

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome CIII

1983

4^{me} trimestre

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

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

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

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

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

Avertissement

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

Tirages à part

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

Cotisations et Abonnements (à la date du 1^{er}-1-1983)

	QUALITE	COTISATION	ABONNEMENT aux Annales	TOTAL
FRANCE et BENELUX	Personnes physiques (2)	25,00 F	120,00 F	145,00 F
AUTRES PAYS	Personnes physiques	25,00 F	135,00 F	160,00 F

Abonnement des non-membres : FRANCE : 270,00 F H.T. — ETRANGER : 315,00 F

Pour tous renseignements et règlements, s'adresser à : Secrétariat S.G.N., Sciences de la Terre,
59655 Villeneuve d'Ascq Cedex — 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 LXXIX (manquent I, II, V à IX, XVI, XXII, XXXIV à XXXVI, XXXIX à XLIII, XLV, XLVII à LVIII)	190,00 F H.T.
Tomes LXXX à XCV (manque XCI)	246,00 F H.T.
Tomes XCVI et suivants	270,00 F H.T.

(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 (60,00 F).

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome CIII

1983

4^{me} trimestre

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 1983 —

<i>Président</i>	M. J. CHARVET
<i>Premier Vice-Président</i>	M. V. PRUDHOMME
<i>Vice-Présidents</i>	M. M. WATERLOT M. F. ROBASYNSKI
<i>Secrétaire</i>	M. J.M. DÉGARDIN
<i>Secrétaire-Adjoint</i>	M. J. FERRIÈRE
<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. B. CLÉMENT J. CHALARD H. CHAMLEY M. J. LEPLAT M. F. THIEBAULT M ^{lle} D. BRICE

COMITE DE LECTURE

— 1983 —

M^{me} Paule CORSIN, Directeur de la publication
M. J.M. CHARLET
M. Ch. DELATTRE
M. P. CELET
M. I. GODFRIAUX

A N N A L E S
D E L A
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

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

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

Compte rendu de l'activité de la Société

SEANCE ORDINAIRE DU 2 MARS 1983

Présidence de M. J. CHARVET, Président

Le Président J. CHARVET présente à l'Assemblée une conférence intitulée :
Sur l'importance de la tectonique de nappes au Japon central et méridional.

Communication orale

A. BONTE et J. DIDON. — La structure cone-in-cone dans les pélites à phanites de Melloussa, Tanger (Maroc).

SEANCE ORDINAIRE DU 4 MAI 1983

Présidence de M. J. CHARVET, Président

Monsieur le Président fait part du décès du Professeur P. CORSIN, décédé le 25 avril 1983, à l'âge de 78 ans.

Il fait ensuite procéder à l'élection d'un nouveau membre :

M. DESCOTE Jean-Louis, Enseignant, 1456, Route Nationale, les Ridens, à Sangatte 62100 Calais, présenté par MM. V. Prudhomme et M. Debuyser.

Une conférence est présentée par Monsieur G. TAMAIN :

Occurrences d'or et d'argent panafricaines de l'Anti-Atlas (Maroc).

Communications orales

- L. BELTAN. — A propos d'un poisson volant biplan de l'Eotrias du NW de Madagascar : *Icarealcyon malagasium* Beltan (*).
- C. DURMISHI, E. MERIAUX et Y. CHAMPETIER. — Etude pétrographique préliminaire des lignites brillants de Tepelene (Albanie).

SEANCE SPECIALISEE DES 9-10 JUIN 1983

Présidence de M. J. CHARVET, Président

La séance spécialisée a eu lieu dans les locaux de l'Université d'Orléans les 9 et 10 juin 1983, sur le thème : *Tectonique cassante en distension et coulissement*. Elle rassemblait cent cinquante participants qui ont assisté à la présentation des notes suivantes (**):

- J. LAMEYRE, R. BLACK, B. BONIN et A. GIRET. — Les provinces magmatiques de l'Est américain, de l'Ouest africain et des Kerguelen. Indications d'un contrôle tectonique et d'une initiation superficielle du magmatisme intraplaque et des processus associés.
- M. OHNENSTETTER. — Les processus d'ouverture des bassins ophiolitiques : le rôle des décrochements.
- J. PAMIC. — Permo-Triassic rift faulting and magmatism of the Dinarides.
- A. POUCKET et A. DURAND. — Structures cassantes cénozoïques d'après les phénomènes volcaniques et néotectoniques au nord-ouest du lac Tchad (Niger oriental).
- M. HUCHER et J. GROLIER. — Les théories classiques du cisaillement et de la fissuration.
- J. RISS, P. DAUDON et J. GROLIER. — Les méthodes de la stéréologie appliquées à l'analyse linéaire.
- M. JEBRAK, J. LHEGU et J.C. TOURAY. — Filons en décrochement et en extension. Deux familles de filons à F-Ba-Pb-Zn des hercynides françaises et marocaines.
- D. BONIJOLY et C. CASTAING. — Fracturation et genèse des bassins stéphaniens du Massif Central français en régime compressif.
- J.P. GELARD. — Réflexions sur la mise en place des bassins houillers du Nord du Massif Central et sur la structure de leur remplissage.
- J. ROLET. — Graben losangiques (pull-apart) en régime de décrochement. Le rôle des coulissements hercyniens dans l'individualisation des bassins carbonifères du Massif Armoricaïn.
- T. VILLEMIN, J. ANGELIER et F. BERGERAT. — Tectonique en extension et subsidence dans le Nord-Est de la France.
- D. BUREAU. — Dynamique structurale : l'exemple des blocs basculés de l'Est algérien.
- G. NICOUD. — Incidences de la fracturation récente sur la répartition des dépôts pléistocènes de l'avant-pays savoyard et la Combe de Savoie.
- A.J. SMITH. — Structural evolution of the English Channel region.
- F. BERGERAT, J. GEYSSANT et C. LEPVRIER. — Etude de la fracturation dans le bassin pannonien : mécanismes et étapes de sa création.
- N. LYBERIS, S. LALLEMANT et F. THIEBAULT. — La structure transverse Nord-maniote et la déformation (depuis le Miocène supérieur) du Péloponnèse dans le cadre de l'arc égéen externe.

(*) Note publiée dans le fascicule 1 du tome CIII.

(**) Notes publiées dans les fascicules 2 et 3 du tome CIII.

- J. FERRIERE. — Rôle des failles en distension et coulissement dans l'évolution paléogéographique et tectonique des Hellénides internes de Grèce continentale centrale (massifs de l'Othrys et du Pélion).
- J.P. BRETON, J.M. BROSSE, C. CAVELIER, J. FOURNIGUET, M. LE NINDRE, J. MANIVIT, D. VASLET et P.L. VINCENT. — Evolution structurale des grabens du centre de l'Arabie du Crétacé au Quaternaire.
- T. CALMUS. — Décrochement senestre sud-haïtien : analyses et conséquences paléogéographiques dans la région de Camp-Perrin (Massif de Macaya, presqu'île du Sud d'Haïti).
- B. VAN DEN BERGHE. — Décrochement senestre sud-haïtien : analyses structurales dans le Massif de La Selle-Baoruco (presqu'île du Sud d'Hispaniola, Grandes Antilles).
- T.R. BRUNS, R. von HUENE, P.R. CARLSON and G. KELLER. — The eastern Gulf of Alaska trans-current plate boundary and the migration of terranes.
- C. LEPVRIER et J. GEYSSANT. — Tectonique cassante et champs de contrainte tertiaires le long de la marge en coulissement du Spitsberg : corrélations avec les mécanismes d'ouverture de la mer de Norvège-Groënland.
- L. JOLIVET et J.P. CADET. — Mouvements décrochants, structuration et limite de plaques dans l'île d'Hokkaido (Japon septentrional).
- P. HUCHON. — Tectonique de la zone transformante du fossé de Sagami (Japon).
- J. CHARVET et M. FAURE. — Orogenèse mésozoïque, microblocs et déplacements longitudinaux sénestres dans le Japon Sud-Ouest.
- A. NUR. — Oceanic plateaus and accreted terranes : the view from Western North America.

SEANCE ORDINAIRE DU 2 NOVEMBRE 1983

Présidence de M. J. CHARVET, Président

Monsieur J.M. DEGARDIN ouvre la séance en adressant ses félicitations à certains membres qui se sont vus remettre des distinctions honorifiques. Il s'agit de :

- Monsieur J. CHARVET, auquel a été attribué le Prix Jules Gosselet de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts, de Lille.
- Mademoiselle Cl. BROUSMICHE, qui a obtenu le Prix Paul Bertrand de cette même Société.
- Monsieur J.P. LAVEINE, qui a reçu le Prix Paul Bertrand de l'Académie des Sciences.

A tous ces lauréats, la Société Géologique du Nord adresse ses sincères félicitations.

Monsieur CHARVET invite l'Assemblée à élire un nouveau membre :

M. DURMISHI C., Laboratoire de Pétrologie sédimentaire, Faculté de Tirana (Albanie), présenté par MM. Ch. Delattre et E. Mériaux.

Communications orales

- D. BRICE, A. CHARRIERE, J. DROT et S. REGNAULT. — Mise en évidence, par des faunes de Brachiopodes, de l'extension des formations dévoniennes dans la boutonnière d'Immouzer du Kandar (Sud de Fès, Maroc).
- D. BOULANGER, M. LARHZAL et N. BEUN. — Le gypse de la région de Safi (Maroc) : géologie et sédimentologie (***)
- P. COSSEMENT, H. CHAMLEY et L. PASTOURET. — Observations sur la sédimentation en Mer d'Alboran (Méditerranée occidentale) durant le Quaternaire supérieur (*).

(*) Note à paraître dans un prochain fascicule.

SEANCE ORDINAIRE DU 7 DECEMBRE 1983

Présidence de M. J. CHARVET, Président

Monsieur le Président fait procéder à l'élection de nouveaux membres :

- M^{lle} BECKARY Sophie, Laboratoire de Paléobotanique, U.E.R. des Sciences de la Terre, Université de Lille I, à 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, présentée par M. J.P. Laveine et M^{lle} Sylvie Crasquin.
- M^{me} LAPIERRE Henriette, Laboratoire de Pétrologie, Université de Nancy, BP 36, à 54150 Vandœuvre-les-Nancy Cedex, présentée par MM. J. Charvet et G. Mascle.
- M. DESPEYROUX Yves, Laboratoire de Sédimentologie et Géochimie, U.E.R. des Sciences de la Terre, Université de Lille I, à 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, présenté par MM. H. Chamley et Th. Holtzapffel.
- M. DATCHARY Bernard, Laboratoire de Géologie structurale, U.E.R. des Sciences de la Terre, Université de Lille I, à 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, présenté par MM. J.F. Raoult et J.L. Mansy.
- M. COULON Hervé, Laboratoire de Stratigraphie, U.E.R. des Sciences de la Terre, Université de Lille I, à 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, présenté par MM. B. Clément et J. Ferrière.
- M^{lle} MASTRANGELO Annie, Laboratoire de Géologie Régionale, U.E.R. des Sciences de la Terre, Université de Lille I, à 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, présentée par MM. B. Clément et J.M. Dégardin.

Communications orales

Après une introduction sur *La Géologie du Briançonnais*, par M. J.F. RAOULT, trois communications ont été présentées :

- J.F. RAOULT, M. ACCARIE, B. BROUDOUX, B. DATCHARRY et P. LANGLET. — Lithostratigraphie des séries calcaires du Jurassique (*).
- B. BROUDOUX, P. DEBRABANT et J.F. RAOULT. — Géochimie des calcaires et hard-grounds du Jurassique à l'Eocène en Vanoise : données préliminaires (*).
- F. GUILLOT. — Le Permo-Trias en Vanoise septentrionale : données nouvelles et hypothèses (*).

«»

(*) Note à paraître dans un prochain fascicule.

Structure d'un reliquat de ceinture volcano-sédimentaire archéenne dans le Nord-Est de la Province du Lac Supérieur (Bouclier Canadien)

Structure of Archean volcano-sedimentary belt relic in North-Eastern Superior Province (Canadian Shield)

par Eric MERCIER (*)

Résumé. — Une série métamorphique isolée dans un environnement granitique complexe affleure sur 30 km². Elle a subi deux phases de plis isoclinaux qui encadrent le paroxysme du métamorphisme (faciès des amphibolites) et une granitisation tardi-tectonique. A titre d'hypothèse, une série originelle est déduite de l'analyse rétro-tectonique. L'histoire sédimentaire et tectonique de la zone semble similaire à celles des ceintures volcano-sédimentaires du Sud-Ouest de la Province.

Abstract. — A 30 km² metamorphic sequence outcrops in complex granitic environment. It has been deformed by two phases of isoclinal folds. The climax of metamorphism (amphibolites facies) being between these phases and is followed by late tectonic granitisation. A hypothetical original column is deduced from tectonic analyse. The sedimentary and tectonic evolution of this area should be similar with volcano-sedimentary belt evolution in South-West of province.

I. — INTRODUCTION

Les études radiochronologiques (K/Ar) sur les roches orogéniques du Bouclier Canadien, ont permis de déterminer quatre orogénèses majeures. Ces orogénèses constituent le cadre de la division stratigraphique du Précambrien (fig. 1). De plus, on définit chaque "province structurale" par la dernière orogénèse qui s'y est manifestée (Stockwell, 1964). Une des plus anciennes, est la province du Lac Supérieur (fig. 2) caractérisée par l'orogénèse kénoraniennne et classiquement divisée en deux parties (Mac Glynn, 1968).

1) La partie Sud-Ouest de la province du Lac Supérieur.

On y observe un socle d'orthogneiss, anté-kénoraniens (âges Rb/Sr et U/Pb de 2.900 à 3.500 M.A.). Elle est caractérisée par la présence des ceintures volcano-sédimentaires archéennes ("eugéos, nclinaux archéens" et "ceinture de roches vertes" des auteurs canadiens). Ces ceintures étaient des fosses allongées

dans lesquelles se sont accumulés des volcanites et des sédiments archéens (anté 2.500 M.A.). Ces dépôts sont constitués de un, deux ou trois mégacycles, d'épaisseur plurikilométrique, éventuellement discordants les uns sur les autres (Mac Glynn, 1968 ; Baragar, 1972 ; Baragar et Mac Glynn, 1976).

A quelques exceptions près (par exemple Franconi, 1978 pour la ceinture immédiatement au Sud de la zone étudiée), chaque cycle est constitué d'une base essentiellement volcanique à dominante basique et d'un sommet surtout sédimentaire et turbiditique. Un dépôt de grès finement lités à magnétite ("minerai de fer Algoma", Gross, 1965) souligne localement la zone de changement de nature des dépôts.

Ces ceintures ont été déformées, métamorphisées et injectées de granites tardifs lors de l'orogénèse kénoraniennne qui, d'après Hargraves (1976), Baragar et Mac Glynn (1976), Mareschal et West (1979, 1980), est de type intracratonique ; les quelques gisements de roches ultrabasiques sont alors interprétés comme des dykes ou des coulées et les orthogneiss qui affleurent près des

(*) Laboratoire de Géologie structurale, Université des Sciences et Techniques de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex (France).

Note présentée le 1^{er} Décembre 1982 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 7 Juin 1984.

Eon	Ere	Sous-ère	Orogène et âge (K-Ar)
Protérozoïque	Hadrymien		Grenville 1000 m.a.
	Hélikien	Néohélikien	Elsonien 1400 m.a.
		Paléohélikien	Hudsonien 1700 m.a.
	Aphébien		Kénoranien 2500 m.a.
Archéen			

Fig. 1. — Chronostratigraphie du Précambrien de l'Amérique du Nord (Stockwell, 1964).

La limite supérieure est 570 M.A. et la limite inférieure est aux environs de 4.500 M.A. Ce sont les orogénèses qui servent de cadre à la division du temps.

Fig. 1. — North America chronostratigraphy (Stockwell, 1964). The upper limit is 570 m.y. and the lower limit is about 4 500 m.y. Orogeneses give the boundaries to the time division.

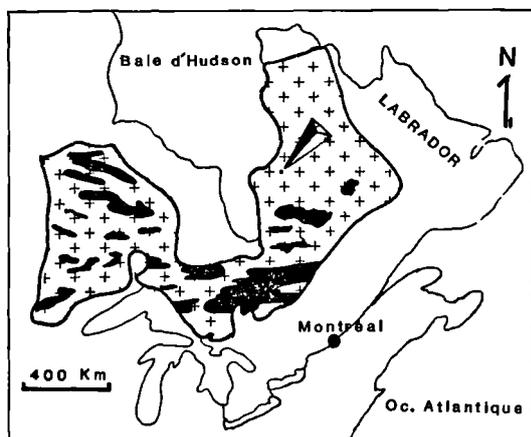


Fig. 2. — La province du Lac supérieur est essentiellement formée de granitoïdes. En noir apparaissent les ceintures volcano-sédimentaires localisées dans le Sud-Ouest. La flèche indique le secteur étudié.

Fig. 2. — The Superior Province is mainly constituted by granitoids. Volcano-sedimentary belts are shown in black in South-West. The study area is indicated by arrow.

ceintures sont supposés en constituer la base. D'autres auteurs (par exemple Windley, 1981 ; Dimroth *et al.*, 1983) envisagent l'histoire tectonosédimentaire de ces ceintures dans le cadre de la tectonique des plaques et

considèrent que le dépôt des ceintures a eu lieu, au moins localement, sur un plancher de type océanique.

2) La partie Nord-Est de la province du Lac Supérieur.

Elle est caractérisée par l'abondance des granitoïdes (surtout tardi à post-tectoniques. On peut la diviser en plusieurs sous-provinces (Ciesielski, 1983), toutes caractérisées par la très grande rareté des métavolcanites et des métasédiments et un métamorphisme intense (Herd, 1978).

Nous allons considérer la plus grande partie d'un des principaux affleurements de métavolcanites/métasédiments connus. Il se situe dans la région du Lac Fagnant et a déjà fait l'objet d'études à finalité économique dont une importante campagne de forages (Gregory, 1958 ; Sabourin, 1961). Rappelons qu'un échantillon prélevé dans la série métavolcanites/métasédiments et un échantillon d'une pegmatite sécante ont livré des âges kénoraniens ; respectivement 2.555 et 2.625 ± 125 M.A. (K/Ar sur muscovite) (Lowdon, 1960).

II. — L'ENVIRONNEMENT GRANITIQUE

Suite à Sabourin (1961) et Eade (1966), j'ai distingué deux types de granitoïdes mais, contrairement à ces auteurs qui les considéraient tous deux comme post-dépôts et syntectoniques, j'envisagerai qu'ils n'aient pas la même position chronologique par rapport aux dépôts et aux déformations des roches volcaniques et sédimentaires.

1) Les gneiss granitiques.

Ils sont largement répandus dans le Nord-Est de la province du Lac Supérieur (Eade, 1966 ; Stevenson, 1968 ; Ciesielski, 1983). Ce sont des roches massives, grises, à patine ocre, à grain fin et à foliation discrète. L'étude microscopique montre une texture granoblastique à quartz, plagioclase (An 22), biotites vertes (rapport Fe/Mg = 1, moyennement alumineuses), hornblende (édénite), épidote, sphène, microcline ainsi que des symplectites, biotite/quartz et épidote/plagioclase. La composition est celle d'une granodiorite.

Des faciès migmatitiques ont été observés. L'étude microscopique des "schlierens" montre une dispersion des orientations des biotites, ce qui indiquerait que la migmatitisation est postérieure à la foliation. J'envisagerai plus loin les relations de ce granitoïde avec le reste des unités lithologiques.

2) Les granites massifs.

Sous ce terme est décrit un complexe subalcalin à monzonitique avec tous les intermédiaires.

Le pôle subalcalin est représenté par un leucogranite rose à gros grains (5 mm) de quartz, microcline, épidote ainsi que de la muscovite et du plagioclase

rare. La texture est granoblastique. La localisation périphérique de ce leucogranite lui confère une valeur de faciès de bordure.

Le pôle monzonitique est représenté par un granite à grain fin (1 mm), rosâtre, moucheté de vert. Il est formé de quartz, plagioclase abondant, microcline, biotite souvent chloritisée et myrmékite. La texture est granoblastique.

A l'échelle de l'affleurement, le contact entre ces granites et les métavolcanites/métasédiments est systématiquement sécant. Dans ces derniers, on observe sur plus d'un kilomètre en arrière du contact, des filons de pegmatites à quartz, feldspath potassique, muscovite, tourmaline, qui recourent la foliation (exceptionnellement, on en observe qui sont boudinées dans celle-ci). Près de ce même contact, les amphibolites ont subi une recristallisation non orientée et le granite contient des enclaves décimétriques à hectométriques de métavolcanites/métasédiments parfois basculées.

A l'échelle cartographique, la concordance est presque générale. Quand ce n'est pas le cas, le contact se fait en "doigts de gants" d'échelle hectométrique (fig. 3).

La mise en place de ce complexe granitique est donc post-foliation ou plus précisément fini-foliation, puisqu'elle ne semble pas en être complètement indépendante (manifestation pegmatitique anté-foliation et contour cartographique directionnel franc ou en "doigts de gants"). Ce granite se serait mis en place lors de la détente orogénique, après la période de déformation (Raguin, 1976).

III. — LES METAVOLCANITES ET LES METASEDIMENTS

Cinq lithologies sont présentes dans la région étudiée, elles sont cartographiables (fig. 3). Nous verrons qu'en fonction d'un certain nombre d'hypothèses que je discuterai, il est possible d'utiliser ces unités cartographiques comme unités lithostratigraphiques. La série lithostratigraphique ainsi établie est donnée dans la fig. 4. Elle est décrite et interprétée dans Mercier, Ciesielski, 1983.

Les deux types de schistes décrits par Gregory (1958) et Sabourin (1960) sont élevés au rang de Groupe et sont divisés en trois et deux couches et sont désignés par leur constituant principal. [Dans la nomenclature de Hedberg (1976), ces "couches" correspondent à des "zones"].

Cette série a été déformée par deux phases successives de plis synschisteux isoclinaux, et a subi un métamorphisme du faciès des amphibolites. Comme c'est souvent le cas dans ces conditions de déformation et de métamorphisme, aucun critère de polarité et aucune relation stratigraphique claire n'ont été observés sur le

terrain. La série stratigraphique et sa polarité sont donc interprétées à partir de la reconstitution structurale.

