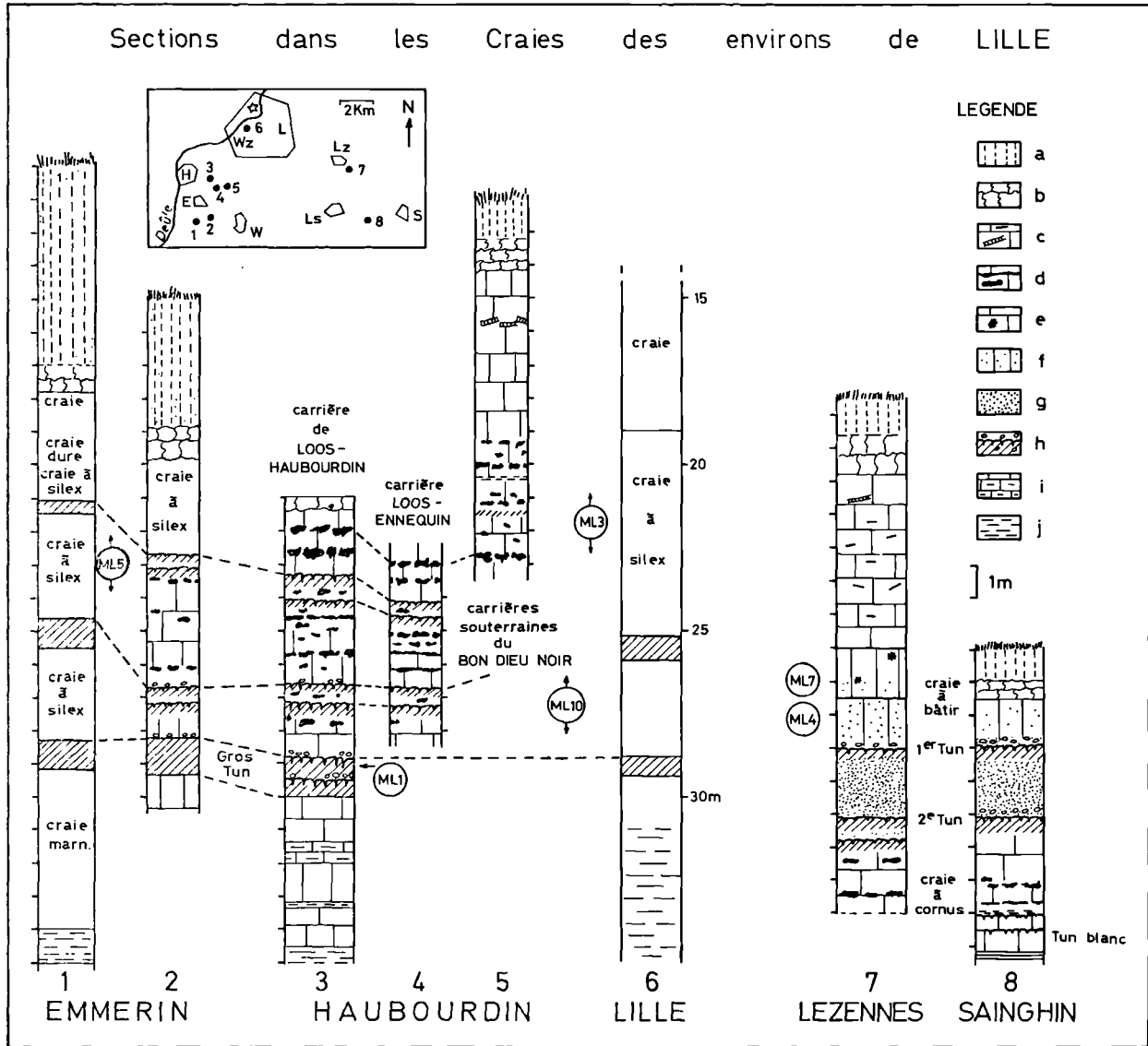


Fig. 4. — Quelques sections dans les craies des environs de Lille. — a, limons et loess quaternaires. — b, craie altérée. — c, craie blanche à "soies" (Inocérames). — d, craie à silice tabulaires ou en rognons. — e, craie à nodules de pyrite ("banc des roux"). — f, craie piquetée de glauconie. — g, craie verte glauconieuse. — h, hard-ground, craie durcie avec galets de craie phosphatisée. — i, craie marneuse grisâtre. — j, marnes verdâtres. — E, Emmerin. — H, Haubourdin. — L, Lille. — Ls, Lesquin. — Lz, Lezennes. — S, Sainghin. — W, Wattignies. — Wz, Wazemmes.

correspond contient une faune nettement coniacienne (*Peroniceras*) au sommet mais encore des espèces turoniennes à la base (*L. mantelli*, *Micraster* groupe A). Il faut noter dans la craie à silex coniacienne la présence de plusieurs hard-grounds soulignant la persistance à cette époque d'un régime de hauts-fonds sur la région du Mélançois.

6. Lille. Des forages et travaux anciens dans la ville de Lille indiquent la présence de bancs de craie durcie surmontés de craie à silex puis de craie blanche.

C'est dans la craie atteinte par une tranchée de 10 m de profondeur au Gaz de Wazemmes, boulevard Montebello, que Fockeu (1885) a recueilli une faune abondante dont : "*Ammonites tricarinatus*" = *Peroniceras tridorsatum* (ML3, Pl. III, fig. 1), *Belemnitella vera* Miller, *I. mantelli*, *Micraster cor testudinarium* auct. = *Micraster* groupe C, *Echinocorys vulgaris*.

De même, Lebrun (1902) a suivi le creusement, à la Porte des Postes, à Esquermes, d'une excavation destinée à recevoir un réservoir d'eau et a retiré d'un niveau semblable : "*Schloenbachia tricarinata*" = *Peroniceras tridorsatum* (ML10 du Musée Gosselet, moule externe non figuré), *Micraster cor testudinarium*, "*I. involutus*".

7. Lezennes. Une coupe assez précise des carrières souterraines de craie à bâtir des environs de Lezennes a été dressée par Cayeux (1899), soit du haut vers le bas (les termes entre parenthèses sont ajoutés par rapport à la description originale) :

- 6,5 m de craie sans silex à fragments d'*I. mantelli* ;
- 1,5 m de craie à bâtir avec rognons ferrugineux (la base du banc contient quelques rares grains de glauconie et de phosphate) ;
- 1,5 m de craie plus sableuse, plus tendre, mais plus estimée comme pierre à bâtir (cette craie est piquetée de grains verts de glauconie et de grains roux de phosphate, abondants à la base, plus épars au sommet). Dans l'ensemble des 3 m de pierre à bâtir, Decocq, en 1874, recueille *I. mantelli* figuré par Barrois en 1879, "*I. involutus*" et une ammonite signalée plus tard par Pruvost en 1910 comme étant *Peroniceras moureti* (ML7, Pl. I, fig. 2). Une seconde ammonite est annoncée par Barrois en 1874 et reprise par Pruvost sous le nom de *Peroniceras subtricarinatum* var. *tridorsatum* (ML4, Pl. II, fig. 1) ;
- 0,4 m Premier Tun (Nodules phosphatés et hard-ground de craie phosphatée durcie. Cayeux (1889) et Parent (1893) y ont extrait : *M. breviporus*, *M. cor testudinarium*, *Echinocorys vulgaris*, *Ananchytes gibba*, *Echinoconus conicus*, *I. mantelli*, *I. undulatus*, *I. inaequalvis*, etc...);

- 1,7 m de craie grise, très glauconieuse ;
- 0,5 m Deuxième Tun (nodules phosphatés et hard-ground de craie blanc-jaunâtre durcie) ;
- 0,1 m de craie grise (glauconieuse) ;
- 0,5 m Troisième Tun (hard-ground de craie blanchâtre) ;
- 1,5 m de "craie à cornus" (craie à silex).

Remarque : Une section semblable a été décrite à Sainghin (Robaszynski in Colbeaux et al., 1975) où le deuxième Tun a livré notamment *I. mantelli* et *Micraster* groupe A. Ainsi, la craie à bâtir est coniacienne par ses *Peroniceras* alors que le deuxième Tun semble appartenir au Turonien supérieur (*M. leskei* et *I. mantelli* dont la première apparition se situe au Turonien sommital : cf. § 1, alinéa b). La limite entre Turonien et Coniacien doit se situer dans la craie glauconieuse.

III. — CORRELATIONS ET CONCLUSIONS

La fig. 5 regroupe plusieurs sections intéressantes dans les craies du Turonien supérieur/Coniacien, en allant du Boulonnais vers la région de Lille. Les extensions verticales des principales espèces sont indiquées en regard des coupes lithologiques et appellent les commentaires suivants.

La coupure entre le Turonien supérieur et le Coniacien n'est pas placée au même niveau suivant que l'on s'adresse à l'un ou l'autre groupe paléontologique.

Si l'on accepte l'usage donnant la priorité à une zonation fondée sur les Ammonites, le Turonien supérieur est assez bien caractérisé par l'association de *Subprionocyclus neptuni*, *Lewesiceras mantelli* et *Scaphites geinitzi*, tandis que le Coniacien est individualisé par les *Peroniceras*.

Pourtant, une telle zonation n'est pas commodément praticable dans la région considérée en raison de la rareté des Ammonites ou de leur localisation dans des niveaux lithologiques bien déterminés (hard-grounds, par exemple). De ce fait, les coupures sont pratiquées à l'aide de la faune existante d'Echinides, d'Inocérames et de Foraminifères dont l'apparition ou la disparition des espèces principales ne coïncide pas obligatoirement avec la limite donnée par les Ammonites. En conséquence, suivant que l'on donne la priorité à l'apparition d'une espèce de tel ou tel groupe faunistique, les limites n'apparaîtront pas exactement superposables.

essai de corrélation dans le Turonien supérieur - Coniacien du Nord de la France

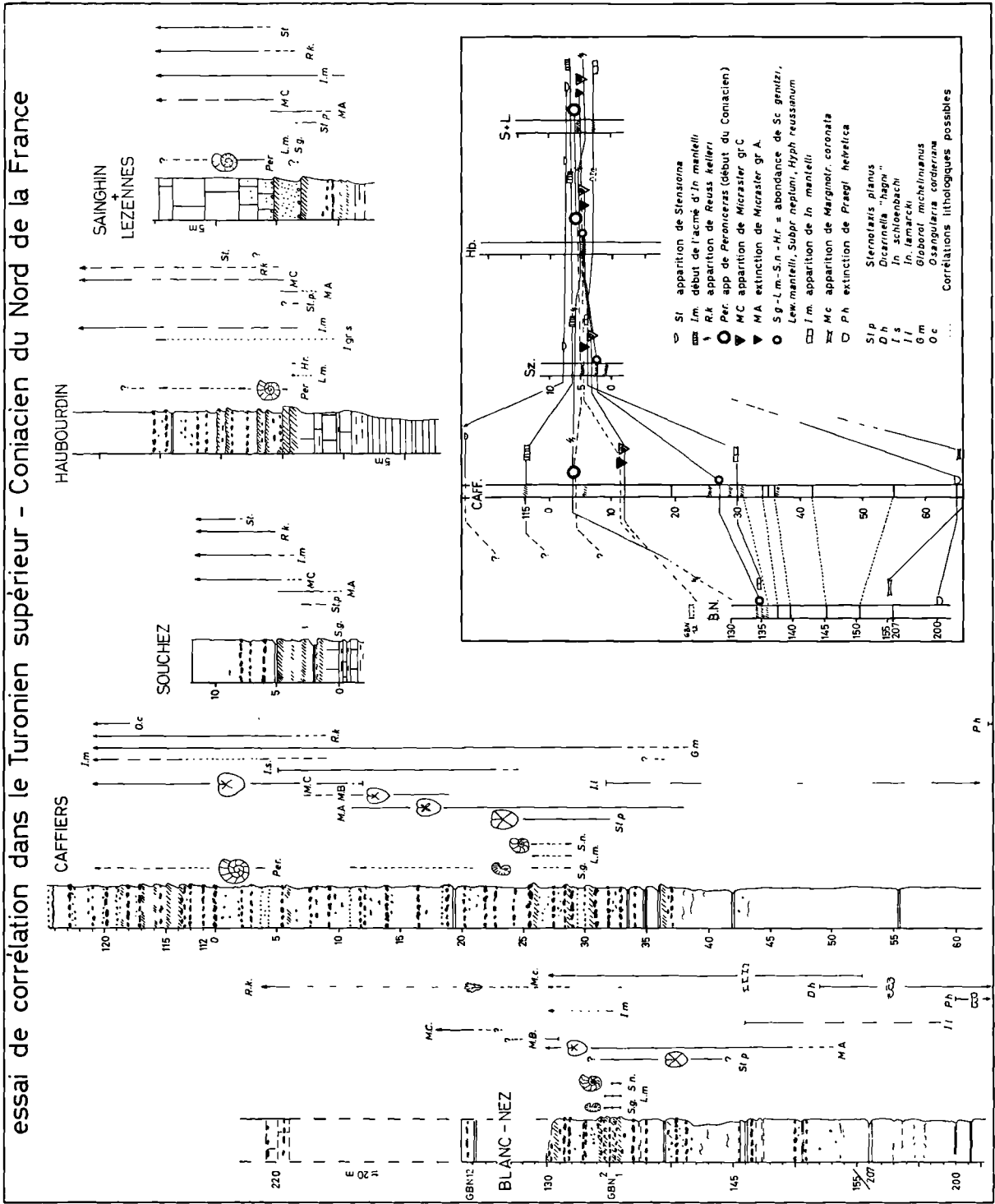


Fig. 5. — Corrélation dans les craies du Nord de la France.

Comme les espèces importantes ne sont pas forcément toutes représentées dans les affleurements visités, on utilise implicitement la notion de zone d'association ("assemblage zone", cénozone,... cf. Hedberg, 1976) pour définir un étage ou l'une de ses subdivisions.

Ainsi, dans le Nord de la France, en tenant compte de ces considérations :

— on peut attribuer au *CONIACIEN* des couches contenant *Peroniceras*, *Micraster* groupe C, *Inoceramus mantelli* fréquent et *Reussella kelleri* à ornementation nette (les genres *Osangularia* et *Stensioina* apparaissent un peu plus tard dans le Coniacien) ;

— le *TURONIEN SUPERIEUR* est caractérisé par l'association *Subprionocyclus neptuni*, *Lewesiceras mantelli*, *Scaphites geinitzi*, *Micraster* groupe A, *Sternotaxis planus*, *Inoceramus schloenbachi*, *Globorotalites michelinianus* (apparition) ;

— entre ces zones, existent des *COUCHES DE PASSAGE* où cohabitent les derniers *Micrasters* groupe A et *I. gr. schloenbachi*, les *Micrasters* intermédiaires groupe B et les premiers *Micrasters* groupe C, *I. mantelli*, *R. kelleri* petites et peu ornées.

Remarques au sujet des particularités lithologiques.

Dans l'état actuel de nos connaissances, les niveaux de silex et les bandes argileuses peu-

vent avoir une valeur stratigraphique locale, voire régionale, mais leur position doit toujours être vérifiée par des arguments biostratigraphiques.

De nombreux *hard-grounds* ont été relevés dans le Turonien supérieur et la partie inférieure du Coniacien. Comme pour les silex et les bandes argileuses, leur situation stratigraphique doit être déduite du contenu paléontologique.

— Dans la partie inférieure du Turonien supérieur, des *hard-grounds* plus ou moins bien marqués existent dans le Boulonnais (Caffiers : entre 25 et 31) et la région lilloise (Sainghin) ; d'après la faune, ils pourraient être les équivalents du "Chalk-Rock" des auteurs anglais Woods, etc...).

— Aux alentours de la limite Turonien-Coniacien, dans le Boulonnais et la région Liévin-Lille, se développent également des *hard-grounds* qui pourraient être mis en relation avec le "Top-Rock" anglais (Stokes, etc...).

— Dans la région lilloise (au-dessus du "Gros Tun" d'Haubourdin) et à Caffiers (au-dessus du niveau 4), plusieurs *hard-grounds* se trouvent dans la partie inférieure du Coniacien.

Remerciements. — Nous tenons à exprimer notre gratitude envers M. J. Sornay, pour avoir déterminé les Inocérames des différentes sections et relu le paragraphe relatif aux Ammonites.

BIBLIOGRAPHIE

A) Ammonites

- 1) BESAIRIE H. (1930). — Recherches géologiques à Madagascar. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. 60, n° 2, p. 1-272.
- 2) BOSE E. (1927). — Cretaceous ammonites from Texas and Northern Mexico. *Bull. Univ. Texas*, n° 2.748, p. 143-312, Pl. 18.
- 3) COLLIGNON M. (1965). — Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar (Ammonites). Fasc. XIII (Coniacien), Madagascar, p. 1-88, Pl. 414-454.
- 4) DESIO A. (1920). — La Creta nel bacino di Firenze. *Palaeont. ital.*, t. 26, p. 189-243, Pl. 9-19.
- 5) GROSSOUVRE A. de (1893). — Recherches sur la craie supérieure. Ammonites. *Mém. carte géol. Fr.*, p. 1-264, Pl. 1-39.
- 6) GROSSOUVRE A. de (1901). — Recherches sur la craie supérieure. Stratigraphie générale. *Mém. carte géol. Fr.*, p. 1-783.
- 7) ORBIGNY A. d' (1840-1842). — Paléontologie française - Terrains crétacés, t. 1, Céphalopodes, Paris, p. 1-662, Pl. 1-148.
- 8) ORBIGNY A. d' (1850). — Prodrome de Paléontologie. Terrains crétacés, t. 2, p. 1-428.
- 9) PRUVOST P. (1910). — Les Ammonites sénoniennes du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXIX, p. 365-368.
- 10) SCHLÜTER C. (1867). — Beitrag zur Kenntniss der Jüngsten Ammoniten Norddeutschlands. Bonn (Verlag von A. Henry), p. 1-86, Pl. 1-6.
- 11) SCHLÜTER C. (1871-1876). — Cephalopoden der Oberen deutschen Kreide. *Palaeontographica*, vol. 21-24, p. 1-264, Pl. 1-55.

- 12) SORNAY J. (1956). — *Peroniceras subtricarinarum* (d'Orb). in *Palaeontologia Universalis* (nouv. série), fiche n° 26.
- 13) STOLICZKA F. (1863). — The fossil Cephalopoda of the Cretaceous rocks of Southern India : Ammonitidae. *Palaeontogr. indica*, p. 1-216, Pl. 1-94.
- 14) STURM F. (1900). — Der Sandstein von Kieslingswalde. *Jahrbuch reuss. geol. Landesanstalt.*, t. 21, p. 39.
- 15) VENZO S. (1936). — Cefalopodi del Cretaceo medio-superiore della Zululand. *Palaeontogr. ital.*, vol. 36, p. 59-133, Pl. 5-12.
- 16) YOUNG K. (1963). — Upper Cretaceous ammonites from the Gulf Coast of the United States. *Univ. Texas Publicat.*, n° 6304, p. 1-373, Pl. 1-82.

B) Micrasters

- 17) BUCAILLE E. (1883). — Etude sur les Echinides fossiles du Département de la Seine-Inférieure. *Bull. Soc. géol. Normandie*, 8, p. 1-24, 8 pl.
- 18) CAYEUX Lucien (1890). — Mémoire sur la "craie grise" du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XVII, p. 105-141, 1 pl.
- 19) CAYEUX Louis (1961-1969). — Répartition des Echinides fossiles du Bec de Caux. *Bull. Soc. géol. Normandie*, t. 51 à 59, 9 pl.
- 20) COTTEAU G. (1849-1878). — Etudes sur les Echinides fossiles du Département de l'Yonne. Paris, Baillière, 518 p., 84 pl.
- 21) GOSSELET J. (1906). — Légende de la feuille de Montreuil, avec un appendice sur les Micrasters. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXV, p. 7-35.
- 22) LAMBERT J. (1901). — Essai d'une monographie du genre Micraster et notes sur quelques Echinides ; in de Grossouvre (1901). — Recherches sur la craie supérieure.
- 23) LERICHE M. (1909). — Sur la limite entre le Turonien et le Sénonien dans le Cambrésis et sur quelques fossiles de la Craie grise. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXVIII, p. 53-73, 3 pl.
- 24) ORBIGNY A. d' (1853-55). — Paléontologie française, terrains crétacés. - VI. Echinides irréguliers, Paris, Masson.
- 25) PARENT H. (1892). — Description de quelques oursins nouveaux de la craie blanche. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XX, p. 8-21, 2 pl.
- 26) PARENT H. (1892). — Etude de la craie à Micraster du Boulonnais et sur les plissements de la craie dans cette région. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XX, p. 304-332.
- 27) ROWE A.W. (1899). — An analysis of the Genus Micraster. *Quart. J. Geol. Soc. Lond.*, 55, p. 494-547, 5 pl.
- 28) STOKES R.B. (1975). — Royaumes et provinces fauniques du Crétacé établis sur la base d'une étude systématique du genre Micraster. *Mém. Mus. Nat. d'Hist. Nat. Paris*, C, t. XXXI, 94 p., 12 pl.

C) Stratigraphie et autres groupes paléontologiques

N.B. — Pour les Foraminifères, voir les références bibliographiques données par ROBASZYNSKI in COLBEAUX et coll. (1975).

- 29) AMEDRO F., DEJONGHE L., DUPUIS Ch., ROBASZYNSKI F. (1976). — Les falaises crayeuses du Boulonnais : lithostratigraphie et repères biostratigraphiques de l'Aptien au Sénonien. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 91-94, 2 fig.
- 30) AMEDRO F., BIDAR A., DAMOTTE R., MANIVIT H., ROBASZYNSKI F., SORNAY J. (1977). — Echelles biostratigraphiques dans le Turonien du Cap Blanc-Nez (Pas-de-Calais). *Bull. Inf. Géol. Bassin de Paris*, vol. 14 (à paraître).
- 31) ARNAUD H. (1877). — Mémoire sur le terrain crétacé du Sud-Ouest de la France. *Mém. Soc. géol. France*, 2, 10, n° 4.
- 32) BARROIS Ch. (1874). — Présence d'Ammonites dans la craie. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. 1, p. 54.
- 33) BARROIS Ch. (1874). — Terrains traversés par la fosse Ste Pauline à Eleu-dit-Leauwette. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. II, p. 63.
- 34) BARROIS Ch. (1878). — Mémoire sur le terrain crétacé des Ardennes et des régions voisines. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. V, p. 227-487.
- 35) BARROIS Ch. (1879). — Sur quelques espèces nouvelles ou peu connues du terrain crétacé du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. VI, p. 449-457, 3 pl.
- 36) BARROIS Th. (1878). — Note sur les terrains traversés par la fosse n° 5 à Lens. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. V, p. 105-107.
- 37) BONTE A. (1936). — Observations sur l'axe de l'Artois dans la région de Vimy. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXI, p. 126-135.
- 38) BRIQUET A. (1919). — Turonien supérieur et Sénonien inférieur dans le Nord de la France. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XLVI, p. 127-137.
- 39) CAYEUX L. (1889). — La Faune du Tun. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XVI, p. 123-131.
- 40) COLBEAUX J.P., DEBRABANT P., LEPLAT J., ROBASZYNSKI F. (1975). — Les craies de Sainghin-en-Mélantois (Nord) : faunes du passage turono-coniacien, tectonique cisailante, physico-chimie. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCV, p. 17-35, 1 pl., 5 fig.
- 41) DECOCQ (1870). — Vestiges d'Ammonites dans la craie blanche à Esquermes. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. I, p. 4.
- 42) DECOCQ (1874). — Inocérames de la craie de Lezennes. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. I, p. 82-84.
- 43) DELEPINE G., JOLY F. (1954). — Forage des Etablissements Le Blan à Lille. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXIV, p. 31-38.
- 44) DEVRIES A. et coll. (1974). — Données lithologiques et biostratigraphiques dans le Turonien et le Sénonien de la Thiérache et du Marlois (NE du Bassin de Paris). *Bull. B.R.G.M.*, sect. 1, n° 4, p. 189-207.

- 45) DOLLE L. (1907). — Coupe de la fosse n° 5 d'Ostricourt. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXVI, p. 237-241.
- 46) FENET B. (1965). — Observations récentes sur la partie Ouest de l'Anticlinal du Mélançois. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXV, p. 241-245, 1 pl.
- 47) FOCKEU H. (1885). — Note sur la craie de Lille. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XII, p. 255-259.
- 48) GOSSELET J. (1869). — Notice sur la craie de Lezennes. *Mém. Soc. Sc., Agr., Arts, Lille*, 3, 7, p. 241-247.
- 49) GOSSELET J. (1899). — Sur le Tun aux environs de Lille. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXVIII, p. 155-159.
- 50) GOSSELET J. (1902). — Observations sur la sédimentation de la craie. Réflexions sur la craie congloméroïde et sur les bancs durcis ou verdis. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXI, p. 63-82.
- 51) GOSSELET J. (1911). — Les assises crétaciques et tertiaires dans les fosses et les sondages du Nord de la France. *Ministère des Trav. Publ., Paris*, fasc. 3, région de Béthune, 181 p.
- 52) HEBERT E. (1874). — Comparaison de la craie des Côtes d'Angleterre avec celle de France. *Bull. Soc. géol. France*, 3, 2, p. 416-428.
- 53) HEDBERG H.D. (1976). — International stratigraphic guide, 200 p., J. Wiley and Sons, London.
- 54) LAGAISSE (1902). — Coupe de la carrière d'Haubourdin. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXI, p. 50-51.
- 55) LEBRUN (1902). — La Craie de Lille et des environs. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXI, p. 4-10.
- 56) LERICHE M. (1899). — Sur la présence de *Sonneratia perampla* dans la meule. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXVIII, p. 159-160.
- 57) LERICHE M. (1907). — Fossiles de la craie, rares ou nouveaux. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXVI, p. 149.
- 58) PARENT H. (1893). — Notes diverses sur le terrain crétacé du Nord. L'âge du Tun de Lezennes. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXI, p. 16-21.
- 59) PETIT R., BUISINE M. (1958). — Turonien supérieur et Sénonien inférieur dans quelques puits des concessions de Lens et de Liévin. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXVIII, p. 103-105.
- 60) TROGER K.A. (1966). — Biostratigraphie der Inoceramen des Ober-Alb bis Unter-Coniac in der D.D.R. *Abh. zentr. geol. Inst.*, n° 5, p. 78-83.
- 61) WOODS H. (1896). — The Mollusca of the Chalk-Rock, part. 1. *Quart. J. Geol. Soc.*, 52, p. 68-94, 2 pl.
- 62) WRIGHT W. et E.W. (1951). — A survey of the fossil cephalopoda of the Chalk of Great Britain. *Paleontogr. Soc.*, London, p. 1-40.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I

- Fig. 1. — *Peroniceras* cf. *westphalicum* (Strombeck).
Coniacien. Haillicourt : fosse 6 de Bruay.
Coll. Musée Gosselet, Lille, n° ML9. Gr. nat.
- Fig. 2. — *Peroniceras moureti* de Grossouvre.
Coniacien. Lezennes.
Coll. Musée Gosselet, Lille, n° ML7. Gr. nat.
- Fig. 3. — *Peroniceras subtricarinarum* (d'Orbigny).
Coniacien, Emmerin.
Coll. Musée Gosselet, Lille, n° ML5. Gr. nat.