IV. — HISTOIRE STRUCTURALE

L'anomalie magnétique provoquée par le niveau ferrifère a limité le nombre de mesures qui n'ont pu être faites que par une méthode astronomique adaptée de Dassié (1979). Je ne présenterai donc pas de stéréogrammes.

1) Les structures synschisteuses.

Dans les affleurements des deux groupes, la foliation dominante S_2 a une attitude relativement constante : direction Nord-Sud, pendage de 60 à 80° vers l'Est. Cette foliation est généralement très pénétrative : ce caractère s'atténue dans les cœurs des plis de phase 2 et dans les niveaux compétents (niveau ferrifère, amphibolitiques du Groupe Fagnant...). Dans ce dernier cas, les déformations sont transférées vers les niveaux moins compétents situés à proximité et dans lesquelles on observe une texture se rapprochant des mylonites ; c'est notamment le cas entre les bandes de niveau ferrifère au centre et au sud du terrain et, dans l'étroite bande à l'Est des affleurements du Groupe Fagnant. Cette foliation est plan axial des quelques plis P_2 , isoclinaux, d'ordre kilométrique visibles sur la carte (fig. 3). Ces plis ont des plongements axiaux (45°) alternativement vers le Nord et le Sud. Comme le plan axial est constant, cette variabilité peut s'expliquer par des hétérogénéités dans les déformations (probablement en fin de phase 2 cf. *infra*). Remarquons que cette fluctuation d'axe n'a que de faibles manifestations cartographiques, le style est donc très pincé.

Les résultats de forages (Gregory, 1958 et Documents non publiés de Long Lac Mineral Exploration), du fait de ce style, apportent très peu d'informations structurales. Sur la fig. 5 j'ai reporté, à titre d'exemple, les coupes C et D, ainsi que la schématisation de quelques structures mésoscopiques observées. Il s'agit de plis en S, Z ou M décimétriques à décamétriques, reprenant et parfois transposant une surface métamorphique antérieure (S_{0-1}). Ces plis admettent la foliation principale S_2 comme plan axial. Ces coupes permettent de localiser les différents plans axiaux des plis P_2 d'ordre kilométrique, qui n'ont pas de terminaison périclinale affleurante. Dans les niveaux compétents (niveau ferrifère, amphibolites du Groupe Fagnant) où S_2 est peu pénétrative et dans les cœurs de plis de phase 2, il est parfois possible d'observer, à l'affleurement ou en lame, des éléments planaires d'origine métamorphique antérieurs à S_2 . Les fig. 6 et 7, illustrant des lames minces effectuées dans des roches du Groupe Mac-Isaac et du Groupe Fagnant, montrent que S_2 a valeur de clivage de type "strain-slip" par rapport à une surface métamorphique S_1 . Parfois, les bandes de "strain-slip"

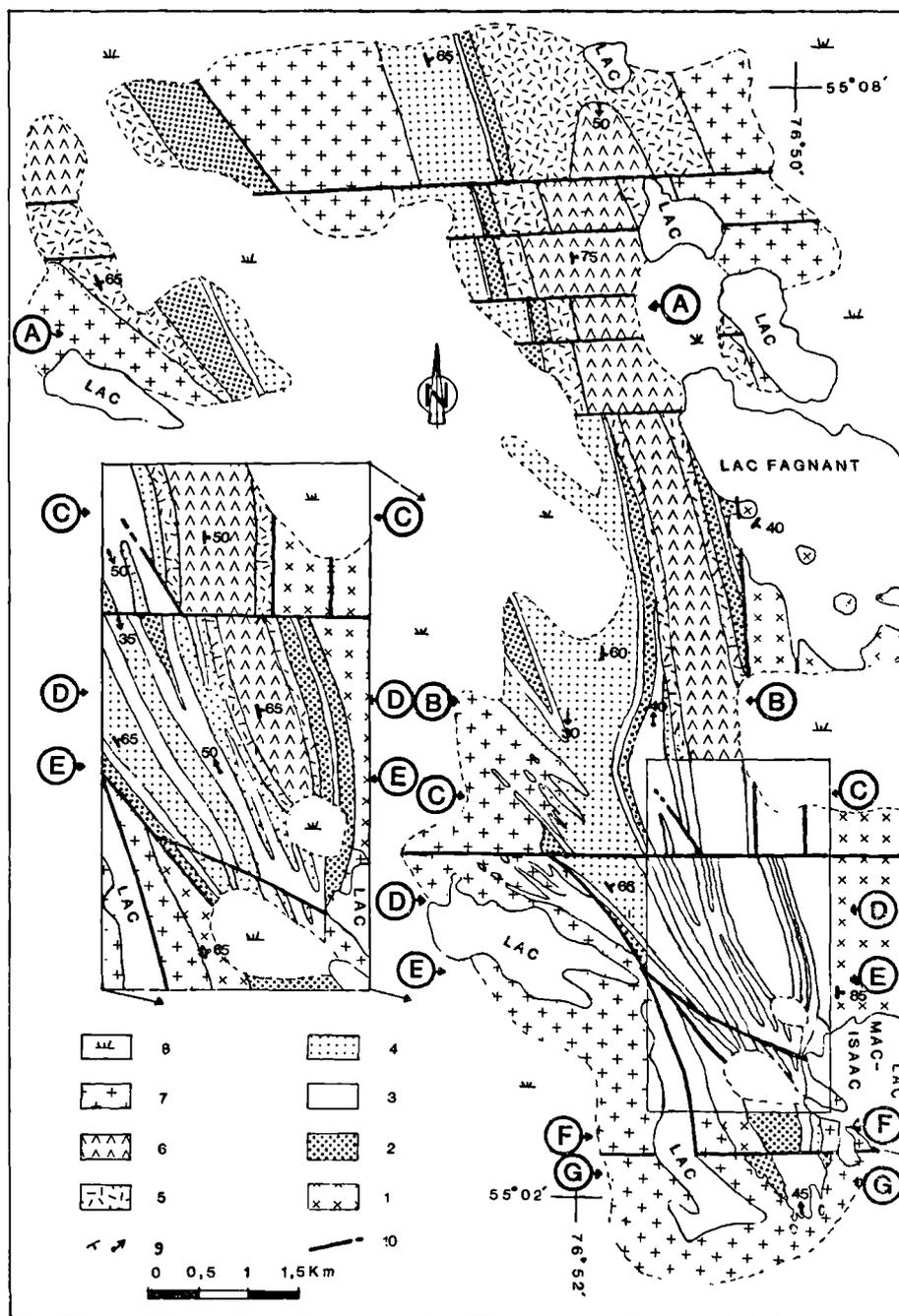


Fig. 3. — Carte géologique de la région du Lac Fagnant.

1, gneiss granitique. — 2, couche des amphibolites à grenats. — 3, niveau ferrifère. — 4, couche des micaschistes. — 5, couche des amphibolites litées. — 6, couche des amphibolites massives ou à coussins. — 7, granites massifs. — 8, quaternaire : sables fluvio-glaciaires et marécages. — 9, foliation S_2 et plongement axial des plis P_2 . — 10, faille. La trace des coupes de la fig. 12 est indiquée.

Fig. 3. — Geological map of Lac Fagnant area.

1, granitic gneiss. — 2, garnet amphibolites bed. — 3, iron band. — 4, micaschist bed. — 5, layered amphibolites bed. — 6, pillows or massive amphibolites. — 7, massive granit. — 8, quaternary: fluvio-glacial sands and swamps. — 9, foliation S_2 and plunge of fold (P_2) axis. — 10, fault. The localisation of sections (fig. 12) is shown.

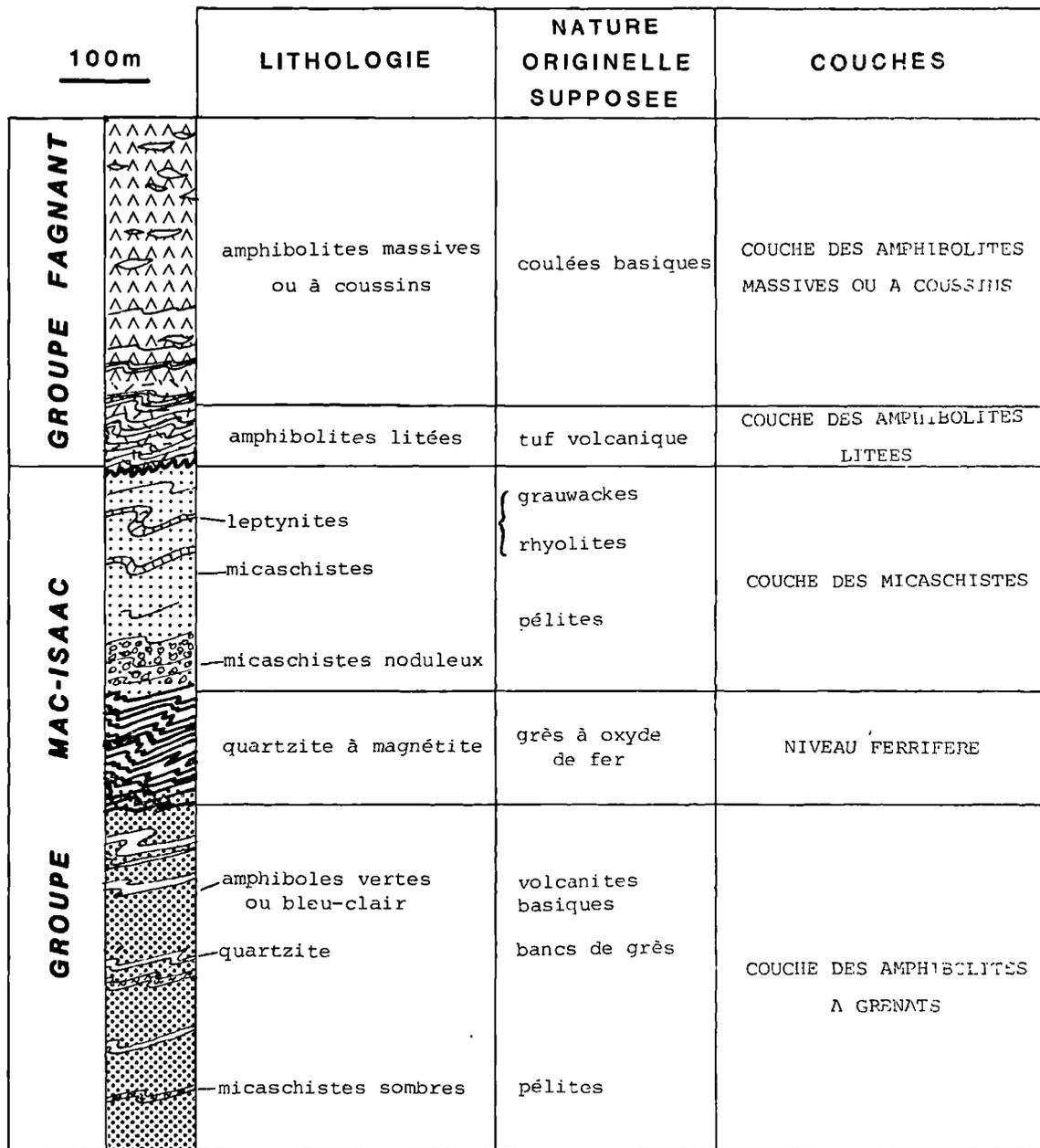


Fig. 4. — Colonne lithostratigraphique reconstituée des métavolcanites et métasédiments de la région du Lac Fagnant. Le style tectonique, isoclinal très pincé, empêche toute évaluation précise des épaisseurs qui ne sont données qu'à titre indicatif. Une partie de la nature originelle de la série est hypothétique du fait de la double origine potentielle (ortho et para) de certaines des roches concernées. La discordance indiquée peut éventuellement n'être qu'une surface de discontinuité tectonique, dans ce cas la polarité de la série est inconnue.

Fig. 4. — Hypothetic lithostratigraphic column of Lac Fagnant area metavolcanics and metasediments. The tectonic style, isoclinal, forbid an exact evaluation of thickness given here for indicative purpose. The original signification of few column's members is hypothetic because they may be ortho or paraderived. Unconformity is perhaps in fact a structural discordance. In this case, polarity is unknown.

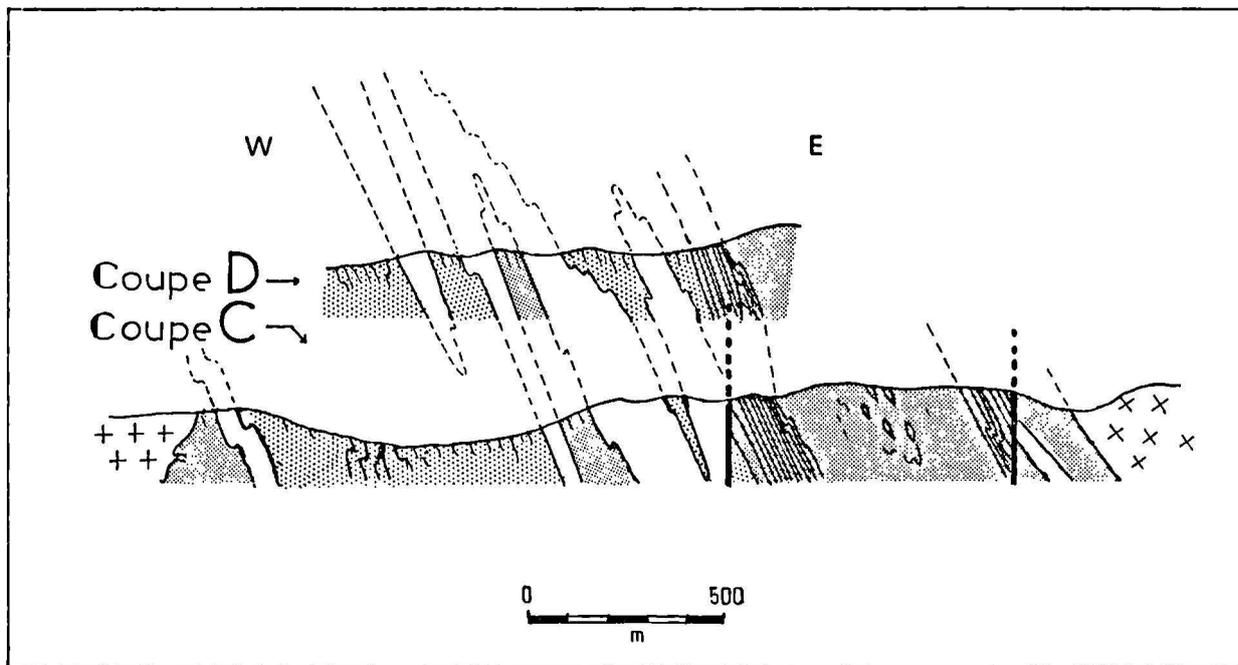


Fig. 5. — Coupes structurales localisées sur la fig. 3. Les axes des plis de phase 2 sont déduits des structures mésostructurales schématisées sur le dessin.

Fig. 5. — Structural section localised on fig. 3, folds axis of phase 2 are deducted from mesoscopic structures.



Fig. 6. — Microphotographie (LP) et interprétation d'un micaschiste à biotite (Biot.) et grenat (Gr.). La foliation S_2 , matérialisée par les biotites, transpose une foliation S_1 qui n'est visible qu'à l'état de relique.

Fig. 6. — Microphotography (PL), and interpretation of garnet (Gr) and biotite (biot.) micaschist. Foliation S_2 is outlined by biotite and transpose foliation S_1 . It is only noticed by relics.



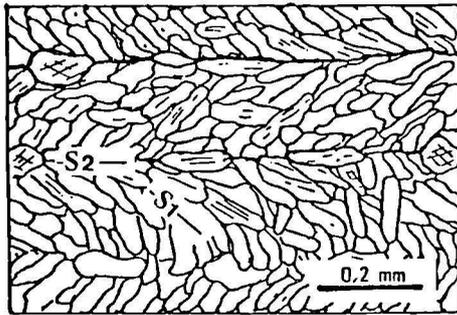


Fig. 7. — Les hornblendes d'une amphibolite massive du Groupe Fagnant s'alignent dans une foliation S_1 reprise par un "strain-slip" S_2 ici très peu développé.

Fig. 7. — Hornblends from Fagnant Group massive amphibolites materialize schistosity S_1 which is transposed by S_2 (here, low strain-slip).

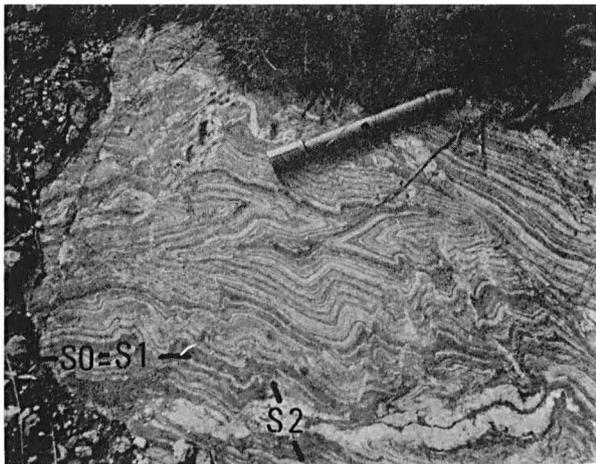


Fig. 8. — Affleurement du niveau ferrifère. Les plis de plan axial S_1 sont repris par des plis de plan axial S_2 coaxiaux aux premiers.

Fig. 8. — Iron band outcrops. Axial plane S_1 folds are folded by S_2 folds which are coaxial

sont suffisamment espacées pour que l'on observe (fig. 8) des plis P_2 associés qui reprennent des plis P_1 , isoclinaux, et coaxiaux avec P_2 .

2) Les structures tardives.

Ce sont les mieux visibles sur le terrain. J'ai observé de nombreux kinks centimétriques ou des plissements de plan axial vertical et de direction Est-Ouest (fig. 9) qui affectent la foliation dominante S_2 . Cette phase tardive (phase 3) de compression Nord-Sud est peut-être la cause de la fracturation systématique et paral-

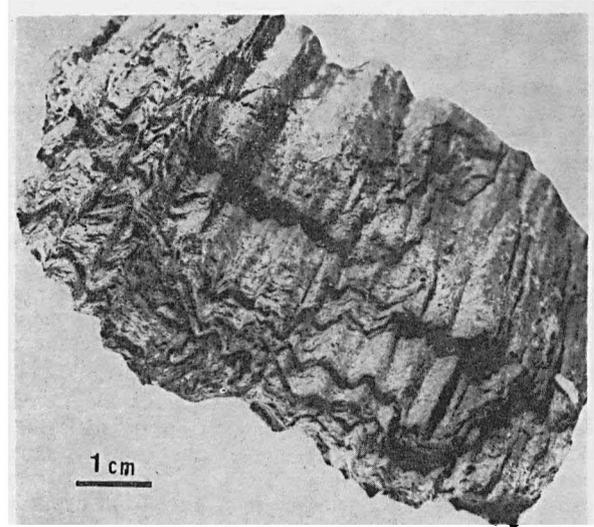


Fig. 9. — Kinks de phase 3 (axe vertical) affectant la foliation S_2 d'un micaschiste du Groupe Mac Isaac.

Fig. 9. — Foliation S_2 of Mac Isaac Group micaschist folded by phase 3 kinks (vertical axis).

lèle à S_2 (à valeur de joint de tension) observée dans les niveaux compétents du Groupe Fagnant. Le terrain est découpé par des failles verticales qui engendrent une morphologie spécifique. Les failles directionnelles sont interrompues par les failles transverses sans être décalées. La fracturation Nord-Sud a donc eu lieu dans des panneaux déjà isolés par des accidents Est-Ouest.

3) Cristallogénèse et métamorphisme.

38 pointés à la microsonde dans des minéraux du Groupe Mac Isaac permettent, bien que n'étant pas statistiquement représentatifs, de préciser leur nature (*). Les plagioclases sont de type An_{17} ou plus, les cordiérites sont magnésiennes à 65 % ; les biotites se divisent en deux groupes dans les micaschistes, elles sont très alumineuses et le rapport Fe/Mg est proche de 1, dans les amphibolites elles sont moins alumineuses et le rapport Fe/Mg varie entre 2,5 et 5 ; les amphiboles sont des gédrites, des grunérites/cummuntontites ou des hastingsites/hastingsites magnésiennes ; les grenats sont almandins à plus de 80 %.

En utilisant les critères géométriques, on observe que la croissance des minéraux de plus haut grade (cordiérite, sillimanite, gédrite) n'a eu lieu qu'entre les phases 1 et 2. De plus, de très nombreux grenats sont contemporains de cette période intermédiaire (ex. : grenats de la fig. 7). Bien qu'il ne soit jamais possible

(*) Les analyses sont disponibles auprès de l'auteur.

de prouver de manière absolue la continuité d'un métamorphisme entre deux phases de déformations, les observations précédentes nous placent dans le cas où cette hypothèse est vraisemblable. Ainsi, je suppose que le métamorphisme est continu et qu'il a atteint son paroxysme, entre les phases 1 et 2 (la coaxialité des plis liés à ces deux phases qui suggère une logique commune, va dans le sens de cette supposition).

La fig. 10, basée sur cette hypothèse, suggère une évolution du métamorphisme d'abord prograde, avec un paroxysme entre les phases 1 et 2, puis il est rétrograde et se poursuit, peut-être, par la cristallogénèse des minéraux syn et post-phase 3. Cette continuité des phases 2 et 3 est par contre complètement hypothétique.

Les paragenèses synchrones des phases 1 et 2, dans la quasi totalité des roches étudiées, indiquent le faciès des amphibolites. Seul le sommet du Groupe Fagnant (cœur du synclinal) est dans le faciès des schistes verts (actinolite + épidote) soit une température ne dépassant pas 500°.