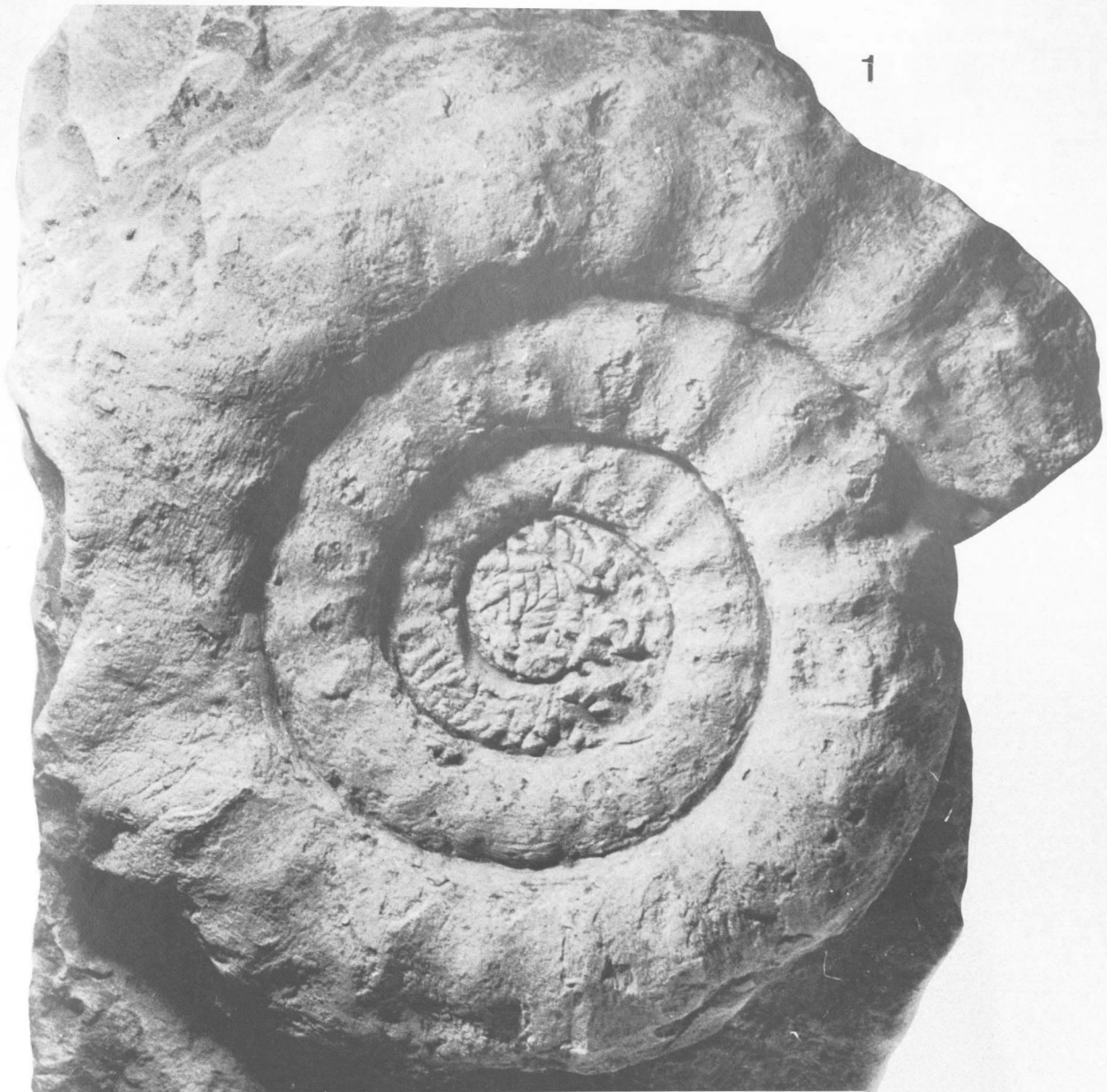
Planche II

- Fig. 1. — *Peroniceras tridorsatum* (Schlüter).
Coniacien. Lezennes.
Coll. Musée Gosselet, Lille, n° ML4. Gr. nat.

- Fig. 2. — *Peroniceras* aff. *tridorsatum* (Schlüter).
Coniacien. Environs de Lille ("Gros Tun").
Coll. Musée Gosselet, Lille, n° ML2 (= moulage de l'empreinte n° ML1). Gr. = 0,5.

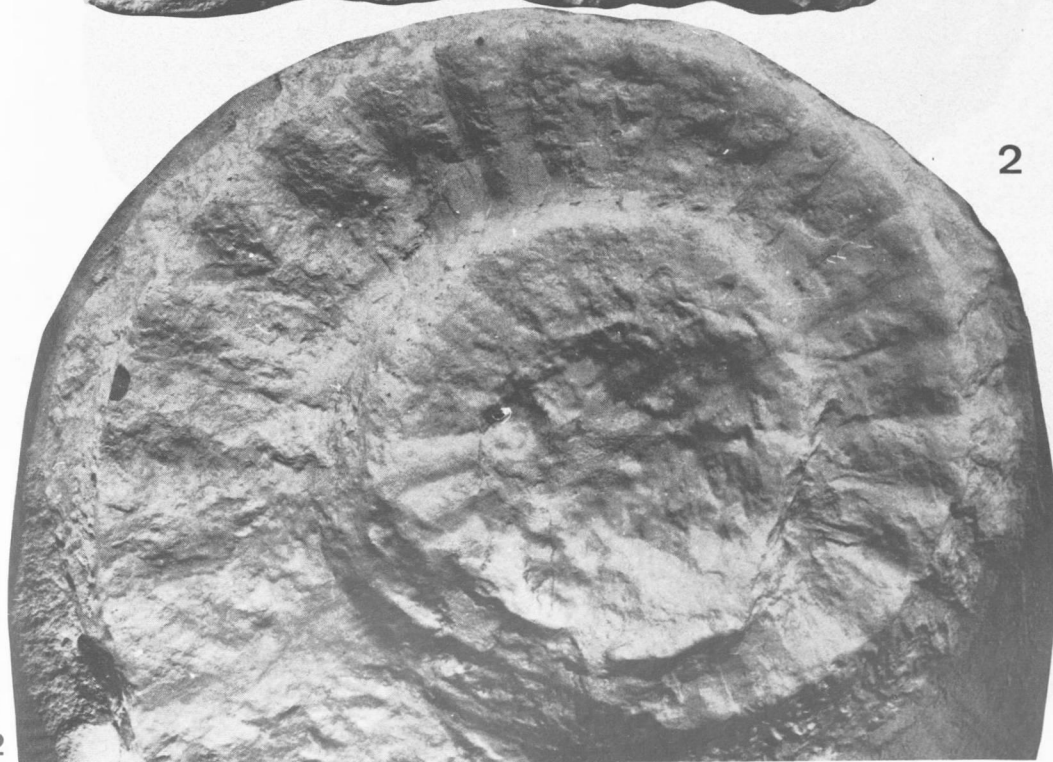
Planche III

- Fig. 1. — *Peroniceras tridorsatum* (Schlüter).
Coniacien, Gaz de Wazemmes (Lille).
Coll. Musée Gosselet, Lille, n° ML3. Gr. nat.
- Fig. 2 — *Peroniceras tridorsatum* (Schlüter).
Coniacien. Caffiers (du niveau 4).
Coll. F. Amédéo, n° 723. Gr. nat. Flanc gauche.
- Fig. 2a. — Même échantillon, flanc droit du tour interne.
Gr. nat.
- Fig. 2b. — Même échantillon, vue ventrale du tour interne montrant les trois carènes bien individualisées.
Gr. nat.



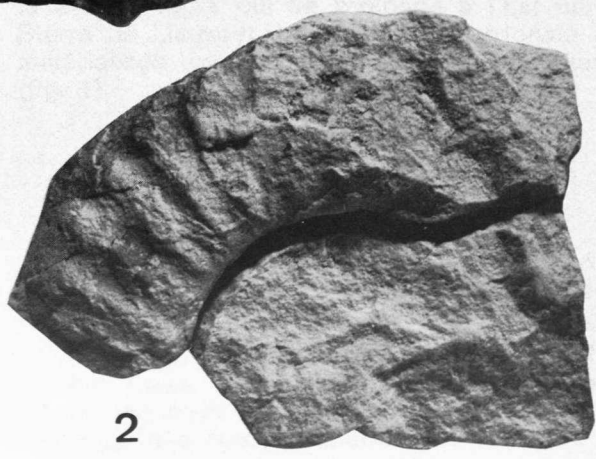
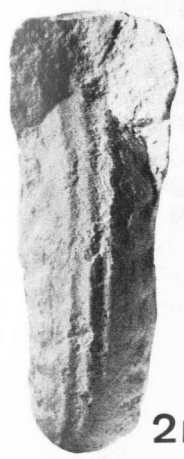


1



2

$\times \frac{1}{2}$



Etude stratigraphique et paléogéographique du Silurien de la région de Benasque (Pyrénées Centrales espagnoles)

par J.M. DEGARDIN (*)

Sommaire. — L'étude stratigraphique détaillée du Silurien de la région de Benasque a montré que la série lithostratigraphique était complète du Llandovérien moyen au Ludlowien supérieur. Les terrains siluriens sont en majeure partie représentés par une série de schistes noirs, fissiles, renfermant en grande quantité des grains de matière organique dispersée et des sulfures de fer. De nombreux Graptolites, plus ou moins bien conservés, permettent de dater les schistes du Llandovérien moyen au Wenlockien. Dès le Wenlockien supérieur, des niveaux de calcaires noirs à *Orthocères* s'intercalent dans la série schisteuse. La découverte de Conodontes dans les calcaires du Gédinnien inférieur a permis de préciser l'extension maximale de la série formée de l'alternance de calcaires noirs et de schistes noirs.

La sédimentation pélagique du Silurien s'est effectuée dans une mer calme, peu profonde, en milieu réducteur et riche en plancton. La formation des calcaires s'explique certainement par une variation de pH de l'eau et un apport plus faible en éléments détritiques terrigènes.

Summary. — A detailed stratigraphic study of the Silurian in the Benasque region has shown that the lithostratigraphic serie is complete from the middle Llandoveryian through to the upper Ludlovian. Most of the Silurian is represented by a serie of black fissile shales rich in dispersed organic matter and pyrite. Identification of a number of quite well preserved Graptolites permits dating of the shale from middle Llandoveryian to Wenlockian. After the upper Wenlockian there are a number of black *Orthoceras* limestone intercalated with the shale. Discovery of lower Gedinnian Conodonts in these limestones has made it possible to specify the maximum stratigraphic extent of this black interbedded limestone-shale unit.

The fine-grained sedimentation of the Silurian occurred in a calm shallow sea, rich in plancton and midst a reducing environment. The deposition of limestone is explained by a variation of the pH of the water and a slowing down of the detrital sedimentation.

Dans mon mémoire de Thèse de 3^e Cycle (1977), j'ai exposé en détail l'étude lithologique, stratigraphique et paléontologique des terrains siluriens de la région de Benasque. L'étude tectonique et surtout microtectonique est restée embryonnaire et sera abordée ultérieurement, dans le cadre d'une thèse d'Etat.

Le secteur étudié se situe au cœur des Pyrénées centrales, en territoire espagnol, sensiblement sur le méridien de Luchon, dans la partie Nord-Est de la province de Huesca. Il est approximativement limité à l'Est par la vallée de la haute Noguera Ribagorzana et par la val-

lée de l'Aigueta de Eriste à l'Ouest. Il correspond principalement au massif montagneux de la Sierra Negra qui se prolonge à l'Est par la Sierra de Llausset. La limite septentrionale est matérialisée par la vallée du Rio Vallibierna (fig. 1).

I. — ETUDE STRATIGRAPHIQUE DES TERRAINS SILURIENS

C'est à la faveur d'un large anticlinorium qu'affleurent les schistes noirs du Silurien constituant la presque totalité de la Sierra Negra.

Quelques coupes effectuées dans la vallée du Rio Esera et dans les monts de la Sierra Negra montrent les différents aspects de la lithologie des terrains siluriens.

(*) Laboratoire de Géologie régionale, Université des Sciences et Techniques de Lille I, B.P. 36, 59650 Villeneuve d'Ascq.

Note présentée le 12 Janvier 1978 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 11 Mai 1978.

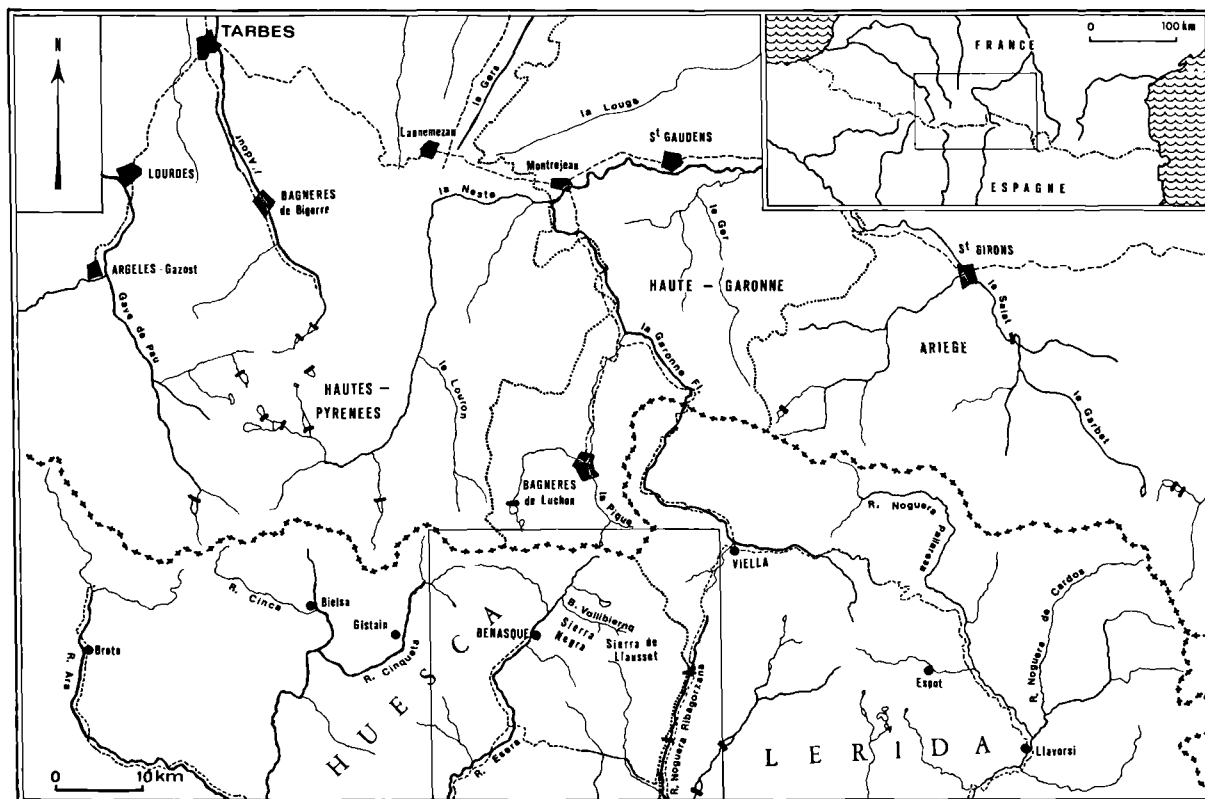


Fig. 1. — Localisation géographique du secteur étudié.

1) Le Silurien du pont San Jaime.

La coupe est située sur la rive droite du Rio Esera entre les ruines du pont de Cuberre et le nouveau pont San Jaime (fig. 2) et permet d'observer du Sud vers le Nord :

- des calcaires noirs renfermant des Orthocères et des articles de tiges d'Encrines. Dalloni (1910) avait déjà récolté : *Orthoceras bohemicum* Barrande, *Orthoceras pyrenaicum* Leymerie. De nombreux grains de matière organique dispersée sont visibles dans ces calcaires.
- 20 m de schistes noirs ampéliteux, très riches en matière organique ;
- 30 m de schistes noirs, ardoisiers, à patine d'altération de teinte rouille offrant de belles empreintes de Graptolites dont les espèces rencontrées sont identiques à celles recueillies par Waterlot (1961), en particulier : *Monograptus mutuliferus mutuliferus* Gortani, *Monograptus flemingii flemingii* (Salter), *Monograptus latus* (Mc Coy), *Monograptus uncinatus* var. *tariccoi* Gortani, qui appartiennent à la zone 30 de Elles et Wood ;
- des calcaires noirs alternant avec des lits plus épais de schistes noirs. Cette formation est très riche en cristaux de pyrite généralement altérés ;

— des schistes calcaires alternant avec des lits de calcaires noirs.

En cassure fraîche, ces deux roches ne sont pas discernables par leur couleur qui reste noire mais, à l'affleurement, les calcaires présentent une patine de couleur gris bleuté tandis que les schistes calcaires sont de couleur ocre jaune. De plus, la différence de solubilité des deux roches à l'action des agents atmosphériques fait apparaître la rythmicité des dépôts et les calcaires, plus solubles que les schistes, apparaissent en creux ;

— des schistes noduleux du Dévonien inférieur.

2) Le Silurien de la Grange de Cavaler.

Cette coupe est effectuée 500 m environ au Nord de la précédente, le long de l'ancienne piste des Bains de Bénéasque (fig. 3). Du Sud vers le Nord, elle permet l'observation suivante :

- 2 m de schistes noirs, graphiteux, dans lesquels s'intercalent de nombreuses et fines passées de calcaires noirs qui se débitent en plaquettes de quelques centimètres d'épaisseur ;

- 5 m de calcaires noirs, renfermant des articles de tiges d'Enocrines et des Orthocères ;
- 10 m de schistes noirs, très friables, souvent altérés et recouverts d'efflorescences de soufre ;
- 2 m de calcaires compacts noirs ;
- 5 m de schistes noirs alternant avec des calcaires recristallisés ;
- 20 m de calcaires noirs renfermant de petits Orthocères et des articles de tiges d'Enocrines ;
- des schistes grisâtres d'âge dévonien.

J'ai pu extraire de nombreux Conodontes des niveaux calcaires. Les principales espèces rencontrées sont : *Plectospathodus alternatus* Walliser, *Ozarkodina denckmanni* Ziegler, *Lonchodina greilingi* Walliser, *Trichonodella inconstans* Walliser, *Spathognathodus steinhornensis* Ziegler, *Icriodus woschmidti* Ziegler, qui sont caractéristiques du Ludlowien supérieur-Gédinnien inférieur.

3) Le Silurien de la haute vallée du Barranco de Peñascaro.

La coupe proposée commence dans le lit du Barranco de Peñascaro (fig. 4), à l'altitude de 2.110 m et se prolonge vers le Nord sur la rive droite d'un affluent descendant du pic de Estiba Freda.

Du Sud-Ouest au Nord-Est, nous observons :

- des terrains dévoniens constitués par des calcaires et des calcaires argileux de teinte beige, que l'on retrouve plus au Sud, dans la Sierra del Cubilar et sur la montagne de la Rueda ;
- 5 à 6 m de schistes noirs alternant avec quelques rares niveaux de calcaires noirs ;
- 5 m de calcaires noirs, régulièrement lités en bancs de 15 à 20 cm d'épaisseur d'où j'ai dégagé : *Orthoceras bohemicum* Barrande, *Orthoceras pyrenaicum* Leymerie, *Cardiola interrupta* Sowerby et des Conodontes : *Plecto-*

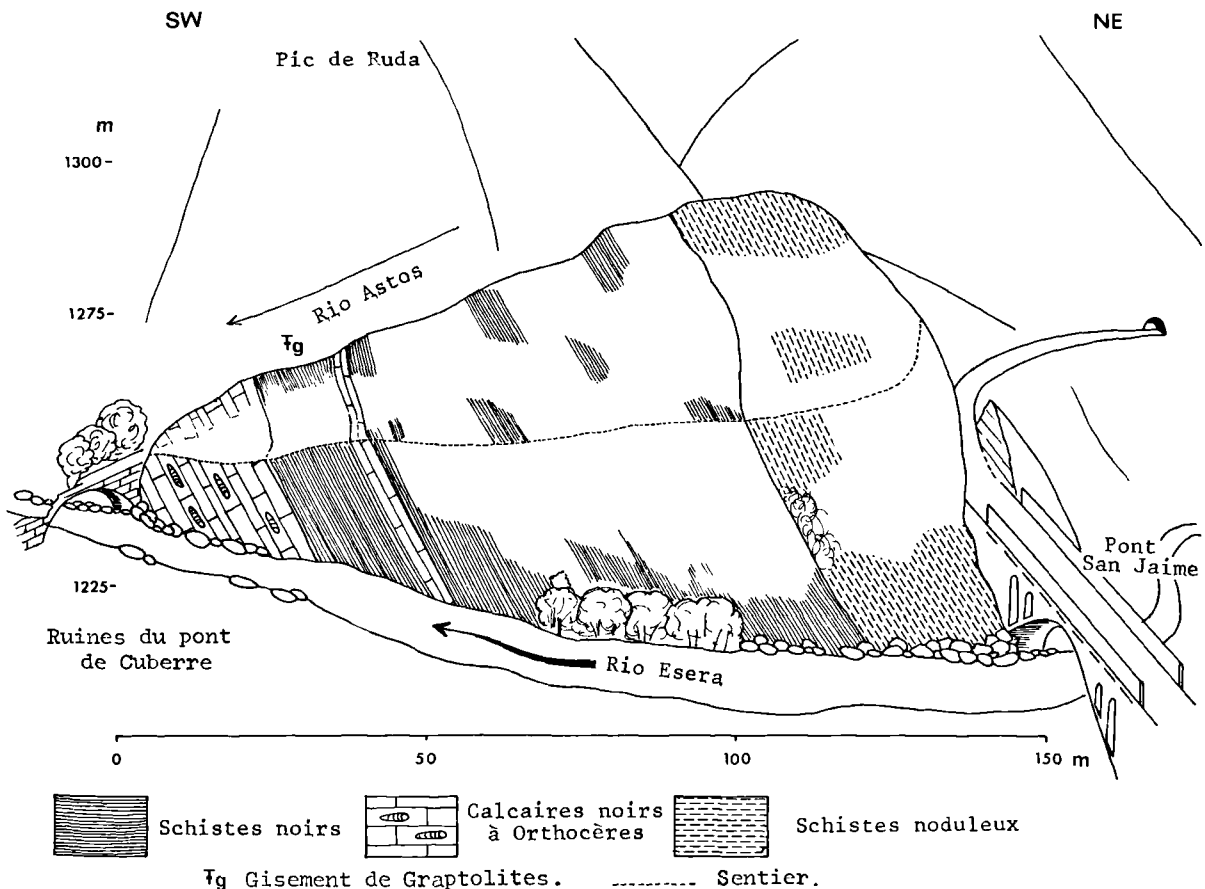


Fig. 2. — Vue panoramique du mont cote 1.310 m.

spathodus alternatus Walliser, *Spathognathodus steinhornensis* s. sp. indet. ;

— une épaisse série monotone de schistes noirs, localement métamorphisés par de nombreux filons de micro-granite.

La stratigraphie reste basée sur l'observation d'empreintes de Graptolites qui, malheureusement, ne sont visibles que si la schistosité est parallèle à la stratification.

Deux gisements de Graptolites ont été découverts et permettent de mettre en évidence un des nombreux replis anticlinaux de la Sierra Negra.

De l'aval vers l'amont, le premier gisement rencontré renferme : *Monograptus involutus* Lapworth, *Monograptus mirus* Perner, *Monograptus delicatulus* Elles et Wood, *Monograptus decipiens* Tornquist, *Monograptus distans* (Portlock), *Monograptus intermedius* (Carruthers), espèces que l'on rencontre fréquemment dans les zones 19 à 21 de Elles et Wood, du Silurien de Grande-Bretagne.

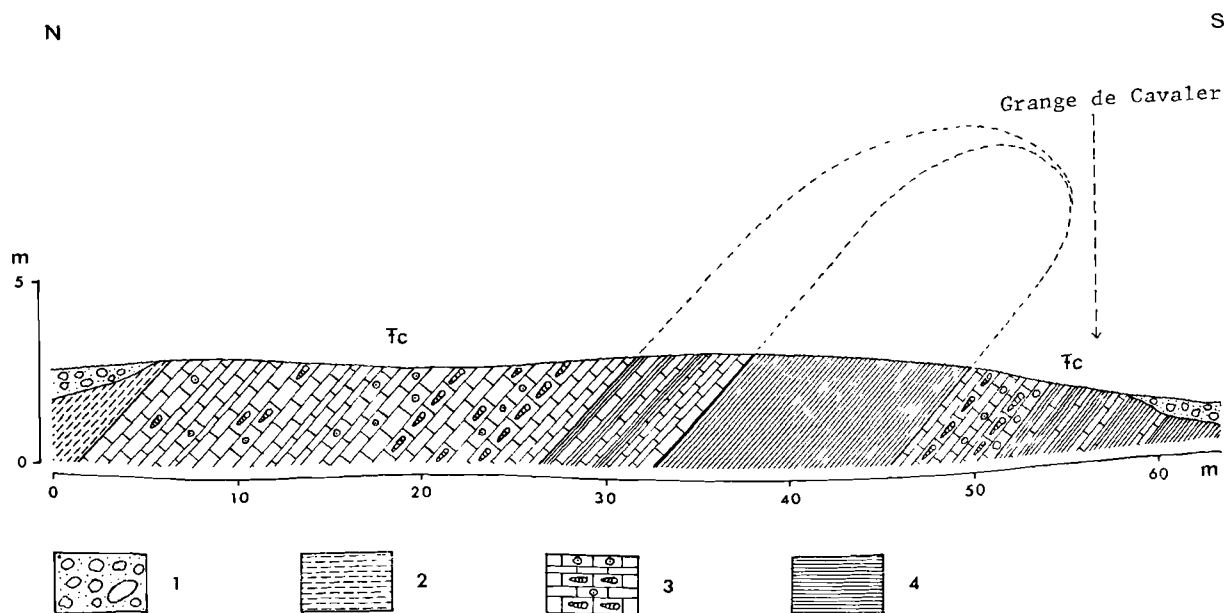
Le deuxième gisement, situé à quelques centaines de mètres au Nord du précédent, a livré les formes suivantes : *Monograptus flemingii flemingii* (Salter), *Monograptus latus* (Mc Coy). Ces espèces sont caractéristiques de la zone 30 et permettent d'attribuer un âge wenlockien supérieur à ce gisement.

4) Récapitulation.

Les terrains siluriens sont représentés dans l'ensemble de la région étudiée par une épaisse série de schistes noirs, fissiles et graphiteux à Graptolites.

La limite siluro-ordovicienne n'a pu être précisée en raison de la rareté des affleurements des terrains anté-siluriens. De plus, les terrains ordoviciens et les terrains siluriens sont en contact par failles.

Les niveaux inférieurs du Silurien sont datés par des Graptolites appartenant à la zone 20 de Elles et Wood et rapportés au Llandoveryen moyen.



- 1 - Dépôts fluvio-glaciaires. 2 - Schistes grisâtres dévoniens.
 3 - Calcaires noirs à Encrines et Orthocères. 4 - Schistes noirs graphiteux.
 Tc - Gisement de Conodontes..

Fig. 3. — Coupe géologique du Silurien de la Grange de Cavalier.

La série monotone des schistes noirs se poursuit jusqu'au Ludlowien inférieur. Elle renferme constamment des empreintes de Graptolites. Quelques intercalations de calcaires noirs à Orthocères et tiges d'Encrines sont observées dans la série schisteuse dès le Wenlockien supérieur.

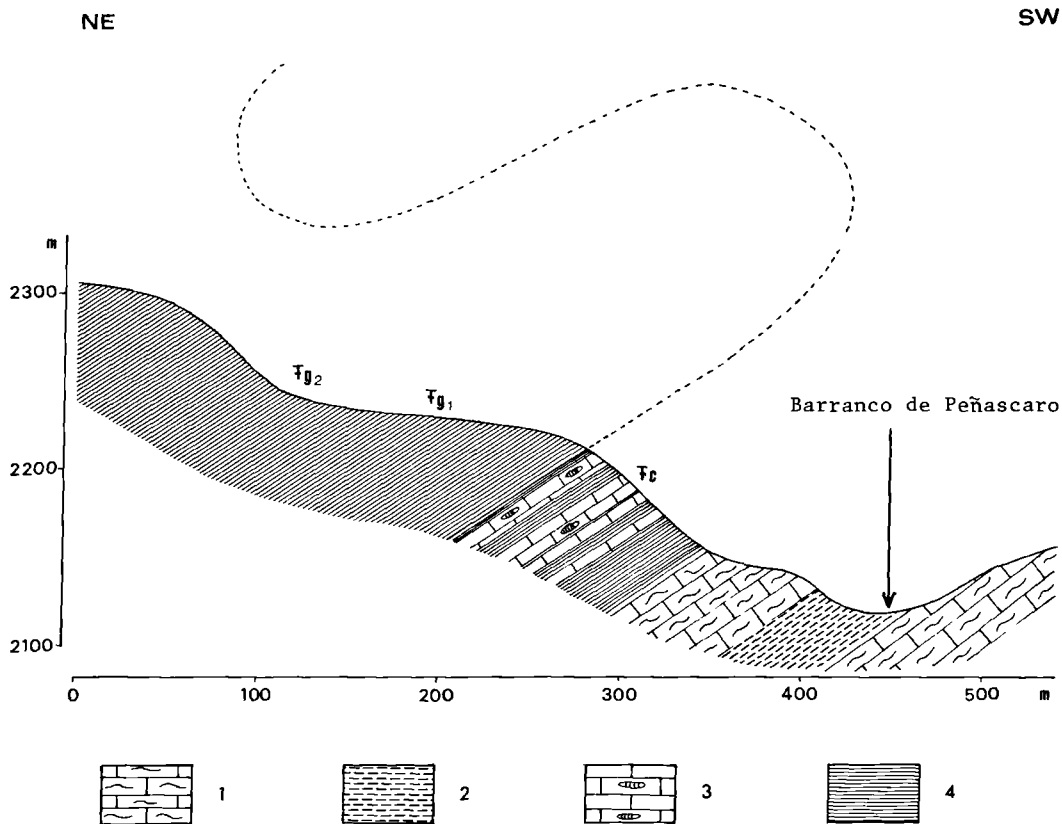
Les terrains siluriens se terminent par une formation constituée d'une alternance de niveaux calcaires et de niveaux de schistes. La découverte de Conodontes dans les niveaux calcaires m'a permis d'attribuer à cette formation un âge ludlowien supérieur-gédinnien inférieur.

La puissance totale de cette série silurienne connue ne dépasse pas les 200 mètres, épaisseur déjà suggérée par de nombreux chercheurs (Destombes et Vaysse, 1949 ; Mey, 1967).

II. — ETUDE PALEOGEOGRAPHIQUE DU SILURIEN

Les schistes constituent la plus grande partie de la série stratigraphique du Silurien. Ce sont des schistes noirs, très fins, fissiles et tachant les doigts. L'examen microscopique de ces schistes a révélé la présence de minéraux phylliteux (chlorite, séricite, biotite et muscovite), de quartz, d'andalousite et de minéraux opaques (pyrite, galène).

Les dépôts siluriens semblent homogènes sur l'ensemble de la chaîne pyrénéenne. Quelques variations de faciès sont cependant à signaler.



1-Calcaires beiges. 2-schistes beiges. 3-Calcaires noirs à Orthocères.
4-Schistes noirs. Tc -Gisement de Conodontes. Tg -Gisement de Graptolites.

Fig. 4. — Coupe géologique dans la haute vallée du Barranco de Peñascaro.

1) Le Silurien des Pyrénées basques.

Étudiés par Laverdière (1930), Lamare (1936) et plus récemment par Heddebaut (1973), les terrains siluriens sont représentés essentiellement par une série schisteuse épaisse de 600 à 650 m.

De bas en haut, la série présente :

- des schistes bleu foncé à noir, ardoisiers, puissants de 200 m ;
- des schistes noirs tachant les doigts, très fissiles, à concrétions pyriteuses dont l'épaisseur varie entre 100 et 150 m.

Un niveau de petits galets est observé à la base de ces schistes noirs qui renferment partout des Graptolites du Wenlockien au Ludlowien inférieur. Localement, la partie supérieure de ces schistes ampéliteux renferme des lentilles de calcaires bleus, riches en Crinoïdes et Orthocères ;

- des schistes bleus, durs et ardoisiers, puissants de 300 m avec quelques passées conglomératiques peu épaisses.

La partie supérieure de cette série schisteuse montre quelques intercalations de petites lentilles gréseuses de teinte claire.

Le Gédinnien est schisteux avec quelques passées gréseuses.

2) Le Silurien de la partie occidentale de la zone primaire axiale.

Les terrains siluriens étudiés par Mirouse (1962) comprennent, de la base au sommet :

- 20 à 30 m de schistes ampéliteux, fins et pyriteux datés par des Monograptidés du Llandovérien ;
- 100 m de schistes noirs ardoisiers avec des alternances micro-rythmiques de sédiments plus grossiers ;
- 50 m de schistes pyriteux et graphiteux alternant avec des schistes gréseux à débit ardoisier du Tarannonien ;
- 30 à 40 m de schistes ampéliteux noirs, plus gréseux à la partie supérieure ;
- 40 à 60 m d'ampélites pyriteuses à intercalations de calcaires sombres du Wenlockien ;
- 30 m de schistes gris et rouille intercalés de lits graphiteux.

Les terrains siluriens sont représentés essentiellement par des schistes ampéliteux. Ces schistes sont cependant plus détritiques, plus gréseux dans leur partie moyenne tandis qu'au sommet, s'intercalent de minces niveaux calcaires à Entroques et Orthocères.

3) Le Silurien des Pyrénées orientales.

Les terrains siluriens sont représentés par des schistes ampéliteux à Graptolites du Llandovérien, du Wenlockien et du Ludlowien.

Toutefois, Cavet (1957) faisait remarquer la présence occasionnelle de schistes versicolores ou rutilants, s'enrichissant, vers le haut de la série, en intercalations de calcaires et calc-schistes pyriteux de teinte sombre.

Dans la région de Villefranche de Conflent, le Silurien est représenté par une formation de schistes calcaireux et calcaires azoïques qui surmonte les terrains ordoviciens. Cette formation passe, sans changement de faciès notable, au Dévonien.

4) Le Silurien de la Montagne Noire.

Étudiés par Chaubet (1937), les terrains siluriens comprennent :

- des schistes noirs avec quelques niveaux quartzeux du Llandovérien ;
- des schistes noirs avec de nombreux nodules et bancs calcaires du Wenlockien ;
- des schistes à nodules pyriteux et à niveaux calcaires du Ludlowien.

Les schistes ampéliteux résultent du dépôt de vases en milieu marin peu agité. La stratification est très fine et régulière ; les apports détritiques sont très réduits. Les constituants pélitiques sont dominants, en particulier les minéraux phylliteux.

La matière organique est abondante et provient, soit de l'apport de débris végétaux flottés, soit de la prolifération d'organismes planctoniques et plus spécialement de Graptolites. Il faut admettre que les conditions écologiques de surface favorisaient cette prolifération. Par contre, les conditions physico-chimiques du milieu de dépôt étaient telles que la matière organique donnait naissance, par réduction bactérienne, à du carbone libre ou des hydrocarbures. De plus, ces conditions réductrices favorisaient la formation de sulfures de fer, ce qui explique la haute teneur en pyrite de ces terrains siluriens.

Tous les auteurs admettent à l'heure actuelle que la sédimentation pélitique s'est effectuée dans une mer peu profonde et peu agitée, riche en faunes planctoniques. Les éléments détritiques, à grains fins, se sont déposés dans un milieu très réducteur.

La sédimentation est plus arénacée à l'Ouest, plus carbonatée à l'Est. Dans les Pyrénées centrales, la sédimentation est presque exclusivement pélitique avec quelques passées calcaires au sommet de la série.

La composition minéralogique en quartz, en minéraux argileux et en matière organique des schistes et le milieu fortement réducteur dans lequel s'est effectuée la sédimentation rappellent le mode de dépôt actuel de certaines vases d'estuaires.

III. — CONCLUSIONS

L'étude stratigraphique détaillée a permis de préciser l'extension des schistes noirs graphi-

teux. Grâce à la découverte de nombreux gisements de Graptolites, les schistes carbonés ont été datés du Llandovérien moyen au Wenlockien, sans aucune lacune de sédimentation. La base du Silurien n'a pas été observée dans la région étudiée. La découverte de Conodontes a permis d'apporter des précisions sur la stratigraphie du Silurien supérieur. Il faut remarquer que la limite lithologique entre les schistes noirs et les schistes noduleux ne correspond pas à la limite stratigraphique entre le Silurien et le Dévonien.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BARROIS Ch. (1883). — Sur les faunes siluriennes de la Haute-Garonne. Faunes des calcaires de Saint Béal. *Ann. Soc. géol. Nord.*, t. X, p. 151-169.
- 2) BARROIS Ch. (1892). — Distribution des Graptolites en France. *Ann. Soc. géol. Nord.*, t. XX, p. 75-191.
- 3) CAPDECOMME L. (1943). — Sur les procédés d'étude des roches charbonneuses ; à propos des schistes graphitiques de la région de Marignac. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. 78, p. 181-190.
- 4) CASTERAS M. (1933). — Recherches sur la structure du versant nord des Pyrénées centrales et orientales. *Thèse Sciences Paris et Bull. serv. Carte géol. Fr.*, t. 37, n° 189, 525 p., 64 fig., 9 pl. dont 1 carte au 1/200.000 et coupes au 1/80.000.
- 5) CASTERAS M. (1974). — Les Pyrénées in Debelmas J., 1974, *Géologie de la France*, p. 296-345. Doin, Paris.
- 6) CAVET P. (1951). — Sur la stratigraphie du Paléozoïque de la zone axiale des Pyrénées orientales. *C.R. Ac. Sc. Paris*, t. 232, p. 743-745.
- 7) CAVET P. (1957). — Le Paléozoïque de la zone axiale des Pyrénées orientales françaises entre le Rousillon et l'Andorre (Étude stratigraphique et paléontologique). *Thèse Sciences Toulouse et Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, t. 45, n° 254, p. 303-517, 36 fig. 12 pl. h.-t.
- 8) CHAUBET M.C. (1937). — Contribution à l'étude géologique du Gothlandien du versant méridional de la Montagne Noire. *Thèse Sciences, Montpellier*, 237 p., 7 pl., 1 carte.
- 9) CLIN M. (1959). — Etude géologique de la haute chaîne des Pyrénées centrales entre le cirque de Troumouze et le cirque de Lys. *Thèse Sciences Nancy et Mém. B.R.G.M.*, n° 27, 324 p., 27 pl., 1 carte au 1/50.000.
- 10) CLIN M., HEDDEBAUT Cl., MIROUSE R., MULLER J., ROGER J. et WATERLOT M. (1970). — Le cycle hercynien dans les Pyrénées. Rapport du Centenaire. *Ann. Soc. géol. Nord.*, t. XC, fasc. 4, p. 253-276.
- 11) DALLONI M. (1910). — Etude géologique des Pyrénées de l'Aragon. *Ann. Fac. Sc. Marseille*, t. 19, 444 p., 5 fig., 4 pl., 1 carte.
- 12) DALLONI M. (1930). — Etude géologique des Pyrénées catalanes. *Ann. Fac. Sc. Marseille*, t. 26, 373 p., 65 fig., 14 pl., 1 carte.
- 13) DEGARDIN J.M. et WATERLOT M. (1974). — Découverte de Conodontes du Dévonien inférieur dans les schistes carbonés de la vallée de Benasque (Province de Huesca, Espagne). *C.R. Ac. Sc. Paris*, t. 278, p. 705-707.
- 14) DEGARDIN J.M. (1975). — Method of extraction of Silurian Conodonts from slightly metamorphosed limestones from the Esera Valley (Central Pyrenees, Spain). *Geologica et Palaeontologica*, 9, p. 61-63, 2 fig.
- 15) DEGARDIN J.M. (1977). — Contribution à l'étude géologique du Silurien de la région de Benasque (Province de Huesca, Espagne). *Thèse 3^e Cycle*, Lille, 355 p., 69 fig., 12 pl.
- 16) DESTOMBES J.P. et VAYSSE A. (1947). — Sur le Gothlandien de la vallée de la Pique (Haute-Garonne) *Bull. Soc. géol. Fr.*, (5), t. 17, p. 403-409, 1 pl.
- 17) DESTOMBES J.P. (1953). — Stratigraphie des terrains primaires de la Hte-Garonne. *C.R. 19^e Sess. congr. int. Alger*, 1952, sect. 2, fasc. 2, p. 107-129.
- 18) ELLES G.L. et WOOD E.M.R. (1913). — A monograph of British Graptolites. *Paleont. Soc. Lond.*, 526 p., 359 fig., 52 pl. h.-t.
- 19) HARTEVELT J. (1970). — Geology of the Upper Segre and Valira Valleys. Central Pyrenees, Andorra-Spain. *Leid. Geol. Med.*, 45, p. 167-236, 67 fig., 1 carte.
- 20) HEDDEBAUT Cl. (1973). — Etudes géologiques dans les massifs paléozoïques basques. *Thèse Sciences Lille*, 263 p., 64 fig., 11 pl., 3 cartes.
- 21) KLEINSMIEDE W.F. (1960). — Geology of the Valle de Aran (Central Pyrenees). *Leid. Geol. Med.*, 25, p. 129-245, 77 fig., 1 carte.
- 22) LAMARE P. (1936). — Recherches géologiques sur les Pyrénées basques d'Espagne. *Mém. Soc. géol. Fr.*, 12, n° 27.
- 23) LAVERDIERE J.W. (1930). — Contribution à l'étude des terrains paléozoïques dans les Pyrénées occidentales. *Mém. Soc. géol. Nord.*, t. X, n° 2, 131 p., 13 fig., 8 pl.

- 24) MALLADA L. (1878). — Descripción física y geologica de la provincia de Huesca. *Memorias de la Comisión del Mapa geológico de España*, 439 p., 1 carte au 1/400.000, 1 pl.
- 25) MEY P. (1967). — The geology of the Upper Ribagorzana and Baliera Valleys, Central Pyrenees (Spain). *Leid. Geol. Med.*, 41, p. 153-220.
- 26) MEY P. (1968). — The geology of the Upper Ribagorzana and Tor Valleys, Central Pyrenees (Spain). *Leid. Geol. Med.*, 41, p. 229-292, 57 fig.
- 27) MIROUSE R. (1962). — Recherches géologiques dans la partie occidentale de la zone primaire axiale des Pyrénées. *Mém. Carte Géol. Fr.*, 451 p., 122 fig., 16 pl., 3 dépl.
- 28) NICOLAI A. (1963). — Contribution à l'étude géologique du bassin du Gave de Pau entre le granite de Cauterets et la zone nord-Pyrénéenne. *Thèse Sciences*, Bordeaux.
- 29) OVTRACHT A. (1967). — Gothlando-Dévonien et Dévonien inférieur du massif de Mouthoumet (Aude). Coll. sur le Dévonien inférieur et ses limites Rennes. *Mém. B.R.G.M.*, 33, p. 171-188.
- 30) ROGER Ph. (1965). — Etude stratigraphique et structurale de la zone des Nogueras entre l'Esera et l'Isabena (Huesca, Espagne). *Act. Soc. Lin. Bordeaux*, t. 102, série 3, n° 5, 27 p., 1 carte au 1/20.000.
- 31) ROMARIZ C., ARCHE A., BARBA A., GUTIERREZ ELORZA M. et VEGAS R. (1971). — The mediterranean graptolitic fauna of the Wenlockian in the Iberian Peninsula. *Bol. Soc. geol. Portugal*, vol. 18, p. 57-61.
- 32) SAMPELAYO P.H. (1942). — Explicación el nuevo mapa geológico de España. El sistema siluriano. *Mem. Inst. Geol. y minera España*, 592 p.
- 33) SCHMIDT H. (1943). — El Paleozoico del Pirineo español. *Publicaciones alemanas sobre geología de España*, t. 2, p. 101-102 (trad. D. San Miguel de la Cámara).
- 34) SITTER DE L.U. (1959). — The structure of the axial zone of the Pyrenees in the province of Lerida. *Estudios geológicos*, vol. 15, p. 349-360.
- 35) SITTER DE L.U. et ZWART H.J. (1959). — Geological map of the Paleozoic of the Central Pyrenees. *Leid. Geol. Med.*, 22, p. 351-418.
- 36) VANDER LINGEN G.I. (1960). — Geology of the Spanish Pyrenees North of Confranc (Huesca Province). *Estudios geológicos*, vol. 16, n° 4, p. 205-242, 48 fig., 3 pl., 1 carte.
- 37) WATERLOT M. (1961). — Contribution à l'étude de la série stratigraphique gothlandienne et antégothlandienne de la vallée du Rio Esera (Province de Huesca, Espagne). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXI, p. 73-78, 1 pl.
- 38) WATERLOT M. (1967). — Contribution à l'étude géologique du Carbonifère anté-stéphanien des Pyrénées centrales espagnoles. *Thèse Sciences Lille et Mém. Inst. Geol. y Min. España*, t. 70, 259 p., 63 fig., 3 dépl., 6 pl.
- 39) WENNEKERS J.H.N. (1968). — The geology of the Esera Valley and the Lys-Caillaouas, Central Pyrenees, Spain/France. *Leid. Geol. Med.*, 41, p. 221-267.
- 40) WENSINK R. (1961). — Paleozoic of the Gallego and Ara valleys, Huesca Province, Spanish Pyrenees. *Estudios geológicos*, vol. XVIII, p. 1-74.
- 41) ZANDVLIET J. (1960). — The geology of the Upper Salat and Pallaresa Valleys, Central Pyrenees, Spain. *Leid. Geol. Med.*, 25, p. 1-127, 46 fig.

The Valdeinfierno sequence (prov. Córdoba) : its tectonic, sedimentary and floral significance

by R.H. WAGNER (*)

(Plate IV)

Résumé. — Des couches post-orogéniques d'âge Carbonifère inférieur (Tournaisien supérieur probable) dans le lieu de Valdeinfierno, ont livré une flore de la zone à *Triphyllopteris* dans une série qui montre l'alternance des dépôts de la plaine fluviale et des brèches piedmonts. Une phase tectonique importante paraît avoir précédé cette série discordante à caractères sédimentaires qui indiquent la présence de mouvements contemporains au dépôt et qui étaient liés, très probablement, aux mouvements de l'arrière-pays ibérique. Les éléments floristiques principaux correspondant aux récoltes faites récemment sont illustrés à titre de documentation.

Resumen. — Los estratos post-orogénicos de Valdeinfierno que corresponden, probablemente, al Tournaisiense superior (Carbonífero Inferior), constan de depósitos pie de monte alternando con los de la llanura de inundación. Contienen una flora bien preservada cuyos elementos pertenecen a la zona de *Triphyllopteris*, y de los que se figuran los mas significativos. Una fase tectónica importante precedió a la formación de los estratos de Valdeinfierno, y el caracter de la sedimentación indica movimientos sin-sedimentarios que, muy probablemente, se relacionasen con el post-pais ibérico (Macizo Hespérico).

INTRODUCTION

Jongmans and Meléndez (1950) described the only occurrence of Lower Carboniferous coal-bearing strata in Spain and illustrated the fossil flora. This was collected from a single locality near the entrance of an exploratory cross-cut in the Valdeinfierno Coalfield (Córdoba province, Andalucía). It yielded the following assemblage which they assigned to the "Culm" and which they compared with the Geigen and Kossberg floras of Germany and the Pocono flora of the U.S.A. : *Asterocalamites scrobiculatus* (von Schlotheim), *Sphenophyllum saxifragaefolioides* Leyh. (**), *Sphenophyllum geigense* Lutz, *Stigmara stellata* Goeppert, *Triphyllopteris* cf. *collombiana* Schimper (or *Tr. minor* Jongmans and Gothan), *Rhodea stachei* Stur, *Rhodea* cf. *moravica* Ettingshausen, *Calthiops* sp. cf. *plauensis* Gothan. In addition, they obtained a specimen of *Lepidodendropsis hirmeri* Lutz from a coal tip.

(*) Geology Department, The University, Mappin Street, Sheffield, S1 3JD, England, U.K.

(**) Terme employé par erreur dans la citation de Jongmans à la place de *saxifragaefolioides*.

Paper presented at Lille in November 1976 during the Colloquium on the Palaeozoic of Western Europe. Definitive version received in December 1977 and accepted for publication on 12th January 1978.

Some new material was collected in recent years from additional localities and this yielded a few more species as well as better preserved remains of *Triphyllopteris* which proved to be the most common element in the Valdeinfierno flora. The age of this flora which was given as Lower Carboniferous ("Culm") can be assigned more accurately as either late Tournaisian or early Viséan, after taking into account the most recent work on Lower Carboniferous floras (e.g. Daber, 1959 ; and Read & Mamay, 1964).

The coal-measures at Valdeinfierno lie unconformably on folded and cleaved Precambrian (?) and show the presence of numerous fanglomerates in the sequence which may be up to 1,000 m thick. They constitute a typical post-orogenic succession which is significant in dating the main tectonic phase of the Hercynian orogeny in the Sierra Morena. A detailed stratigraphic section has been obtained of the basal 47 m of strata illustrating the sedimentary conditions under which the Valdeinfierno coal-measures were laid down. There is reason to assume that these conditions did not vary significantly throughout the total sequence of strata in the Valdeinfierno Coalfield. No marine influences have been detected and the overall

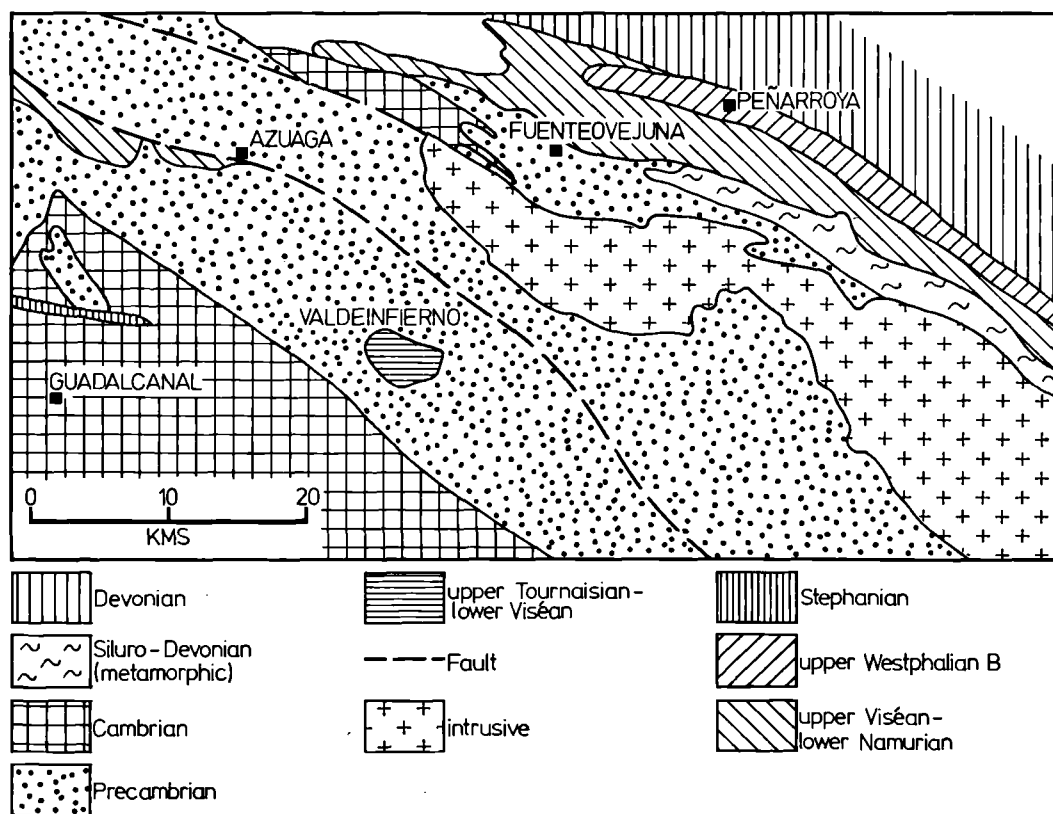
facies were apparently palustrine and lacustrine alternating with thick fanglomerate deposits.

Grateful acknowledgement is made of the initial orientation provided by Sr. Lozano, Ingeniero Técnico of Belmez, who showed the author several exposures and who helped with collecting. Messers. B. Pigott and M. Cooper of the Geology Department at Sheffield University are thanked for the photographs and line drawings illustrating this paper.

I. — LOCATION AND SEDIMENTARY SEQUENCE

The coalfield of Valdeinfierno lies 20 km southeast of Fuenteovejuna, in the extreme southwestern corner of the province of Córdoba, in the Sierra Morena. Part of the coal-

field overlaps on the provinces of Sevilla and Badajoz, but the exposures studied are still in Córdoba. The Geological Map of Spain shows it to be some 4 km long and about 3 km wide, but its dimensions are known only approximately (compare Meléndez & Mingarro, 1962). Its general structure is synclinal, probably nearly isoclinal, and this apparently rather simple structure allows estimating the total thickness of sediments as being of the order of 1,000 m. The metalled road from Fuenteovejuna (Córdoba) to Alanís (Sevilla) crosses the coalfield and provides good sections across the general NW-SE strike. The basal part of the succession is well exposed and the first 250 m of strata can be seen in its entirety. They consist of four bands of fanglomerate, easily traceable along the hillside, and more substantial intervals of probably lacustrine silty shales and coal-me-



Text-fig. 1. — Geological sketch map of the area around Valdeinfierno in the Sierra Morena. Data from Laurent (1974), Ortuño (1971) and Meléndez and Mingarro (1962).

tures showing thick lycophyte root beds which are sometimes capped by thin coals. Higher in the succession the exposures are mainly restricted to fanglomerate bands, sometimes tens of metres thick individually, and showing only the occasional interval of silty shales in between.

The fanglomerates constitute the most striking features of the succession. They consist of angular fragments of fine quartzites and cleaved silty shales which are chaotically distributed. The random distribution of the clasts and the apparently good lateral continuity of individual bands suggest a mass movement of screes flowing into the basin of sedimentation. This is the type of sedimentation that one associates with a piedmont basin and fault control is suspected in view of the large size of clasts (up to 15 cm at least) that is maintained throughout the Valdeinfierno succession. It may thus be assumed that the basin of sedimentation was bordered by an active fault scarp throughout the deposition of the c. 1,000 m thickness of strata.

The basal deposit of the Valdeinfierno sequence crops out along the road where it crosses the Valdeinfierno stream (dry in summer). These strata dip 55° to 80° SW and form a strikingly angular unconformity with previously folded and cleaved siliciclastic rocks which have been variously attributed to late Precambrian or Lower Palaeozoic (compare Laurent, 1974). The basal bed, up to 30 m thick, is a fanglomerate with coarse, angular clasts (1-15 cm diameter) which seem to match the underlying, Precambrian (?) lithologies. The clasts are randomly distributed and suggest mass transport. Jongmans & Meléndez (1950) observed that the basal breccia covered an irregular erosion surface.

The next deposit (text-fig. 2) consists of 5.45 m siltstones which are mainly penetrated by abundant lycophyte rootlets and converted into root beds. These mark a rather sudden change from mass-transported piedmont to a presumably fluvial siltstone deposition which was sufficiently slow to allow extensive colonisation by plants growing *in situ*. Comminuted plant debris in silty shales follows upon this major interval with rootlets, and this pattern is repeated up to the seat-earth below the first thin streak of coal. The shales may well be lacustrine, but fluvial influence is indicated by the presence of a small fining upwards

sequence, invaded by rootlets, which lies immediately below the coal. Drifted small fragments of *Triphyllopteris* occur sporadically in the shales intercalated between root beds. A specimen of *Lepidodendropsis* was recovered from the fine shales, 30 cm thick, which lies 1.40 m below the first thin streak of coal.

The coal horizon (Seam 1) consists of several streaks which are separated by silty mudstones with abundant rootlets and, near the top of the seam, a 0.40 m thick laminated shale band with sideritic nodules (text-fig. 2). Immediately above the coal lies a slightly silty, dark grey, shale with abundant unidentifiable drifted plant stems and branches in 0.30 m. These grade into unfossiliferous thinly bedded shales of the same lithological characteristics and colour, alternating with silty shales and thin, rather fine-grained sandstones. This facies seems to be mainly lacustrine.