Des calculs de géothermomètre (31) par la méthode des coefficients de partage ont été effectués sur des roches du Groupe Mac-Isaac. Les abaques de Ferry et Spear (1978), Thompson (1976) et Perchuk (1969) sur les couples biotite/grenat, cordiérite/grenat et amphibole/grenat ont été utilisés. L'interprétation de ces températures est délicate (Schoneveld, 1978). Certains auteurs y voient des températures de diffusion ionique post-croissance, d'autres des températures de partage réactionnel synchrone de la croissance. Seules

les deux premières séries (23 calculs) fournissent des résultats répétitifs à l'intérieur d'un même échantillon et convergents entre eux. Les résultats dispersés obtenus avec le couple grenat/amphibole sont sans doute dus au caractère spécifique des températures de fin de croissance (ou de fin de diffusion) des différentes espèces d'amphiboles utilisées (hornblende, gedrite, cummingtonite).

Les résultats sont peu nombreux mais on peut dégager une évolution du métamorphisme ; décroissante du bas vers le haut de l'édifice tectonique (670° à 530° C), ce qui confirme et complète la distribution des faciès métamorphiques indiqués précédemment. Sur la coupe G, à la base de l'édifice tectonique, des températures atteignant 670° C (soit proches de la température d'anatexie des roches pélitiques hydratées) sont peut-être à corrélérer avec la présence des gneiss granitiques migmatisés. Notons que dans des micaschistes échantillonnés près de cette coupe, j'ai observé l'association minérale cordiérite + biotite + phase isotope qui a été interprétée par Nedelec (1981) comme marquant le début de l'anatexie, confirmant ainsi les températures calculées.

Nous disposons donc d'une évaluation de la température à la base et au sommet de l'édifice tectonique mais il n'est néanmoins pas possible de calculer un gradient métamorphique car la phase 2, qui a modifié l'épaisseur de la série, est postérieure au paroxysme de ce métamorphisme. L'ensemble des données sur le métamorphisme est résumé à la fig. 11.

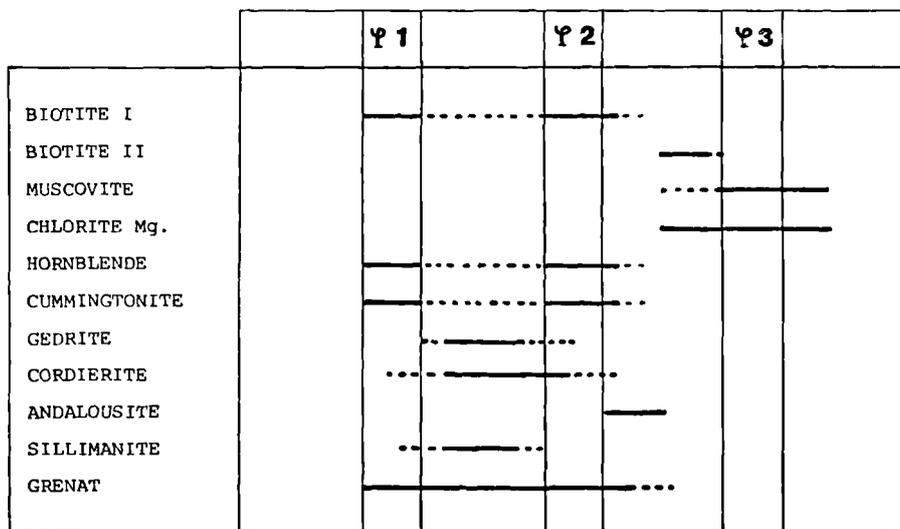


Fig. 10. — Chronologie relative de la croissance des minéraux de métamorphisme. Trait continu : période de croissance certaine. — Pointillés : période de croissance maximum. Pour l'établissement de ce tableau, on a supposé que le métamorphisme était continu entre les phases 1 et 2.

Fig. 10. — Mineral grow chronology. Black line : growing time ; dotted-line : assumed growing time. I have supposed that the metamorphism continued between phases 1 and 2.

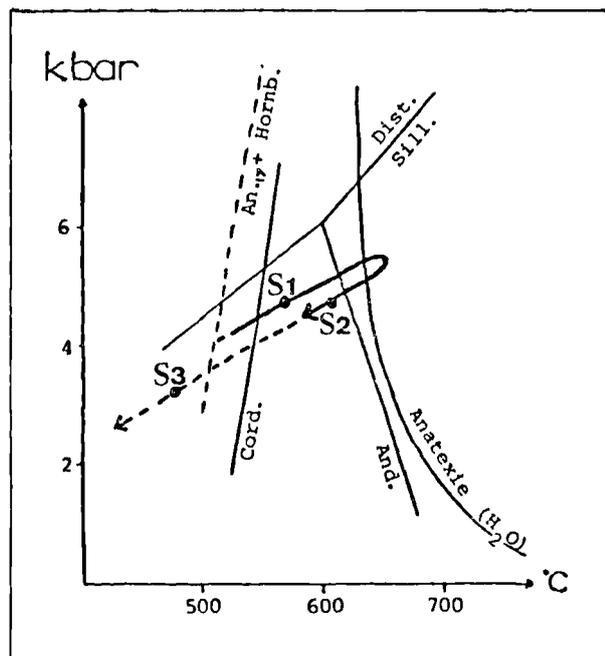


Fig. 11. — Quelques domaines de stabilité des minéraux du métamorphisme (Winkler, 1979). Une évolution possible de la base de la pile métamorphique est indiquée. La continuité entre S_2 et S_3 et la valeur du gradient sont hypothétiques.

Fig. 11. — Stability area of few metamorphic minerals (Winkler, 1979). A possible evolution of metamorphic sequence bottom is shown. Continuity between phases 2 and 3 and metamorphic gradient are hypothetical.

4) Discussions.

1) On constate sur la fig. 5 des répétitions de lithologie qui ne peuvent s'expliquer par les seuls plis P_2 . Il pourrait s'agir de phénomènes sédimentologiques du type biseautage, répétition de couches, variation latérale de faciès... Mais la reconstitution stratigraphique doit tenir compte de l'existence d'une phase isoclinale antérieure connue dans les deux groupes à petite échelle et que l'on peut, à titre d'hypothèse, admettre l'échelle kilométrique. En partant de coupes établies selon l'hypothèse, il est possible de proposer une structure d'ensemble en vaste synclinorium (fig. 12) relativement simple.

Notons que la méthode de représentation, en regroupant en trois schémas, sept coupes, utilise une hypothèse cylindrique qui n'est pas totalement vérifiée sur le terrain du fait de la structure en éventail des plis de phase 2 (cf. fig. 3) et de la très importante fluctuation des plongements axiaux (avec notamment un important ensemblage d'axes entre les coupes D et E). Il n'y a donc pas correspondance directe entre

l'altitude des coupes sur la figure et leur position sur la carte.

Les deux générations de plis isoclinaux et d'ordre kilométrique n'interfèrent pas sur la carte, ils sont donc coaxiaux (Ramsay, 1967). Cette conclusion est confirmée par les observations à petite échelle (fig. 8). Mais cette coaxialité n'est compatible avec une hétérogénéité des déformations (envisagée plus haut) que dans la mesure où cette hétérogénéité ne se manifeste qu'en fin de phase 2.

La principale conséquence de la fig. 12 est qu'il est possible d'envisager la stratigraphie sans faire appel à des répétitions de faciès ou des interdigitations : chaque unité cartographique (faciès) est supposée avoir une signification lithostratigraphique. La démonstration définitive de cette proposition est impossible car elle ne pourrait être faite qu'en accumulant les observations de critères de polarité et en montrant ainsi que les répétitions cartographiques, les biseautages, etc... sont effectivement la conséquence des phases plicatives.

2) On constate sur la carte (fig. 3) et sur les coupes hypothétiques de la fig. 12 que, cartographiquement, le Groupe Fagnant repose en discordance sur le Groupe Mac Isaac. Deux types d'explication peuvent être avancés pour ce type de relation.

— On peut envisager que la surface de contact des deux Groupes qui représente une importante discontinuité lithologique (et donc de comportement) ait été le siège d'une transposition de grande ampleur le long de laquelle des niveaux stratigraphiques éloignés peuvent être mis en contact.

— On peut aussi penser qu'il s'agit d'une discordance stratigraphique originelle. C'est l'hypothèse que je préfère du fait de l'aspect du contact et de ces abords qui ne semblent pas avoir été le siège de déformations plus importantes qu'ailleurs. La simplicité cartographique de cette discordance (le Groupe Fagnant repose partout sur la couche des amphibolites à grenats sauf au Sud-Ouest de son affleurement principal) indiquerait une géométrie originelle simple. De plus, la polarité de la série serait alors établie car cette discordance ne pourrait être que la conséquence d'un basculement ou d'un large pli affectant le Groupe Mac Isaac avant le dépôt du groupe Fagnant.

3) Si le gneiss granitique ne peut être à coup sûr considéré comme le socle, les arguments suivants permettent d'envisager cette interprétation.

— Le gneiss granitique, bien qu'affleurant assez peu, est sur la carte systématiquement en contact avec la base de la série métamorphique (définie en fonction de ce qui précède); ce contact est cartographiquement concordant.

— Si, à l'Est, ce contact semble avoir été perturbé par l'intrusion monzonitique proche (granite massif) (Mercier et Ciesielski, 1983), à l'Ouest, le contact est

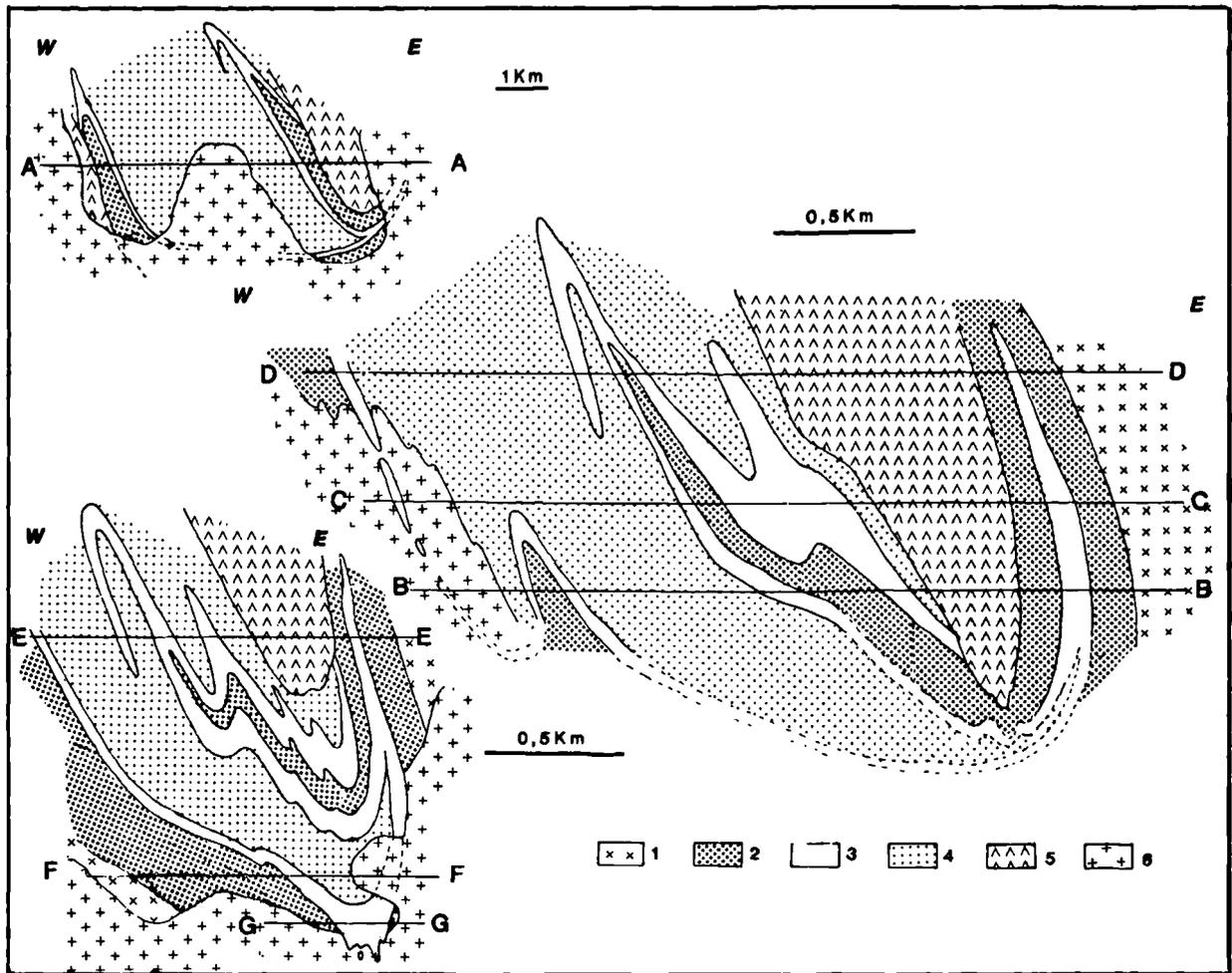


Fig. 12.

1, gneiss granitiques. — 2, couche des amphibolites à grenats. — 3, niveau ferrifère. — 4, couche des micaschistes. — 5, Groupe Fagnant. — 6, granites massifs.

Ces coupes structurales schématiques et interprétatives (localisées sur la fig. 3) sont issues de la confrontation de la carte géologique et des structures mésoscopiques. Le rejet des failles est annulé.

Cette interprétation suppose une phase de plissement kilométrique antérieure à la phase 2 qui a déterminé les plis P_1 et la surface S_1 largement dominants à l'affleurement. On constate que dans cette reconstitution, le style des plis P_1 est plus pincé que celui des plis P_2 (ce qui, confirmé à une échelle plus réduite par la fig. 8 et par l'étude microstructurale, montre que S_1 est plus pénétrative que S_2).

Cette hypothèse structurale permet l'assimilation des unités cartographiques à des unités lithostratigraphiques (cf. texte).

Fig. 12.

1. granitic gneiss. — 2, garnet amphibolites bed. — 3, iron band. — 4, micaschist bed. — 5, Fagnant Group. — 6. massive granit. These interpretative and schematic sections (localised on fig. 3) result of confrontation between geological map (fig. 3) and lithostratigraphic column (fig. 4) after annulation of faults throw.

This interpretation impose, at least for Mac-Isaac Group, that exist an kilometric folding phase before phase 2 which give folds P_1 and surface S_1 more important on the outcrops. We suggest, in this reconstitution, that the style of folds P_1 is stiffer that folds P_2 style (it is confirmed, at smaller scale, by fig. 8 and by microstructural study which shows that S_1 is more penetrative that S_2).

This structural hypothesis allow to assimilate cartographic units and lithostratigraphic units.

franc et n'est jamais traversé par des pegmatites ou des filons.

— A la base du Groupe Mac Isaac, il existe des niveaux contenant quelques galets dont la majorité ont une composition similaire au gneiss granitique (leur dispersion quelconque dans la matrice amphibolitique ne permet pas de les considérer comme des filons de granodiorite boudinés).

Néanmoins, en fonction de la faible distance sur laquelle ce contact a pu être suivi, l'hypothèse selon laquelle les gneiss granitiques seraient un batholite, ou un dôme de gneiss à mise en place syntectonique, ne peut être totalement exclue en l'absence de radio-datation par des méthodes différentielles (par exemple, K/Ar et Rb/Sr ou U/Pb). Notons que si une telle étude confirmait la nature de socle pour les gneiss granitiques, la polarité de la série serait du même coup établie de manière définitive.

V. — CONCLUSIONS

Un progrès cartographique dans un des rares lambeaux de métavolcanites/métasédiments du Nord-Est de la Province du Lac Supérieur permet de proposer un modèle sédimentaire et tectonique pour l'histoire archéenne de la région étudiée. Ce modèle intègre toutes les observations disponibles ; il repose néanmoins sur de nombreuses hypothèses. Le débat sur la nature et l'âge du gneiss granitique reste ouvert ici, comme d'ailleurs dans presque toute la province au contact des ceintures volcano-sédimentaires (cf. introduction). Pour la série proprement dite, le principal obstacle à la levée de ces hypothèses réside dans le fait qu'aucune figure sédimentaire et aucune relation stratigraphique claire n'ont été conservées après le métamorphisme et les déformations intenses qu'a subi la série.

Une série volcano-sédimentaire s'est déposée avant l'orogénèse kénoraniennne et était constituée de deux ensembles d'épaisseurs originelles inconnues. A mon avis, la stratigraphie originelle est la suivante, de bas en haut :

— le premier ensemble (Groupe Mac Isaac) était constitué par des volcanites basiques associées à quelques sédiments détritiques (turbiditiques ?), un niveau de grès à magnétite (minerai de fer "Algoma") et des sédiments détritiques associés à des volcanites acides (?),

— le deuxième ensemble (Groupe Fagnant) était constitué de volcanites basiques, le sommet étant inconnu.

Je pense que le Groupe Fagnant reposait sur le Groupe Mac Isaac à la faveur d'une discordance angulaire originelle liée à une déformation d'ampleur réduite (larges plis). Il est néanmoins possible qu'il s'agisse d'une discontinuité tectonique, dans ce cas la polarité de la série pourrait être inverse.

Cette série a été déformée lors de l'orogénèse kénoraniennne par deux phases successives de plis synschisteux coaxiaux et isoclinaux, observées à petite échelle et supposées à grande échelle. Un métamorphisme sans doute continu et synchrone de ces phases de plis a atteint son paroxysme entre celles-ci. Il a provoqué la transformation de la plus grande partie de la série dans le faciès des amphibolites ; la base atteignant l'anatexie mais le sommet restant dans le faciès des schistes verts. En fin de deuxième phase plicative, un complexe granitique s'est mis en place. Une phase mineure (synchrone du refroidissement ?) et une fracturation à grande échelle terminent l'histoire tectonique de la région. A mon avis, le socle sur lequel s'est déposée la série volcano-sédimentaire affleure actuellement sous la forme des gneiss granitiques.

Cette histoire hypothétique est parallèle à celle des ceintures volcano-sédimentaires archéennes du Sud-Ouest de la Province du Lac Supérieur (Baragar et Mac Glynn, 1976). Il est donc possible que les métavolcanites/métasédiments de la région du Lac Fagnant constituent le reste d'une ceinture volcano-sédimentaire archéenne typique mais plus profondément érodée que celles du Sud-Ouest de la province. Le métamorphisme intense qui règne dans cette moitié de la Province du Lac Supérieur (Herd, 1978) indique que le niveau d'érosion actuel est très profond par rapport à l'orogène kénoraniennne. La même histoire géologique (avec notamment le développement des ceintures volcano-sédimentaires) aurait donc eu lieu dans toute la province ; mais dans le Nord-Est, où l'érosion a été plus forte, seule la région du Lac Fagnant (dans l'état actuel des recherches) a conservé la trace de ce passé commun.

Remerciements. — La partie terrain de ce travail a bénéficié de l'important support logistique de la Commission Géologique du Canada à laquelle j'adresse mes remerciements, en particulier à I.M. Stevenson, Directeur de la division « Précambrien », et A. Ciesielski, Chef de Projet.

Je remercie également J.L. Mansy qui a suivi toutes les étapes de l'élaboration de ce travail, M. le Professeur J.F. Raoult avec qui j'ai eu de nombreuses discussions et M. le Professeur E. Dimroth (Chicoutimi, Québec) qui a bien voulu me faire profiter de son examen attentif du manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BARAGAR W.R.A. (1972). — Some physical and chemical aspects of precambrian volcanic belts of the canadian shield, in Irving E., The ancient Oceanic lithosphere. *Earth Phys. Branch*, 42-3, p. 129-140.
- 2) BARAGAR W.R.A. et MAC-GLYNN J.C. (1976). — Early precambrian basement in the canadian shield: a review of the evidence. *Geol. Surv. Can.*, Special Paper, 76-14, 20 p.
- 3) CIESIELSKI A. (1983). — Cartographie d'une partie de la sous-province archéenne d'Ungava à la hauteur de Poste-de-la Baleine, Québec: in Current Research, part. B, *Geol. Surv. Can.*, Paper 83-1B, p. 109-119.
- 4) DASSIE J. (1979). — Astronav: Programme de calcul de la position des astres. *Micro-Systèmes*, 5, p. 107-117; 6, p. 103-109.
- 5) DIMROTH E., IMREH L., GOULET N. et ROCHE-LEAU M. (1983). — Evolution of the south-central segment of the Archean Abitibi Belt, Quebec. Part III: Plutonic and metamorphic evolution and geotectonic model. *Can. J. Earth Sci.*, 20, p. 1374-1388.
- 6) EADE K.E. (1966). — Fort George river and Kaniapiskau river (west half) map areas, New Quebec. *Geol. Surv. Can.*, Mem. 339, 84 p.
- 7) FERRY J.M. et SPEAR F.S. (1978). — Experimental calibration of the partitioning of Fe and Mg between biotite and garnet. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 66, p. 113-117.
- 8) FRANCONI A. (1978). — La bande volcano-sédimentaire de la rivière Eastmain Inférieure (Ouest de la Long. 76° 15'); rapport géologique final, ministère des Richesses naturelles du Québec, DRV 574.
- 9) GREGORY A.F. (1958). — Geology of iron occurrence, deposit « A » Great Whale Iron Mines Limited, near Great Whale, Quebec. Private report to Great Whale Iron Mine Limited, 14 p.
- 10) GROSS G.A. (1965). — Geology of iron deposits in Canada. Vol. 1. *Geol. Surv. Can.*, Economic geology, n° 22, 181 p.
- 11) HARGRAVES R.B. (1976). — Precambrian geologic history. *Science*, 193, p. 363-371.
- 12) HEDBERG H. (1976). — Guide stratigraphique international. Doin éd., Paris, 233 p.
- 13) HERD R.K. (1978). — Notes on metamorphism in New Quebec, in *Metamorphism in the Canadian shield. Geol. Surv. Can.*, paper 78-10, p. 7-83.
- 14) LOWDON J.A. (1960). — Age determinations by the Geological Survey of Canada. Report 1: Isotopic Ages. *Geol. Surv. Can.*, Paper 60-17, 51 p.
- 15) MAC GLYNN J. (1968). — La province du Lac Supérieur, in *Géologie et Ressources Minérales du Canada. Com. géol. Can.*, série Géologie économique, n° 1, Part. A, p. 61-80.
- 16) MARESCHAL J.C. et WEST G.F. (1979, 1980). — A model for archean tectonism, Part. 1-2. *Can. Earth Sci.*, 16, p. 1942-1950; 17, p. 60-71.
- 17) MERCIER E. et CIESIELSKI A. (1983). — Un reliquat de zone volcano-sédimentaire dans la sous-province archéenne d'Ungava, Québec in Current Research, Part B, *Geol. Surv. Can.*, Paper 83-1B, p. 165-175.
- 18) NEDELEC A. (1981). — Etude de la fusion naturelle de la biotite dans les gneiss du Haut-Allier (Massif Central). *Thèse 3° Cycle*, Lille I, 136 p.
- 19) PERCHUK L.L. (1969). — The effect of temperature and pressure on the equilibrium of natural iron-magnesium minerals. *Internat. Geology Rev.*, 11-8, p. 875-901.
- 20) RAGUIN E. (1976). — Géologie du granite, 3° édition. Masson éd., Paris, 274 p.
- 21) RAMSAY J.G. (1967). — Folding and fracturing of rocks. Mac Graw-Hill, New-York, 568 p.
- 22) SABOURIN R.J.E. (1961). — Rapport préliminaire sur la région des lacs Denys et Fagnant (Nouveau Québec). Rapport RP n° 469. Ministère des richesses naturelles du Québec, 9 p.
- 23) SCHONEVELD C. (1978). — Syntectonic growth of garnets: discussion of a new model proposed by M.J. de Wit. *Geol. J.*, 13, part. I, p. 37-46.
- 24) STEVENSON I.M. (1968). — A geological reconnaissance of Leaf River map area, New Quebec and Northwest Territories. *Geol. Surv. Can.*, Mem. 356, 112 p.
- 25) STOCKWELL C.H. (1964). — Fourth report on structural provinces, orogenics and time classification of rocks of the canadian Precambrian shield, in Age determinations and geological studies. *Geol. Surv. Can.*, Paper 64-17, Part. II, p. 1-24.
- 26) THOMPSON A.B. (1976). — Mineral reactions in pelitic rocks: II. Calculation of some P-T-X (Fe-Mg) phase relations. *Amer. J. Sci.*, 276, p. 425-454.
- 27) WINDLEY B.F. (1981). — Precambrian rocks in the light of the plate tectonic concept in Precambrian plate tectonics. *Developments in Precambrian geology 4* (edited by Kröner A.). Elsevier ed., Amsterdam, p. 1-20.