These presumably lacustrine beds, about 17 m thick, are overlain, with a very abrupt contact, by c. 12 m breccia of the piedmont facies. Another possibly lacustrine interval, about 18 m thick, of generally slightly silty and thinly bedded shales, is followed by a third band of piedmont breccia (c. 10 m). A further 25 m of shales have not been investigated, but may contain a coal (Seam 2). The next 2.50 m represent silty shales with thin intercalations of siltstone and fine-grained sandstone showing parallel and cross laminations. Drifted plant remains in this interval are generally comminuted but some bedding planes contain well preserved *Triphyllopteris colombiana* Schimper, *Neurocardiopteris* sp., cf. *Sphenopteridium* sp., *Rhodeopteridium* sp., *Archaeocalamites scrobiculatus* (von Schlotheim) (loc. 2803).

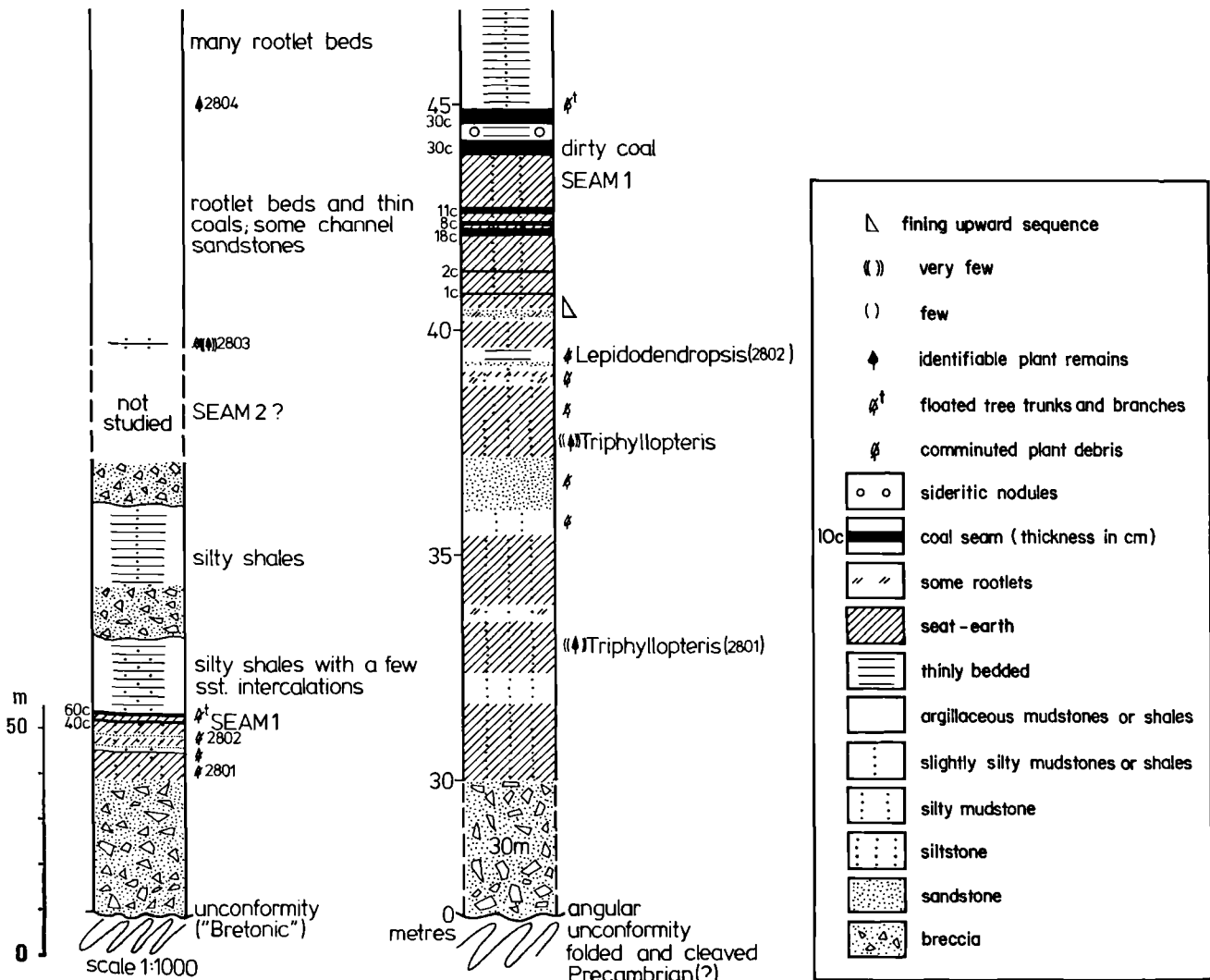
The following 100 m consist of mudstones and shales with abundant rootlet beds and thin streaks of coal. Some channel sandstones have been seen as well. This interval of mixed lacustrine and paludal/fluvial facies has been the subject of two exploratory cross-cuts one of which yielded the plant remains studied by Jongmans and Meléndez (1950). The same horizon crops out along the main road (loc. 2804) and contains abundant *Rhodeopteridium stachei* (Stur) as well as fructifications of the *Paracalathiops* type and fragmentary remains of *Triphyllopteris* and *Sphenophyllum salifragae-folioides* Leyh. Blocks of muddy sandstone used for construction on the hillside above the

road, can be traced to exposures nearby and contain large fragments of *Triphyllopteris colombiana*, smaller remains of *Rhodeopteridium stachei* and several specimens of *Eocanthocarpus*.

Shales within a fourth band of piedmont breccia, which follows very abruptly on the c. 100 m of coal-measures, contain a number of well preserved pith casts of *Archaeocalamites scrobiculatus* (loc. 2805).

Exposure becomes rather more haphazard from here on, but occasional intervals of thinly bedded shales (lacustrine ?) can be seen along the main road, in between the ubiquitous bands of piedmont breccia. At several hundred metres higher in the succession, one of these shale intervals yielded a single fructification comparable to that of *Rhacopteris* (loc. 2917).

The general environment of deposition may have been that of a flood plain, probably with



Text-fig. 2. — Stratigraphic section of the basal part of the Valdeinferno succession: column on the right shows the detail of the first 47 m.

(N.B. - Graphic scale applies to the left hand column; thickness in metres marked alongside the right hand column which is ten times more detailed).

braided river channels cutting into lycophyte swamps (as indicated by the frequent rootlet beds). Small freshwater lakes collected mud and fine silt as well as the drifted remains of plants such as *Triphyllopteris* and *Rhodeopteridium* which may have lived on the banks of rivers and other more elevated portions of the flood plain. The piedmont breccias should probably be explained as remobilised, mass transported scree material brought into the basin as a somewhat extraneous element derived from a nearby active fault scarp. Considerable tectonic activity may be deduced from the presence of these thick piedmont breccias throughout an approximate 1,000 m of strata, and forming perhaps 25-30 % of the total succession. It has been noted that the average size of clasts in these breccias does not seem to diminish upwards in the succession, thus indicating active tectonic uplift going on throughout the time of formation of the Valdeinfierno succession.

II. — AGE OF THE SUCCESSION

Only the first 200 m of strata have yielded floral remains (apart from the probable *Rhacopteris* fructification a few hundred metres higher in the succession). Therefore, only the lower part of the succession can be dated. The total assemblage consists of the following elements :

Triphyllopteris collombiana Schimper
Rhodeopteridium stachei (Stur)
? *Sphenopteridium* sp. indet.
Rhacopteris paniculata Stur
Eocanthocarpus sp.
Paracalathiops cf. *plauensis* (Gothan)
Neurocardiopteris sp.
Archaeocalamites scrobiculatus (von Schlotheim)
Lepidodendropsis cf. *vandergrachtii* Jongmans, Gothan and Darrah
Sphenophyllum salifragaefolioides Leyh

This assemblage of newly collected flora contains all the elements recorded previously by Jongmans and Meléndez (1950), with the exception of *Stigmara stellata* Goepfert. The present collections do not show more than a single species of *Sphenophyllum* and it may be assumed that the material of *Sphenophyllum geigense* mentioned by Jongmans and Meléndez should be assigned to *Sphenophyllum salifragaefolioides* Leyh. Similarly, the unfigured *Rhodea* cf. *moravica* of Jongmans and Meléndez may well be found to belong to *Rhodeopteridium*

stachei (Stur), a common element in the beds sampled by those authors.

For a determination of the stratigraphic age it is necessary to consider criteria of presence and absence as well as the relative abundance of certain elements. Jongmans and Meléndez (1950) already identified the Valdeinfierno flora as Lower Carboniferous. A zonation of Mississippian (Dinantian and lower Namurian) floras has been published more recently by Read and Mamay (1964), who distinguished three floral zones :

- (1) Zone of *Fryopsis* and *Sphenopteridium*,
- (2) Zone of *Triphyllopteris*,
- (3) Zone of *Adiantites* spp.

The first of these zones (*Adiantites* Zone of Read, 1955) is characterised by *Adiantites* spp., *Rhodeopteridium*, *Rhacopteris*, *Alcicornopteris*, *Paracalathiops*, *Girtya* and *Lepidodendropsis*. It is possible that this zone impinges slightly upon the uppermost Devonian and it is likely to correspond largely to the lower Tournaisian. The second zone is characterised by *Triphyllopteris*, which is also its dominant element, and it shows the first rare occurrences of *Fryopsis* (ex *Cardiopteris*). It is also described as having a more ample representation of *Lepidodendropsis*. This is the *Lepidodendropsis*-*Rhacopteris* flora of different authors. It is likely that the *Triphyllopteris* Zone spans both upper Tournaisian and lower to middle Viséan. The third zone of Read and Mamay corresponds to the upper Viséan and lower Namurian, and is characterised by the disappearance of *Triphyllopteris* and *Lepidodendropsis*, and the incoming of *Neuropteris* and of the lyginopterid seed ferns.

There is no doubt that the Valdeinfierno flora falls squarely within the *Triphyllopteris* Zone. Not only is *Triphyllopteris collombiana* the dominant element in this flora, but it also contains *Rhacopteris* (if the fructification found in loc. 2917 has been correctly assigned) and *Lepidodendropsis*. There is also an absence of lyginopterids and of *Neuropteris*. On the positive side one may also underline the presence of *Eocanthocarpus*, a genus described by Daber (1959) from the middle Viséan of Germany (southeast of Berlin), and which had previously been recorded under different names from the late Tournaisian to early Viséan floras of Geigen near

Hof (Bavaria) and Kossberg near Plauen (Saxony). The interpretation and systematic position of *Eocanthocarpus* is still open to question, but there is no doubt about the stratigraphic position of this remarkable fossil. The specimens from Valdeinfierno seem quite similar to that recorded from Kossberg (Gothan & Schlosser, 1924).

The position of the Valdeinfierno flora within the *Triphyllopteris* Zone may be difficult to establish, but it seems unlikely that the higher part of this zone is represented, since a number of elements known for the lower to middle Viséan of Europe are absent. This is admittedly a negative criterion which may prove inadequate or false when further collections are obtained from Valdeinfierno. However, for the time being, the present writer assumes a late Tournaisian age for the Valdeinfierno flora.

III. — TECTONIC SIGNIFICANCE

The more accurate dating of the Valdeinfierno occurrence allows the placing of the tectonic event associated with the striking unconformity of these late Tournaisian deposits within the general context of Late Palaeozoic tectogenesis in the Iberian Peninsula. The immediately post-orogenic nature of these deposits is emphasised by the large scale presence of fanglomerates indicating an active fault scarp in the vicinity while sedimentation was in progress. The general symmetry of the Iberian tectogen of Palaeozoic times has been noted by several authors, and there seems to be a consensus about considering the central axis of symmetry to run through the Galaico-Castilian Zone of Lotze (1945). Tectonic events both north and

south of this central zone (which strikes generally NW-SE) seem to have occurred at virtually identical times, thus suggesting a common denominator which is encountered most likely in this central area (compare Wagner *in* Dvořák et al., 1977). The role of this area seems to have been that of a tectonic hinterland or Zwischengebirge *sensu* Aubouin (1965), exerting a definite control on the distribution of sedimentary basins and their active margins, and provoking tectonic deformation in excess of simple downwarp at certain times of its history.

The dating of major tectonic phases in the development of Late Palaeozoic fold belts in the Iberian Peninsula thus becomes of certain importance, particularly when the elements of dating are the same in different parts of the Peninsula. This is unfortunately not the case for the Lower Carboniferous movements in northern and southern Spain. In northern Spain, the Cantabrian Block in the Cantabrian Mountains and the western Pyrenees experienced an important uplift at the base of the *Scaliognathus anchoralis* Zone (compare Higgins, 1974) which corresponds to the late Tournaisian. Earlier uplifts took place during the late Famennian and early Tournaisian, but the late Tournaisian movements seem to have been the most widespread. These movements of uplift on a tectonic foreland (i.e. the Cantabrian Block - compare Wagner & Martínez-García, 1974, fig. 2) may well have been matched by more violent fold movements nearer the tectonic hinterland. As such we may consider the movements which resulted in the striking unconformity at Valdeinfierno where late Tournaisian post-orogenic deposits formed in the vicinity of an active fault scarp.

REFERENCES

- 1) AUBOUIN J. (1965). — Geosynclines. *Developments in Geotectonics*, 1, 355 p. Elsevier Publ. Co.
- 2) DABER R. (1959). — Die Mittel-Visé-Flora der Tiefbohrungen von Doberlug-Kirchhain. *Beiheft Geologie*, 26, p. 1-83, Tafn I-XVII.
- 3) DVOŘÁK J., MIROUSE R., PAPROTH E., PELHÁTE A., RAMSBOTTOM W.H.C. et WAGNER R.H. (1977). — Relations entre la sédimentation éodévono-carbonifère et la tectonique varisque en Europe Centrale et Occidentale. *Colloquæ int. du C.N.R.S. "La Chaîne varisque d'Europe moyenne et occidentale"*, Rennes, 1974, N° 243, p. 341-273, fig. 1-18.
- 4) GOTHAN W. (1927). — Über einige Kulmpflanze von Kossberg bei Plauen im Vogtland. *Abh. sächs. Geol. Landesamts*, 5, p. 1-19, Pl I à VII.
- 5) GOTHAN W. und SCHLOSSER P. (1924). — Neue Funde von Pflanzen der älteren Steinkohlenzeit (Kulm) auf dem Kossberge bei Plauen im Vogtland. *Kommis-sionsverlag Max Weg*, Leipzig, 9 p., Tafn I-VI.
- 6) HIGGINS A.C. (1974). — Conodont Zonation of the Lower Carboniferous of Spain and Portugal. *Int. Symp. Belgian Micropal. Limits Emsian to Viséan*. Publ. N° 4, 17 p.

- 7) JONGMANS W.J. y MELÉNDEZ B. (1950). — El Hullero inferior de Valdeinfierno (Córdoba). *Estudios Geológicos*, VI, N° 11, p. 191-210, láms XLIII-L.
- 8) LAURENT Ph. (1974). — Structure et pétrologie de la bande blastomylonitique de Badajoz-Córdoba (Chaîne hercynienne sud-ibérique) à l'Est d'Azuaga (Espagne). Description et interprétation de la déformation dans les blastomylonites. *Thèse Univ Sc. Techn. Languedoc*, 105 p., Pl. I-XVII.
- 9) LOTZE F. (1945). — Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. *Geotektonische Forsch.*, 6, p. 78-92.
- 10) LUTZ J. (1933). — Zur Kulmflora von Geigen bei Hof. *Palaeontographica*, (B), LXXVIII, p. 114-157, Tafn XV-XIX.
- 11) MELÉNDEZ B. y MINGARRO F. (1962). — Hoja N° 899 : Guadalcanal. Expl. Mapa Geol. España 1:50.000. *Inst. Geol. Min. España*, p. 1-117, Pl. I-XXV, Mapa y Cortes.
- 12) ORTUÑO M.G. (1971). — Middle Westphalian strata in South-West Spain. *C.R. 6° Congrès Carbonifère*, Sheffield, 1967, III, p. 1275-1292, Pl. 1-2.
- 13) READ C.B. (1955). — Floras of the Pocono Formation and Price Sandstone in Parts of Pennsylvania, Maryland, West Virginia, and Virginia. *U.S. Geol. Survey, Prof. Paper* 263, p. 1-32, Pl. 1-20.
- 14) READ C.B. and MAMAY S.H. (1964). — Upper Paleozoic Floral Zones and Floral Provinces of the United States. *U.S. Geol. Survey, Prof. Paper* 454-K, p. 1-35, Pl. 1-19.
- 15) WAGNER R.H. and MARTÍNEZ-GARCÍA E. (1974). — The relation between geosynclinal folding phases and foreland movements in Northwest Spain. *Studia Geol.*, VII, p. 131-158.

* * *

EXPLANATION OF PLATE IV

Figs. 1-2. — *Rhodeopteridium stachei* (Stur). × 3.
Loc. 2804, road cutting, at c. 180 m above the base.

Fig. 3. — *Paracalathiops* cf. *plauensis* (Gothan). × 3.
Loc. 2804.

Fig. 4. — *Triphyllopteris collombiana* Schimper. × 1.
Loc. 2813, loose blocks traced to a locality in the
hillside above the road, c. 180 m above the base.

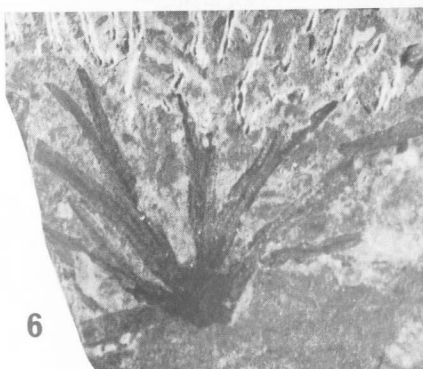
Fig. 5. — *Lepidodendropsis* cf. *vandergrachtii* Jongmans,
Gothan and Darrah. × 3. Loc. 2802, diggings west
of the road, at 39 m above the base.

Fig. 6. — *Sphenophyllum salifragaefolioides* Leyh. × 3.
Loc. 2804.

Fig. 7. — *Eocanthocarpus* sp. × 1. Loc. 2813.

Fig. 8. — *Neurocardiopteris* sp., × 3. Loc. 2803, hillside
south of the diggings west of the road, c. 125 m above
the base.





Contribution à l'étude de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire Biostratigraphie et révision des *Agnostida*

par J.C. CAPERA, R. COURTESOLE (*) et J. PILLET (**)

(Planches V à VII)

Sommaire. — La biostratigraphie de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire est revue et critiquée à partir des notions stratigraphiques et paléontologiques récentes. L'Ordovicien inférieur est divisé en treize niveaux successifs (de a à m) dont les listes fauniques ont été révisées. Les cinq premiers niveaux (a à e) appartiennent au Trémadoc. Les huit derniers sont arénigiens (f à m). Cette série de niveaux, pour la plupart caractérisés par une faune particulière, apporte plusieurs précisions et modifications à la succession adoptée par Thoral (1935). En particulier, le niveau e, à gros nodules terreux, est individualisé et le niveau à *Asaphellina* (recte *Taihungshania*) *miqueli* subdivisé.

La révision des *Agnostida* conduit à reconnaître dix-huit espèces dont quatre nouvelles : *Geragnostus howelli*, *Anglagnostus pradesensis*, *Trinodus caunesensis*, *Trinodus fedouensis*, réparties dans la plupart des niveaux stratigraphiques. Des quinze espèces décrites par Howell, sept seulement sont conservées, les autres pouvant être placées en synonymie par l'étude d'un meilleur matériel.

La plus grande partie des espèces étudiées est locale. Deux seulement ont une extension géographique intéressante :

— *Trinodus chinianensis* Howell, 1935, de l'Arénigien inférieur (niveau g), qui est identique à *Trinodus elliptifrons* Tjernvik, 1956, de l'Arénigien inférieur de Scandinavie (zone à *Plesiomegalaspis planilimbata*),

— *Leiagnostus franconicus* Sdzuy, 1955, du Trémadocien inférieur (niveau c), qui existe également en Bavière (schistes de Leimitz) et en Bohême (formation de Milina).

Un nouveau genre, *Phoidagnostoides* (*Phalacromidae*) est isolé.

Summary. — The biostratigraphy of the inferior Ordovician in Montagne Noire is revised and criticized from stratigraphic and paleontologic recent notions. The inferior Ordovician is divided in thirteenth successive horizons (from a to m) whom faunic lists are revised. The five first horizons (a to e) belong to Tremadoc. The last eight are arenigian (f to m). This serial of horizons, most of them characterised by particular fauna, brings some precisions and modifications to the succession admitted by Thoral (1935). Especially, the e level with big earthy concretions, is isolated and the horizon with *Asaphellina* (recte *Taihungshania*) *miqueli* subdivided.

The *Agnostida* revision lets recognize eighteen species which four are news : *Geragnostus howelli*, *Anglagnostus pradesensis*, *Trinodus caunesensis*, *Trinodus fedouensis* divided in most of the stratigraphic levels. From the fifteen species described by Howell, only seven are preserved, the other could be put in synonymy by the study of a best material.

The most of studying species is local. Only two have an interesting geographic extension :

— *Trinodus chinianensis* Howell, 1935 from inferior arenigian (g) which is like *Trinodus elliptifrons* Tjernvik, 1956 from scandinavian inferior arenigian (*Plesiomegalaspis planilimbata* zone),

— *Leiagnostus franconicus* Sdzuy, 1955 from inferior Tremadocian (c) which exists also in Bavaria (Leimitz shales) and in Bohemia (Milina formation).

A new genus, *Phoidagnostoides* (*Phalacromidae*) is isolated.

(*) L'Horte, route de Berriac, 11000 Carcassonne.

(**) Prieuré de Beaumont, 49000 Bouchemaine-Pruniers.

Note présentée le 12 Janvier 1978 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 11 Mai 1978.

I. — PARTIE STRATIGRAPHIQUE

(R. C. et J.C. C.)

Il nous semble opportun de présenter un premier tableau général résumant la stratigraphie de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire.

A ce jour, trois publications récentes ont paru sous notre plume :

- 1° Biostratigraphie de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire. Trémadocien inférieur (Capéra, Courtessole et Pillet, 1975) ;
- 2° Sur deux espèces nouvelles du Trémadocien supérieur de la Montagne Noire (Courtessole et Pillet, 1975) ;
- 3° Contribution à l'étude des faunes trilobitiques de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire (Courtessole et Pillet, 1975).

Le présent mémoire comprend l'étude stratigraphique de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire et la révision des *Agnostida*. La révision de la faune à *Shumardia* (niveau d) paraîtra prochainement.

Nous avons utilisé, pour ériger notre tableau stratigraphique, les résultats obtenus par les auteurs suivants : Thoral (1935, 1941, 1945), Sdzuy (1958), Ubaghs (1969a, 1969b, 1972), Dean (1966), Babin (1977).

Par ailleurs, la faune de l'Ordovicien inférieur est si abondante et variée que nous avons dû faire appel pour sa révision à la collaboration de plusieurs spécialistes : Willefert (Rabat), pour les graptolithes ; Yochelson (Washington), pour les gastéropodes ; Babin (Brest), pour les lamellibranches.

Ces collaborateurs nous ont déjà fait part des résultats partiels de leurs études. Nous en avons tenu compte.

Nous délaissions pour le moment les publications concernant la microfaune (Acritarches, Scoléodontes, Chitinozoaires). Lorsque nous aurons réuni l'ensemble des travaux évoqués ci-dessus, nous proposerons un nouveau tableau plus "actualisé" quant à la nomenclature des fossiles et plus complet. Bien sûr, nous nous réservons d'apporter éventuellement des modifications aux coupures stratigraphiques adoptées dans le tableau A.

A) MATERIEL, DIFFICULTES, LIMITES.

La faune des niveaux e, f, g, h a été fournie en très grande majorité par des nodules. La forme de ceux-ci est variable : sphérique, cylindrique, aplatie et subcirculaire, ou ellipsoïdale. Variable aussi leur taille : de quelques centimètres à plusieurs décimètres. Variable enfin leur structure et leur lithologie : tantôt homogènes, noirs, fins, durs, siliceux, tantôt (les gros surtout) composés d'une carapace tendre formée d'argile limoniteuse (c'est la partie fossilifère) et d'un noyau gréseux très dur, verdâtre, ou schisteux et micacé (alors rarement fossilifère). Tous peuvent contenir des cristaux de pyrite de fer. Les nodules de Cabrières, contenus dans les "schistes à gâteaux" sont bien plus grands (jusqu'à 40 cm et plus) et présentent une structure "cône in cône" (*). On trouvera dans la magistrale publication de Thoral (1946) des informations très importantes sur ce sujet.

Les schistes sont rarement fossilifères et lorsqu'ils le sont, ce n'est que par point. Les fossiles y sont aplatis, déformés, mais en général déterminables. Ces fossiles sont précieux car leur présence confirme ou infirme la position réelle (stratigraphique et géographique) des nodules récoltés en ces points.

Nous avons signalé dans nos précédentes publications la difficulté d'établir une stratigraphie véridique à partir de la faune recueillie

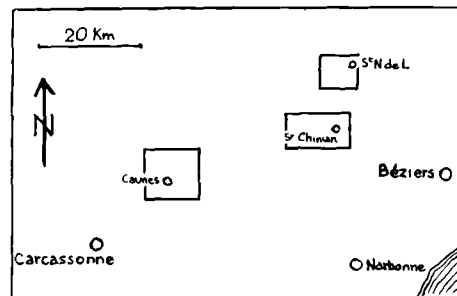


Fig. 1

(*) La structure "cône in cône" n'est pas l'exclusivité des gâteaux. On a retrouvé dès le Trémadocien supérieur des plaques présentant cette structure.

dans les nodules. On ne peut accorder un crédit absolu aux indications signalétiques, d'ordre géographique ou stratigraphique, portées par les étiquettes anciennes qui accompagnent les fossiles conservés dans les collections. Qu'il nous suffise de noter que l'on rencontre, souvent en quantité, des nodules ordoviciens dans les terrains tertiaires (Eocène, Oligocène, Pliocène) du bas Minervois et jusque dans les alluvions quaternaires des bords de la Méditerranée (Vendras).

Ajoutons à ces difficultés la structure elle-même des formations qui, faite d'un matériau schisteux très sensible aux contraintes, peut comporter des plis d'amplitude plus ou moins grande. Ces plis peuvent passer inaperçus ; en tout cas, ils sont difficilement analysables et intégrables dans la structure d'ensemble.

Dans un premier temps, l'un de nous (R. C.) accompagné de MM. Griffe, réunit une importante collection de fossiles ordoviciens. A l'instar des chercheurs amateurs qui l'avaient précédé, il ne prit que peu garde aux causes d'erreur que nous venons de signaler.

Dans un second temps, aidés par la connaissance des faunes, par l'expérience acquise sur le terrain et par la prise de conscience des risques d'erreur, nous reprimes systématiquement nos recherches en choisissant les affleurements les moins troublés par la tectonique, en notant soigneusement la position géographique des récoltes et en nous défiant des terrains alluvionnaires. Grâce à ces précautions, nous croyons avoir réduit, sans les éliminer complètement bien sûr, les causes d'erreur et les incertitudes.

B) QUELQUES PRECISIONS GEOGRAPHIQUES ET STRATIGRAPHIQUES.

Remettant à plus tard l'étude détaillée des affleurements les plus caractéristiques, nous pensons devoir donner dès maintenant quelques informations géographiques et stratigraphiques qui aideront à la lecture du tableau A et faciliteront la tâche des chercheurs éventuels.

Trémadocien inférieur (niveaux a, b et c).

Trois régions ont permis d'établir avec une certaine crédibilité la base et l'extension verticale de ce niveau :

1° Les Monts de Lacaune (partie orientale) sur le versant nord de la Montagne Noire au col de Coustel (SE d'Arnac sur Dourdou) (voir fig. 2 de la publication Capéra, Courtessole et Pillet, 1975) ;

2° Les Combes de Barroubio (Sud de Coulouma) ;

3° Le chemin de Saint Martial aux Conquets (SO de Coulouma).

Trémadocien supérieur (niveaux d et e).

Le niveau d, qui a fourni la faune à *Shumardia*, n'a été reconnu que dans les Combes de Barroubio. Le gisement, découvert par Miquel, était déjà épuisé en 1935 (Thoral).

Le niveau e n'est bien caractérisé que dans le Minervois occidental, à l'Est de Caunes-Minervois (Cayrol, Fédou, Ouest de Brama). Il est formé de schistes très fissiles renfermant de très grands nodules "terreux" souvent pétris de *Bucaniidae* et des petits nodules sili-cieux. On y remarque parfois des lits calcareux (Fédou).

La présence dans le niveau d de *Shumardia pusilla* et dans le niveau e de *Apatokephalus serratus* nous a fait classer ces deux niveaux dans le Trémadocien supérieur (cf. Europe septentrionale).

Arénigien inférieur.

Il comprend les niveaux f à m inclus.

1) Les niveaux f, g et h sont constitués par des schistes fissiles, sombres et de patine ocracée. Ils contiennent de petits nodules sili-cieux disposés en zones étroites difficiles à séparer.

a) Les nodules du niveau f contiennent les premiers graptolites. Ils y sont très rares et en mauvais état. Leur étude est en cours mais les premiers résultats indiqueraient qu'il s'agit d'Arénigien basal. Ce niveau f est bien individualisé dans le Minervois occidental [Caunes-Minervois (Villerembert à l'ouest, Cayrols à l'est), Félines-Minervois (est de Brama, vallée du Merlaux, Roc de Cayrols)].

On trouve encore de nombreux affleurements de ce niveau dans la région de Saint Chinian sur un vaste arc de cercle allant de Babeau-Bouldoux jusqu'à Prades sur Vernazobre en passant par le nord de Saint Chinian.

b) Le niveau g ne diffère en rien du point de vue lithologique du précédent qu'il côtoie. Il constitue une zone de passage entre les faunes des niveaux f et h (voir les listes fauniques ci-après). Nous l'avons bien distingué dans la région de Caunes-Minervois, depuis Villerembert jusqu'à

STRATIGRAPHIE PROPOSEE	COLONNE ET FACIES LITHOLOGIQUES SOMMAIRES	NIVEAUX PALEONTO.	REGIONS TYPIQUES	REGIONS PARATYPIQUES	STRATIGRAPHIE selon DEAN 1966	STRATIGRAPHIE selon THORAL 1935	
ORDOVICIEN inférieur	18 km Discordance dévonienne ("Mur quartzeux")		LANDEYRAN			ARENIG moyen	
	16-17 Schistes à rôtres, très fissiles	m			LANDEYRAN supérieur		
	15-16 Schistes sombres, très fissiles Niveau nodulifère Schistes "hamble", très fissiles	l	VALLEE du LANDEYRAN et environs	CABRIERES et BOIS de BOUTOURY	LANDEYRAN inférieur		
	14-15 "Craie du Falon" Alternance de grès tendres et de schistes gréseux	k			COUCHES du FOULON		
	13-14 "Grès à Lingule" Niveau de grès micacés et de schistes gréseux	j			"GRES A LINGULES"		
	12-13 "Schistes de Setso" Schistes à rôtres	i			SCHISTES de SETSO		
	11-12 Schistes à petits nodules d'oeux et pot' de terre gréseux Niveau de schistes à rôtres et de schistes gréseux	h	La MAURERIE (par PRADES sur Vernazobre)	SAINT-CHINIAN			ARENIG inférieur
	10-11 Schistes à petits nodules d'oeux et pot' de terre gréseux Niveau de schistes à rôtres et de schistes gréseux	g	CAUNES MINERVOIS (Ouest à Nord-Est)	SAINT-CHINIAN			
	9-10 Schistes à petits nodules d'oeux	f	CAUNES MINERVOIS FELINES MINERVOIS	SAINT-CHINIAN BABEAU-BOULDOU			TREMADOC supérieur
	8-9 Schistes à petits nodules d'oeux	e	CAUNES MINERVOIS (Est)	SAINT-CHINIAN BABEAU-BOULDOU PRADES s/Vernazobre			
7-8 Schistes à gros nodules terreux et à rôtres à rive bilobée	d	FERRALS - LES - MONTAGNES (Sud)	COULOUMA (Sud et Sud-Est)		TREMADOC moyen		
6-7 Schistes à gros nodules terreux et à rôtres à rive bilobée	c	COMBES DE BARROUBIO					
5-6 Schistes à gros nodules terreux et à rôtres à rive bilobée	b	MONTS DE LACAUNE (SE d'Arnac)	COULOUMA (Combes de Barroubio)		TREMADOC inférieur		
4-5 Schistes à gros nodules terreux et à rôtres à rive bilobée	a						
TREMADOC supérieur						POTSDAMIEN	
3-4 Schistes à gros nodules terreux et à rôtres à rive bilobée							
2-3 Schistes à gros nodules terreux et à rôtres à rive bilobée						ACADIEN supérieur	
1-2 Schistes à gros nodules terreux et à rôtres à rive bilobée							
CAMBRIEN moyen		I H	FERRALS - LES - MONTAGNES (Sud)	LASTOURS (Sud)			

Tableau A. — Colonne stratigraphique synthétique de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire.

Cassagnoles, tout le long du chevauchement dévonien. Nous attribuons à ce niveau les schistes nodulifères du nord immédiat de Saint Chinian. Il est caractérisé par l'apparition du genre *Taihungshania*. Les graptolites sont plus nombreux que dans le niveau f. Ils indiquent un âge arénigien inférieur.

c) Le niveau h. C'est le grand niveau fossilifère de La Maurerie (NE de Prades sur Vernazobre). Ce gisement a fourni des milliers de fossiles qui sont conservés dans de nombreuses collections privées et publiques. Etant donné son importance, nous croyons bon d'en présenter une coupe précise. Cette coupe part des collines qui dominent la localité au NO, traverse le ruisseau de Récambis, coupe les collines situées au SE et se termine sur la plaine de l'Orb. La série est renversée avec pendage général au NO. On observe la succession suivante (des couches les plus anciennes aux plus récentes) :

- Des grès très durs alternant avec des schistes gréseux micacés, à patine ferrugineuse. Ils n'ont livré aucun fossile.
- Des schistes fins avec petits nodules siliceux. Ceux-ci sont assez peu fossilifères. Nous y avons trouvé *Taihungshania miqueli*, des représentants du genre *Ampyx*, des Asaphides, des nautiloïdes orthocônes, des gastéropodes.
- Des schistes fins avec de gros nodules terreux (certains ont un diamètre qui dépasse 25 cm) peu fossilifères (*Taihungshania miqueli*, nautiloïdes orthocônes).
- Des schistes moins compacts, micacés, visibles dans le lit du ruisseau de Récambis. Ils ont fourni les plus grands échantillons de *Taihungshania miqueli* (coll. Fac. sc. Montpellier).
- Une alternance de grès durs et de schistes qui forment les hauteurs du SE de la Laurerie.
- Des schistes fins avec quelques minces bancs de grès. C'est le niveau nodulifère le plus fossilifère, le seul marqué dans cette région sur la carte géologique.

La faune de ces couches successives paraissant assez homogène, nous n'avons pas jugé utile d'établir des subdivisions dans le niveau h.

Remarque. Si nous nous reportons à la dernière édition de la carte géologique de France au 1/80.000^e (feuille Bédarieux), nous remarquons que la région de la Maurerie est considérée, du point de vue stratigraphique, comme la continuation de la région du Landeyran avec les correspondances suivantes :

- Schistes noirs d Schistes de Setso
- Grès e Grès à Lingules
- Schistes à nodules f Couches du Landeyran

Nous ne croyons pas pouvoir accepter ces assimilations. Lithologie, ou faune, ou les deux, sont manifestement différentes dans les deux régions.

2) Les niveaux i, j, k, l, m qui suivent ne sont largement développés et bien visibles que

dans la vallée du Landeyran et ses environs (SSE de Roquebrun, Hérault) (*). Nous renvoyons le lecteur au travail remarquable de Dean (1966) sur la stratigraphie de cette région.

- Le niveau i (schistes de Setso) n'est connu que dans le gisement éponyme.
- Le niveau j est désigné par les anciens auteurs sous le nom de "grès à lingules" parce qu'ils le croyaient contemporain des grès à lingules bretons.
- Le niveau k, désigné par Dean "couches du Foulon", est constitué par une épaisse alternance de grès durs et de schistes gréseux à surface ocracée. A la suite de Dean, nous désignons par le terme "Le Foulon" un ensemble de constructions et de canaux situé sur la rive gauche de l'Orb et non l'habitation désignée Le Foulon sur les cartes d'état-major et située sur la rive droite (voir Dean, 1966, p. 258 et fig. 5). Ce niveau est très visible sur le flanc sud de Serrelongue depuis l'Escougoussou jusqu'à l'est du "pont supérieur". C'est là qu'il est le plus fossilifère (graptolites nombreux, articles de pédoncules de *Lingulocystis elongata* (Eocri-noïdea). Les points les plus fossilifères se trouvent près du chemin de la carrière de marbre (chemin de Libes) et sur la rive gauche d'une ravine qui s'amortit au sud dans les vignes.

Au-dessus des couches du Foulon, les formations gréseuses disparaissent brusquement. On ne trouve plus, jusqu'au "mur quartzeux", que des schistes très fissiles désignés "schistes du Landeyran" dans lesquels Dean (1966) distingue le Landeyran inférieur et le Landeyran supérieur.

- Le niveau l (= Landeyran inférieur) s'étend visiblement sur le versant sud de la colline de Serrelongue (rive droite du Landeyran) entre l'Escougoussou et le "pont supérieur". On le retrouve encore, très fossilifère, à 200 m environ au SO de la source du Foulon. Au SO de l'Escougoussou (vignes du bord de la route et versant sud de Serrelongue), on trouve un niveau à nodules siliceux très durs, souvent de grande taille. Ils contiennent quelques trilobites et de très beaux gastéropodes.
- Le niveau m (= Landeyran supérieur) est surtout visible et bien développé sur la rive gauche du Landeyran et dans les ravines qui jalonnent la départementale 136. La limite inférieure est difficile à cerner. Par contre, sa limite supérieure visible est bien marquée par le "mur quartzeux", subvertical, qui constitue la base du Dévonien transgressif. Vers la base, on observe des plaques de calcaire bleu, cristallin, enrobées dans des schistes indurés (falaise immédiatement sur la rive gauche du ruisseau, au point où la route passe le plus près de son lit.

(*) Le Landeyran est un affluent, presque toujours à sec, de la rive droite de l'Orb. Il descend de Saint-Nazaire de Ladarez et se jette dans l'Orb au nord de Cessenon. La partie du cours qui nous intéresse va du "pont supérieur" (route départementale 136) jusqu'au pont des 4 chemins (voir carte d'état-major au 1/25.000 et les cartes du mémoire de Dean, 1966).

Remarques :

1) Les cartes géographiques (fig. 5 et 6) du mémoire de Dean portent les points fossilifères les plus importants de la région du Landeyran. Ils sont numérotés de $\lambda 1$ à $\lambda 33$. Nous en avons trouvé d'autres que nous notons \otimes . On consultera dans ce mémoire des coupes très claires de cette région.

2) Par commodité de langage, nous avons utilisé le substantif « niveau » abusivement. Ce mot désigne correctement une surface plane ou, tout au moins, une couche de faible épaisseur et non une série de strates de plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur.

3) Une analyse minutieuse de la faune des niveaux k, l et m, et l'étude des graptolites qu'ils contiennent, nous permettra sans doute de subdiviser ces couches.

4) Nous n'avons pas revu la région de Cabrières. Nous nous contentons de donner la liste des fossiles signalés par Thoral (1941 et 1946). Les niveaux j et l et peut-être m, y sont représentés (voir Dean, 1966, p. 267).

Signalons les points fossilifères : Roquefenestre, Campmarcou, La Mouchasse du Temple, Saint-Rome, Pioch Ferrus, Pioch Japhet, Bois de Boutoury,...

II. — BIOZONATION DE L'ORDOVICIEN INFÉRIEUR DE LA MONTAGNE NOIRE

(R. C. et J. P.)

Trémadocien inférieur.

Niveau a : attribué jadis par Thoral au Cambrien supérieur.

Parahystricurus ? monspelliensis Capéra, Courtessole, Pillet, 1976 ; *Cheirocrinus* sp.

Niveau b : pour Thoral, suite " du niveau a ". Nous n'avons trouvé ce niveau bien individualisé que dans les Monts de Lacaune (Capéra, Courtessole, Pillet, 1975).

Euloma sl. ; *Cheirocrinus* sp.

Niveau c : couches terreuses rouges ou vertes, sous " la Dentelle ".

Leilagnostus franconicus Sdzuy, 1958 ; *Phoidagnostoides miqueli* (Sdzuy, 1958) ; *Anglagnostus ? lacaunensis* (C. C. P., 1975) ; *Geragnostus (Geragnostella) niger* Sdzuy, 1958 ; *Macropyge* aff. *sica* Sdzuy, 1958 ; *Holubaspis perneri* (Ružička, 1926) ; *Hemibarrandia* aff. *holoubkovensis* (Ružička, 1926) ; *Niobella innotata* (Barrande, 1868) ; *Symphysurina (Symphysuroides)* sp. Sdzuy, 1958 ; ? *Triarthrus varicosum* Sdzuy, 1955 ; *Paraeuloma (Proteuloma) geinitzi* (Barrande, 1868) ; *Euloma (Euloma)* aff. *sdzuyi* Courtessole et Pillet, 1975.

Cheirocrinus sp.

Trémadocien supérieur.

Niveau d (" couches à *Shumardia* ") noté, dans Thoral (1935), Trémadoc moyen.

Anglagnostus barroubioensis Howell, 1935 ; *Anglagnostus* aff. *barroubioensis* Howell, 1935 ; *Geragnostus sidenbladhi gallicus* Howell, 1935 ; *Geragnostella* sp. ; *Euloma (Euloma) sdzuyi* Courtessole et Pillet, 1975 ; *Shumardia pusilla* (Sars, 1935).

Niveau e : niveau à gros nodules " terreux " de Caunes-Minervois Ouest (Cayrol, Fédou, Brama).

Trinodus caunesensis n. sp. ; *Trinodus fedouensis* n. sp. ; *Euloma (Euloma) filacovi* Munier-Chalmas et Bergeron, 1888 ; *Symphysurus angustatus angustatus* Sars et Böeck, 1837 ; *Apatokephalus serratus* Sars et Böeck, 1837 ; *Pharastomina languedocensis* Courtessole et Pillet, 1975 ; *Paramegalaspis frequens* Thoral, 1935 ; *Paramegalaspis immarginata* Thoral, 1935.

Bucania œlherti (Munier-Chalmas et Bergeron, 1889).

Minervaeocystis vidali (Thoral, 1935) ; *Aethocrinus moorei* Ubaghs, 1969.

Nautiloïdes orthocônes, Hyolithoïdes, Bivalves, Brachiopodes inarticulés.

Arénigien inférieur.

Niveau f : c'est le grand niveau à petits nodules siliceux, correspondant, en gros, à la " zone à *Asaphellina barroisi* " de Thoral (1935).

Graptolithes, les premiers, rares (à l'étude).

? *Geragnostus mediterraneus* Howell, 1935 ; *Homagnostoides ferralsensis* (Bergeron, 1889) ; *Geragnostus howelli* n. sp. ; *Euloma (Euloma) filacovi* (Munier-Chalmas et Bergeron, 1888) ; *Iliaenopsis griffei* Courtessole et Pillet, 1975 ; *Symphysurus angustatus angustatus* Sars et Böeck, 1837 ; *Kodymaspis macrophthalmus* (Thoral, 1935) ; *Asaphellina barroisi* Munier-Chalmas et Bergeron, 1888 ; *Megistaspis (Ekeraspis) filacovi* (Munier-Chalmas et Bergeron, 1888) ; " *Megaspis* " *gonioleurae* Thoral, 1935 ; *Niobella lignieresi* (Bergeron, 1895) ; *Niobella subinsignis* (Thoral, 1935) ; *Paramegalaspis frequens* Thoral, 1935 ; *Paramegalaspis immarginata* Thoral, 1935 ; *Paramegalaspis guiraudi* Thoral, 1935 ; *Bohemopyge discretus* (Barrande, 1872) ; *Asaphopsoides villebruni* (Bergeron, 1895) ; *Harpides villebruni* (Bergeron,

1895); *Apatokephalus brevifrons* Thoral, 1935; *Pradesia martyi* Thoral, 1935; *Pharostomina languedocensis* Courtessole et Pillet, 1975; *Pseudosphaerexochus (Pateraspis) prepater* Courtessole et Pillet, 1975; "*Aeglina (= Cyclopyge)*" *azaisi* Thoral, 1935; *Ampyx priscus* Thoral, 1935.

Chiniaster levyi Thoral, 1935; *Phyllocystis blayaci* *Cothurnocystis felinensis* Ubaghs, 1969; *Chauvelicystis Cothurnocystis felinensis* Ubaghs, 1969; *Chanvelicystis spinosa* Ubaghs, 1969; *Scotiaecystis griffei* Ubaghs, 1969; *Amygdalotheca griffei* Ubaghs, 1969; *Galliaecystis lignieresii* Ubaghs, 1969; *Chinianocarpos thorali* Ubaghs, 1969; *Peltocystis cornuta* Thoral, 1935; *Minervaecystis vidali* (Thoral, 1935); *Mimocystites azaisi* Thoral, 1935; *Lingulocystis elongata* Thoral, 1935; *Balantiocystis* sp. Ubaghs, 1972; *Aetocrinus moorei* Ubaghs, 1969.

Eoconularia azaisi Thoral, 1935; *Bucania œlherti* (Bergeron, 1889).

Babinka prima Barrande, 1881; *Coxiconcha britannica* (Rouault, 1851); *Coxiconcha guiraudi* (Thoral, 1935); Autres Bivalves, Hyolithoides, Nautiloïdes orthocônes, Brachiopodes; *Vexillum rouvillei* de Saporta, 1884; *Anatifopsis trapeziformis* Thoral, 1935; Spicules d'éponges ? (à Brama).

Niveau g :

1° Dans la région de Caunes-Minervois, entre Villerembert et Ventajou (NNO de Félines-Minervois), tout le long du front de chevau-

chement qui met en contact le Dévonien et l'Ordovicien inférieur, s'étend, sur une dizaine de kilomètres, une bande de schistes de 50 m d'épaisseur environ, qui nous a livré :

— de nombreux petits nodules siliceux, très fossilifères ;

— de gros nodules siliceux noirs, très durs, pratiquement azoïques ;

— de gros nodules gréseux, roux, peu fossilifères.

On peut y voir aussi quelques minces niveaux de grès roux très tendres, souvent pétris de petits Orthidés.

Nous avons récolté dans cette bande :

— des graptolithes (assez rares) ;

— les derniers représentants, devenus rares et de petite taille, des principaux genres de Trilobites caractéristiques du niveau f (voir liste ci-dessus) ;

— de nombreux représentants du genre "*Ampyx*" ;

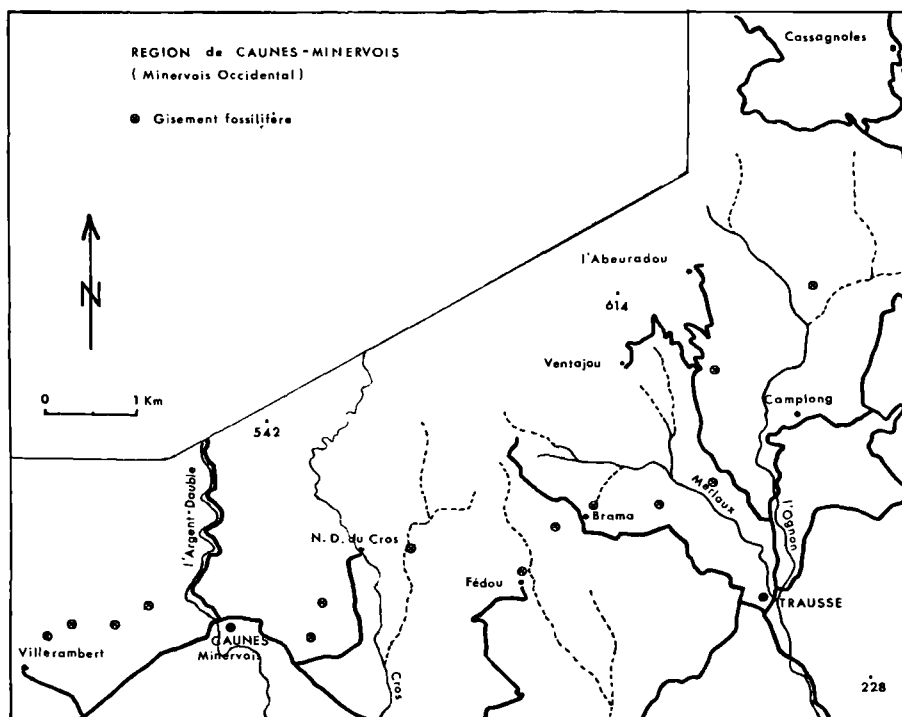


Fig. 2

— les premiers (et rares) représentants du genre *Taihungshania* ;

— enfin, de très nombreux *Vexillum*.

Ce mélange trahit une substitution discrète des faunes faisant le passage entre la "zone à *Asaphellina barroisi*" et la "zone à *Miquelina miqueli*" selon Thoral (1935).

Cette série d'observations nous a invité à en faire un niveau spécial.

2° Dans la région de Saint-Chinian, des recherches précises au Sud de Babeau en direction de Saint-Cels et au Nord de Saint-Chinian nous ont permis de faire des observations analogues. Bien que la succession des couches et des faunes soit moins nette que dans la région de Caunes-Minervois, nous classons encore ces couches dans le niveau g. Les premiers résultats de l'étude des Graptolithes, dont Willefert, de Rabat (Maroc) a bien voulu se charger, paraissent confirmer déjà cette prise de position.

La liste suivante ne comporte que les Graptolithes et les principaux fossiles qui se raréfient, apparaissent ou se multiplient dans ce niveau. Nous ne signalons pas les fossiles banals communs aux niveaux qui encadrent le niveau g.

Tetragraptus amii Lapworth, 1880 ; *Tetragraptus* cf. *amii* Lapworth, 1880 ; *Clonograptus* cf. *persistens* Harris et Thomas ; *Clonograptus* ? *flexilis* Hall 1847 ; *Clonograptus* ?

rigidus Clark ; *Dictyonema* cf. *murrayi* Hall, 1847 ; ? *Calamograptus* ; *Geragnostus mediterraneus* Howell, 1935 ; *Geragnostus occitanus* Howell, 1935 ; *Anglagnostus* ? *pradesensis* nov. sp. ; *Trinodus abruptus* Howell, 1935 ; *Trinodus oviformis* Howell, 1935 ; *Trinodus corpulentus* Howell, 1935 ; *Trinodus chinianensis* Howell, 1935 ; *Taihungshania miqueli* (Bergeron, 1893) ; *Asaphellina barroisi* Munier-Chalmas et Bergeron, 1888. *Megistaspis (Ekeraspis) filacovi* (Munier-Chalmas et Bergeron, 1888) ; *Euloma (Euloma) filacovi* Munier-Chalmas et Bergeron, 1888 ; *Ampyx priscus* Thoral, 1935 ; *Ampyx* ? *villebruni* Thoral, 1935 ; *Pharastomina languedocensis* Courtessole et Pillet, 1975.

Palaeura jacobi Thoral, 1935 ; *Vexillum rouvillei* de Saporta, 1884.

Niveau h : c'est essentiellement le niveau à petits nodules siliceux de la Maurerie (Prades sur Vernazobre) et, accessoirement, un niveau du Nord de Saint-Chinian. Un doute subsiste quant à la continuation intégrale de la faune des Graptolithes et des des Agnostides du niveau g dans le niveau h. Nous ne répétons pas l'énumération ci-dessus.

Ampyx priscus Thoral, 1935 ; *Ampyx* ? *villebruni* Thoral, 1935 ; *Taihungshania miqueli* (Bergeron, 1895) ; *Paramegalaspis frequens* Thoral, 1935 ; *Paramegalaspis immarginata* Thoral, 1935 ; *Balantiocystis* sp. Ubaghs, 1972.

Cheirocrinus languedocianus Thoral, 1935.

Babinka prima Barrande, 1881 ; *Coxiconcha britannica* (Rouault, 1851) ; *Coxiconcha guiraudi* (Thoral 1935).

Autres Bivalves à l'étude.

Bucania œlherti (Munier-Chalmas et Bergeron, 1889) ; *Cymbularia laevis* Thoral, 1935 ; *Lesueurilla prima* (Barrande em. Perner, 1907) ; *Sinuities* sp. ; *Anatifopsis escandi* Thoral, 1935 ; Brachiopodes, Nautiloïdes orthocônes, Hyolithoïdes...

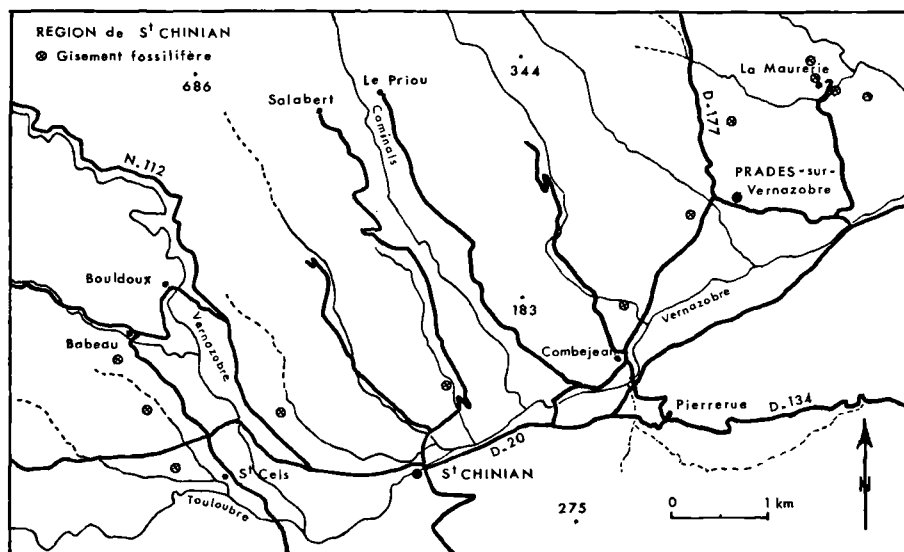


Fig. 3

Niveau i : "Schistes de Setso", au Nord de la vallée du Landeyran (Sud de Roquebrun, Hérault).

Didymograptus cf. deflexus Elles et Wood, 1913; *Taihungshania landeyranensis* (Thoral, 1935); *Asaphidae*.

Niveau k : "Couches du Foulon", au Nord de la vallée du Landeyran, alternances de grès et de schistes gréseux, ferrugineux.

Graptolites à l'étude; *Basiliella mediterranea* Dean, 1966; *Paramegalaspis* sp.; *Colpocoryphe thoralii* Dean, 1966; *Neseuretus arenosus* Dean, 1966; *Platycoryphe convergens* Dean, 1966; *Bathycheilus gallicus* Dean, 1966; *Symphysurus sabulosus* Dean, 1966.

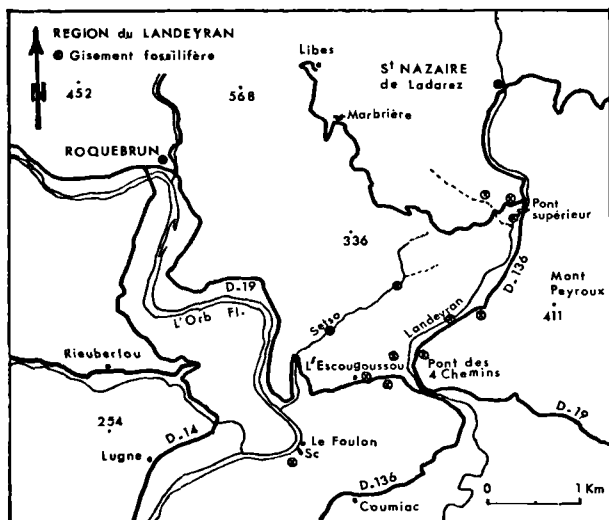


Fig. 4

Niveau l : schistes du Landeyran inférieur (vallée du Landeyran et rive gauche de l'Orb).