Phases compressives quaternaires du Maroc oriental (bordure rifaine)

Quaternary compression tectonic events of eastern Morocco (rifian border)

par Yves HERVOUET (*)

Résumé. — L'étude des structures plicatives et cassantes dans des formations récentes de la bordure orientale du Rif (faluns messiniens de Midar, calcaires lacustres plio-villafranchien ancien de Saka, basaltes alcalins quaternaire moyen des Béni Bou Yahia) montre que la tectonique en compression reste active pendant tout le Quaternaire. Orientée généralement NNW-SSE, elle est génératrice de plis N 70° E, de décrochements dextres N 140° E et de failles inverses NE-SW à vergence NW.

Par le sens de ces déplacements, la tectonique en compression quaternaire entre donc en opposition avec la tectonique anté-messinienne (rifaine) qui engendrait des déplacements vers le Sud.

Abstract. — *Structural studies of recent folds and faults on the eastern rifian border in post-tortonian formations (messinian faluns plio-villafranchian lacustrine limestones, middle quaternary alkaline basalts) prove compression tectonics events during the Quaternary. They are generally oriented NNW-SSE.*

They bear folds N 70° E, dextral faults N 140° E and reverse faults N 40° E and N 65° E with potential removal toward North-West as opposed to ante-messinian tectonics which created overlap toward South.

Sur la bordure orientale du Rif (fig. 1), les formations compétentes postérieures au Tortonien (dernière phase majeure rifaine) sont rares. L'étude de l'évolution géodynamique alpine de cette région nous a permis de rencontrer quelques affleurements répondant à ces critères. Il s'agit entre autres :

- des faluns messiniens d'Iméhoutène (I, fig. 2) décrits récemment par Morel *et al.* (1982) ;
- des calcaires lacustres du Plio-villafranchien ancien (Hamel *et al.*, 1971) au Nord de Saka (II, fig. 2) ;
- de basaltes alcalins (III et IV, fig. 2) attribués au Quaternaire moyen (Harmand et Hervouët, 1981) des Béni Bou Yahia (Jérémine et Marçais, 1962).

L'étude structurale de ces formations permet de mettre en évidence l'existence d'épisodes compressifs quaternaires, responsables de la formation de structures plicatives et de failles inverses ou décrochantes.

I. — ANALYSE TECTONIQUE

1) Faluns messiniens d'Iméhoutène.

Situé à quelques kilomètres à l'Ouest de Midar, l'unique affleurement (I, fig. 2) sur les bords du cours

moyen de l'Oued Kert est de faible étendue : sa superficie ne dépasse pas le demi-kilomètre carré. De bas en haut, on observe :

- a : 0 à 1 m de conglomérats disposés en cheneaux ;
 - b : 2 à 3 m de sables fins bioclastiques, présentant parfois des stratifications entrecroisées, très fossilifères ;
 - c : 1 à 5 m de calcaires biodétritiques (faluns) riches en algues et formant une barre bien visible dans le paysage ;
 - d : plus de 10 m de conglomérats à cachet continental reposant en concordance sur le terme précédent et le ravinant.
- a, b, c sont attribués (Morel *et al.*, 1982) au Messinien, d au Pontien.

La série forme un petit synclinal pincé. Sur le flanc sud, les couches ont une direction moyenne E-W, sur le flanc nord une direction NE-SW. Elles sont souvent très redressées, leur plongement sur le flanc sud pouvant atteindre 85° (fig. 3). La discordance signalée par Morel *et al.* (1982) entre les faluns messiniens et le conglomérat pontien n'existe pas. Il s'agit d'une simple variation de pendage de l'ensemble des couches en se dirigeant vers le cœur du synclinal. La terminaison périclinale occidentale de celui-ci est affectée de micro-failles N 65° E à pendage de 45° vers le Sud-Est. L'une

(*) Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, Université Mohammed V, B.P. 1014, Rabat (Maroc).
Note écrite présentée le 5 Janvier 1983 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 7 Juin 1984.

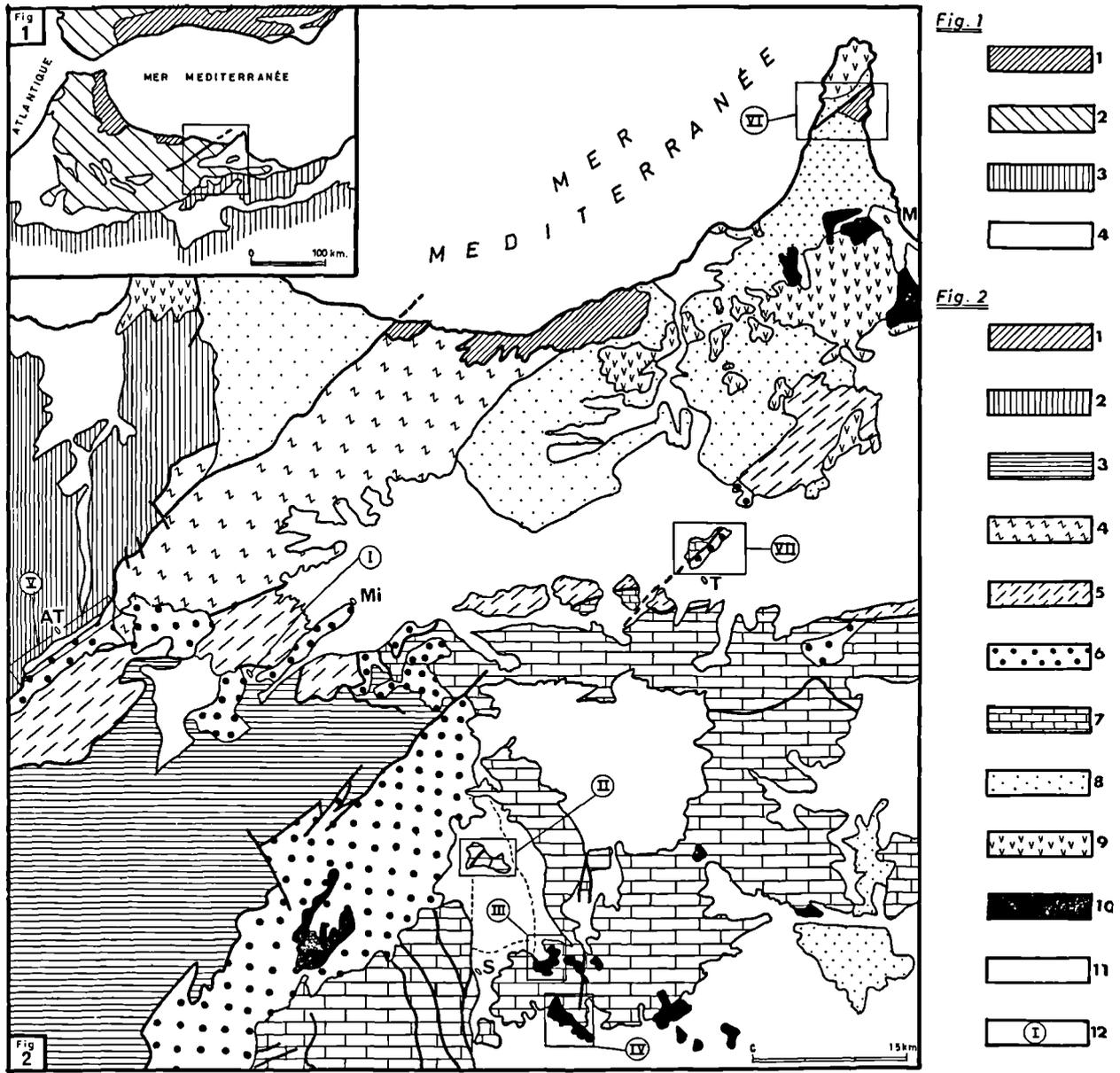


Fig. 1. — Situation dans l'Arc bético-rifain.

1, domaine interne. — 2, domaine externe. — 3, avant-pays. — 4, bassins post-nappes.

Fig. 2. — Cadre structural.

1, Paléozoïque (domaine interne ?). — 2, Unité de Kétama. — 3, Unité d'Aknoul. — 4, Unité métamorphique des Tamsamane. — 5, Unité Gareb-Tamsamane sud. — 6, olistostromes Miocène sup. (Pré-rif, gypses du Nékor, Unité chaotique de Gareb-Kebdana). — 7, avant-pays oriental rifain. — 8, bassins post-nappes miocène sup. — 9, Volcanisme miocène sup. — 10, volcanisme quaternaire. — 11, Plio-Quaternaire. — 12, affleurements étudiés ou cités.

AT: Arbâa de Taourirt. — M: Melilla. — Mi: Midar. — S: Saka. — T: Tistoutine.

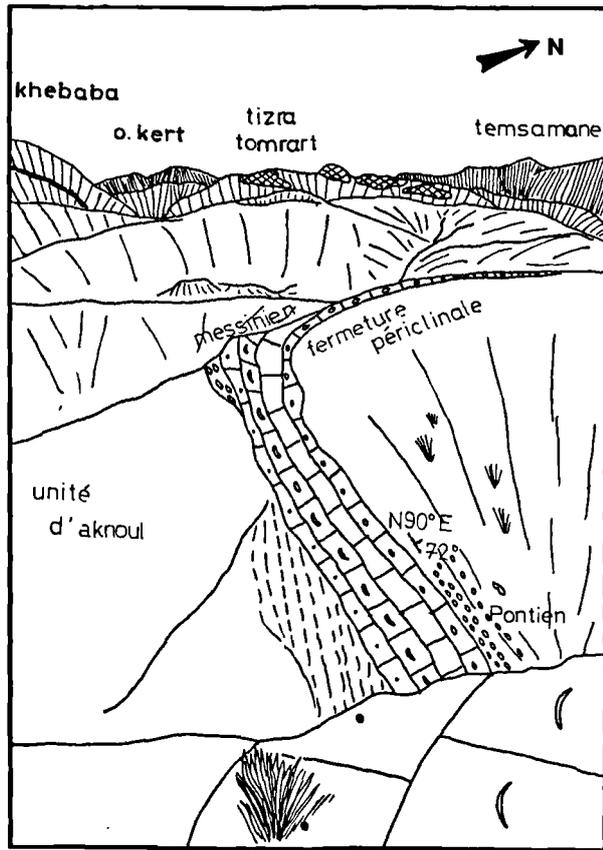


Fig. 3. — Panorama de la fermeture périclinale occidentale du synclinal messinien d'Iméhoutène.

d'elles montre 25 cm² de miroir sur lequel on observe des gradins de diaclases pennées indiquant un jeu en faille inverse, à vergence NW. Les stries sont mal visibles. Leur plongement serait sub-vertical. Le plan axial de ce pli, calculé sur stéréogramme à partir d'une vingtaine de mesures de pendage (fig. 4a), est orienté ENE-WSW et plonge à 84° vers le Sud. Le raccourcissement maximal responsable de ce plissement est orienté NNW-SSE (N 162° E).

2) Calcaires lacustres de Tazrout n'Zag.

Les affleurements (II, fig. 2), situés au Nord de Saka, sont composés d'une succession de calcaires blancs à rosés et d'argiles calcaires claires, verdâtres en altération. Incontestablement lacustre, cette formation est attribuée au Plio-Villafranchien ancien (Hamel *et al.*, 1971). Les dépôts sont horizontaux dans la partie occidentale de la butte de Tazrout n'Zag. Par contre, dans la partie orientale, séparée de la précédente par un accident N 40° E, ils présentent des ondulations dont le pendage atteint 20°. Des plis anticlinaux et

synclinaux à axes sub-horizontaux sont discernables. Les mesures de pendage effectuées et reportées sur stéréogramme (fig. 4b) montrent l'existence de plans axiaux ENE-WSW plongeant à 87° vers le Sud. La direction de raccourcissement maximal est là aussi orientée NNW-SSE (N 160° E).

3) Basaltes alcalins des Béni Bou Yahy.

Au cours de l'étude du dynamisme éruptif des basaltes alcalins des Béni Bou Yahy (III et IV, fig. 2), nous avons pu observer des failles affectant les appareils et les coulées (Harmand et Hervouët, 1981). Les pointements volcaniques de basse altitude reposent, soit sur les marnes miocène supérieur du Prérif ou du bassin de Guercif, soit sur une terrasse quaternaire. Les travaux de Beudet (1971), de Colletta et Rampoux (1975) nous ont amené à rapporter cette terrasse à l'Amirien et à attribuer un âge Quaternaire moyen aux phénomènes éruptifs. Des ensembles volcaniques faillés, nous ne prendrons que deux exemples, leur fracturation étant significative de l'existence d'une compression postérieure à leur mise en place.

a) La Koudiat Sangall d'Hassi Medlam.

A 8 km à l'Est de Saka, l'oued Medlam a creusé son lit à l'intérieur d'un appareil volcanique (III, fig. 2). Il sépare les coulées superposées de la Koudiat Tanout, à l'Ouest, du centre éruptif formant la Koudiat Sangall, à l'Est. La Koudiat Tanout est traversée par un accident sub-vertical EW décalant verticalement d'une vingtaine de mètres les coulées et la terrasse quaternaire sous-jacente. Le rejet dans le Miocène supérieur est plus important et il dépasse l'hectomètre dans le Jurassique supérieur. Aucun miroir, aucun repère vertical ne peuvent nous renseigner sur un éventuel jeu décrochant quaternaire de cet accident hérité.

Près du puits d'Hassi Medlam (fig. 5), sur le flanc nord-ouest de la Koudiat Sangall, trois accidents orientés N 40° E plongeant à 70° ou 80° vers le Sud-Est décalent la base de l'appareil d'environ un mètre (rejet cumulé des trois failles). Le jeu est celui de failles inverses, chevauchantes vers le Nord-Ouest. Il n'y a pas de stries sur les miroirs.

b) Koudiat Sangall de Sidi Moulay-el-Tayeb.

Cet appareil est situé à environ 5 km au Sud du précédent (IV, fig. 2). Sur sa bordure orientale, un arrachement le long de l'oued Lekhnak permet d'observer de bas en haut :

- 10 m de marnes du Miocène supérieur ;
- 0,5 m de calcaires lacustres, gris clair, se terminant par un conglomérat fluviatile fortement cimenté ;
- 2 m de terrasse alluviale mal consolidée ;
- 0,1 m de cendres et de lapillis gris accrétonnés ;
- 0,4 m de lapillis rouges soudés contenant des blocs de substratum ;
- 5 m de coulées basaltiques prismées à semelle scoriacée.

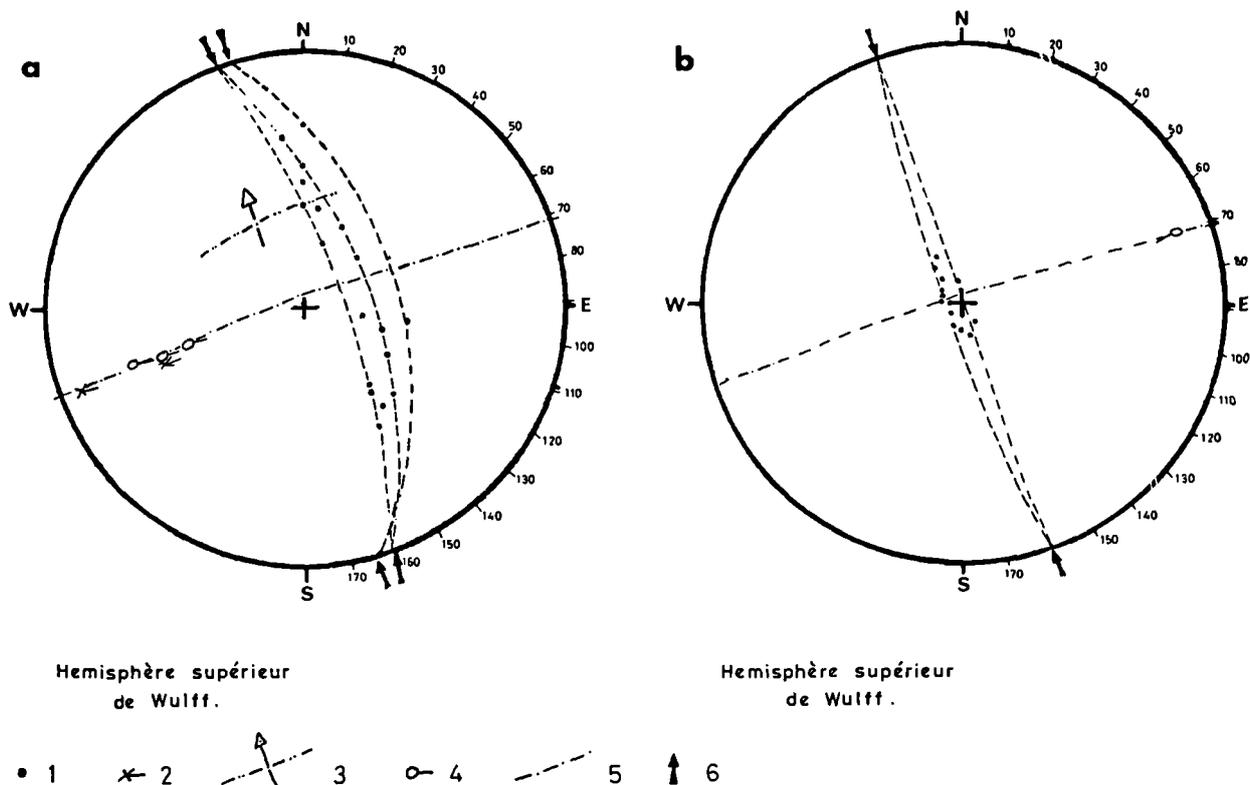


Fig. 4. — Stéréogrammes réalisés dans les formations d'Iméhoutène (a) et de Tazrout n'Zag (b) mettant en évidence la compression NNW-SSE.

1, pôles des plans de stratification. — 2, axes mesurés. — 3, plan de faille inverse et stries verticales. — 4, axes construits. — 5, plans axiaux construits. — 6, direction de la contrainte maximale de raccourcissement. La méthode employée pour la construction des plans axiaux est celle utilisée *in* Henry (1976).

Deux failles tranchent ces formations. L'une, verticale, orientée N 90° E, sans miroir visible, abaisse le compartiment nord de trois mètres. L'autre, orientée N 140° E, plonge à 75° vers le Nord-Est et s'exprime par des miroirs dans les calcaires lacustres. Sur un de ces miroirs, les stries sub-horizontales et les tectoglyphes enregistrent un déplacement dextre.

c) Conclusion.

Si les arguments de terrain attestant d'une compression postérieure aux basaltes quaternaires moyen sont rares, ils n'en existent pas moins. La direction d'un raccourcissement responsable du fonctionnement de failles inverses N 40° E et de décrochements N 140° E dextres peut être évaluée, comme en Algérie à la même époque (Philipp et Thomas, 1977), autour de NW-SE. Les accidents N 90° E jouent alors en décrochement dextre.

II. — AGE DES DEFORMATIONS

Ces quelques observations nous ont permis de constater la présence :

- d'une déformation en compression postérieure au Pontien et de direction NNW-SSE ;
- d'une déformation identique postérieure au Plio-Villafranchien ancien ;
- enfin, d'une phase en compression postérieure aux basaltes du Quaternaire moyen et de direction évaluée autour de NW-SE.

Les formations étudiées ne possèdent pas de couverture discordante. Il est donc impossible de donner un âge précis aux déformations. Il faut donc rechercher l'âge et la direction des compressions récentes décrites antérieurement sur le pourtour de la Méditerranée occidentale.