Didymograptus cf. minutus Törnquist, 1890; *Didymograptus cf. nanus* Lapworth, 1880; *Didymograptus cf. protobifidus* Elles, 1901; *Didymograptus cf. protoindentus* Monsen; *Phyllograptus angustifolius* Hall, 1847; *Tetragraptus cf. pendens* ?; *Tetragraptus cf. reclinator* Elles et Wood, 1913.

Geragnostus mediterraneus Howell, 1935; *Geragnostus occitanus* Howell, 1935; *Proetidella* ? sp.; *Ampyx priscus* Thoral, 1935; *Basiliella mediterranea* Dean, 1966; *Niobella fourneti* (Thoral, 1946); *Niobella cf. lignieresi* (Bergeron, 1895); *Paramegalaspis cf. frequens* Thoral, 1935; ? *Hoe-kaspis quadrata* Dean, 1966; *Megalaspisidella* (*Megalaspisidella*) sp. Dean, 1966; *Megistaspis* (*Ekeraspis*) sp. Dean, 1966; *Ogygiocaris* sp. Dean, 1966; *Pliomerops escoti* (Bergeron, 1895); *Ceraurina peregrius* Dean, 1966; *Ormathops borni* Dean, 1966; *Bathycheilus gallicus* Dean, 1965; *Prionocheilus matutinus* Dean, 1966; *Colpocoryphe thoralii* Dean, 1966; *Selenopeltis binodosus* Dean, 1966; *Apatokephalus incisus* Dean, 1966; *Hystericurus* sp.

Chiniaster levyi Thoral, 1935.

Eoconularia cf. azaisi Thoral, 1935; *Bucania cf. oelheri* (Bergeron, 1889); *Lesueurilla prima* (Barrande em. Perner, 1907); *Sinuities* sp.; *Redonia cf. prisca* Thoral, 1935; cf. *Synek antiquus* Barrande, 1881; *Ribeiria personata* Thoral, 1935; *Ribeiria personata obsoleta* Thoral, 1935.

Niveau m : schistes du Landeyran supérieur, rive gauche du Landeyran.

Didymograptus deflexus Elles et Wood, 1901; *Didymograptus cf. deflexus* Elles et Wood, 1901; *Phyllograptus angustifolius* Hall, 1847; *Phyllograptus* sp.; *Tetragraptus cf. serra* (Brongniart); *Hanchungolithus primitivus* (Born, 1921); *Ormathops borni* Dean, 1966; *Colpocoryphe thoralii* Dean, 1966; *Neseuretus antetristani* Dean, 1966; *Neseuretus cf. arenosus* Dean, 1966; *Platycoryphe convergens* Dean, 1966; *Basiliella mediterranea* Dean, 1966; *Paramegalaspis cf. frequens* Thoral, 1935; *Taihungshania* sp.; *Otarion insolitum* Dean, 1966.

Lepidocoleus sp.; *Plumulites* sp.; *Babinka prima* Barrande, 1881 ?; *Redonia cf. prisca* Thoral, 1935; cf. *Synek antiquus* Barrande, 1881; *Bucania cf. oelheri* (Bergeron, 1889); *Sinuities* sp.; *Anatifopsis cf. trapeziiformis* Thoral, 1935; *Ribeiria crassa* Thoral, 1935; *Ribeiria personata* Thoral, 1935; *Nautiloides orthocônes*.

Région de Cabrières.

Cette faune n'a pas été révisée et appartient sans doute à plusieurs niveaux (j, k, l et peut-être m). La liste qui suit est établie d'après Thoral (1941 et 1946).

Didymograptus balticus Tullberg, 1883; *Didymograptus deflexus* Elles et Wood, 1901; *Didymograptus simulans* Lapworth, 1880; *Didymograptus extensus* Hall, 1847; *Didymograptus nicholsoni* Lapworth, 1875; *Didymograptus nicholsoni* var. *planus* Elles et Wood, 1913; *Didymograptus uniformis* Elles et Wood, 1901; *Didymograptus v. fractus* Salter, 1863; *Didymograptus v. fractus* var. *volucer* (Nicholson, 1872); *Tetragraptus amii* Lapworth, 1880; *Holograptus deani* (= *Rouvillograptus richardsoni*).

Trinodus sp. 1; *Trinodus* sp. 2; *Geragnostus* sp.; *Megalaspis mucronata* Thoral, 1946; *Megalaspis striatula* Thoral, 1946; *Megalaspis* sp.; *Asaphellus* sp.; *Plesiomegalaspis graffi* Thoral, 1946; *Plesiomegalaspis graffi* var. *lata* Thoral, 1946; *Plesiomegalaspis graffi* var. *major* Thoral, 1946; *Plesiomegalaspis angustirachis* Thoral, 1946; *Plesiomegalaspis (?) convexilimbata* Thoral, 1946; *Niobe fourneti* Thoral, 1946; *Niobe aff. subinsignis* Thoral, 1935; *Ogygiocaris (?) plana* Thoral, 1946; *Ogygiocaris (?) inflexicostata* Thoral, 1946; *Symphysurus angustatus rouvillei* Tromelin et Grasset; *Symphysurus angustatus sicardi* Bergeron, 1895; *Platypeltis macrophthalmus* Thoral, 1935; *Cyclopyge savini* Bergeron, 1895; *Ampyx priscus* Thoral, 1935; *Orometopus villebruni* Thoral, 1935; *Orometopus* sp.; *Pliomerops escoti* (Bergeron, 1895).

Dalmanella aff. budleighensis (Davidson, 1881).

Nucula (?) aff. redoniaeformis Thoral, 1935; *Redonia* sp.

Bucaniidae ind.

Endoceras (?) sp.

Echinodermes ind.

Cirripèdes ind.

Cruziana rugosa d'Orbigny, 1842.

III. — REVISION DES AGNOSTIDAE DE L'ORDOVICIEN INFÉRIEUR DE LA MONTAGNE NOIRE

(J. P.)

La révision des *Agnostidae* de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire est justifiée, malgré l'importance des travaux antérieurs (Howell, 1935 ; Dean, 1966), par l'abondance des récoltes récentes, riches en spécimens bien repérés stratigraphiquement (par opposition aux récoltes anciennes conservées en collection) et par les progrès de l'échelle stratigraphique.

18 espèces d'*Agnostidae* ont été reconnues, présentes dans la plupart des niveaux, la plus grande partie de ces espèces étant propre à la Montagne Noire.

Howell publia en 1935 une monographie de l'ensemble des *Agnostidae* de la Montagne Noire. Dans cette étude furent décrits de nombreux genres et espèces nouveaux, ainsi que 5 nouvelles familles (*Platagnostidae*, *Mallagnostidae*, *Geragnostidae*, *Micragnostidae*, *Trinodidae*). Ce travail fondamental, paru presque en même temps que la thèse de Thoral, semblait pour longtemps épuiser le sujet.

Cependant, de nombreuses recherches sont venues, soit compléter (faunes du Trémadocien

inférieur, Sdzuy, 1958), soit réviser les descriptions de Howell. C'est ainsi que Dean (1966), lors de ses recherches sur les faunes arénigiennes de la vallée du Landeyran, fit tomber en synonymie de nombreuses espèces précédemment décrites.

Il faut remarquer surtout que la stratigraphie de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire a beaucoup progressé et que la plupart des espèces de Howell sont mal fixées dans cette échelle stratigraphique. Par ailleurs, beaucoup d'entre elles ne sont fondées que sur un spécimen unique, souvent incomplet (*).

Il nous a donc semblé utile de procéder à la révision des *Agnostidae* de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire. Les espèces cambrienne ont donné lieu à une étude récente (Courtessole, 1973).

(*) Howell répartit ses espèces selon les niveaux suivants : Trémadocien moyen (2 espèces) ; Trémadocien supérieur (1 espèce) ; Arénigien inférieur (8 espèces) ; Couches à *Calymene* (Arénigien) (4 espèces).

	TRÉMADOCIEN					ARÉNIGIEN							
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
<i>Leiagnostus franconicus</i>													
<i>Phoidagnostooides miqueli</i>													
<i>Geragnostus sidenbladhi gallicus</i>													
<i>Geragnostus mediterraneus</i>													
<i>Geragnostus occitanicus</i>													
<i>Geragnostus howelli</i>													
<i>Geragnostella</i> sp.													
<i>Homagnostooides ferralsensis</i>													
<i>Anglagnostus barroubioensis</i>													
<i>Anglagnostus</i> sp. aff. <i>barroubioensis</i>													
<i>Anglagnostus</i> ? <i>lacaunensis</i>													
<i>Anglagnostus</i> ? <i>pradesensis</i>													
<i>Trinodus abruptus</i>													
<i>Trinodus oviiformis</i>													
<i>Trinodus chinianensis</i>													
<i>Trinodus corpulentus</i>													
<i>Trinodus caunesensis</i>													
<i>Trinodus fedouensis</i>													

Tableau B

Le travail effectué repose sur des récoltes récentes ainsi que sur la révision des collections de la Faculté des sciences de Montpellier qui conservent la plupart des types de Howell (*).

La série stratigraphique de référence est décrite dans les chapitres précédents et la répartition des *Agnostidae* dans les différents niveaux résumée dans le tableau B.

On remarquera :

1° que la limite Trémadocien-Arénigien a été modifiée par rapport à notre publication de 1975, le niveau f (schistes à nodules siliceux à *Asaphellina barroisi*) ayant été placé dans l'Arénigien inférieur et non dans le Trémadocien supérieur. Ceci n'est encore qu'une probabilité qui ne pourra être certifiée que par l'étude des graptolites dont les plus anciens apparaissent à ce niveau ;

2° que les faunes d'*Agnostidae* des niveaux g et h n'ont pu être séparées. En effet, ces deux niveaux sont de faciès identique ; ils n'ont pas été séparés dans les anciennes collections et se distinguent surtout par la richesse en *Ampyxidae* du niveau g. Les nodules ne contenant que des *Agnostidae* ne peuvent pas actuellement être attribués en toute certitude à l'un ou l'autre niveau ;

3° qu'un certain nombre d'espèces décrites par Howell sont tombées en synonymie et ne figurent pas dans cette liste. Les justifications en sont données lors de la description des espèces. Pour faciliter la compréhension, nous donnons ici un tableau de ces synonymies :

Espèces décrites par Howell	Synonymie
<i>Geragnostus sidenbladi gallicus</i>	id.
<i>Anglanostus barroubioensis</i>	id.
<i>Geragnostus occitanicus</i>	id.
<i>Geragnostus callavei</i> var. <i>mediterraneus</i>	<i>G. mediterraneus</i>
<i>Geragnostus pusio</i>	<i>G. mediterraneus</i>
<i>Geragnostus languidus</i>	<i>G. occitanicus</i>
<i>Geragnostus boutouryensis</i>	<i>G. occitanicus</i>
<i>Geragnostus manifestus</i>	<i>G. mediterraneus</i>
<i>Geragnostus ambiguus</i>	<i>G. mediterraneus</i>
<i>Micragnostus languedocensis</i>	<i>G. mediterraneus</i>
<i>Leiagnostus foulonensis</i>	<i>G. occitanicus</i>
<i>Trinodus chinianensis</i>	id.
<i>Trinodus oviformis</i>	id.
<i>Trinodus corpulentus</i>	id.
<i>Trinodus abruptus</i>	id.

(*) Nous remercions M. le Professeur Avias et M. R. Feist pour les facilités qu'ils nous ont données dans l'étude des collections de leur faculté.

Ainsi, sur 15 espèces décrites par Howell, 7 seulement sont conservées et 8 tombent en synonymie. Par contre, certains niveaux qui n'avaient pas été explorés, et en particulier le niveau e, possèdent une faune originale qui a justifié l'établissement d'espèces nouvelles.

La répartition par niveau des *Agnostidae* de l'Ordovicien de la Montagne Noire est résumée dans le tableau B.

Ordre des AGNOSTIDA Kobayashi, 1935
Sous-ordre des AGNOSTINA Salter, 1864
Famille PHALACROMIDAE Hawle et Corda, 1847

Genre *LEIAGNOSTUS* Jaekel, 1909

Espèce type : *Leiagnostus erraticus* Jaekel, 1909.

LEIAGNOSTUS FRANCONICUS Sdzuy, 1955
(Pl. VI, fig. 13-14)

1955. *Leiagnostus franconicus* Sdzuy, p. 15, Pl. 2, fig. 45-48, fig.-texte 9.

1965. *Leiagnostus franconicus* Sdzuy. Vaněk, p.266, Pl. 22, fig. 3-4.

1975. *Leiagnostus franconicus* Sdzuy. Capéra, Courtessole et Pillet, p. 362, Pl. II, fig. 1-3, fig.-texte 14e et 14f.

Matériel : Un céphalon et trois pygidiums. Coll. Courtessole.

Localité : Col de Coustel à Arnac et Chemin de la Croix de la Plaine. Trémadocien inférieur des Monts de Lacaune (niveau c).

Description.

Céphalon subrectangulaire, largement arrondi en avant, sans aucune segmentation. Bordure à peine distincte. Bord postérieur transversal dans sa partie moyenne puis oblique latéralement.

Pygidium convexe, largement arrondi. Bordure concave, fortement marquée. Un nodule médian est situé au tiers antérieur.

Observations.

Cette espèce, bien définie, appartient sans aucun doute au genre *Leiagnostus*. Elle diffère de *Leiagnostus erraticus* Jaekel, 1909, espèce type du genre, par le contour arrondi et non ogival du céphalon et par la bordure pygidiale beaucoup plus large.

Leiagnostus peltatus Tjernvik, 1956, de l'Arénigien (zone à *Plesiomegalaspis planilimbata*) de Scandinavie, a un céphalon moins quadrangulaire et une bordure pygidiale moins large.

“ *Leiagnostus foulonensis* Howell, 1935 ”, de l'Arénigien de la vallée du Landeyran, ne semble pas valide. Dean (1966) considère qu'il s'agit de spécimens érodés de *Geragnostus occitanicus* et l'observation de specimens du Foulon confirme cette observation.

Extension.

Leiagnostus franconicus est connu :

— dans les schistes de Leimitz (zone I à *Pharostomina opiki*) et avec doute dans la zone III à *Macrocyrtella bavarica*,

— en Bohême, dans les couches de Milina (Trémadocien supérieur).

Genre *PHOIDAGNOSTOIDES* nov. gen.

Espèce type : *Leiagnostus miqueli* Sdzuy, 1958.

Diagnose : « Un genre de *Phalacromidae* caractérisé par l'absence de bordure au céphalon et par l'existence de lobes basaux ouverts en avant. Le pygidium possède une large bordure et un petit nodule médian ».

Observations.

L'espèce type fut rapportée par Sdzuy au genre *Leiagnostus* Jaekel, 1909. Elle s'en distingue toutefois nettement par l'existence de lobes basaux à la glabelle.

Phoidagnostus Whitehouse, 1936, genre du Mésocambrien, est plus voisin mais se distingue par le caractère totalement circonscrit des lobes basaux qui ne sont pas ouverts en avant.

Extension.

Phoidagnostoides n'est connu que par l'espèce type.

PHOIDAGNOSTOIDES MIQUELI (Sdzuy, 1958)

1958. *Leiagnostus miqueli* Sdzuy, p. 260, Pl. I, fig. 12-15.

1975. *Leiagnostus miqueli* Sdzuy. Capéra, Courtessole et Pillet, p. 360, Pl. IV, fig. 13-18, fig.-texte 14g et 14h.

Matériel : Celui décrit par Sdzuy.

Localité : Trémadocien inférieur du versant sud de la Montagne Noire. Combes de Barroubio (niveau c).

Observations.

Nous n'avons, lors de notre révision, examiné aucun spécimen de cette espèce. Toutefois, la figuration et la description de Sdzuy ne laissent aucun doute sur la validité de cette espèce.

Famille GERAGNOSTOIDAE Howell, 1935

Genre GERAGNOSTUS Howell, 1935

Espèce type : *Geragnostus sidenbladhi* Linnarsson, 1869

GERAGNOSTUS SIDENBLADHI GALLICUS Howell, 1935

(Pl. V, fig. 2)

1902. ? *Aagnostus* sp., cf. ? *bavaricus* Pompeckj, p. 7, (non Barrande).

1912. ? *Aagnostus sidenbladhi* Linnarsson. Miquel, p. 17 (non Linnarsson).

1935. ? *Aagnostus* sp., cf. *bavaricus* Thoral, p. 214 (non Barrande).

1935. *Geragnostus sidenbladhi* var. *gallicus* Howell, p. 231, Pl. 23, fig. 3.

Holotype : Le pygidium figuré par Howell et refiguré ici. Trémadocien supérieur de la Montagne Noire (couches à *Shumardia pusilla*, niveau d). Les Combes de Barroubio. Coll. Miquel, Fac. Sc. Montpellier, n° H 42.

Matériel : Seul l'holotype est connu.

Observations.

Cet unique pygidium, assez mal conservé, a été choisi par Howell comme type d'une sous-espèce nouvelle. Son étude est particulièrement difficile et il n'est pas possible d'affirmer sa validité.

Cette forme semble assez nettement différente de *Geragnostus sidenbladhi* (Linnarsson) du Trémadocien supérieur scandinave, par son rachis rétréci en arrière et non renflé. Elle est au moins aussi proche de “ *Geragnostus* ” *bavaricus* (Barrande) du Trémadocien inférieur de Bavière (les trois zones des schistes de Leimitz), qui s'en distingue par le caractère beaucoup plus saillant du rachis pygidial. Ceci peut être lié au mode de conservation, l'unique représentant de *Geragnostus sidenbladhi gallicus* étant très écrasé. L'espèce de Bavière n'appartient sans doute pas au genre *Geragnostus* ; l'importance du sillon transversal de la glabelle évoque beaucoup mieux le genre *Micragnostus*.

Les spécimens des couches de Milina (Bohème) figurés par Vanek sous le nom de *Geragnostus bavaricus* sont encore plus mal conservés que notre spécimen et ne semblent pas déterminables (*).

GERAGNOSTUS MEDITERRANEUS Howell, 1935

(Pl. V, fig. 4, 12-13 ; Pl. VI, fig. 12 ; Pl. VII, fig. 17-18)

1935. *Geragnostus callavei* var. *mediterraneus* Howell, p. 231, Pl. 23, fig. 6-7.
1935. *Geragnostus callavei* var. *mediterraneus* Howell. Thorl, p. 215.
1935. *Geragnostus pusio* Howell, p. 232, Pl. 23, fig. 8.
1935. ? *Geragnostus ambiguus* Howell, p. 232, Pl. 23, fig. 9.
1935. *Micragnostus languedocensis* Howell, p. 233, Pl. 23, fig. 10.
1935. *Geragnostus manifestus* Howell, p. 238, Pl. 23, fig. 23-24.
1966. *Geragnostus mediterraneus* Howell. Dean, p. 277, Pl. 2, fig. 5, 6, 8.

Holotype : Le pygidium figuré par Howell et refiguré ici. Nodules de l'Arénigien inférieur de Saint Chinian (niveau g ou h). Coll. Villebrun, Fac. Sc. Montpellier, n° H 47.

Matériel : Pygidium type de *Geragnostus pusio*. Même collection, même niveau, n° H 50.

Pygidium type de *Micragnostus languedocensis*. Même collection, même niveau, n° H 52.

Pygidium type de *Geragnostus ambiguus*. Arénigien inférieur des Monts de Lacaune (niveau f ou g). Coll. Thorl, Fac. Sc. Montpellier, n° H 51.

Individu entier type de *Geragnostus manifestus* et un autre spécimen entier. Schistes de Boutoury, Fac. Sc. Montpellier, n° H 69 et H 70.

En dehors de ces spécimens "historiques", nombreux spécimens (entiers, céphalons et pygidiums) provenant :

- des nodules des niveaux g et h de l'Arénigien inférieur du versant sud de la Montagne Noire (Saint Chinian, Villerembert) ;
- des couches du Landeyran inférieur.

Description.

Espèce de taille moyenne, assez convexe. Les spécimens entiers sont à peu près à moitié aussi larges que longs. Céphalon dessinant une large courbe régulière, avec une bordure relativement étroite. Glabellle conique, arrondie en avant, assez large, avec deux petits lobes basaux triangulaires. Elle est circonscrite par un sillon profond. A l'union du tiers antérieur et

des deux tiers postérieurs, il existe un sillon transversal très mousse, à peine visible.

Pygidium aussi large que long, à contour arrondi avec deux petites épines postéro-latérales assez rarement visibles en raison des conditions de conservation des spécimens. Rachis rectangulaire, arrondi en arrière où il est nettement renflé. De sa partie centrale, allongée et noduliforme, partent deux sillons transverses.

Observations.

Dean (1966) a placé dans la synonymie de *Geragnostus mediterraneus* plusieurs espèces décrites dans le même travail par Howell : *G. pusio* (connu seulement par un pygidium immature de Saint Chinian), *Micragnostus languedocensis* (connu également par un seul spécimen mal conservé de la même localité) et *Geragnostus manifestus* (représenté par deux spécimens entiers des schistes de Boutoury). Les figures de Howell et la révision des types de ces espèces (Fac. Sc. Montpellier) rendent tout à fait vraisemblable l'opinion de Dean, que nous suivons ici.

Nous y réunissons avec doute l'espèce *Geragnostus ambiguus* représentée également par un seul pygidium incomplet provenant des Monts de Lacaune et dont la position stratigraphique est douteuse.

Geragnostus mediterraneus est voisin dans son ensemble de *Geragnostus occitanicus*. Même dimension, même forme générale ; les différences sont minimales au niveau du céphalon (bordure un peu plus étroite, glabellle un peu plus large, nodule médian plus faible). Elles sont plus nettes au niveau du pygidium en raison de l'extrémité renflée de l'axe.

Il faut remarquer :

— que Howell, ayant décrit *G. occitanicus* à partir du seul céphalon et *G. mediterraneus* à partir du pygidium, n'a évidemment pas pu comparer ces deux espèces,

— et que celles-ci, dont la répartition stratigraphique est pratiquement identique, représentent peut-être un simple dimorphisme (sexuel ?) d'une même espèce.

Howell, dans sa description de *Geragnostus mediterraneus*, considère cette forme comme une variété de *Geragnostus callavei*. Si on se réfère aux figures de Lake, les deux espèces

(*) Il en est de même des spécimens de Bohème figurés par Pek (1977), Pl. I, fig. 1 à 5.

sont très voisines. Les différences, minimes, portent sur la profondeur du sillon glabellaire transverse, sur la dimension des épines pygidiales et sur la segmentation du pygidium. Mais une comparaison directe serait nécessaire entre de bons spécimens de ces deux formes qui sont peut-être identiques.

Extension.

Geragnostus mediterraneus est abondant dans l'Arénigien inférieur de la Montagne Noire.

Cette espèce existe :

- (avec doute) dans le niveau f,
- dans les niveaux g et h,
- dans le niveau l.

GERAGNOSTUS OCCITANICUS Howell, 1935 (Pl. V, fig. 5 à 8, 10, 14 ; Pl. VII, fig. 6 à 9, 16)

1935. *Geragnostus occitanicus* Howell, p. 231, Pl. 23, fig. 4-5.
1935. *Geragnostus occitanicus* Howell. Thorl, p. 215.
1935. *Leiagnostus foulonensis* Howell, p. 236, Pl. 23, fig. 17-18.
1935. *Geragnostus languidus* Howell, p. 237, Pl. 23, fig. 19-21.
1935. *Geragnostus boutouryensis* Howell, p. 237, Pl. 23, fig. 22-23.
1966. *Geragnostus occitanicus* Howell. Dean, p. 274, Pl. I, fig. 1-12 ; Pl. 2, fig. 1-3, 7.

Holotype : Le céphalon figuré par Howell et refiguré ici. Barroubio. Probablement niveau g ou h. Coll. Miquel, Fac. Sc. Montpellier, n° H 43.

Matériel : Individu entier, type de *Leiagnostus foulonensis*. Schistes du Landeyran inférieur. Le Foulon, niveau l, Fac. Sc. Montpellier, n° H 61 a1.

Individu entier, type de *Geragnostus boutouryensis*. Schistes de Boutoury (? même niveau). Fac. Sc. Montpellier, n° H 60 b3.

Individu entier, type de *Geragnostus languidus*. Même niveau, Fac. Sc. Montpellier, n° H 65 a1.

En dehors de ces spécimens "historiques", nombreux individus (entiers, céphalons et pygidiums isolés) provenant :

- des nodules siliceux de l'Arénigien inférieur (niveaux g et h) de Caunes, Villerembert, Caramaou, etc. ;
- des schistes de Saint-Nazaire de Ladarez et du Foulon (Landeyran inférieur, niveau l).

Description.

Espèce atteignant une taille moyenne. Les spécimens entiers sont à peu près à moitié aussi

larges que longs. Le céphalon a un large contour surbaissé. Il est aussi long que large et entouré d'une bordure qui se rétrécit vers l'arrière. La glabelle est ogivale et est séparée de la bordure par un espace un peu plus étroit que sa base. Elle est entourée de deux petits lobes basaux triangulaires. Elle est circonscrite par un profond sillon. A l'union de son tiers antérieur et de ses deux tiers postérieurs existe un sillon transversal mousse, à peine visible.

Le pygidium, aussi large que long, à contour arrondi, porte deux pointes postérolatérales qui ne sont visibles que sur les spécimens les mieux conservés. L'axe est conique, nettement rétréci vers l'arrière ; il porte une partie centrale saillante, noduliforme, d'où partent deux sillons transversaux bien marqués. Près de l'extrémité postérieure de l'axe existe un fort nodule.

Observations.

Dean a longuement décrit et abondamment figuré cette espèce à partir de spécimens recueillis dans la vallée du Landeyran et a discuté les rapports avec les espèces voisines *Geragnostus fritschi* (Holub), *Geragnostus tullbergi* (Novak) (Llanvirn de Bohème) et *Geragnostus sidenbladhi* (Linnarsson), *Geragnostus wimani* Tjernvik et *Geragnostus crassus* Tjernvik de Scandinavie. Toutes ces espèces sont très voisines. Leurs différences sont résumées dans le tableau C.

Le même auteur a judicieusement placé dans la synonymie de *Geragnostus occitanicus* plusieurs espèces de Howell : *Leiagnostus foulonensis* est basé sur des spécimens souvent entiers mais laminés et on trouve tous les intermédiaires entre les formes presque lisses et les *Geragnostus occitanicus* typiques. Il en est de même pour *Geragnostus boutouryensis* et *Geragnostus languidus*.

Extension.

Cette espèce, la plus abondante des couches de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire, est connue :

— dans les nodules siliceux de l'Arénigien inférieur [niveaux f (?), g et h].

Espèces	Bordure glabellaire	Nodule glabellaire	Forme de la glabelle	Extrémité de l'axe pygidial	Bords latéraux de l'axe pygidial	Partie centrale de l'axe pygidial	Extension
<i>Occitanicus</i> Howell 1935	moyenne	moyen	subconique	non renflée un gros nodule	convergent	en regard des deux segments	Montagne Noire niveaux g, h, l
<i>Mediterraneus</i> Howell 1935	étroite	faible	id., plus large	renflée	parallèles	id.	Montagne Noire niveaux g, h, l
<i>Howelli</i> nov. sp.	très étroite	moyen	peu rétréci en avant	id.	id.	id.	Montagne Noire niveau f
<i>Sidenbladhi sidenbladhi</i> Linnarsson 1869	étroite	fort	à peine rétréci en avant	non renflée	id.	id.	Scandinavie. Trémadocien, zone à <i>A. serratus</i>
<i>Sidenbladhi gallicus</i> Howell 1935				id.	rétréci en arrière	à peine visible	Montagne Noire Trémadocien, sup. niveau d
<i>Crassus</i> Tjernvik 1956	large concave	moyen	subconique	renflée	sub-parallèle	en face du 2 ^e segment	Scandinavie Arenig. inf., zone à <i>P. armata</i>
<i>Lepidus</i> Tjernvik 1956	moyenne	petit	étroite	non renflée	id.	id.	id.
<i>Wimani</i> Tjernvik 1956	étroite	id.	subconique	id.	très rétréci en arrière	id.	Id., zone à <i>P. planilimbata</i>
<i>Explanatus</i> Tjernvik 1956	moyenne	fort	id.	à peine visible	sub-parallèle	en face des deux segments	id.
<i>Tullbergi</i> Novak 1883	étroite	petit	id.	non renflée nodule	très rétréci en arrière	id.	Bohème. Llanvirn (couches de Sarka)
<i>Yangtzeensis</i> Lu 1975	large concave	très faible	étroite bords sub-parallèles	un peu renflée	parallèles	en face du 2 ^e segment	Trémadocien de Chine
<i>Carinatus</i> Lu 1975	moyenne	id.	conique	non renflée	un peu rétréci en arrière	id.	Llanvirn de Chine
<i>Fenhstianensis</i> Lu 1975	large	?	large	id.	fortement rétréci en arrière	id.	id.