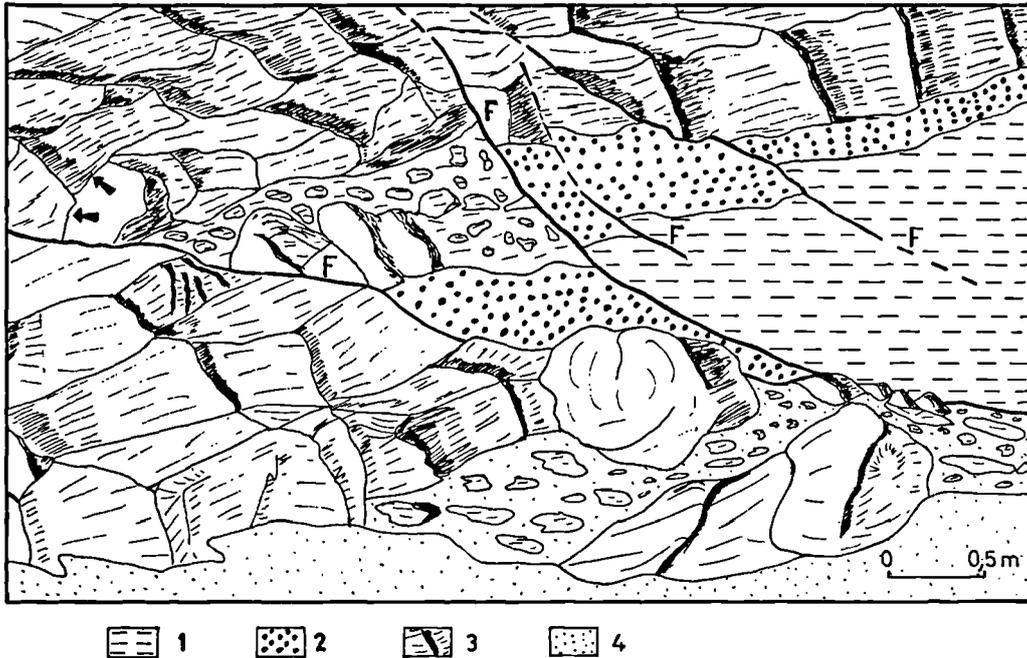


Fig. 5. — Dessin (d'après photographie) de la base de la coulée d'Hassi Medlam (Koudiat Sangall).
1, marnes du Miocène sup. — 2, brèches d'explosion (cendres compactées et tufs). — 3, coulées prismées. — 4, sables actuels. — F, failles inverses N 40° E; les flèches indiquent le ploiement d'une coulée à proximité de la faille principale.

Le Groupe de recherche néotectonique de l'Arc de Gibraltar (1977) a mis en évidence une distension s'étendant du Messinien au Pliocène. Une compression quaternaire ancien, orientée NNW-SSE au Maroc oriental, est responsable de nombreuses structures plicatives ou cassantes. Pour la période du Quaternaire moyen et récent, il y a, en Espagne et en Algérie, permanence du régime de compression présentant à peu près la même direction de raccourcissement. Par contre, au Maroc, seuls des phénomènes d'extension NE-SW ont pu être mis en évidence.

A l'Ouest de Midar, sur les bords de l'oued Nekor, le synclinal messinien d'Arbâa de Taourirt (V, fig. 2), d'axe proche de N 65° E, est surmonté en discordance nette par des dépôts détritiques fini-messinien, équivalents marins du Pontien d'Iméhoutène (Frizon de Lamotte, 1979). Celui-ci repose en concordance sur les faluns attribués au Messinien. Ainsi, la phase responsable de la structuration de ce synclinal n'est pas contemporaine de celle d'Arbâa de Taourirt et doit donc être recherchée postérieurement.

Les auteurs antérieurs sont d'accord pour admettre une phase extensive au Pliocène. La phase responsable du plissement d'Iméhoutène est de même direc-

tion que celle affectant les formations de Tazrout n'Zag, elle-même parallèle à la phase quaternaire ancien des auteurs. Les plissements d'Iméhoutène et de Tazrout n'Zag peuvent donc être attribués à cette phase quaternaire ancien.

Par contre, la tectonique cassante affectant les basaltes du Quaternaire moyen est postérieure. Elle doit être rattachée aux phases récentes décrites en Algérie par Philipp et Thomas (1977) et dans les Cordillères bétiques par le Groupe de recherche néotectonique (1977). La compression NW-SE est associée à la distension NE-SW, seule mise en évidence par Rampnoux *et al.* (1977) au Maroc oriental.

III. — CONCLUSION

La tectonique en compression reste active au cours du Quaternaire sur la bordure orientale du Rif; mais alors que la tectonique rifaine montrait des déplacements vers le Sud et ce jusqu'au Tortonien supérieur (Hervouët, 1981), les failles inverses quaternaires indiquent des déplacements vers le Nord-Ouest, à l'image des mouvements précoces (anté-miocène) de l'avant-

pays oriental rifain. Les observations décrites étant locales, ces déplacements vers le Nord-Ouest sont peut-être l'expression de mouvements conjugués à celui plus général vers le Sud-Est.

De plus, si en première approximation, la direction générale de raccourcissement, depuis le Messinien, est stable (N 140° E à N 160° E), l'hypothèse (Groupe de recherche néotectonique, 1977) selon laquelle il y aurait des inversions momentanées entre les raccourcissements maximal (σ_1) et minimal (σ_3) semble plausible. En effet, des accidents NE-SW jouant en décrochement senestre sous les contraintes sub-méridiennes

présentent des rejeux récents dextres. C'est le cas de l'accident de Dchar Rana (Rampnoux *et al.*, 1977) au Nord de Melilla (VI, fig. 2) mais aussi de l'accident qui borde au Nord-Ouest le Jbel Tistoutine (VII, fig. 2). Ce jeu dextre récent est prouvé par le décalage d'accidents verticaux antérieurs, par l'analyse des miroirs (Dchar Rana) et par des crochons à axes verticaux (Tistoutine).

Le mécanisme géodynamique, cause de ces inversions de contraintes, est inconnu actuellement en Afrique du Nord. Ceci laisse la porte ouverte à des recherches particulièrement intéressantes.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BEAUDET G. (1971). — Le Quaternaire marocain : état des études. *Rev. Géogr. Maroc*, n° 20, p. 3-55.
- 2) COLLETTA B. et RAMPNOUX J.P. (1975). — Esquisse structurale du Sud du bassin de Guercif (Maroc). *Ann. Centr. Univ. de Savoie*, t. II, Sci. Nat., p. 147-157.
- 3) FRIZON de LAMOTTE D. (1979). — Contribution à l'étude de l'évolution structurale du Rif oriental (Maroc). *Thèse de spécialité*, Univ. Paris Sud, 175 p.
- 4) GROUPE DE RECHERCHE NEOTECTONIQUE DE L'ARC DE GIBRALTAR (1977). — L'histoire tectonique récente (Tortonien à Quaternaire) de l'Arc de Gibraltar et des bordures de la mer d'Alboran. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7, t. XIX, n° 3, p. 575-614.
- 5) HAMEL Ch. *et al.* (1971). — Carte géologique au 1/100.000° de Tistoutine. *Notes et mém. Serv. géol. Maroc*, n° 167.
- 6) HARMAND Ch. et HERVOUET Y. (1981). — Dynamismes volcaniques quaternaires en moyenne Moulouya (Nord de Guercif) : importance des phénomènes phréatomagmatiques. *Mines, géologie et énergie*, Rabat, n° 50, p. 131-135 (sous presse).
- 7) HENRY J. (1976). — Méthodes modernes de géologie de terrain ; fasc. 2 b : manuel d'analyse structurale, traitement des données. Editions Technip.
- 8) HERVOUET Y. (1981). — Evolution structurale miocène du Gareb central (Maroc nord-oriental) : charriages anté-langhien etortonien ; rôle des accidents EW. *Mines, géologie et énergie*, n° 50, p. 103-108 (sous presse).
- 9) JEREMINE E. et MARÇAIS J. (1962). — La région volcanique des Béni Bou Yahi (avant-pays du Rif oriental). Livre à la mémoire du Pr. P. Fallot, *Mém. h.-sér. Soc. Géol. Fr.*, t. I, p. 431-446.
- 10) MOREL J.L., FAURE-MURET A. et CHOUBERT G. (1982). — La transgression messinienne dans la région de Midar (Rif oriental, Maroc). *C.R. Ac. Sc.*, t. 294, n° 18, série II, p. 1139-1141.
- 11) RAMPNOUX J.P., ANGELIER J., COLLETTA B., FUDRAL S., GUILLEMIN M. et PIERRE G. (1977). — Sur l'évolution néotectonique du Maroc septentrional. *Géol. Médit.*, t. VI, n° 4, p. 439-464.
- 12) PHILIPP H. et THOMAS G. (1977). — Détermination de la direction de raccourcissement de la phase de compression quaternaire en Oranie (Algérie). *Rev. géogr. phys. et géol. dyn.*, (2), vol. XIX, fasc. 4, p. 315-324.

La structure cone-in-cone dans les pélites à phtanites de Melloussa, Tanger (Maroc)

The cone-in-cone structure in the pelites with phtanites of Melloussa, Tanger (Morocco)

par A. BONTE et J. DIDON (*)

(Planche VII)

Résumé. — Les pélites de Melloussa renferment des lits calcaréo-siliceux d'une grande continuité, formés à 80 % de prismes de calcite. Affectés d'une structure entrecroisée, ces lits se délitent suivant des surfaces coniques à gradins concentriques et non en prismes parallèles.

Ce sont des lits à structure cone-in-cone classique formés par diagenèse biochimique. Contemporains de la sédimentation, ils pourraient constituer de bons marqueurs.

Abstract. — *The albo-cenomanian formation of Melloussa includes calcareo-siliceous layers, very continuous and constituted with calcite prisms. Endowed with intersected structure, these layers are broken according to cone-shaped surfaces with concentric gradins, not to parallel prisms.*

They are layers with classical cone-in-cone structure, formed by biochemical diagenesis; they are contemporaneous with sedimentation and so available markers.

INTRODUCTION

Nous nous proposons d'étudier en détail un échantillon marocain de calcaire à délitage en cone-in-cone, dont la structure complexe pose un intéressant problème de genèse. En effet, la structure cone-in-cone peut se développer sous divers aspects entre les deux cas extrêmes suivants :

1. - Dans des *lits* ou des *nodules* calcaréo-marneux où les fibres de calcite prennent naissance dans une matrice argileuse, à la suite des réactions biochimiques qui accompagnent la dégradation de la matière organique ; il s'agit là d'un processus sédimentaire, par conséquent extrêmement *précoce* (Bonte, 1942 et 1945b ; Bonte et Maillot, 1979) ; contrairement à l'opinion de Denaeyer qui ne voyait dans la structure cone-in-cone qu'une manifestation probable de phénomènes tectoniques (Denaeyer, 1939).

2. - Dans des *filonnets* de calcite fibreuse (beef) qui se forment par exsudation à partir des épontes d'une fissure de décollement ou d'une diaclase qui s'ouvre ;

leur formation, qui suppose une consolidation préalable, est donc *tardive*, en relation avec le contexte tectonique régional qui provoque l'ouverture des fissures (Bonte, 1952 ; David, 1952 ; Denaeyer, 1952 et 1954 ; Durand-Delga, 1952).

Après avoir décrit l'échantillon récolté, nous essaierons de préciser nos connaissances sur cette structure curieuse (Gresley, 1898 ; Tarr, 1922). Au préalable, il convient de replacer cet échantillon dans son contexte stratigraphique et tectonique.

I. — L'ÉCHANTILLON DE MELLOUSSA. CONDITIONS DE GISEMENT

Les rives marocaines du Détroit de Gibraltar montrent, au-dessus de l'unité de Tanger, la superposition de plusieurs nappes de flyschs crétacés et nummulitiques (Didon *et al.*, 1973).

La plus basse de cette nappe, celle de Melloussa (Durand-Delga, 1965), souvent réduite à de minces

(*) Université des Sciences et Techniques de Lille, Laboratoire de Sédimentologie et Géochimie, 59655 Villeneuve d'Ascq. Cedex.

Note présentée le 2 Mars 1983 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 2 Novembre 1983.

lames, possède une série exclusivement crétacée avec, de bas en haut :

1. Des pélites argileuses, feuilletées à schisteuses, vertes à violettes, à bancs de quartzite vert-bouteille; c'est le classique flysch "albo-aptien", localement daté par de très rares ammonites et des orbitolines.
2. Des argiles pélitiques, dépourvues de quartzite, renfermant fréquemment des lits de quelques centimètres de pélites indurées, ferrugineuses et manganésifères, de teinte violacée sombre; ces lits, souvent discontinus, peuvent passer à des alignements de galettes plates discoïdes.
3. Un ou deux horizons de roches siliceuses, noirâtres en cassure fraîche, désignées communément par le terme de phtanites et provenant de la silicification secondaire de pélites et de microbrèches calcaires; à Tanger même, ces phtanites (ou porcelanites), généralement rapportés au Cénomanién, seraient étroitement associés à des tuffites.

4. Des pélites argileuses, de teintes généralement plus claires, avec niveaux de turbidites calcaires très fines, donnant des bancs ou des dalles souvent très disloqués; des associations de *Globotruncana* attestent leur âge sénonien.

Cette série est bien visible dans le Tangérois, en particulier au S de la Montagne de Tanger: le long de la route conduisant aux Grottes d'Hercule (fig. 1, point 2), sur la route de Melloussa (fig. 1, point 1) et au N de cette localité.

Le flysch de Melloussa *s. l.* (formation 2 principalement) libère des plaquettes de calcite fibreuse à structure cone-in-cone qui abondent à la surface des champs. L'observation de ces plaquettes *in situ* a pu être faite :

- dans une écaïlle que traverse la route de Melloussa, en début de montée, près de la cote 115 (fig. 1, point 1. x = 475.3; y = 566.4);

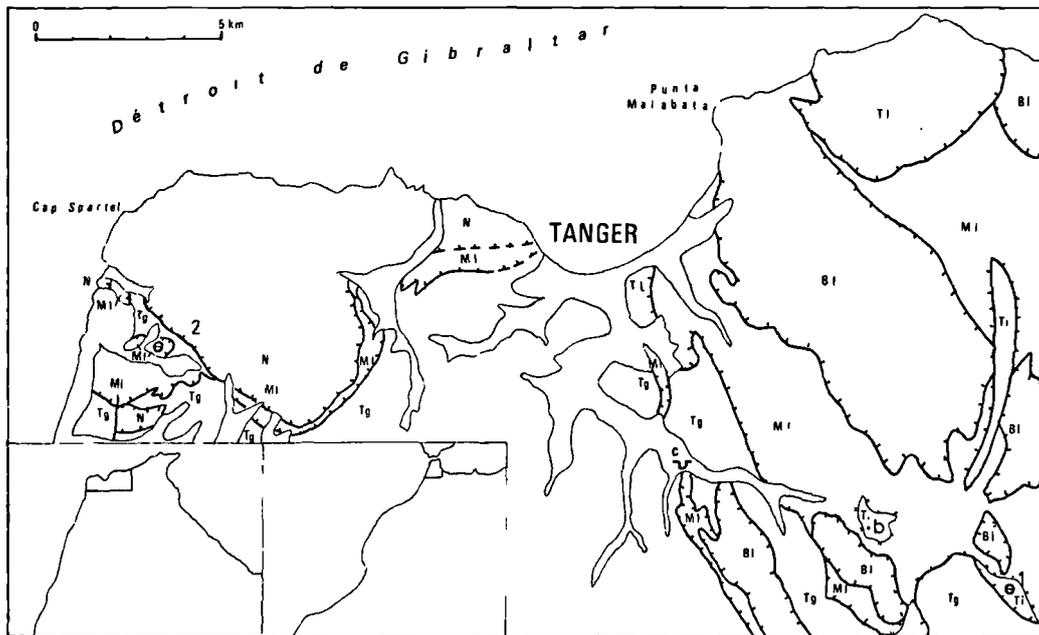


Fig. 1. — Schéma cartographique de situation.

Unités tectoniques. Tg, unité de Tanger. — MI, nappe de Melloussa. — Ti, écaïlle intermédiaire entre l'unité de Tanger et la nappe de Melloussa (= "Tanger interne"). — Bi, nappe de Beni-Ider. — Tl, unité de Talaa-Lakra. N, nappe numidienne (Montagne de Tanger).

1 et 2: points d'observation de lits de calcite à structure cone-in-cone, *in situ*; 1, montée de la route de Melloussa — 2, route des Grottes d'Hercule. — b, autre point où des lits de calcite fibreuse à structure cone-in-cone ont été observés, non en place. — c, ancienne carrière de "schistes bitumineux".

Fig. 1. — Situation map.

1 and 2, calcite beds with cone-in-cone structure, *in situ*; 1, slope on the road to Melloussa. — 2, road of the Herculean Grotts. — b, beds of fibrous calcite with cone-in-cone structure, after removal. — c, old quarry in bituminous shales.

— au S de la Montagne de Tanger, un peu au N de la route des Grottes d'Hercule (fig. 1, point 2. $x = 453,0$; $y = 573,0$).

Dans le premier point, il n'est guère possible de relever la polarité de la série. Au fond du ravin que domine la route, un lit de calcite à structure cone-in-cone a livré l'échantillon étudié ici.

Dans le second point, un lit de calcite fibreuse à structure cone-in-cone est recoupé par le sentier qui conduit à Mediouna. Parallèle à la stratification, il est situé à mi-distance entre les derniers bancs quartzitiques du flysch "albo-aptien" et l'horizon de phthanites.

En résumé, le flysch de Melloussa (ou flysch massylien) renferme un ou plusieurs lits de calcite fibreuse à structure cone-in-cone situés entre les derniers bancs de quartzite et les phthanites, dans une série uniformément péltique. La matière organique, importante en particulier dans les phthanites noirâtres, a justifié une exploitation artisanale de "schistes bitumineux". Le contexte sédimentologique de ces pélites est celui de "black shales".

II. — DESCRIPTION DE L'ECHANTILLON DE MELLOUSSA

L'échantillon recueilli est un bloc de forme parallélépipédique dont les dimensions moyennes sont : N-S, 200 mm ; E-W, 180 mm ; épaisseur, 50 mm, avec un amincissement vers le NE (*); masse volumique : 2.75.

Cet échantillon a été sectionné à la scie diamantée en 4 blocs (fig. 2) : bloc 1, partie ouest ; blocs 2, 3 et 4, partie est (nord, milieu, sud) ; entre les blocs 2 et 3 une plaquette 2/3 a été réservée pour les analyses chimiques (tableau I, n° 1 et 2) ; la lame mirce principale (3, fig. 3 et Pl. VII, fig. 4 à 8) a été taillée sur la face verticale sud (direction E-W) du bloc 3 (lame M 3/4).

Ultérieurement, plusieurs plaquettes de 10 mm d'épaisseur ont été détachées : une sur la bordure est du bloc 1 (plaquette 1 bis) ; deux sur la bordure est du bloc 4 (plaquettes 4 bis et 4 ter). Deux autres lames minces méridiennes ont été confectionnées : l'une dans la partie inférieure de la plaquette 4 bis (lame M4) ; l'autre sur le culot restant en bordure est du bloc 4 (lame M4c). Ces dernières sections ont été effectuées après les photographies 1 et 2 de la Pl. VII, sur lesquelles elles ne figurent que par des amorces le long du bord sud. La partie supérieure de la plaquette 1 bis (partie centrale) a été utilisée pour des analyses chimiques de contrôle (tableau I, n° 3 et 4).

(*) Les points cardinaux n'ont aucune signification réelle ; ils permettent simplement un repérage commode pour la description, suivant l'orientation de la fig. 2.

L'ensemble de l'échantillon est affecté par la structure cone-in-cone ; le tout est recoupé par un réseau de filonnets de calcite blanche secondaire, dont le trajet est guidé par la structure préexistante.

1) Faces horizontales.

La face supérieure (1, fig. 2 ; Pl. VII, fig. 1), qui s'abaisse vers le NE, est à peu près lisse ; elle montre quelques faibles protubérances circulaires (mamelons) dont la plus évidente (\varnothing 55 mm), marquée par une dépression centrale (\varnothing 20 mm), a été taillée en lame mince (3, fig. 3 ; Pl. VII, fig. 4). Une protubérance analogue occupe l'angle SE, à côté de deux autres traces circulaires, constituées elles aussi par la juxtaposition en arc de cercle d'une infinité de petites crêtes séparées par des dépressions allongées. L'espace compris entre ces quatre mamelons est lui-même garni d'autres traces moins évidentes : toute la surface, parcourue par un entrelacement de lignes circulaires composites, plus ou moins centrées, présente un aspect finement grenu, douci par l'altération superficielle.

La face inférieure (2, fig. 2 ; Pl. VII, fig. 2) est orientée comme la face supérieure, simplement retournée d'E en W. Elle montre de nombreuses traces circulaires sensiblement de même taille (10 à 20 mm) formées elles-mêmes d'une infinité de lames concentriques, alternativement en relief et en creux, plus manifestes que sur la face supérieure, où elles sont usées par la corrosion éolienne. Les lames en relief, inclinées vers le centre de courbure, représentent des éléments moins solubles par rapport à la calcite, qui est visible dans les parties déprimées ; ceci apparaît bien sur le quartier inférieur central (partie SE du bloc 1), attaqué avec HCl pour la mise en relief de la structure cone-in-cone (voir aussi en coupe, 4, fig. 2).

La surface inférieure du bloc 4 (angle SE) a été polie et montre, d'une part la structure circulaire des traces centimétriques, d'autre part l'allure embrassante des filonnets de calcite blanche secondaire.