Tableau C

— dans les schistes du Landeyran inférieur (niveau I).

GERAGNOSTUS HOWELLI nov. sp.

(Pl. V, fig. 11 et 15)

Holotype : Le spécimen entier figuré.

Localité type : Villerembert. près Caunes-Minervois.

Niveau type : Nodules siliceux de l'Arénigien inférieur (niveau f) à *Asaphellina barroisi*.

Paratypes : Plusieurs cranidium provenant du même niveau, environs de Caunes-Minervois (Villerembert, ruisseau des Lavandières, etc).

Description.

Espèce de taille relativement petite, de forme générale allongée (la longueur est deux fois et demie la largeur). Le céphalon, elliptique, est très voisin de celui de *Geragnostus mediterraneus*. Il en diffère toutefois par le caractère moins conique de la glabella largement arrondie en avant et par le nodule glabellaire plus gros.

Le pygidium est moins évasé en arrière, plus régulièrement arrondi, avec un axe plus renflé et une bordure plus étroite (4, fig. 5).

Observations.

Cette espèce est très proche de *G. mediterraneus* dont elle diffère par les caractères énumérés ci-dessus. Le fait qu'il s'agisse toujours de spécimens de petite taille pourrait faire penser qu'il ne s'agit pas d'une espèce distincte mais de spécimens juvéniles de *G. mediterraneus*. Il faut remarquer toutefois que les exemplaires jeunes de cette espèce sont connus et qu'ils ne présentent pas les caractères de *G. howelli*. Cette constatation, et le fait que les deux espèces ne coexistent pas dans le même niveau stratigraphique, justifie la création d'une espèce distincte.

Geragnostus ambiguus, d'un niveau probablement identique, semble se rapporter plutôt à *G. mediterraneus* qu'à *G. howelli*.

Extension.

Cette espèce n'est connue que dans le niveau f.

Genre *GERAGNOSTELLA* Kobayashi, 1939

Espèce type : *Agnostus tullbergi* Novak, 1883.

GERAGNOSTELLA NIGER Sdzuy, 1958

1958. *Geragnostus (Geragnostella) niger* Sdzuy, p. 259, Pl. I, fig. 8-9.

1975. *Geragnostella niger* Sdzuy. Capéra, Courtessole et Pillet, p. 363, Pl. IV, fig. 19-20; fig.-texte 14c, 14d.

Localité et niveau : Les Combes de Barroubio, Trémadocien inférieur (niveau c). Espèce citée d'après le travail de Sdzuy; aucun spécimen n'a été directement observé.

Genre *HOMAGNOSTOIDES* Kobayashi, 1939

Espèce type : *Agnostus ferralsensis* Bergeron, 1889.

Observations.

Ce genre est fondé sur la seule espèce décrite ici et à partir des figurations de Bergeron (Pl. IV, fig. 8 et 9). Ces deux figures stylisées représentent l'une (fig. 8) un pygidium, l'autre (fig. 9) un céphalon et un pygidium non en connexion. Il est possible mais non certain, que ces deux pièces appartiennent à une même espèce.

En l'absence de précision de l'auteur et devant cette incertitude, il semble nécessaire de fixer la diagnose du genre sur l'une des deux pièces. Nous choisissons le pygidium comme étant de beaucoup le plus caractéristique.

Diagnose : « Pygidium grand, subquadrangulaire. Axe très grand, fortement élargi en arrière, avec deux segments très nets. Au centre, le nodule médian constitue une véritable crête mousse s'étendant sur les deux segments. L'axe mesure les trois quarts de la longueur totale. La portion périphérique est relativement étroite, convexe. La bordure s'élargit en arrière et est prolongée par deux fortes épines postéro-latérales ».

Extension.

Celle de l'espèce unique.

HOMAGNOSTOIDES FERRALSENSIS
(Bergeron, 1889)

(Pl. V, fig. 16 (?) ; Pl. VII, fig. 14 et 15)

1889. *Agnostus ferralsensis* Bergeron, p. 342, Pl. IV, fig. 8-9.

1935. *Agnostus ferralsensis* Bergeron. Thoräl, p. 214.

Matériel : Plusieurs pygidiums provenant de :

- Félines-Minervois (nord), pt 21. Coll. C. et G. n° O 628.
 - Le Merlaux, pt 19. Coll. C. et G. n° 261 (niveau f).
- Nous n'avons pas observé de céphalon.

Description.

Celle du genre.

Extension.

Cette espèce ne semble exister que dans le niveau f.

Famille des MICRAGNOSTIDAE Howell, 1935

Genre *ANGLAGNOSTUS* Howell, 1935

Espèce type : *Agnostus dux* Callaway, 1877.

ANGLAGNOSTUS BARROUBIOENSIS
Howell, 1935
(Pl. V, fig. 1)

1935. *Anglagnostus barrobioensis* Howell, p. 233, Pl. 23, fig. 11.

Matériel : Seul le céphalon holotype est connu. Combes de Barroubio, couches à *Shumardia* (niveau d). Coll. Miquel, Fac. Sc. Montpellier, n° H53.

Description.

Céphalon plat, avec une large bordure aplatie. Glabellae distinctement rétrécie en avant, arrondie. Un sillon transversal très net est situé au tiers antérieur. Deux lobes basaux triangulaires de grande taille.

Observations.

Ce céphalon est très distinct de celui de *Anglagnostus dux* (Callaway) du Trémadocien anglais. Il en diffère surtout par sa glabellae beaucoup plus élancée et par sa bordure plate non limitée par un sillon.

Howell a discuté l'appartenance à cette espèce du pygidium isolé, trouvé dans les mêmes couches et décrit sous le nom de *Geragnostus sidenbladhi gallicus*. Cet auteur ne considère pas comme probable cette assimilation en raison de la ressemblance du pygidium avec celui de *sidenbladhi*.

Nous avons par ailleurs reconnu dans les mêmes couches un autre pygidium isolé, décrit ci-dessous, et qui appartiendrait avec plus de vraisemblance à cette espèce.

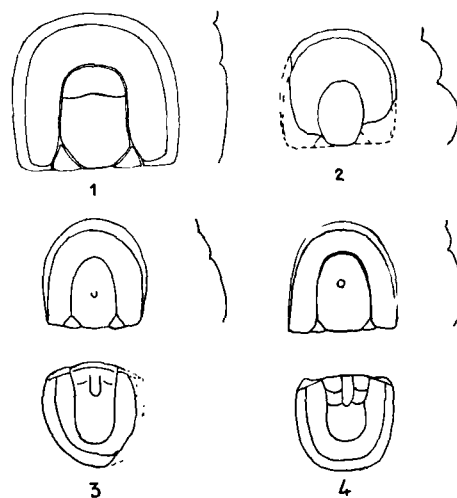


Fig. 5

1. *Anglagnostus ? pradesensis* nov. sp. — 2. *Trinodus fedouensis* nov. sp. — 3. *Trinodus caunesensis* nov. sp. — 4. *Geragnostus howelli* nov. sp.

ANGLAGNOSTUS* sp., aff. *BARROUBIOENSIS
Howell, 1935
(Pl. V, fig. 3)

Matériel : Un unique pygidium isolé, endommagé. Combes de Barroubio, couches à *Shumardia* (niveau d). Coll. Miquel, Fac. Sc. Montpellier.

Description.

Pygidium aplati, un peu plus long que large, avec une large bordure limitée par un sillon mousse. Il n'y a pas, à proprement parler, d'épine postérolatérale, mais un épaississement de la bordure à ce niveau. Axe grand, large, à bords subparallèles, arrondi en arrière. Cet axe présente une partie centrale saillante atteignant la moitié de sa longueur. A sa partie proximale, cet axe présente un sillon.

Observations.

Ce pygidium ressemble par sa disposition générale à celui d'*Anglagnostus dux* (Callaway,

1877) du Trémadocien anglais. Il s'en distingue toutefois par son axe moins rectangulaire et dépourvu d'épine postérieure.

Il est assez vraisemblable de la considérer comme étant le pygidium de *A. barroubioensis*. Il n'est cependant pas possible, en raison du caractère très fragmentaire du matériel, d'acquiescer à une certitude.

ANGLAGNOSTUS ? LACAUNENSIS

(Capéra, Courtessole et Pillet, 1975)

(Pl. VII, fig. 11 à 13)

1975. *Geragnostus lacaunensis* Capéra, Courtessole et Pillet, p. 362, Pl. II, fig. 4 à 7, 18-19 ; text.-fig. 14 a-b.

Observations.

Nous avons récemment décrit cette espèce, abondante dans le Trémadocien inférieur (niveau c) des monts de Lacaune, et également présente dans le versant sud de la Montagne Noire au même niveau, sous le nom générique de *Geragnostus*. Elle n'y appartient certainement pas. Elle ressemble davantage à *Anglagnostus* dont elle se distingue cependant par l'absence apparente de sillon glabellaire transversal.

ANGLAGNOSTUS ? PRADESENSIS nov. sp.

(Pl. V, fig. 9)

Holotype : Le céphalon figuré. Coll. Abaille, Fac. Sc. Montpellier.

Localité type : Prades sur Vernazobre (La Borie des Pierrils).

Niveau type : Nodules de l'Arénigien inférieur (niveau h).

Matériel : Seul l'holotype est connu.

Description.

Céphalon subrectangulaire, largement arrondi en avant. Bordure relativement étroite, limitée par un large sillon mousse. Glabelle rectangulaire, une fois et demie plus longue que large. Un profond sillon transversal un peu ondulé est situé à l'union du tiers antérieur et des deux tiers postérieurs. Il existe deux larges lobes basaux triangulaires (1, fig. 5).

Extension.

Cette espèce n'est connue que dans le niveau type.

Genre *TRINODUS* McCoy, 1846

Espèce type : *Trinodus agnostiformis* McCoy, 1846.

TRINODUS ABRUPTUS Howell, 1935

(Pl. VI, fig. 4-5)

1935. *Trinodus abruptus* Howell, p. 235, Pl. 23, fig. 15.

Holotype : Le céphalon choisi par Howell et refiguré ici Pl. VI, fig. 5. Nodules de l'Arénigien inférieur (niveau g). Saint Chinian, Coll. Villebrun, Fac. Sc. Montpellier, n° H 58.

Matériel : Un seul autre céphalon, également figuré par Howell. Même gisement, même collection, n° H 59.

Description.

Céphalon large et modérément convexe, dont le contour présente un maximum de largeur à la partie moyenne. Ce céphalon est aussi large que long. Glabelle courte, environ la moitié de la longueur totale, tronquée au front. Elle porte un nodule très discret à la partie moyenne. Deux lobes basaux triangulaires larges. Bordure relativement étroite, nettement limitée par un profond sillon.

Pygidium inconnu.

Extension.

Cette espèce n'est connue que dans le niveau g.

TRINODUS OVIFORMIS Howell, 1935

(Pl. VI, fig. 7)

1935. *Trinodus oviformis* Howell, p. 235, Pl. 23, fig. 16.

Holotype : Le spécimen figuré par Howell et refiguré ici. Nodules de l'Arénigien inférieur (niveau g). Coll. Villebrun, Fac. Sc. Montpellier, n° H 60. Saint Chinian.

Matériel : Seul l'holotype est connu.

Description.

Céphalon fortement convexe. Glabelle subtriangulaire très élevée au-dessus de la convexité générale. Cette glabelle atteint presque les deux tiers de la longueur totale du céphalon. Bourrelet bordant large et convexe, limité par un large sillon mousse.

Pygidium inconnu.

Observations.

Cette espèce, bien que connue par un seul spécimen, semble bien individualisée. Howell a

longuement discuté ses différences avec *T. chinianensis* (= *T. elliptifrons*). Le relief important, la profondeur du sillon dorsal et l'importance du bourrelet bordant semblent bien distinguer ces deux formes.

Extension.

Cette espèce n'est connue que dans le niveau g.

TRINODUS CHINIANENSIS Howell, 1935

(Pl. VI, fig. 1 à 3, 15; Pl. VII, fig. 19)

1935. *Trinodus chinianensis* Howell, p. 234, Pl. 23, fig. 12-13.

1956. *Trinodus elliptifrons* Tjernvik, p. 196, Pl. I, fig. 16-17; fig.-texte 28 B.

Holotype : Le céphalon choisi par Howell et refiguré ici. Coll. Villebrun, Fac. Sc. Montpellier, n° H 54. Arénigien inférieur (niveau g).

Matériel : Nombreux céphalons et pygidiums provenant :

- de la localité type (coll. Villebrun, n° H 55 et H 56),
- de Villerembert (récolte personnelle),
- de Saint Nazaire de Ladarez (coll. C. et G.).

Description.

Céphalon modérément convexe, de contour très arrondi. Glabellle très arrondie, mesurant un peu plus de la moitié de la longueur totale. Cette glabellle porte un nodule net en son centre. Bordure assez étroite.

Pygidium de forme subrectangulaire, largement arrondi en arrière. Bordure s'élargissant en arrière. Rachis mesurant environ la moitié de la longueur totale, rétréci en arrière. Le second segment porte un tubercule allongé. Il n'y a pratiquement pas de trace d'épine latérale.

Observations.

Howell a réuni, probablement avec raison, le céphalon et le pygidium surtout pour une raison de fréquence (il s'agit de la forme la plus commune dans le niveau). Toutefois, aucun spécimen n'a été recueilli entier dans la Montagne Noire.

Trinodus elliptifrons Tjernvik, 1956, de Scandinavie, ne semble présenter aucune différence. Le fait que cette forme soit représentée par des spécimens entiers renforce l'assimilation à une même espèce du céphalon et du pygidium de *T. chinianensis*.

TRINODUS CORPULENTUS Howell, 1935

(Pl. VI, fig. 6; Pl. VII, fig. 10?)

1935. *Trinodus corpulentus* Howell, p. 234, Pl. 23, fig. 14.

Holotype : Le pygidium figuré par Howell et refiguré ici. Nodules de l'Arénigien inférieur (niveau g) Saint Chinian, coll. Azaïs, Fac. Sc. Montpellier, n° H 57.

Matériel : Un autre pygidium. Saint Nazaire de Ladarez, même niveau. Coll. C. et G., n° O 616.

Description.

Pygidium de très forte convexité. Axe petit, très convexe, avec deux forts sillons transversaux. Gros nodule allongé au centre du second segment. Portions latérales de très forte convexité, limitées par un fort bourrelet. Une paire de pointes latérales aiguës.

Observations.

Ce pygidium appartient probablement à l'une des espèces décrites ci-dessus et connues seulement par le céphalon. On pourrait être tenté de le rattacher à *Trinodus oviformis* en raison de la forte convexité, mais il ne s'agit que d'une hypothèse sans preuve.

Extension.

N'est connu que dans le niveau g.

TRINODUS CAUNESSENSIS nov. sp.

(Pl. VI, fig. 8, 9, 11; Pl. VII, fig. 1 à 5)

Holotype : Le spécimen entier, enroulé, figuré Pl. VII. Coll. C. et G.

Localité type : Fédou.

Niveau type : Nodules terreux du Trémadocien supérieur (niveau e).

Matériel : Plusieurs céphalons et pygidiums provenant de la localité type de Caunes-Minervois (W de N.D. de Cros). Coll. C. et G. et récoltes personnelles.

Description.

Céphalon allongé, elliptique. Glabellle longue (presque les deux tiers de la longueur du céphalon) rétrécie en avant avec un nodule médian net. Bordure de largeur moyenne, bien limitée (3, fig. 5).

Thorax à deux segments, très mal conservé dans le seul spécimen entier.

Pygidium allongé, avec un axe très long, légèrement rétréci en arrière. Deux segments peu marqués, le second portant un nodule net.

Bordure large. Pas d'épines postérolatérales franches, mais un élargissement de la bordure à ce niveau.

Extension.

Cette espèce n'est connue que dans le niveau e.

TRINODUS FEDOUENSIS nov. sp.

(Pl. VI, fig. 10)

Holotype : Le céphalon figuré. Récolte personnelle.

Localité type : Fédou.

Niveau type : Nodules terreux du Trémadocien supérieur (niveau e).

Matériel : Seul l'holotype est connu.

Description.

Céphalon plus long que large. Glabelle courte (à peine plus de la moitié de la longueur totale). Partie périglabellaire très convexe. Bordure étroite, sans pointes postérolatérales (2, fig. 5).

Observations.

Cette espèce, proche de *Trinodus chinianensis*, de l'Arénigien inférieur, s'en distingue par sa glabelle plus courte et plus étroite. Elle est très différente de *Trinodus caunesensis*, seule espèce de *Trinodus* connue dans ce niveau et, malgré l'insuffisance du matériel, il nous a semblé utile de l'individualiser.

Remarque

Nous n'avons eu qu'après dépôt du manuscrit connaissance de l'article de Pek : Agnostid trilobites of the central Bohemian ordovician. *Sborn. geol. ved.*, 1977, 19, p. 7-44, 12 pl., 11 fig. La lecture de ce travail nous amène à faire deux remarques :

— *Leiagnostus franconicus*, des couches de Milina, semble bien identique aux formes décrites sous ce nom dans le Trémadocien inférieur de la Montagne Noire.

— *Geragnostus splendens* (Holub, 1912), décrit en Bohême à partir d'un matériel restreint (deux spécimens) de l'Arénigien (Klabava formation, faciès des couches à *Euloma*), semble entrer dans la marge de variation de *Geragnostus mediterraneus* Howell, 1935. Cette dernière espèce tomberait donc en synonymie, ayant été décrite postérieurement. Il pourrait en être de même de *Geragnostus occitanicus* Howell, 1935 si le concept d'espèce biologique, avec dimorphisme sexuel, se trouvait confirmé.

Ces observations confirment les relations entre la Bohême et la Montagne Noire à l'Arénigien inférieur et au Trémadocien.

Nous remercions M. Pek de nous avoir communiqué son travail.

(Note ajoutée en cours d'impression).

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BABIN Cl. (1977). — Etude comparée des genres *Babinka* Barrande et *Coxiconcha* Babin (Mollusques bivalves de l'Ordovicien). Intérêt phylogénique. *Geobios.*, Lyon, 69 p., 5 pl., 9 fig.
- 2) BARRANDE J. (1868). — Faune silurienne des environs de Hof en Bavière. 110 p., 1 pl.
- 3) BERGERON J. (1889). — Etude géologique du massif ancien situé au sud du plateau central. 361 p., 8 pl., 1 carte. Masson, éd.
- 4) CAPERA J.C. et COURTESSOLE R. (1974). — Contribution à la paléontologie et à la stratigraphie du Cambrien moyen et du Trémadocien inférieur des Monts de Lacaune (Versant nord de la Montagne Noire, France). *Bull. Soc. Sc. Nat. Toulouse*, t. 110, fasc. 1-2, p. 93-101, 4 fig.
- 5) CAPERA J.C., COURTESSOLE R. et PILLET J. (1975). — Biostratigraphie de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire (France méridionale). Trémadocien inférieur. *Bull. Soc. Sc. Nat. Toulouse*, t. III, fasc. 3-4, p. 337-380, 4 pl., 14 fig.-texte.
- 6) COURTESSOLE R. (1973). — Le Cambrien de la Montagne Noire. Biostratigraphie. 241 p., 27 pl.
- 7) COURTESSOLE R. et PILLET J. (1975). — Sur deux espèces nouvelles de trilobites du Trémadocien supérieur de la Montagne Noire. *Bull. Soc. Sc. Nat. Anjou*, N.S., IX, p. 65-71, 1 pl., 2 fig.
- 8) COURTESSOLE R. et PILLET J. (1976). — Contribution à l'étude des faunes trilobitiques de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire. Les *Eulominae* et les *Nileidae*. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCV, p. 251-272, Pl. XXIV-XXVII, 3 fig.-texte.

- 9) DEAN W.T. (1966). — The lower ordovician stratigraphy and trilobites of the Landeyran valley and the neighbouring district of the Montagne Noire, southwestern France. *Bull. Brit. Nat. Hist., Geol., G.B.*, t. 12, n° 6, p. 249-353, 21 pl.
- 10) FORTEY R.A. et OWENS R.M. (1975). — Proetida. A new order of trilobites. *Fossils and strata*, 4, p. 227-240, 4 fig.-texte.
- 11) GEZE B. (1949). — Etude géologique de la Montagne Noire et des Cévennes méridionales. *Mém. Soc. géol. France N.S.*, XXIX, fac. 1-3, mém. 62, p. 1-215, Pl. 1-7.
- 12) HOWELL B.F. (1935). — Cambrian and Ordovician trilobites from Hérault, southern France. *Journ. Pal.*, 9, 3, p. 222-238, Pl. 22-23.
- 13) HOWELL B.F., in MOORE R.C. (1959). — *Agnostidae*, in *Treatise on invertebrate paleontology*, part O, Arthropoda, 1.560 p., 415 fig.
- 14) JAEKEL O., (1909). — Ueber die Agnostiden. *Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges.*, 61, p. 380-401.
- 15) KOBAYASHI T. (1939). — On the Agnostids, part. I. Tokyo, *Imp. Univ. Fac. Sc.*, 2, 5, 5, p. 69-198, 1 fig., 1 pl.
- 16) KOBAYASHI T. (1939). — Supplementary notes on the *Agnostida*. *Journ. geol. soc. Japan*, XLVI, 554, p. 577-580.
- 17) LAKE P. (1906-1946). — A Monograph of the british cambrian trilobites. *Paleont. soc. London*, 350 p., 47 pl.
- 18) LU YEN HAO (1975). — Ordovician trilobite faunas of central and southwestern China. *Paleont. sinica*, N.S., n° 11, 463 p., 50 pl.
- 19) MIQUEL J. (1912). — Nouvel essai sur la géologie des terrains primaires du département de l'Hérault. Classification de terrains siluriens. *Bull. Soc. ét. Sc. Béziers*, 34, p. 1-48, 1 pl.
- 20) POMPECKJ J.F. (1902). — Aus dem Tremadoc der Montagne Noire (Süd Frankreich). *Neues Jb. Min.*, Bd. 1, p. 1-8, 2 fig.
- 21) RAUSCHER R. (1968). — Chitinozoaires de l'Arenig de la Montagne Noire (France). *Rev. micropal.*, n° 1, p. 51-60, Pl. 1-3.
- 22) RAUSCHER R. (1969). — Acritarches du Paléozoïque inférieur de la Montagne Noire (France). *Bull. Serv. Carte géol. Als.-Lorr.*, 24, 4, p. 291-296, 1 pl.
- 23) ROBISON R.A. (1975). — Species diversity among agnostoid trilobites. *Fossils and Strata*, n° 4, p. 219-222.
- 24) SDZUY K. (1955). — Die Fauna der Leimitz-Schiefer (Tremadoc). *Abh. senck. naturf. Ges.*, 492, p. 1-74, 8 pl., 48 fig.-texte.
- 25) SDZUY K. (1958). — Fossilien aus dem Tremadoc der Montagne Noire. *Senck. leth.*, 39, 3/4, p. 255-285, 3 pl.
- 26) SHERGOLD J.H. (1977). — Classification of the trilobite. *Pseudagnostus*. *Palaeont.*, vol. 20, part 1, p. 69-100, Pl. 15-16.
- 27) THORAL M. (1935). — Contribution à l'étude géologique des Monts de Lacaune et des terrains cambriens et ordoviciens de la Montagne Noire. *Bull. Serv. carte géol. France*, 192, XXXVIII, n° 92, 320 p., 52 fig., 2 tabl., 5 pl., 1 carte au 1/2.000.000.
- 28) THORAL M. (1935). — Contribution à l'étude paléontologique de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire et révision sommaire de la faune cambrienne de la Montagne Noire, 362 p., 35 pl., 15 fig.-texte. Montpellier, Impr. de la Charité.
- 29) THORAL M. (1941). — Stratigraphie et faciès de l'Arénig languedocien. *Ann. Univ. Lyon*, sect C, fasc. II, p. 99-150, Pl. I.
- 30) THORAL M. (1946). — Cycles géologiques et formations nodulifères de la Montagne Noire. *Nilles arch. Mus. Hist. nat. Lyon*, fasc. 1, 103 p., 16 pl.
- 31) TJERNVIK T.E. (1956). — On the early ordovician of Sweden. Stratigraphy and fauna. *Bull. geol. Inst. Uppsala*, 36, p. 107-284, 11 pl., 45 fig.-texte.
- 32) UBAGHS G. (1969). — *Aethocrinus moorei* Ubaghs n. gen., n. sp., le plus ancien crinoïde dicyclique connu. *Univ. of Kansas*, pap. 38, 25 p., 3 pl., 9 fig.
- 33) UBAGHS G. (1969). — Les échinodermes carpoïdes de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire (France). *C.N.R.S., Cahiers de Paléont.*, 112 p., 17 pl., 41 fig.
- 34) UBAGHS G. (1972). — More about *Aethocrinus moorei* Ubagh, the oldest known dicyclid crinoid. *Journ. pal.*, 46, 5, p. 773-775, 1 fig.-texte
- 35) UBAGHS G. (1972). — Le genre *Balantiocystis* Chauvel dans l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire (France). *Ann. Pal.*, 26 p., 2 pl., 7 fig.
- 36) VANĚK J. (1965). — Die Trilobiten des mittelböhmisches Tremadoc. *Senck. leth.*, 46, n° 4-6, p. 263-308, 5 pl.
- 37) WHITEHOUSE F.W. (1936). — The cambrian of North-Eastern Australia. *Mem. Queensland Mus.*, vol. XI, p. 59-112, Pl.
- 38) WHITTINGTON H.B. (1963). — Middle ordovician trilobites from lower head western Newfoundland. *Bull. Mus. comp. zool. Harvard*, vol. 129, n° 1, p. 1-118, Pl. 1-36.
- 39) WHITTINGTON H.B. (1965). — Trilobites of the ordovician table head formation, western Newfoundland. *Bull. Mus. comp. zool. Harvard*, t. 132, n° 4, 164 p., 68 pl.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche V

- Fig. 1. — *Anglagnostus barroubioensis* Howell, 1935. Holotype. Les Combes de Barroubio. Coll. Miquel. Fac. Sc. Montpellier, n° H 53. Gr. = 8.
- Fig. 2. — *Geragnostus sidenbladhi gallicus* Howell, 1935. Holotype. Même localité, même collection. Gr. = 8.

- Fig. 3. — *Anglagnostus* sp. aff. *barroubioensis* Howell, 1935. Même localité, même collection. Gr. = 8.
- Fig. 4, 12, 13. — *Geragnostus mediterraneus* Howell, 1935. 4. - Spécimen entier. Nodules de l'Arénigien inférieur (niveau h). Villerembert près Caunes-Minervois. Coll. C. et G. Gr. = 6.

12. - Même niveau. Saint Chinian. Coll. Fac. Sc. Montpellier, n° H 46. Gr. = 8.

13. - Holotype. Coll. Villebrun, Fac. Sc. Montpellier, n° H 47. Saint Chinian. Même niveau.

Fig. 5 à 8, 10, 14. — *Geragnostus occitanicus* Howell, 1935.

5-7. - Schistes du Landeyran inférieur (niveau l), Le Foulon. Coll. C. et G. Gr. = 8.

8. - Holotype. Schistes arénigiens de Barroubio. Coll. Miquel, Fac. Sc. Montpellier, n° H 43. Gr. = 10.

10. - Schistes à nodules arénigiens de Saint Chinian. Coll. Miquel, Fac. Sc. Montpellier. Gr. = 10.

14. - Même niveau, même collection. Gr. = 10.