En dehors de l'ornementation caractéristique, sous forme de fines traces circulaires plus ou moins centrées, les deux surfaces, supérieure et inférieure, sont parcourues d'étroits sillons peu profonds qui correspondent à la corrosion différentielle des filonnets de calcite. Ces filonnets sont orientés principalement N-S, accessoirement E-W ; leur caractère commun est d'être déviés par les mamelons sur lesquels ils se moulent, en particulier sur le mamelon taillé en lame mince (1 et 2, fig. 2, ; Pl. VII, fig. 1 et 2). Cette déformation, bien visible dans le plan horizontal, se manifeste aussi dans le plan vertical où les filonnets sont dirigés par les génératrices de la structure conique (3 et 4, fig. 2 ; 1, 2 et 3, fig. 3 ; Pl. VII, fig. 3 et 4). Ceci prouve, d'une part que l'ornementation en lignes circulaires concentriques est la trace d'une structure conique à lames emboîtées dont les sommets sont dirigés vers le plan médian (voir 3, Coupes minces), d'autre part que la

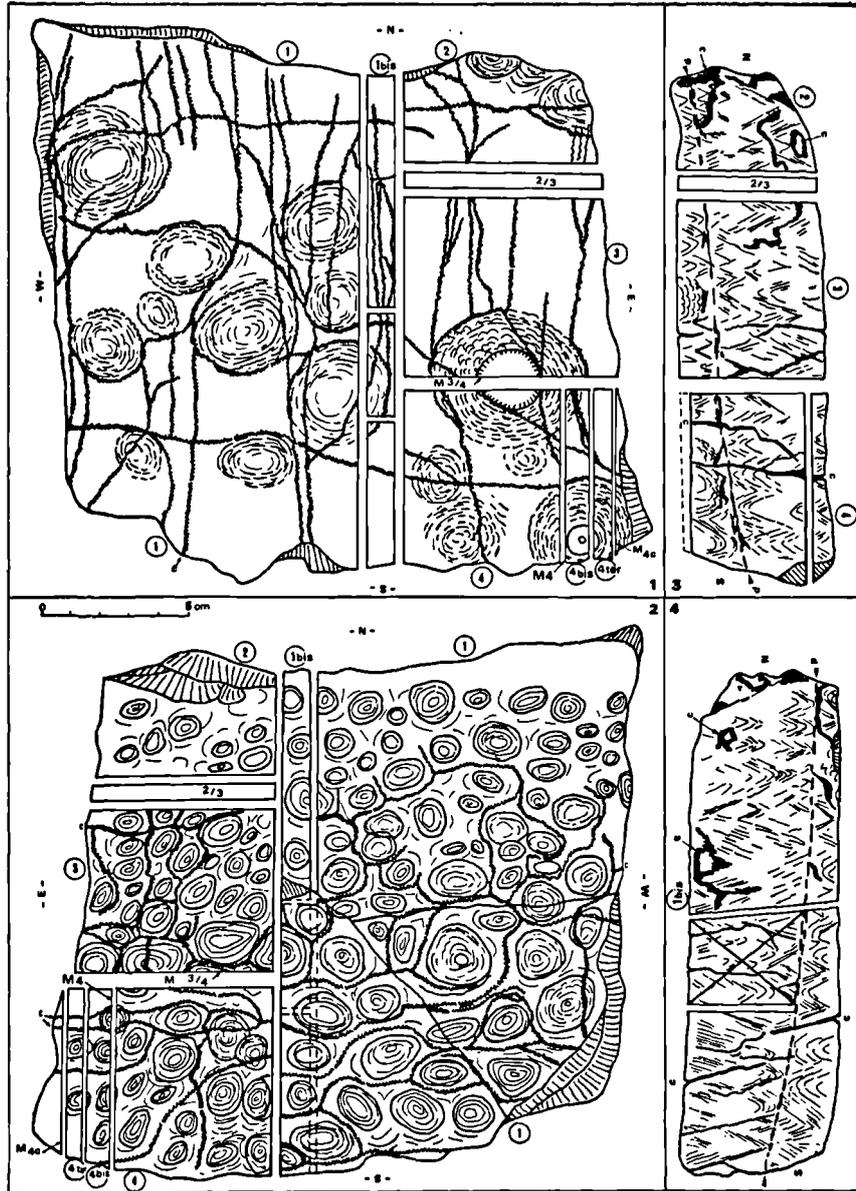


Fig. 2. — Faces externes et coupes méridiennes.

1, face supérieure (Pl. VII, fig. 1). — 2, face inférieure (Pl. VII, fig. 2), retournée d'E en W. N, S, E, W, repérage par points cardinaux fictifs. 1, 1 bis, 2, 3, 4, 4 bis, 4 ter, blocs et plaquettes obtenus par sciage et polissage; 2/3, plaquette réservée pour les analyses chimiques 1 et 2 (tabl. I); M3/4, trace de la lame mince, face sud du bloc 3 (3, fig. 3; Pl. VII, fig. 4 à 8); M4, lame mince, face ouest de la plaquette 4 bis; M4c, lame mince exécutée sur le culot en bordure est du bloc 4. Sur bloc 1, face inférieure, quartier sud-est décalcifié par HCl; sur bloc 4, face supérieure sciée et polie, face inférieure polie. — 3, section méridienne polie (Pl. VII, fig. 3), face ouest des blocs 2, 3, 4. — 4, section méridienne polie, face est de la plaquette 1 bis. La portion médiane de la plaquette 1 bis, partie supérieure surchargée d'un croisillon, a été utilisée pour les analyses chimiques 3 et 4 (tabl. I). La partie inférieure gauche a été décalcifiée par HCl. *Légende*: c, filonnets de calcite secondaire; p, parting au sens large.

Fig. 2. — External faces and meridian sections.

1, upper face (see Pl. VII, fig. 1). — 2, lower face, turned from E to W (see Pl. VII, fig. 2). 1 to 4 ter, blocks obtained by sawing and polishing; 2/3, small plate for chemical analysis 1 and 2 (table I); M3/4, trace of the thin slice, south face of the block 3; M4, thin slice west face of the block 4 bis. — 3, polished meridian section, west face of the blocks 2, 3, 4; p, parting. — 4, polished meridian section, east face of the slab 1 bis (see Pl. VII, fig. 3); median zone, overlapped with cross, for analysis 3 and 4 (table I). The veins of secondary white calcite, bayonet-shaped, are imposed by the pre-existent conical structure; they are subvertical and rectilinear, if perpendicular (on the left), or irregular and diffuse, if parallel to the section (on the right).

structure concentrique était acquise avant l'ouverture des diaclases et leur obturation par la calcite blanche.

2) Faces et sections verticales.

a) Les faces latérales naturelles.

Très irrégulièrement brisées, elles sont difficiles à analyser à l'état brut. Elles montrent néanmoins que toute la masse est constituée par des nappes coniques emboîtées et entrecroisées; elles montrent également que l'échantillon est divisé en deux parties, supérieure et inférieure, par un filet intermédiaire (plan médian), apparemment schisteux, vers lequel sont dirigés tous les sommets des cônes (Pl. VII, fig. 3). Ce filet noir est, en réalité, très discontinu; il a facilité le clivage du quartier SE de la partie inférieure du bloc 1 attaqué avec HCl. Sa texture sera envisagée à propos de la coupe mince (voir 3, Coupes minces).

b) Les sections verticales.

Elles ont été polies pour en faciliter l'examen. Les deux faces de la première section méridienne (entre blocs 1 et 2-3-4) sont représentées par les croquis 3 et 4 de la fig. 2; les sections E-W (entre blocs 2 et 3) par les croquis 1 et 2 de la fig. 3; le schéma de la coupe mince (3, fig. 3) correspond à la surface séparant les blocs 3 et 4.

Sur ces différents croquis, la structure conique apparaît dans toute sa complexité, notamment dans la zone attaquée par HCl, et on distingue deux ensembles de cônes pointés sur le filet schisteux horizontal situé vers le tiers de la hauteur. Les cônes ayant sensiblement le même angle au sommet, leurs bases sur la face inférieure (Pl. VII, fig. 2) ont normalement un diamètre inférieur à celui des bases visibles sur la face supérieure (Pl. VII, fig. 1). La structure conique est recoupée par des filonnets subverticaux de calcite blanche secondaire, dont le trajet est guidé par la structure de la calcite originelle: ces filonnets, qui présentent des trajets en baïonnette, sont nets et rectilignes lorsqu'ils sont perpendiculaires à la surface polie (direction E-W sur les coupes méridiennes; direction N-S sur les coupes E-W), irréguliers et flous lorsqu'ils lui sont à peu près parallèles. Cette distinction est immédiate sur la section méridienne (4, fig. 2; Pl. VII, fig. 3) où les filonnets de calcite blanche, de direction E-W, sont nettement délimités dans la partie gauche; en revanche, dans la partie droite, les filonnets N-S, coupés tangentiellement, ont l'aspect de nuages indécis.

Par analogie avec les descriptions de Richardson relatives au beef (1923, p. 89), on a désigné sous le nom de *parting* (p) une surface de décollement plus facile sur laquelle on peut distinguer des plages irrégulières plus foncées, apparemment schisteuses, séparant des plages plus claires attribuables à la calcite (Pl. VII, fig. 3, 4 et 5, p). Il n'a pas été possible d'isoler les plages schisteuses de la masse carbonatée,

pour en faire une analyse chimique séparée (voir 4, Composition chimique...). Toutefois, l'analyse globale (tableau I) laisse à penser qu'il ne s'agit pas d'une véritable argile, mais d'un matériau riche en silice où l'examen microscopique décèle, en outre, la présence de nombreux débris de matière organique.

3) Coupes minces.

Dans la lame mince principale (lame M 3/4, 3, fig. 3; Pl. VII, fig. 4), la roche est formée presque exclusivement de fibres parallèles et verticales de calcite (79,3 % CaCO₃), envahies par des débris apparemment argileux, en provenance du *parting*, qui lui donne son relief; elle montre parfaitement la structure conique, entrecroisée jusque dans les moindres détails, *guidée par les clivages de la calcite*.

Dès l'abord, pour mieux comprendre la façon dont la roche est construite, il faut se rappeler que la structure cone-in-cone pourrait être engendrée par la recristallisation en calcite de fibres d'aragonite initialement précipitées, après concentration locale des produits de la dissolution syngénétique des carbonates par les métabolites organiques. La transformation, avec augmentation de volume, de l'aragonite en calcite engendrerait des contraintes tangentielles provoquant l'expulsion d'une partie du matériau fibreux le long de surfaces coniques développées en tous sens, à partir des clivages de la calcite (Bonte et Maillot, 1979).

a) Structure d'ensemble.

La superficie de la lame est divisée en deux parties inégales par une bande discontinue assez irrégulière qui apparaît en gris-brunâtre et qui peut être comparée au *parting* de la texture beef (Pl. VII, fig. 3 et 4, p). Ces deux parties, supérieure et inférieure, épaisses respectivement de 36 et 12 mm en moyenne, ont une structure conique très régulière dans laquelle les cônes, opposés par le sommet de part et d'autre de la surface de séparation, ont un angle au sommet de l'ordre de 40 à 50°. Ainsi qu'on l'a vu précédemment, la différence d'épaisseur des deux parties rend compte de la différence de diamètre (30 et 10 mm environ) des bases des cônes sur les faces externes respectives.

La partie supérieure est occupée en partie par le mamelon central plus trapu (angle au sommet 70°), plus opaque, dont la structure paraît finement broyée par des microchevauchements (Pl. VII, fig. 6); ce mamelon est encadré par des cônes plus réguliers où apparaissent les clivages de la calcite, comme dans l'axe du mamelon central.

La partie inférieure présente la même structure conique régulière, au moins au voisinage du plan médian; en effet, dans la partie droite, elle prend un aspect en chou-fleur qui correspond, en réalité, à un ensemble de cônes mal définis dont les sommets sont coalescents.

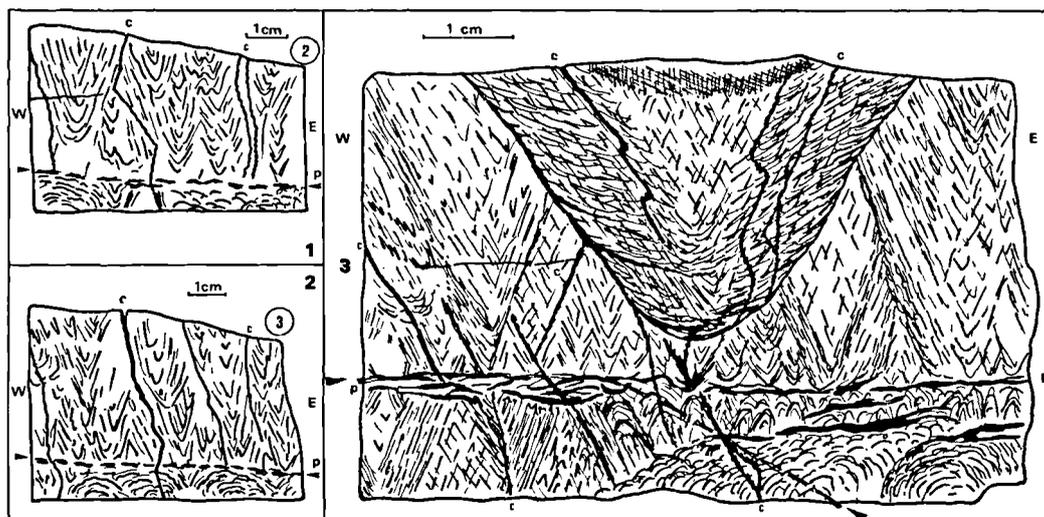


Fig. 3. — Sections verticales E - W.

1, section polie de la face sud du bloc 2.

2, section polie de la face nord du bloc 3, retournée d'E en W.

Ces deux sections sont parallèles et de même direction, séparées par l'épaisseur (10 à 12 mm) de la plaquette 2/3 destinée aux analyses chimiques (tabl. I, analyses 1 et 2). A cette épaisseur près, elles seraient superposables, ce qui témoigne de l'obliquité des filonnets de calcite.

3, lame mince taillée sur la face sud du bloc 3 (lame M 3/4, Pl. VII, fig. 4) dans l'axe d'un mamelon.

Légende : c, filonnets de calcite secondaire. — p, parting au sens large.

Fig. 3. — Vertical section E - W.

1, polished section of the south face of the block 2.

2, polished section of the north face of the block 3, turned over.

These section are parallel, separated by thickness of block 2/3.

3, thin slice (M 3/4) along the south face of the block 3 (see Pl. VII, fig. 4), across the nipple.

Legend : c, veins of secondary white calcite. — p, parting lato sensu.

Les surfaces élémentaires qui, de part et d'autre du parting, limitent les faisceaux de fibres, sont des surfaces coniques parfaites d'origine mécanique, dues à l'expulsion des cônes par rupture des fibres élémentaires (Bonte, 1981); elles apparaissent en section sous forme de branches d'hyperboles ouvertes vers l'extérieur (vers le haut, au-dessus; vers le bas, au-dessous du parting), ce qui permet de les orienter sans ambiguïté. L'intervalle entre les branches est comblé par des fibres qui se coupent à angle vif (45°) et qui représentent l'intersection dans le plan de la lame mince des jupes de cônes voisins (1, fig. 4; Pl. VII, fig. 4) de part et d'autre du mamelon central.

b) Matrice de la structure cone-in-cone.

Les éléments opaques de teinte brun-noir, plus ou moins discontinus et ondulés, qui parsèment la préparation, notamment dans la zone correspondante au parting (Pl. VII, fig. 5), devaient à l'origine former un lit continu d'épaisseur constante. Cette hypothèse

semble logique si, d'un bord à l'autre, on réunit par la pensée l'ensemble des bandes noires élémentaires qui s'étagent sur toute la hauteur de la préparation, ainsi que tous les débris microscopiques qui soulignent la structure. Ce lit original est maintenant dissocié en de nombreux éléments qui s'exfolient et s'effilochent de part et d'autre du parting (Pl. VII, fig. 4 et 5; voir aussi Woodland, 1964, fig. 77) ou qui viennent coiffer d'une sorte de cape les cônes principaux (Pl. VII, fig. 4 et 8).

Ces éléments noirs, d'apparence schisteuse, finement dilacérés, s'émiettent dans la masse de calcite où ils s'alignent suivant les fibres dont ils soulignent les contours et les clivages; cela leur donne une allure en microgradins, caractéristique de la structure cone-in-cone (3, fig. 4; Pl. VII, fig. 5 à 8, g) et qui en a fait longtemps le secret (Bonte, 1945 a et b; Denaeyer, 1940 et 1952). Les microgradins sont visibles partout dans la préparation jusqu'à la dimension du 1/50 de mm; les plus gros atteignent le 1/10 de mm (Pl. VII,

fig. 7). Par contre, les gradins classiques (Bonte, 1945a), de l'ordre du mm ou plus, sont pratiquement inexistantes. On peut faire la même observation sur les figures de Woodland (1964) où souvent deux tailles différentes sont associées dans la même préparation, par exemple : 0,1 et 0,01 (fig. 32 et 81), 0,2 et 0,01 (fig. 33), 0,05 et 0,01 (fig. 42). Dans l'échantillon de Melloussa, la finesse des microgradins et leur abondance sont remarquables. Ils apparaissent mal sur les photographies, mais ils sont schématisés en 2, fig. 4, dessinée d'après la photographie 7 de la Pl. VII. Enfin, il faut noter que les microgradins ne sont pas toujours soulignés par des impuretés : fréquemment, des lignes de gradins nets semblent se prolonger en pleine masse de calcite, où ils deviennent à peu près indiscernables.

Dans le mamelon central, qui représente un cône déjà très évolué (Pl. VII, fig. 4 et 6), les grains élémentaires de calcite sont séparés par des filets inclinés

à 30° sur l'horizontale, qui matérialisent les surfaces suivant lesquelles s'est produite l'expulsion du matériau sous la poussée due à l'expansion (voir chap. III - interprétation). Finalement, l'extrême diffusion des microgradins et leur ténuité, à partir d'un filet sédimentaire compact, laisse entrevoir l'intensité des actions mécaniques internes auxquelles ce filet a été soumis au cours de la cristallisation de la calcite.

Les éléments noirs qui soulignent la structure n'ont de schisteux que l'apparence, comme le montre la composition chimique. En fait, l'abondance du quartz, tant dans l'analyse chimique ($\text{SiO}_2 = 90\%$ dans les résidus de décalcification) que dans l'analyse minéralogique (quartz abondant), laisse à penser que la silice existe à l'état amorphe finement dispersée au sein de la masse fibreuse calcitique (voir 4, Composition chimique). Ces éléments noirs prennent une teinte brun clair dans les lames minces, où ils apparaissent comme le matériau original riche en matière organique, dont

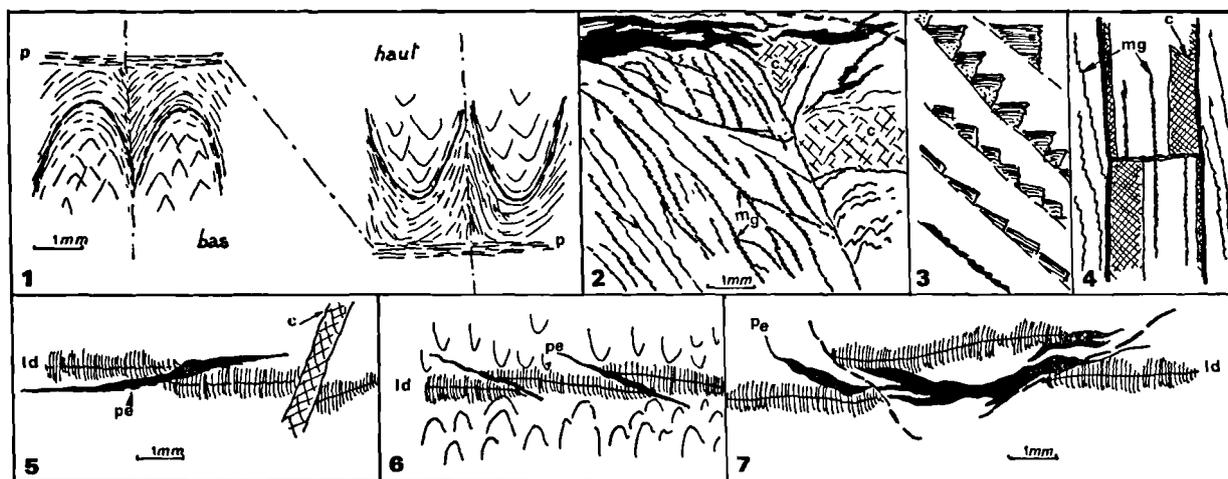


Fig. 4. — Détails de structure.

- 1, orientation des cônes élémentaires : de part et d'autre du parting, branches d'hyperboles ouvertes vers l'extérieur (face supérieure, vers le haut ; face inférieure, vers le bas). Entre ces branches, texture en chevrons (Pl. VII, fig. 4).
- 2, Microgradins formés par émiettement à partir d'un filet sédimentaire effiloché (Pl. VII, fig. 7).
- 3, différents aspects de microgradins.
- 4, filonnet de calcite secondaire (hachures croisées) enrobant les deux parties, décalées par rupture transversale, d'une fibre de calcite originelle à microgradins.
- 5, 6, 7, différents aspects de la ligne de départ (Pl. VII, fig. 5 et 8).

Légende : c, calcite secondaire. — ld, ligne de départ. — mg, microgradins. — p, parting. — pe, parting effiloché.

Fig. 4. — Details of the structure.