Fig. 9. — *Anglagnostus ? pradesensis* nov. sp. Holotype. Nodules siliceux de l'Arénigien inférieur (niveau h). La Borie des Pierrils, Prades sur Vernazobre. Coll. Abaille, Fac. Sc. Montpellier. Gr. = 10.

Fig. 11 et 15 — *Geragnostus howelli* nov. sp.

11. - Nodules siliceux de l'Arénigien inférieur (niveau f). Villerembert près Caunes-Minervois. Gr. = 8.

15. - Holotype. Caunes-Minervois, ruisseau des Lavandières, rive droite. Gr. = 12.

Fig. 16. — *Homagnostoides ferralsensis* (Bergeron, 1889). Nodules siliceux de l'Arénigien inférieur (niveau f). Route de Félines à Ventajou. Coll. C. et G. Gr. = 10.

Planche VI

Fig. 1 à 3 et 15. — *Trinodus chinianensis* Howell, 1935.

1. - Holotype. Nodules siliceux de l'Arénigien inférieur de Saint Chinian. Coll. Villebrun, Fac. Sc. Montpellier, n° H 54 (niveau h). Gr. = 10.

2-3. - Même localité, même collection, n° H 55 et H 56. Gr. = 10.

15. - Même niveau, Caunes-Minervois, NE de Villerembert. Récolte personnelle. Gr. = 10.

Fig. 4-5. — *Trinodus abruptus* Howell, 1935.

4. - Nodules siliceux de l'Arénigien inférieur (niveau h). Saint Chinian. Coll. Villebrun, Fac. Sc. Montpellier, n° H 59. Gr. = 10.

5. - Holotype. Même localité, même niveau, même collection, n° H 58. Gr. = 10.

Fig. 6. — *Trinodus corpulentus* Howell, 1935. Holotype. Nodules siliceux de l'Arénigien inférieur (niveau h). Saint Chinian. Coll. Azais, Fac. Sc. Montpellier, n° H 57. Gr. = 10.

Fig. 7. — *Trinodus oviformis* Howell, 1935. Holotype. Nodules siliceux de l'Arénigien inférieur (niveau h). Saint Chinian. Coll. Villebrun, Fac. Sc. Montpellier, n° H 60. Gr. = 10.

Fig. 8, 9, 11. — *Trinodus caunesensis* nov. sp. Nodules terreux du Trémadocien supérieur (niveau e).

8. - Caunes-Minervois, W de N.D. de Cros. Coll. C. et G. Gr. = 10.

9 et 11. - Fédou, récolte personnelle. Gr. = 10.

Fig. 10. — *Trinodus fedouensis* nov. sp. Holotype. Nodules terreux du Trémadocien supérieur (niveau e). Fédou. Récolte personnelle. Gr. = 10.

Fig. 12. — *Geragnostus mediterraneus* Howell, 1935. Nodules siliceux de l'Arénigien inférieur (niveau h). Saint Chinian. Coll. Villebrun, Fac. Sc. Montpellier, n° H 52. Gr. = 10.

Fig. 13-14. — *Leiagnostus franconicus* Sdzuy, 1955. Schistes à *Paraeuloma (Proteuloma) geinitzi*, Trémadocien inférieur (niveau c). Col de Coustel. Coll. C. Gr. = 10.

Planche VII

Fig. 1 à 5. — *Trinodus caunesensis* nov. sp. Holotype. Spécimen entier, enroulé. Nodules terreux du Trémadocien supérieur (niveau e). Fédou. Coll. C. et G. Gr. = 10.

Fig. 6 à 9, 16. — *Geragnostus occitanicus* Howell, 1935. 6 à 8. - Caramaou. Coll. Abaille, Fac. Sc. Montpellier (niveau inconnu). Gr. = 10.

9. - Saint Nazaire de Ladarez (niveau l). Coll. C. et G., n° O 605. Gr. = 8.

16. - Villerembert près Caunes-Minervois, pt 16. Coll. C. et G., n° O 299. Gr. = 8.

Fig. 10. — *Trinodus aff. corpulentus* Howell, 1935. Saint Nazaire de Ladarez (niveau g). Coll. C. et G., n° O 616.

Fig. 11 à 13. — *Anglagnostus ? lacaunensis* (Capéra, Courtessole et Pillet, 1975). Couches à *Paraeuloma (Proteuloma) geinitzi*. Trémadocien inférieur (niveau c). Monts de Lacaune, route de Coustel à Arnac.

11 et 12. - Pygidiums.

13. - Céphalon associé à *Leiagnostus franconicus*. Gr. = 10.

Fig. 14-15. — *Homagnostoides ferralsensis* (Bergeron, 1889).

14. - Le Merlaux, pt 19. Nodules siliceux de l'Arénigien inférieur (niveau f). Coll. C. et G., n° O 261. Gr. = 10.

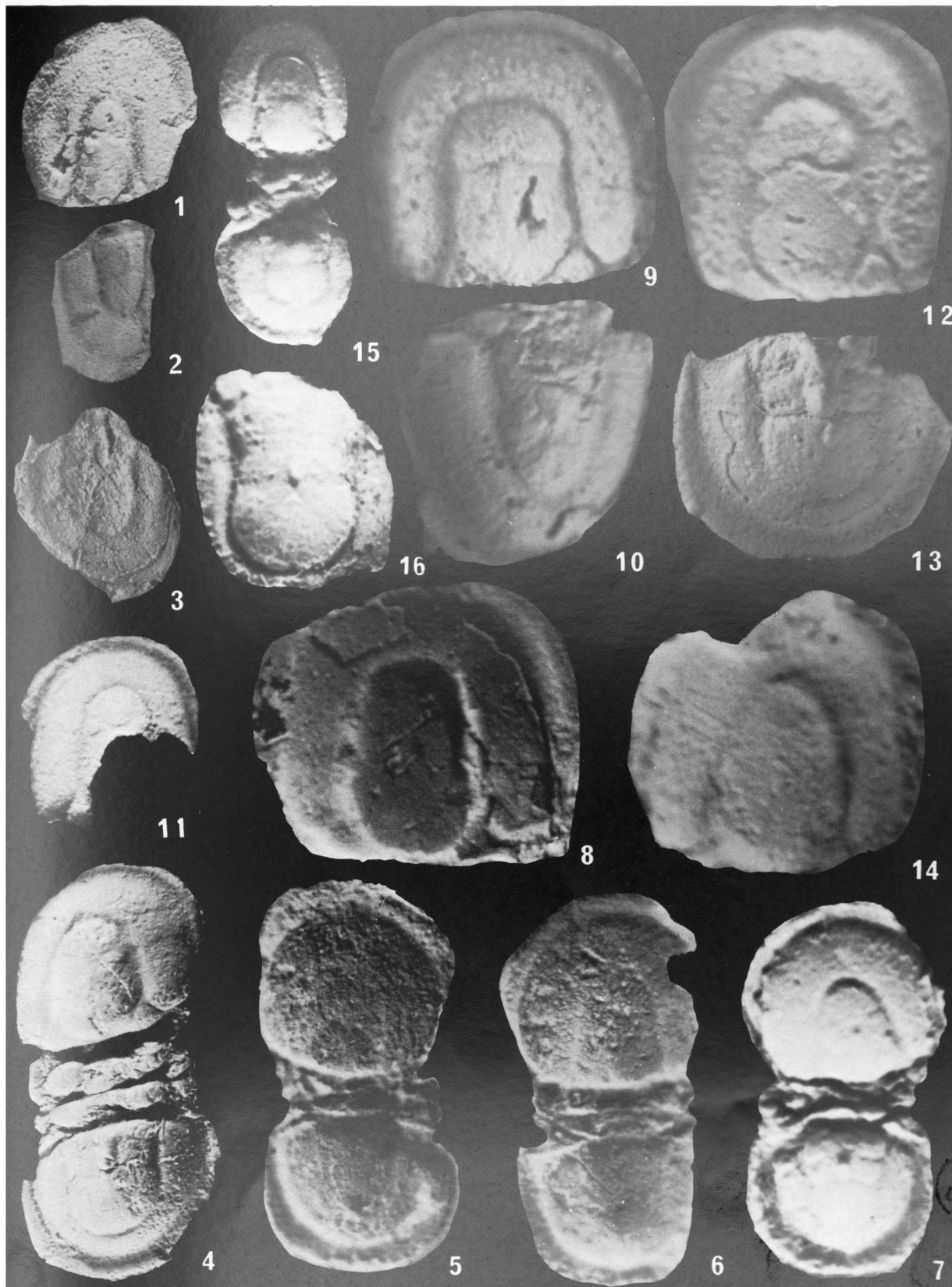
15. - N de Félines-Minervois, pt 21. Même niveau. Coll. C. et G., n° O 628. Gr. = 10.

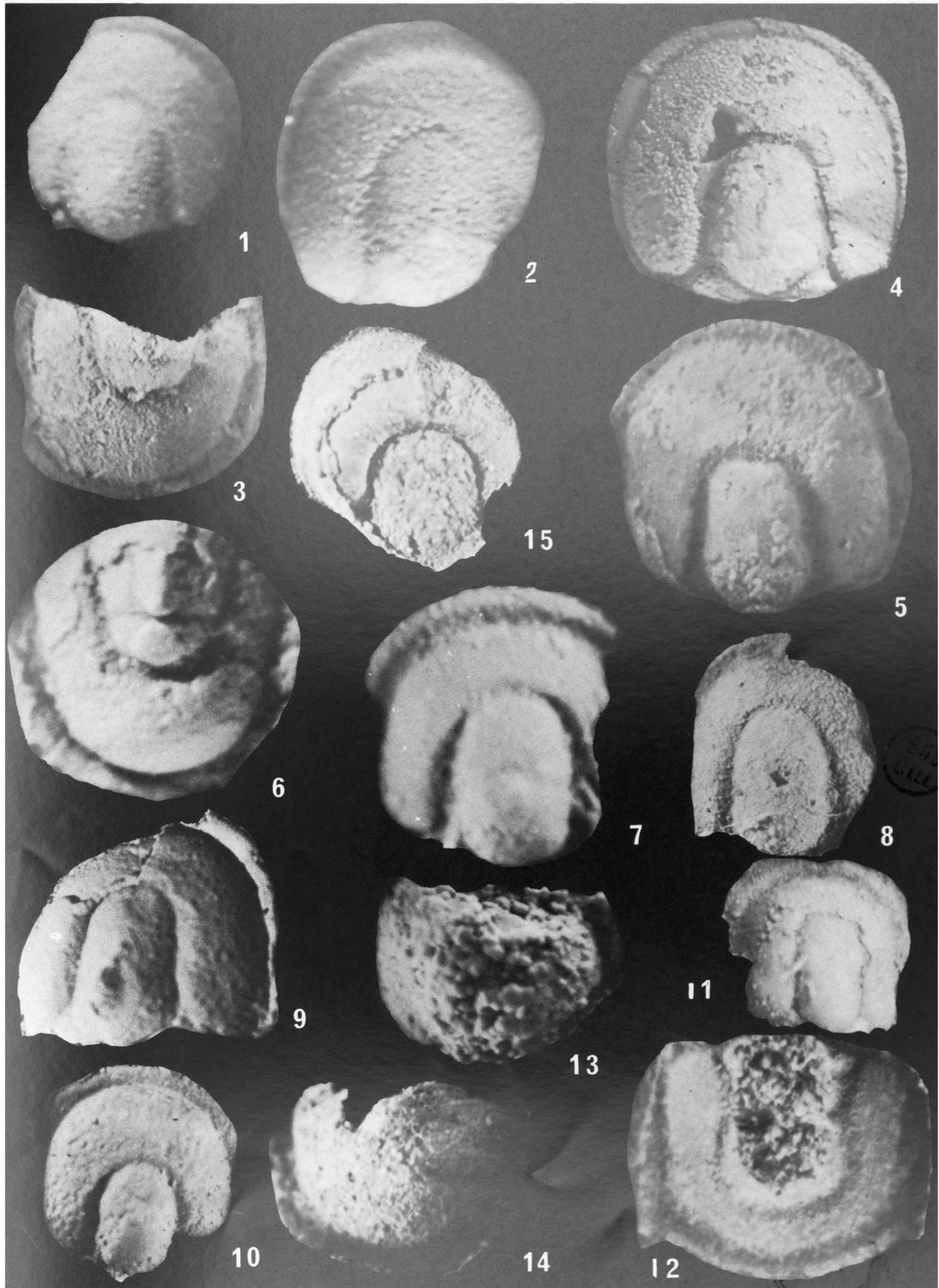
Fig. 17-18. — *Geragnostus mediterraneus* Howell, 1935. Nodules siliceux de l'Arénigien inférieur (niveau h).

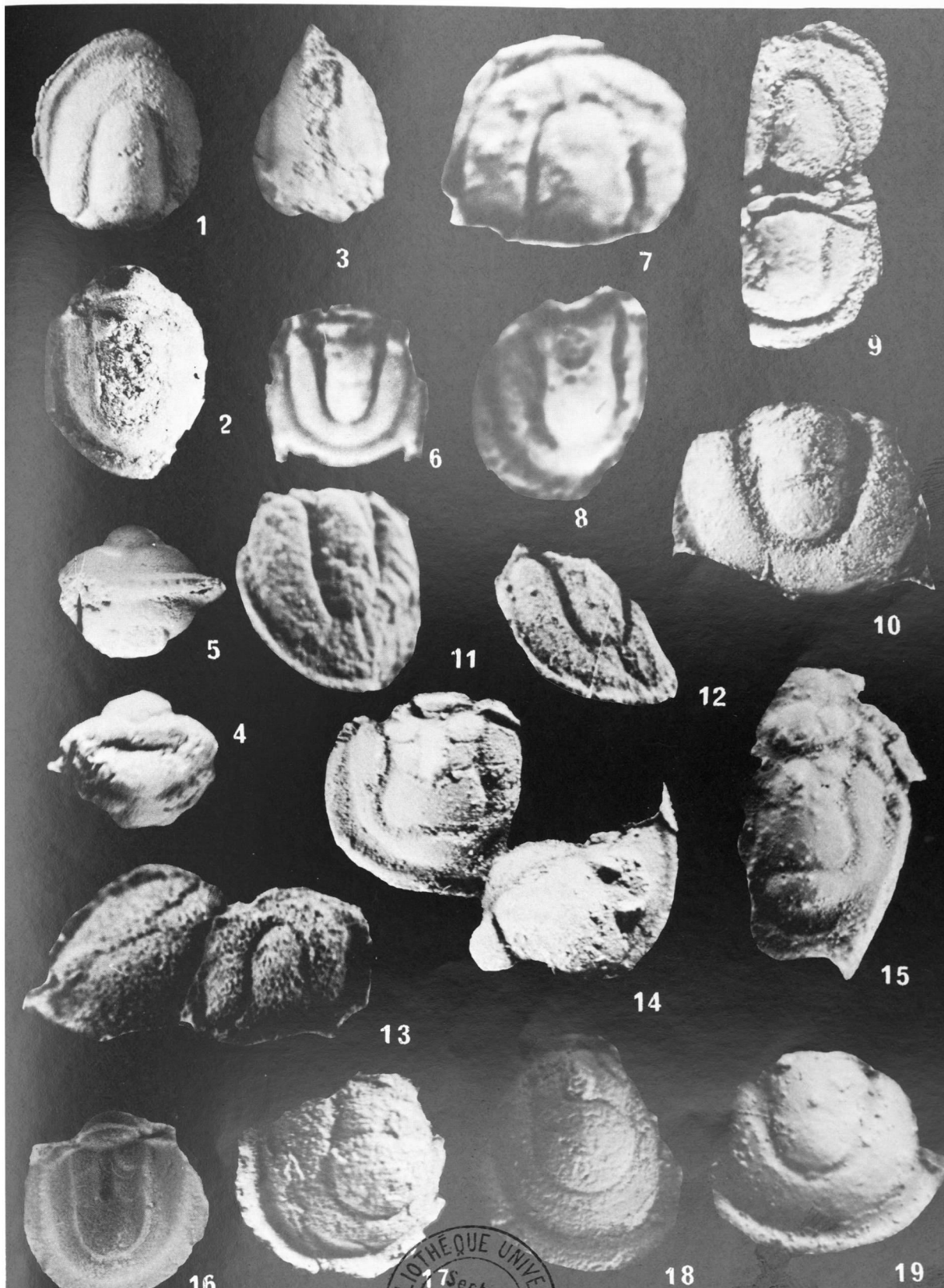
17. - Caunes-Minervois (Villerembert), pt 5. Gr. = 8.

18. - Même localité. Coll. C. et G., n° O 638. Gr. = 10.

Fig. 19. — *Trinodus chinianensis* Howell, 1935. Nodules siliceux de l'Arénigien inférieur (niveau h). Caunes-Minervois (Villerembert). Coll. C. et G., n° O 620. Gr. = 10.







ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Liste des fascicules disponibles en vente séparée jusqu'à épuisement du stock (*)

			Le fascicule
Tome IX	(1881-82)	..... fascicules 1, 2, 4 et 5	44,00 F.
Tome XI	(1883-84)	..... fascicules 1, 4	58,00 F.
Tome XIII	(1885-86)	..... fascicules (1-2), 3, 4, 6	44,00 F.
Tome XIV	(1886-87)	..... fascicules 1, (2-3), 4	58,00 F.
Tome XV	(1887-88)	..... fascicules 1, 2, (5-6)	58,00 F.
Tome XVI	(1888-89)	..... fascicules 1, 5, 6	44,00 F.
Tome XVII	(1889-90)	..... fascicules 4, 5, 6	44,00 F.
Tome XVIII	(1890)	..... fascicule 3	58,00 F.
Tome XIX	(1891)	..... fascicules 2, (3-4), (5-6)	58,00 F.
Tome XXII	(1894)	..... fascicule 3	58,00 F.
Tome XXIII	(1895)	..... fascicules 1, 4	58,00 F.
Tome XXVI	(1897)	..... fascicules 1, 2, 4	58,00 F.
Tome XXVII	(1898)	..... fascicules 3, 4	58,00 F.
Tome XXVIII	(1899)	..... fascicules 1, 3, 4	58,00 F.
Tome XXIX	(1900)	..... fascicules 2, 4	58,00 F.
Tome XXX	(1901)	..... fascicules 1, 2, 3, 5	44,00 F.
Tome XXXI	(1902)	..... fascicules 1, 3, 4	58,00 F.
Tome XXXII	(1903)	..... fascicules 1, 2, 4	58,00 F.
Tome XXXIII	(1904)	..... fascicules 2, 3	58,00 F.
Tome XXXIV	(1905)	..... fascicules 1, 2, 4	58,00 F.
Tome XXXV	(1906)	..... fascicule 4	58,00 F.
Tome XXXVI	(1907)	..... fascicule 4	58,00 F.
Tome XXXVII	(1908)	..... fascicules 2, 3, 4	58,00 F.
Tome XXXVIII	(1909)	..... fascicules 2, 3, 4	58,00 F.
Tome XL	(1911)	..... fascicules 3, 4	58,00 F.
Tome XLI	(1912)	..... fascicules 1, 2, 4	58,00 F.
Tome XLII	(1913)	..... fascicules 3, 4	58,00 F.
Tome XLIII	(1914)	..... fascicules 2, (3-4)	68,00 F.
Tome XLV	(1920)	..... fascicule 2	58,00 F.
Tome XLIX	(1924)	..... fascicules 1, 3	68,00 F.
Tome L	(1925)	..... fascicule 2	104,00 F.
Tome LI	(1926)	..... fascicules 2, 3, 4	58,00 F.

(*) Les Annales de la Société géologique du Nord sont normalement en vente par tomes entiers (voir tarif couverture). Cependant, un certain nombre de fascicules sont actuellement disponibles et seuls vendus séparément. Selon la décision du Conseil du 11 avril 1974, leur prix varie en fonction de celui du volume complet.

			Le fascicule
Tome LII	(1927)	..... fascicule 1	87,00 F.
Tome LIII	(1928)	..... fascicule 2	58,00 F.
Tome LIX	(1934)	..... fascicules 2, 3	68,00 F.
Tome LX	(1935)	..... fascicule 2	104,00 F.
Tome LXI	(1936)	..... fascicule 2	104,00 F.
Tome LXII	(1937)	..... fascicule 1	104,00 F.
Tome LXIII	(1938)	..... fascicule 2	104,00 F.
Tome LXIV	(1939)	..... fascicule 2	104,00 F.
Tome LXVI	(1946)	..... fascicule 2	104,00 F.
Tome LXVII	(1947)	..... fascicule 2	104,00 F.
Tome LXVIII	(1948)	..... fascicules 1, 3	68,00 F.
Tome LXIX	(1949)	..... fascicule 2	104,00 F.
Tome LXXI	(1951)	..... fascicules 2, 3	68,00 F.
Tome LXXIV	(1954)	..... fascicules 1, 3	68,00 F.
Tome LXXV	(1955)	..... fascicules 2, 3	68,00 F.
Tome LXXVI	(1956)	..... fascicules 1, 2	68,00 F.
Tome LXXVIII	(1958)	..... fascicules 2, 3	68,00 F.
Tome LXXIX	(1959)	..... fascicules 1, 2	68,00 F.
Tome LXXX	(1960)	..... fascicules 2, 4	58,00 F.
Tome LXXXI	(1961)	..... fascicules 1, 2	68,00 F.
Tome LXXXII	(1962)	..... fascicules 2, 3, 4	58,00 F.
Tome LXXXIII	(1963)	..... fascicules 2, 3, 4	58,00 F.
Tome LXXXIV	(1964)	..... fascicules 2, 3, 4	58,00 F.
Tome LXXXV	(1965)	..... fascicules 3, 4	58,00 F.
Tome LXXXVI	(1966)	..... fascicules 1, 2, 3	65,00 F.
Tome LXXXVII	(1967)	..... fascicules 1, 2, 3	65,00 F.
Tome LXXXVIII	(1968)	..... fascicules 1, 2, 4	65,00 F.
Tome LXXXIX	(1969)	..... fascicules 1, 2, 4	65,00 F.
Tome XC	(1970)	..... fascicules 2, 3, 4	65,00 F.
Tome XCI	(1971)	..... fascicule 4	65,00 F.
Tome XCII	(1972)	..... fascicules 1, 2, 3	65,00 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, Etude géologique des Dinarides le long de la transversale Split-Karlovac (Yougoslavie)	130,00 F.
Publication N° 2. — J. CHARVET, Etude géologique des Dinarides de la côte dalmate au bassin pan- nonique : le profil Mostar-Sarajevo-Tuzla (Yougoslavie) (sous presse)	150,00 F.

Étude géologique des Dinarides le long de la structure transversale Split-Karlovac (Yougoslavie)

par **Jean CHOROWICZ**

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

PUBLICATION N° 1

331 pages avec nombreuses figures
10 planches photographiques hors-texte
1 carte géologique au 1/200.000

PRIX DE VENTE : 130,00 F.

au siège de la S.G.N., B.P. 36, 59650 Villeneuve d'Ascq

Cette importante contribution intéresse un secteur des Dinarides externes compris entre l'Adriatique et le Bassin Pannonique du méridien de Split.

Après un aperçu historique bibliographique, la deuxième partie de l'ouvrage est consacrée à une description stratigraphique très complète accompagnée de profils et tableaux synthétiques.

Le troisième chapitre, consacré à la tectonique, met en évidence le rôle tectonique de la structure transversale et comporte une abondante illustration.

Enfin, la dernière partie du travail retrace l'évolution paléogéographique et replace la ligne structurale Split-Karlovac dans un contexte de tectonique globale permettant de proposer une interprétation originale des rapports entre les éléments du système alpine-carpatho-dinarique.

MEMOIRES DE LA SOCIETE GEOLOGIQUE DU NORD

Tome I :

Mémoire N° 1. - Ch. BARROIS, <i>Recherches sur le terrain crétacé de l'Angleterre et de l'Irlande</i> , 1876, 232 p.	336,00 F.
Mémoire N° 2. - P. FRAZER, <i>Géologie de la partie Sud-Est de la Pensylvanie</i> , 1882, 178 p.	252,00 F.
Mémoire N° 3. - R. ZEILLER, <i>Mémoire sur la flore houillère des Asturies</i> , 1882, 24 p.	36,00 F.

Tome II. — Ch. BARROIS, *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice*, 1882 épuisé

Tome III. — Ch. BARROIS, *Faune du Calcaire d'Erbray*, 1889 épuisé

Tome IV :

Mémoire N° 1. - J. GOSSELET, <i>Etude sur les variations du Spirifer Verneuilli</i> , 1894, 63 p., 7 pl.	90,00 F.
Mémoire N° 2. - L. CAYEUX, <i>Etude micrographique des terrains sédimentaires</i> , 590 p., 10 pl.	épuisé

Tome V. — M. LERICHE, *Etude des Poissons fossiles du Nord de la France et régions voisines*, 1906 .. épuisé

Tome VI :

Mémoire N° 1. - P. BERTRAND, <i>Etude du stipe de l'Adelophyton jutieri</i> B. Renault, 1907, 38 p., 4 pl.	85,00 F.
Mémoire 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.
Mémoire 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 :

Mémoire N° 1. - P. BERTRAND, <i>Etude des Stipes d'Asterochloena laxa Stenzel</i> , 1911, 72 p., 6 pl.	102,00 F.
Mémoire N° 2. - A. CARPENTIER, <i>Contribution à l'étude du Carbonifère du Nord de la France</i> , 1913	épuisé

Tome VIII :

Mémoire N° 1. - G. DUBOIS, <i>Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France</i> , 1923	épuisé
Mémoire 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 :

Mémoire N° 1. - G. DUBAR, <i>Etude sur le Lias des Pyrénées françaises</i> , 1925, 332 p., 7 pl.	432,00 F.
Mémoire N° 2. - Dom Grégoire FOURNIER et P. PRUVOST, <i>Description des poissons élasmodontes du marbre noir de Denée</i> , 1926, 23 p., 6 pl.....	96,00 F.

Tome X :

Mémoire N° 1. - A. CARPENTIER, <i>la flore wealdienne de Féron-Glaçon (Nord)</i> , 1927	épuisé
Mémoire 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 XI. — A. DUPARQUE, *Structure microscopique des charbons du Bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais*, 1934 épuisé

Tome XII. — D. LE MAITRE, *Etude sur la Faune des Calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis*, 1934, 268 p., 18 pl. 336,00 F.

Tome XIII. — P. BRICHE, P. DANZE-CORSIN et J.P. LAVEINE, *Flore infraliasique du Boulonnais (Macro- et Microflore)*, 1963, 145 p., 11 pl. 252,00 F.

Tome XIV. — G. WATERLOT, *Les Gigantotrachés du Siluro-Dévonien de Liévin*, 1966, 23 p., 5 pl. 84,00 F.

Tome XV. — J. MANIA, *Gestion des Systèmes aquifères. Application au Nord de la France (sous presse)* 150,00 F.

ESQUISSE GEOLOGIQUE DU NORD DE LA FRANCE

par J. GOSSELET

Fascicule I (Terrains primaires), Fascicule II (Terrains secondaires), Fascicule III (Terrains tertiaires) épuisés
Fascicule IV (Terrains quaternaires) 29,00 F.

Carte géologique du Département du Nord au 1/320 000° (par J. GOSSELET, M. LERICHE, H. DOUXAMI) 42,00 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

1^{er} trimestre

	Pages
J. DIDON et B. HOYEZ. — Le Numidien dans l'arc bético-rifain : hypothèses sur sa mise en place sédimentaire et tectonique	9
Cl. GUERNET. — Contribution à l'étude de l'édifice tectonique égéen : l'exemple de l'Eubée	25
F. AMEDRO et F. ROBASZYNSKI. — <i>Peroniceras</i> , faunes et microfaunes associées dans le Nord de la France. Comparaison de quelques sections dans le Turonien - Coniacien	35
J.M. DEGARDIN. — Etude stratigraphique et paléogéographique du Silurien de la région de Benasque (Pyrénées Centrales espagnoles)	51
R.H. WAGNER. — The Valdeinfierno sequence (prov. Córdoba) : its tectonic, sedimentary and floral significance	59
J.C. CAPERA, R. COURTESOLE et J. PILLET. — Contribution à l'étude de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire. Biostratigraphie et révision des <i>Agnostida</i>	67