- 1, orientation of elementary cones : on both sides of parting, p, hyperbolic boughs directed towards the top (upper face), or towards the bottom (lower face). Between boughs, chevron texture (see Pl. VII, fig. 4).
- 2, microsteps mg, by crumbling of a sedimentary bed (see Pl. VII, fig. 7).
- 3, diversity of microsteps.
- 4, vein of secondary calcite, c (crosswise hatching) surrounding the two parts (by transversal rupture) of an original calcite-fibre with microsteps mg.
- 5, 6, 7, diversity of starting line, ld (see Pl. VII, fig. 5 and 8).

on peut observer de nombreux débris sous forme d'un feutrage extrêmement fin avec excroissances subsphériques ou allongées. Coquel (comm. orale), à partir d'une préparation palynologique, signale dans ces éléments des débris allongés et carbonisés de cuticules et de trachéides (20 à 30 μm), ainsi que la présence de spores et de grains de pollen de petite taille (15-30 μm) avec très peu d'éléments marins (1 seul dinoflagellé pour 50 spores et grains de pollen).

c) *Ligne de départ.*

Dans toutes les préparations, on constate l'existence d'une zone de départ de la structure conique marquée par une étroite ligne grise, à texture finement grenue, épaisse de 0,05 mm, contre laquelle s'appuient, de part et d'autre, les sommets des cônes (5, 6 et 7, fig. 4; Pl. VII, fig. 4, 5 et 8, Id). Cette zone de départ n'a rien à voir avec la zone de séparation encombrée d'éléments noirs et assimilée au parting, p, de la texture beef. La ligne de départ, malgré son rôle actif, est une ligne fictive, tandis que le parting correspond à un témoin d'éponte, jouant un rôle passif de débris dans la lumière où s'amorce la texture beef. Cette ligne de départ est formée de fibres de calcite très fines (longueur: 0,4 à 1 mm), orientées suivant l'axe des cônes auxquelles elles passent progressivement; elle semble correspondre à la description de Denaeyer (1954, p. 393, § 2, fig. 4). Apparemment simple et continue, elle est parfois multiple; elle semble s'insinuer entre des filets sombres décollés ou se dédoubler pour embrasser un filet sombre; il en existe parfois trois sur une même verticale. Ces lignes pouvaient être multiples à l'origine et indépendantes; mais il n'est pas exclu qu'une ligne de départ unique puisse, en certains points, être fragmentée par chevauchement horizontal sous l'effet des contraintes tangentielles génératrices de la structure cone-in-cone (5, 6 et 7, fig. 4).

d) *Filonnets de calcite.*

Au milieu des fibres parallèles de calcite originelle qui, bien que gainées d'impuretés, sont transparentes, on peut suivre le cheminement de filonnets de calcite secondaire blanche, à l'œil nu et en surface polie (Pl. VII, fig. 2, 3 et 4, c), finement grenue en lame mince. Ces filonnets sont guidés de façon remarquable par les linéaments (limites de fibres et clivages de la calcite) de la structure conique, à laquelle ils sont manifestement postérieurs (fig. 2 et 3; Pl. VII, fig. 1, 2, 3 et 4, c). Ils apparaissent en étroits sillons sur les faces externes soumises à l'altération différentielle (Pl. VII, fig. 1 et 2), parce qu'ils sont formés de calcite pure; en revanche, la masse fibreuse principale est renforcée par une armature d'éléments insolubles en provenance du parting. En surface polie, ils se détachent en blanc sur fond gris (Pl. VII, fig. 3, c). En lame mince, ils sont à peine discernables, car leurs contours en baïonnette se fauillent entre les fibres de la structure cone-in-cone préexistante (3, fig. 4; Pl. VII, fig. 4, c).

De tels filonnets sont extrêmement nombreux et visibles à toutes les échelles; les dessins n'en figurent que les principaux.

4) *Compositions chimique et minéralogique.*

L'analyse chimique (tabl. I) a porté essentiellement sur deux échantillons bruts prélevés (fig. 2): sur la plaquette 2/3 réservée au départ entre les blocs 2 et 3 (n° 1), sur la plaquette 1 bis dans la partie supérieure du milieu de la plaque (n° 3), et sur deux résidus de la décarbonatation effectuée à partir de fragments des mêmes échantillons (respectivement n° 2 et n° 4).

Du point de vue géochimique, il faut noter la cohérence remarquable des deux échantillons analysés (n° 1 et 3). Sauf en ce qui concerne la silice et sans doute la matière organique (voir le comportement de Zn, Ni, Co, Pb), il n'y a pas de dispersion réelle des concentrations élémentaires dans la roche totale très manganifère et qui recèle 79 % de carbonate de calcium, 6 % de manganocalcite, environ 2 % d'argile, 1 % de phosphate de chaux et 12 à 15 % de silice et matière organique. A ce propos, la matière organique (qui concentre notamment le cobalt) semble plus importante dans le deuxième échantillon et son abondance relative s'effectue au seul détriment de la silice libre.

L'insoluble (n° 2 et 4) est également très cohérent. Il contient 75 à 80 % de silice libre, 12 à 15 % d'argile et un reliquat de matière organique. La destruction de la phase carbonatée concentre le résidu en argile mais surtout la silice libre. La faible représentativité du cortège argileux se traduit par l'intervention mineure des éléments de transition (Ni, Cr, Cu, V), même après disparition des carbonates. Cette disparition élimine également le phosphate, le manganèse, une partie du strontium et du plomb.

Le faciès réducteur et basique du milieu de genèse des cone-in-cone est parfaitement défini par le comportement du manganèse. Il confère de plus à l'élaboration de cette structure un caractère tout à fait certain de redistribution diagénétique.

L'analyse minéralogique de la fraction argileuse (< 2 μm) de 4 résidus de décarbonatation a donné les résultats suivants:

Chlorite	25 %	
Illite	40 %	
Interstratifiés	30 %	dont chlorite-vermiculite 5 % chlorite-smectite . 5 % illite-vermiculite . 5 % illite-smectite ... 15 %
Kaolinite	5 %	
Quartz	abondant (pas de cristaux visibles en lame mince)	
Feldspaths	communs	

ECHANTILLON	SiO ₂ : Al ₂ O ₃ : Fe ₂ O ₃ : CaO : MgO : Na ₂ O : K ₂ O : TiO ₂ : P ₂ O ₅ : CaCO ₃									
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1-2/3 gl.	12.20:	0.40:	0.56:	44.41:	0.26:	0.06:	0.05:	n.d.:	0.5794:	79.30
2-2/3 déc.	93.20:	4.27:	0.52:	0.86:	0.32:	0.77:	0.70:	0.07:	n.d.:	1.535
3-1 bis gl.	5.70:	0.50:	0.63:	43.99:	0.30:	0.18:	0.12:	0.02:	0.5444:	78.55
4-1 bis déc.	89.10:	3.68:	0.82:	0.64:	0.39:	0.67:	0.39:	0.03:	-	1.14
ECHANTILLON	Sr : Mn : Zn : Li : Ni : Cr : Co : Cu : Pb : V									
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1-2/3 gl.	174:29	500:	32:	0:	10:	14:	8:	3:	21:	10
2-2/3 déc.	42:	279:	95:	11:	5:	40:	n.d.:	n.d.:	6:	20
3-1 bis gl.	158:30	000:	116:	-	24:	20:	34:	-	70:	-
4-1 bis déc.	26:	458:	147:	7:	20:	35:	-	-	17:	-

Tableau I. — Analyses chimiques.

1, plaquette 2/3, globale. — 2, plaquette 2/3, décarbonatée. — 3, plaquette 1 bis, globale.
4, plaquette 1 bis, décarbonatée.

Table. I. — Chemical analysis.

1, small plate 2/3, global. — 2, small plate 2/3, without carbonate. — 3, small plate 1 bis, global.
4, small plate 1 bis, without carbonate.

La teneur en CaO atteint des valeurs élevées : 44,41 pour le n°1, 43,99 pour le n° 3, ce qui donne respectivement 79,30 et 78,55 % de CaCO₃.

L'attaque lente (HCl à 1 %) dans un but de définition morphologique a été suivie de près à la loupe binoculaire, ce qui a permis d'observer la disposition dans l'espace des impuretés au sein de la calcite. Celle-ci est massive et transparente dans les parties claires de la préparation, en particulier dans l'axe des cônes primaires. Dans le gros mamelon central, par contre, les jupes coniques qui semblent se développer vers la surface sont envahies de minuscules impuretés groupées en menues brindilles complexes, elles-mêmes associées en nappes coniques emboîtées. Le résidu d'attaque conserve ainsi une cohésion plus grande dans les jupes, dont il révèle la structure, que dans les parties claires formées de calcite pure.

Au cours de l'attaque, apparaissent, en outre, au sommet des cônes, de petites lentilles de calcite blanche, qui semblaient être le remplissage de décollements tardifs parallèles à la stratification ; de même âge que les filonnets de calcite blanche secondaire qui traversent tout l'échantillon et dont le trajet est nettement guidé par la structure cone-in-cone préexistante. En fait, en raison de leur épaisseur (0,5 à 1 mm), de leur

texture axée sur un filet gris de calcite grenue (ép. 0,05 mm) et de leur position au sommet des cônes, au voisinage immédiat de la zone de départ, elles semblent plutôt correspondre à la ligne de départ originelle Id, plus ou moins complexe. Cette dernière est en effet irrégulièrement recoupée par des filonnets de calcite blanche secondaire (5, fig. 4).

III. — INTERPRETATION

1) Structure d'ensemble.

L'échantillon de Melloussa est constitué essentiellement de fibres de calcite, sensiblement normales à la surface du lit ; ces fibres sont réparties en deux masses d'épaisseur inégale séparées par une zone d'impuretés, disposée dans un plan médian, assimilable au parting. Les fibres de calcite sont ordonnées en surfaces coniques emboîtées ou coalescentes, entrecroisées en tous sens, avec une double orientation vers le haut et vers le bas. Parmi ces surfaces coniques, certaines sont développées de façon privilégiée, donnant naissance à des cônes bien individualisés avec gradins concentriques ; leur base, progressivement mise en saillie à l'affleurement, correspond aux mamelons caractéristiques des faces horizontales.

Avec 80 % de CaCO_3 , on se trouve statistiquement en présence de lits calcaréo-marneux à structure cone-in-cone, plutôt que de plaquettes à texture beef. La présence de débris organiques dans le parting (voir Chap. II, 3, b, Matrice) donne à penser qu'il s'agit de vrais cone-in-cone synsédimentaires, donc précoces, plutôt que de filonnets secondaires de beef.

L'ensemble est parcouru par un fin réseau de filonnets de calcite blanche, dont les principales directions (N-S et E-W), imposées par les contraintes tectoniques régionales, sont déformées par la structure préexistante du matériau (*).

2) Genèse des structures.

La texture fibreuse originelle est une texture d'aragonite, en fibres parallèles, normales à la stratification, apparaissant à partir de la zone médiane, Id, en relation avec le parting argileux, p (Pl. VII, fig. 4 et 5). Ces fibres d'aragonite prennent naissance par dissolution et réprécipitation de substances carbonatées calciques, déstabilisées par la dégradation bactérienne de la matière organique contenue dans le parting de part et d'autre duquel elles se développent. La croissance des fibres provoque un démantèlement du parting dont tous les éléments, dilacérés et effilochés, semblent être à leur tour le point de départ d'une nouvelle série de fibres. Dans la partie droite inférieure de la plaque mince (Pl. VII, fig. 4), on pourrait observer, suivant les points, 2 ou 3 générations de fibres entre la ligne de départ, Id, et la face inférieure... jusqu'à épuisement de la matière organique incluse dans les débris du parting; il se peut aussi que les répétitions de la ligne de départ soient dues à l'action de contraintes tangentielles ultérieures (voir Chap. II, 3, c, Ligne de départ).

Mais l'aragonite n'est pas stable: elle se transforme plus ou moins vite en calcite, avec apparition de clivages et augmentation de volume de l'ordre de 2,5 à 6,53 % (Bonte et Maillot, 1979, p. 474). Cette augmentation de volume engendre des contraintes tangentielles qui provoquent des ruptures sous forme de surfaces coniques enchevêtrées, dont l'angle au sommet est imposé par les clivages de la calcite. Ainsi prend naissance la structure entrecroisée, qui est encore visible en lame mince dans les zones claires situées dans l'axe des cônes (Pl. VII, fig. 4). L'importance de ces contraintes tangentielles est considérable si on en juge par l'émiettement du parting dans toute la masse fibreuse; cela justifie en partie l'opinion de Cayeux (1935, p. 286), qui inclinait "à croire que la genèse de la structure cone-in-cone relève uniquement de phénomènes dynamiques". Ces derniers seraient d'origine biochimique (voir Chap. II, 3, b, Matrice); mais non pas tectonique, comme l'envisageait Cayeux, suivi en cela par Denaeyer.

(*) Les points cardinaux n'ont aucune signification réelle; ils permettent simplement un repérage commode pour la description, suivant l'orientation de la fig. 2.

Alors que les fibres d'aragonite, au cours de la première phase, s'accroissent de la ligne de départ vers la surface extérieure, il semble que la transformation d'aragonite en calcite se fasse en sens inverse, comme l'altération, c'est-à-dire de l'extérieur du lit vers la ligne de départ; de la même façon, les surfaces coniques engendrées par les contraintes tangentielles se développent progressivement en profondeur, d'où elles provoquent l'expulsion partielle de la calcite formée.

Lorsque la pression relative du milieu est quasi nulle, en milieu littoral par exemple, les contraintes de compression tangentielle provoquent, comme à Châtillon (Bonte et Maillot, 1979), l'expulsion de cônes bien individualisés, prolongés parfois par des cheminées d'aspiration où s'engage le sédiment sous-jacent encore meuble. Mais habituellement l'expulsion est à peine marquée dans la couche superposée, qui est simplement soulevée par gonflement.

Finalement, l'expulsion de cônes bien individualisés ne se manifeste que très tardivement, à l'affleurement, à la faveur de l'altération superficielle: soit par rémission des tensions internes emmagasinées dans le matériau à la suite de la transformation aragonite \rightarrow calcite; soit par gonflement de minéraux argileux étrangers qui auraient pu s'insinuer progressivement entre les feuillets coniques élémentaires.

Les relations entre, d'une part, les microgradins, qui sont relativement précoces puisque liés à la transformation aragonite \rightarrow calcite et, d'autre part, les filonnets de calcite secondaire, en relation avec la tectonique locale, permettent de confirmer l'âge relatif de ces éléments (4, fig. 4).

CONCLUSION

L'échantillon à structure cone-in-cone de Melloussa ne correspond pas à une lame de calcite à texture fibreuse cristallisée sous tension entre des épontes qui s'écartent lentement. Il s'agit, au contraire, d'une structure engendrée par réaction biochimique puis expansion mécanique dans une vase organique, aboutissant à une pélite calcaréo-siliceuse à structure cone-in-cone. L'appellation "beef" doit donc être abandonnée, en ce qui le concerne.

Cette structure est provoquée par un processus synsédimentaire, qui marque un milieu euxinique indépendant de la bathymétrie; elle confère aux bancs qui en sont affectés une valeur de repère stratigraphique précis, comme dans le cas des échantillons décrits par MacKensie (1972) dans les Northwest Territories au Canada.

Au début de cette étude, nous avons précisé, pour simplifier, que la structure cone-in-cone pouvait se rencontrer sous deux aspects différents: lits ou nodules synsédimentaires d'origine biochimique, donc précoce; filonnets d'origine strictement minérale, comblant un

vide dans un matériau consolidé, donc tardifs. En fait, il s'agit là de deux cas extrêmes qui admettent de nombreuses variations ; chaque gisement est un cas d'espèce qui nécessite la discussion de nombreux éléments : nature des matériaux préexistants, origine interne ou externe des matériaux mis en œuvre, milieu de dépôt, conditions chimiques, physiques et mécaniques des processus mis en œuvre.

Remerciements. — Nous tenons à exprimer notre reconnaissance aux collègues qui nous ont aidés au cours de cette étude par leur action et par leurs encouragements :

MM. Chamley et Debrabant nous ont accueillis dans leur laboratoire et ont accepté de faire faire les analyses nécessaires ; avec M. Maillot, ils ont participé à la discussion des résultats et nous ont guidés de leurs conseils ; en particulier pour l'interprétation des analyses chimiques et minéralogiques, qui ont été effectuées respectivement par Madame Foulon et M. Holtzapfel.

Nous remercions également le personnel technique qui a collaboré à ce travail avec complaisance et efficacité ; en particulier et dans l'ordre d'intervention : MM. Dorn et Cornil, pour la réalisation des lames minces et des surfaces polies ; M. Carpentier, pour les reproductions photographiques ; Madame Dujardin, pour la présentation des textes.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BONTE A. (1942). — Sur l'origine sédimentaire de la structure cone-in-cone. *C.R. Ac. Sc.*, 214, p. 498-500.
- 2) BONTE A. (1945a). — Sur les gradins concentriques propres à la structure cone-in-cone. *C.R. Ac. Sc.*, 221, p. 507-509.
- 3) BONTE A. (1945b). — Observations sur les nodules à structure cone-in-cone de l'Arenig de la Montagne Noire. *Bull. Soc. géol. France*, (5), XV, p. 453-478, 8 fig., Pl. VIII.
- 4) BONTE A. (1952). — Réflexions sur le "beef" à propos d'une note de M.L. David. *C.R. somm. Soc. géol. France*, p. 110-111.
- 5) BONTE A. (1981). — Cassure conique et structure cone-in-cone. *Rev. Géol. dyn. Géogr. phys.*, 23, p. 363-374, 3 fig., 5 ph.
- 6) BONTE A. et MAILLOT H. (1979). — Structure cone-in-cone et diagenèse précoce. Arguments morphologiques et géochimiques. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCIX, p. 465-476, 4 fig., 3 tabl., Pl. XVI.
- 7) CAYEUX L. (1935). — Les roches sédimentaires de France. Roches carbonatées (calcaires et dolomies). 1 vol. 24 x 30, IV, 463 p., 9 fig., XXVI pl. (161 fig.), Masson, Paris.
- 8) DAVID L. (1952). — Présence de la structure "beef" et "cone-in-cone" dans le Crétacé de l'Est constantinois (Algérie). *C.R. somm. Soc. géol. France*, p. 51-52.
- 9) DENAEYER M.E. (1939). — La reproduction expérimentale de la structure cone-in-cone. Ses conséquences au point de vue de la tectonique. *C.R. Ac. Sc.*, 208, p. 2004-2006.
- 10) DENAEYER M.E. (1940). — Genèse des gradins concentriques propres à la structure cone-in-cone. *C.R. somm. Soc. géol. France*, p. 77-79.
- 11) DENAEYER M.E. (1952). — Sur la signification des "filons" transversaux à structure "beef" et "cone-in-cone". *C.R. somm. Soc. géol. France*, p. 138-140.
- 12) DENAEYER M.E. (1954). — Sur l'existence de "filons" de calcite à structure "beef" et "cone-in-cone". Conclusions au point de vue génétique. *C.R. XIX^e Congr. géol. Intern., Alger*, 1952, sect. XIII, fasc. XV, p. 387-396, 12 fig.
- 13) DIDON J., DURAND-DELGA M. et KORNPORST J. (1973). — Homologies géologiques entre les deux rives du Détroit de Gibraltar. *Bull. Soc. géol. France*, (7), 15, p. 77-105.
- 14) DURAND-DELGA M. (1952). — Observations complémentaires sur le "beef". *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 112-117.
- 15) DURAND-DELGA M. (1965). — Le problème de la position structurale du flysch albo-aptien dans le Nord du Rif. *C.R. somm. Soc. géol. France*, p. 58-59.
- 16) GRESLEY W.S. (1894). — Cone-in-cone: How it occurs in the "Devonian" Series in Pennsylvania, U.S.A., with further details of its Structure, Varieties, etc. *Q. J. G. S.*, 50, p. 731-738, Pl. XXXV et XXXVI.
- 17) LANG W.D., SPATH L.F. and RICHARDSON W.A. (1923). — Shales-with-"Beef", a Sequence in the Lower Lias of the Dorset Coast. *Q. J. G. S.*, LXXIX, p. 47-99, 9 fig., Pl. III et IV, 1 tabl.
- 18) MACKENZIE W.S. (1972). — Fibrous Calcite, a Middle Devonian Geologic Marker with Stratigraphic Significance, District of Mackenzie, Northwest Territories. *Can. Journ. Earth. Sciences*, 9, p. 1431-1440, 8 fig.
- 19) RICHARDSON W.A. (1923). — Voir Lang W.D. Spath L.F. and Richardson W.A., part III, Petrology, p. 89-95, fig. 4 à 8.
- 20) TARR W.A., (1922). — Cone-in-cone. *Amer. Journ. of Science*, IV, p. 199-213, 11 fig.
- 21) WOODLAND B.C. (1964). — The nature and origin of cone-in-cone structure. *Chicago Nat. Hist. Museum, Fieldiana: Geology*, 13, p. 187-305, fig. 25-89.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII (*)

Fig. 1. — Face supérieure (1, fig. 2) montrant l'affleurement de la base des cônes principaux (mamelons), notamment celui situé à l'Est et dont la coupe fait l'objet de la fig. 4.

Fig. 2. — Face inférieure (2, fig. 2) retournée d'Est en Ouest, montrant l'affleurement de la base des cônes inférieurs.

Le bloc inférieur gauche (n° 4, au SE) a été poli et montre des sections circulaires de cônes embrasées par des filonnets de calcite blanche qu'ils dévient, apparaissant en creux sur la face inférieure du bloc 1. Le quartier central sud (angle SE du bloc 1) a été décalcifié par HCl.

Fig. 3. — Section méridienne polie réalisée sur la plaquette 1 bis face est (4, fig. 2). On y voit très nettement la structure conique qui se divise en deux ensembles dont les cônes sont opposés par le sommet le long d'une surface de séparation ou parting p. La portion centrale de la partie supérieure a été utilisée pour les analyses chimiques 3 et 4 (tableau I). La partie inférieure gauche a été décalcifiée par HCl. Les filonnets de calcite blanche secondaire ont une disposition en baïonnette, guidée par la structure conique préexistante; ils sont: verticaux et nets, lorsqu'ils sont perpendiculaires à la section (à gauche); irréguliers et diffus, lorsqu'ils lui sont parallèles (à droite).

Fig. 4. — lame mince correspondant à la face verticale sud (direction E-W) du bloc 3 (lame M 3/4; 3, fig. 3). On y distingue les deux ensembles, supérieur et inférieur, de la figure précédente ayant respectivement 3/4 et 1/4 de l'épaisseur, de part et d'autre du parting p. Le parting, probablement

continu à l'origine, est émiétté et disséminé dans la masse de calcite (79,3 % CaCO₃), dont il accentue le relief. Celle-ci est généralement claire dans les cônes peu évolués; elle est opaque dans les zones où le parting a été dissocié par les contraintes tangentielles. Le cône central massif correspond au gros mamelon situé entre les blocs 3 et 4. Ce cône est profondément broyé, montrant de nombreux chevauchements sur sa bordure externe (voir fig. 6).

Sur les échelles de repérage, chaque division vaut environ 5 mm. La courbe reliant les deux pointes de flèche correspond à une cassure de la lame support.

Fig. 5 à 8. — Détails de la lame mince (Gr. = 15) repérés en coordonnées rectangulaires (longitude puis latitude) à partir du point 0.

Fig. 5. $x = 5$; $y = 3$; effilochement du parting, avec filets en gradins; la ligne de départ est discontinue (comparer avec Woodland, 1964, fig. 77).

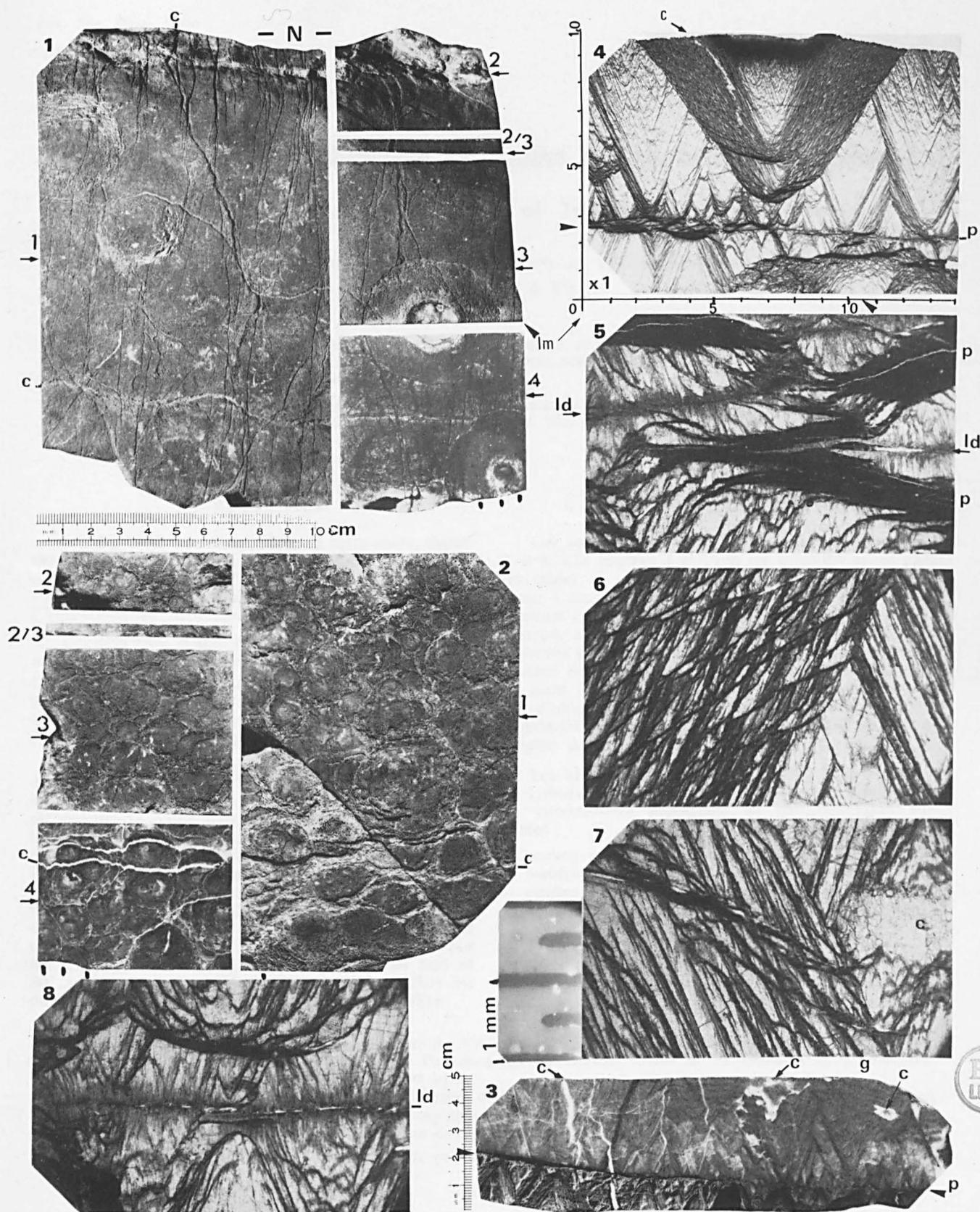
Fig. 6. $x = 10,5$; $y = 7,5$; surface d'expulsion vers l'extérieur du mamelon central; l'expulsion, comme l'expansion, se développe progressivement vers le bas.

Fig. 7. $x = 5$; $y = 2,25$; effilochement du parting avec microgradins, ou ruptures en dents de scie le long des filets noirs (2, fig. 4).

Fig. 8. $x = 7,5$; $y = 2,75$; les surfaces coniques (sections hyperboliques) sont opposées par le sommet, de part et d'autre de la ligne de départ.

(*) *Légende générale*: N, S, E, W: repérage fictif. — 1, 2, 3, 4: numéros des blocs débités. — 2/3: plaquette entre les blocs 2 et 3, réservée pour l'analyse. — lm: lame mince (fig 4). — c: filonnets de calcite blanche, secondaire, mis en creux par la dissolution superficielle et dont le trajet est dévié par la structure préexistante. — g: gradins. — ld: ligne de départ. — p: parting.





jean carpentier

Etude pétrographique préliminaire des lignites brillants de Tepelene (Albanie)

A preliminary petrographic study of Tepelene lignites (Albany)

par C. DURMISHI (*), E. MERIAUX (**) et Y. CHAMPETIER (***)

(Planches VIII à XI)

Résumé. — Les formations de Tepelene (Albanie) contenant des veines de charbon appartiennent au Tertiaire (Tortonien). Les caractères pétrographiques de ces combustibles sont ici définis pour la première fois.

Abstract. — *The Tepelene Coal Measures (Albany) belong to the Tertiary System (Tortonian). The petrographical characteristics of that coals are here defined for the first time.*

INTRODUCTION

Les dépôts de charbons, objet de cette étude, appartiennent à la zone ionienne des Albanides (Peza, Xhomo *et al.*, 1968 ; Papa, 1970). Le bassin de Tepelene, d'allure synclinale, est constitué d'une série allant de l'Aquitainien au Messinien (fig. 1).

Le charbon, d'âge tortonien, s'inscrit dans une série se différenciant de la façon suivante :

- | | |
|--|-------------|
| 1. Série charbonneuse (400 à 500 m) | } Tortonien |
| 2. Série d'argile noire (100 à 200 m) | |
| 3. Série argilo-gréseuse (150 à 200 m) | |
| 4. Série versicolore (200 à 250 m) d'âge messinien probable. | |

Le bassin synclinal asymétrique de Tepelene a une direction générale SSE-NNW. Sa partie Ouest n'a pas été affectée par la tectonique tandis que la partie Est est recouverte d'une nappe carbonatée responsable de la dissymétrie du synclinal (Ylli et Kuci, 1978). Les échantillons de charbon ont été prélevés dans la partie Ouest du synclinal où sont installées plusieurs mines exploitant actuellement les quatre couches inférieures (1, 2, 3 et 4) les plus puissantes (0,5 à 1 m). Les quatre couches supérieures (5 à 8) présentent, elles, une épaisseur moindre. Dans cette zone, les couches ont des pendages qui varient entre 38° à 40° au Sud et 80° au Nord. Au centre, le pendage des couches est de l'ordre de 50° (Durmishi, 1977, 1979 et 1981).

I. — ETUDE PETROGRAPHIQUE

Les veines sont numérotées de bas en haut 1, 2, 3 et 4. Les couches 1 à 3 ont été échantillonnées dans les mines II et III du gisement de Tepelene et la veine 4 dans la mine III (fig. 2). Les différents prélèvements ont été effectués sur piliers de 10 cm de côté environ, allant du mur au toit de la veine. Un pilier a permis de confectionner un échantillon moyen représentatif de la veine selon la méthode décrite par l'un de nous (Mériaux, 1969). Les méthodes de polissage et d'observation utilisées correspondent à celles préconisées par le Lexique international de Pétrographie des Charbons (I.C.C.P., 1963 et 1971).

Les analyses chimiques sur charbon brut effectuées au Laboratoire des Mines de Tepelene ont montré que les combustibles présentent les caractéristiques suivantes :

— pouvoir calorifique	4.000 à 6.000 Kcal/kg
— matières volatiles	35 à 45 %
— cendres	15 à 18 %
— soufre	1,5 à 4 %
— carbone	55 à 74 %
— hydrogène	3,8 à 4,4 %
— oxygène + azote	13 à 16 %
— humidité	10 à 15 %
— indice de gonflement	0

(*) Faculté de Géologie et des Mines, Laboratoire de Pétrographie Sédimentaire. Tirana (Albanie) ; Ecole Nationale Supérieure de Géologie Appliquée, Laboratoire de Paléogéographie-Substances Utiles et Energétiques (L.A. 235), B.P. 452, 94, Avenue de Lattre de Tassigny, Nancy Cedex 01.

(**) Institut Universitaire de Technologie, Département de Génie Civil, Avenue des Facultés, Le Bailly, 80025 Amiens.

(***) Ecole Nationale Supérieure de Géologie Appliquée, Laboratoire de Paléogéographie-Substances Utiles et Energétiques (L.A. 235), B.P. 452, 94, Avenue de Lattre de Tassigny, Nancy Cedex 01.

Note présentée le 4 Mai 1983 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 2 Novembre 1983.

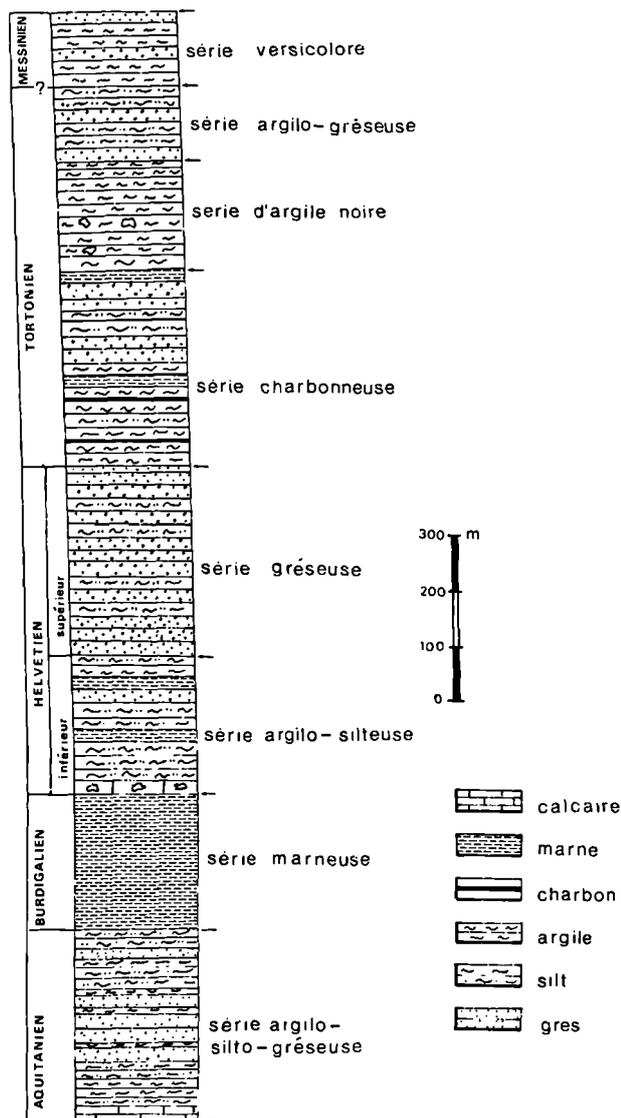


Fig. 1. — Colonne stratigraphique des formations du synclinal de Tepelene.

Les échantillons s'apparentent par le pouvoir calorifique et la teneur en carbone aux lignites de la classification française. Par contre, les teneurs en matières volatiles et l'indice de gonflement les rapprochent des flambants secs de la norme NF. M 10-001 (1950). De plus, ils appartiennent au type 900 de la classification internationale des charbons durs (Genève, 1956).

L'examen des surfaces polies a montré que beaucoup de macéraux appartiennent au groupe des lignites. C'est pour cette raison que nous avons adopté la nomenclature des lignites pour en décrire et analyser quantitativement les constituants élémentaires.

1) Analyse macérale qualitative.

Les observations ont été réalisées sur des échantillons en grains.

a) Gélinite.

Il s'agit du macéral principal des veines. Cette gélinite (Pl. VIII, fig. 1) est en quasi-totalité un gel humique précipité amorphe. D'après sa texture, on distingue deux types de macéraux, porigélinite et lévigelinite, avec une prédominance de la lévigelinite. De la veine 3 vers la veine 1, la gélinite prend l'aspect de la collinite des houilles.

b) Textinite.

Dans toutes les veines, ce macéral (Pl. VIII, fig. 3) est rare. Nous avons pris en compte comme textinite les membranes cellulaires non gélifiées donc reconnaissables.

c) Ulminite.

L'ulminite (Pl. VIII, fig. 2 et 4) est la plus abondante après la gélinite, particulièrement dans la mine III. Elle est constituée de tissus végétaux qui sont en cours de gélification ou totalement gélifiés. La dimension et la forme des cellules sont variables. Les cavités cellulaires sont partiellement ou totalement fermées.

Deux macéraux-types, texto-ulminite et eu-ulminite, ont été observés avec une prédominance de ce dernier.

d) Corpohuminite.

Fréquente dans toutes les veines (Pl. VIII, fig. 5, 6a, 6b), elle désigne des extraits cellulaires (Phlobaphinite) à l'état isolé et des remplissages secondaires huminitiques des cellules. La corpohuminite présente une forme plus ou moins sphérique et elliptique. Ses dimensions correspondent à celles des cellules végétales. La corpohuminite est composée de deux types de macéraux :

- la phlobaphinite fréquente ici, est toujours accompagnée de lits de gélinite (fig. 6b),
- la pseudo-phlobaphinite est peu fréquente.

e) Sporinite.

La sporinite (Pl. IX, fig. 1a, 1b) est fréquente dans toutes les veines où elle apparaît sous forme de microspores plus ou moins lenticulaires. La cavité centrale primitive est réduite à une mince ligne. On a compté avec la sporinite des composants ressemblant (Abramski, Mackowsky, Mantel et Stach, 1951) à des

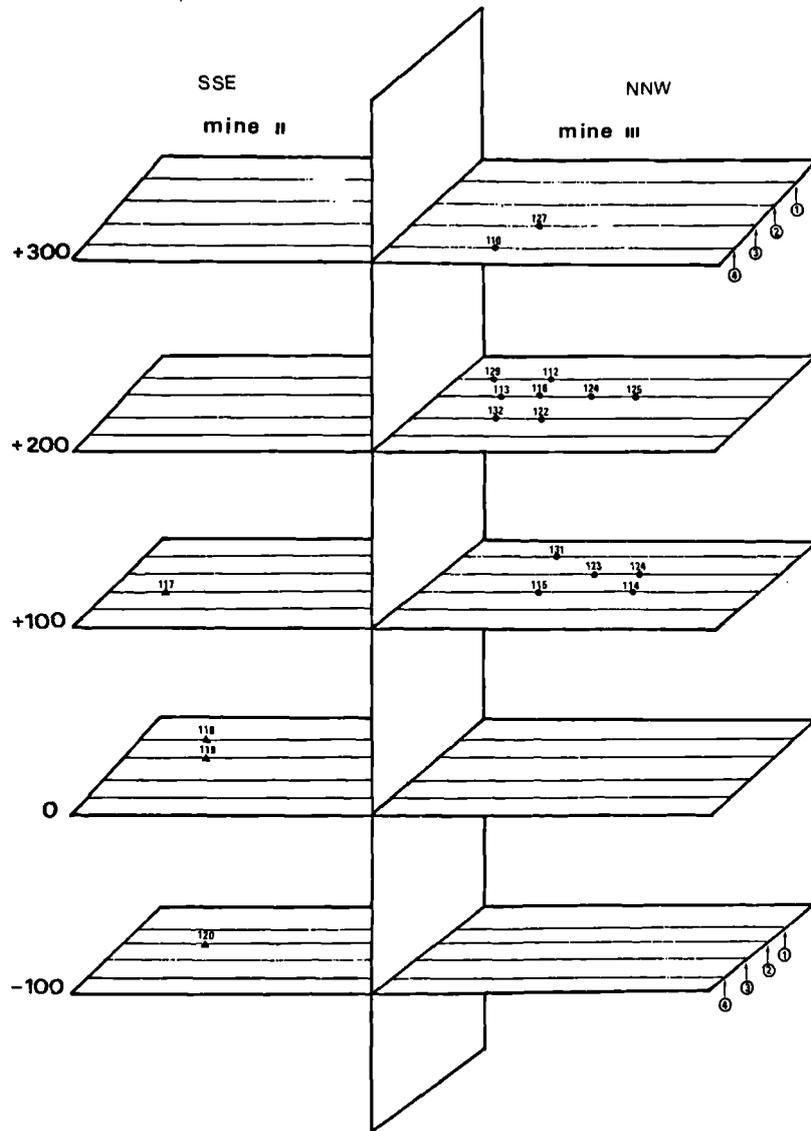


Fig. 2. — Schéma de la position des différents prélèvements en fonction de la profondeur d'exploitation.

sporangies (?) (Pl. IX, fig. 1b) ou à des fragments de cutinite (?).

f) *Cutinite*.

Elle est fréquente (Pl. IX, fig. 2a, 2b) et présente souvent des réflexions internes.

g) *Résinite*.

Les corps résineux se présentent sous forme de remplissages cellulaires *in situ* ou isolés (Pl. IX, fig. 5). Leur contour est plus ou moins arrondi, ovale ou en bâtonnets et leur taille correspond à la dimension des cellules.

h) *Liptodétrinite*.

Ce terme (Pl. IX, fig. 3) définit les constituants du groupe de la liptinite qui, du fait de leur caractère purement détritique et de leurs faibles dimensions, ne peuvent être attribués à l'un des autres macéraux du groupe. Il est très probable qu'ici, la liptodétrinite soit constituée de fragments de cutinite (Pl. IX, fig. 2a) ou peut-être aussi de fragments de sporinite, de résinite ou de subérinite.

i) *Subérinite*.

Elle est seulement présente dans les échantillons de la mine III (Pl. IX, fig. 4). Elle désigne les membranes des cellules.

j) *Fusinite*.

Elle est peu fréquente dans tous les échantillons (Pl. X, fig. 1). Elle représente les restes de tissus ligneux du bois ou du sclérenchyme à structure cellulaire nette et régulière. La désagrégation de la structure cellulaire donne naissance à une structure étoilée (Pl. X, fig. 1). On observe parfois de menus fragments de fusinite disséminés dans la gélinite. Les cavités cellulaires de la fusinite sont le plus souvent vides. Parfois, elles sont remplies de matières minérales, généralement de la pyrite.

k) *Semifusinite*.

La gélification des parois de tissus ligneux (Pl. X, fig. 2, 3 et 4) peut présenter des aspects et des degrés variés (Pl. X, fig. 2, 3 et 4). Si la gélification est très poussée, la semifusinite a alors un aspect très proche de celui de la gélinite ou de l'ulminite.

l) *Sclérotinite*.

La sclérotinite (Pl. X, fig. 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f) est généralement peu abondante dans les combustibles étudiés ici

D'après le nombre de cavités que présentent ces corps durs (Duparque et Delattre, 1954a, 1954b; Stach, 1955; Noël, 1958), on distingue :

— des formes à une cavité (spores) (Pl. X, fig. 5c, 5d, 5e et 5f);

— des formes à deux cavités ou plus (teleutospores et sclérototes) (Pl. X, fig. 5a et 5b).

Les corps uniloculaires (spores) apparaissent parfois sous forme de "colonies" dans la gélinite (Pl. X, fig. 5e et 5f).

m) *Inertodétrinite*.

L'inertodétrinite (Pl. X, fig. 6) se présente sous forme de petits fragments ou particules d'aspects divers, souvent anguleux ou en éclats, provenant de parois cellulaires brisées de fusinite, semifusinite et sclérotinite.

n) *Les matières minérales*.

Les argiles (Pl. XI, fig. 2) et la pyrite (Pl. XI, fig. 1a, 1b, 1c) sont en général des minéraux détritiques, primaires et syngénétiques (Duparque, 1933). Les carbonates (Pl. XI, fig. 3) et certains grains de pyrite remplissent les fissures. Ils ont donc une origine secondaire. Nous avons rencontré fréquemment des grains de pyrite dans les fissures et les lumens des cellules de la fusinite et de la semifusinite (Pl. XI, fig. 1b, 1c). Quelquefois, dans la masse de l'ulminite, les cavités des cellules végétales sont complètement pyritisées (Pl. XI, fig. 1a).

2) *Analyse macérale quantitative*.

a) *Résultats d'ensemble*.

La répartition en groupes de macéraux des échantillons est figurée dans les diagrammes triangulaires de la fig. 3 pour chaque veine. L'ensemble des veines est réparti sur le diagramme de la fig. 4. Chaque mine est représentée par un figuré spécial. De plus, la limite entre la mine II et la mine III est notée sur le diagramme par un pointillé.

Les compositions en groupes de macéraux H.L.I. et les teneurs en matières minérales représentent, pour chaque veine, selon la mine et la profondeur d'exploitation, les valeurs suivantes (tableau I).

Par ailleurs, chaque diagramme (fig. 3a à 3d) montre les limites de variations des groupes de macéraux H.L.I. Pour chaque veine, les teneurs H.L.I. varient dans les limites suivantes (*):

Veine 1 :

$$\begin{aligned} 67,65 < H < 77,6 \% \\ 9,9 < L < 16,2 \% \\ 8,2 < I < 22,32 \% \end{aligned}$$

Veine 2 :

$$\begin{aligned} 62,8 < H < 79,86 \% \\ 8,37 < L < 18,97 \% \\ 10,3 < I < 24,98 \% \end{aligned}$$

Veine 3 :

$$\begin{aligned} 58,69 < H < 79,81 \% \\ 6,5 < L < 11,03 \% \\ 11,95 < I < 30,41 \% \end{aligned}$$

Pour l'ensemble des veines étudiées (fig. 4), les limites de variations sont égales à :

$$\begin{aligned} 58,69 < H < 81,67 \% \\ 6,5 < L < 19,02 \% \\ 6,26 < I < 30,41 \% \end{aligned}$$

(*) Les valeurs sont données matières minérales exclues.

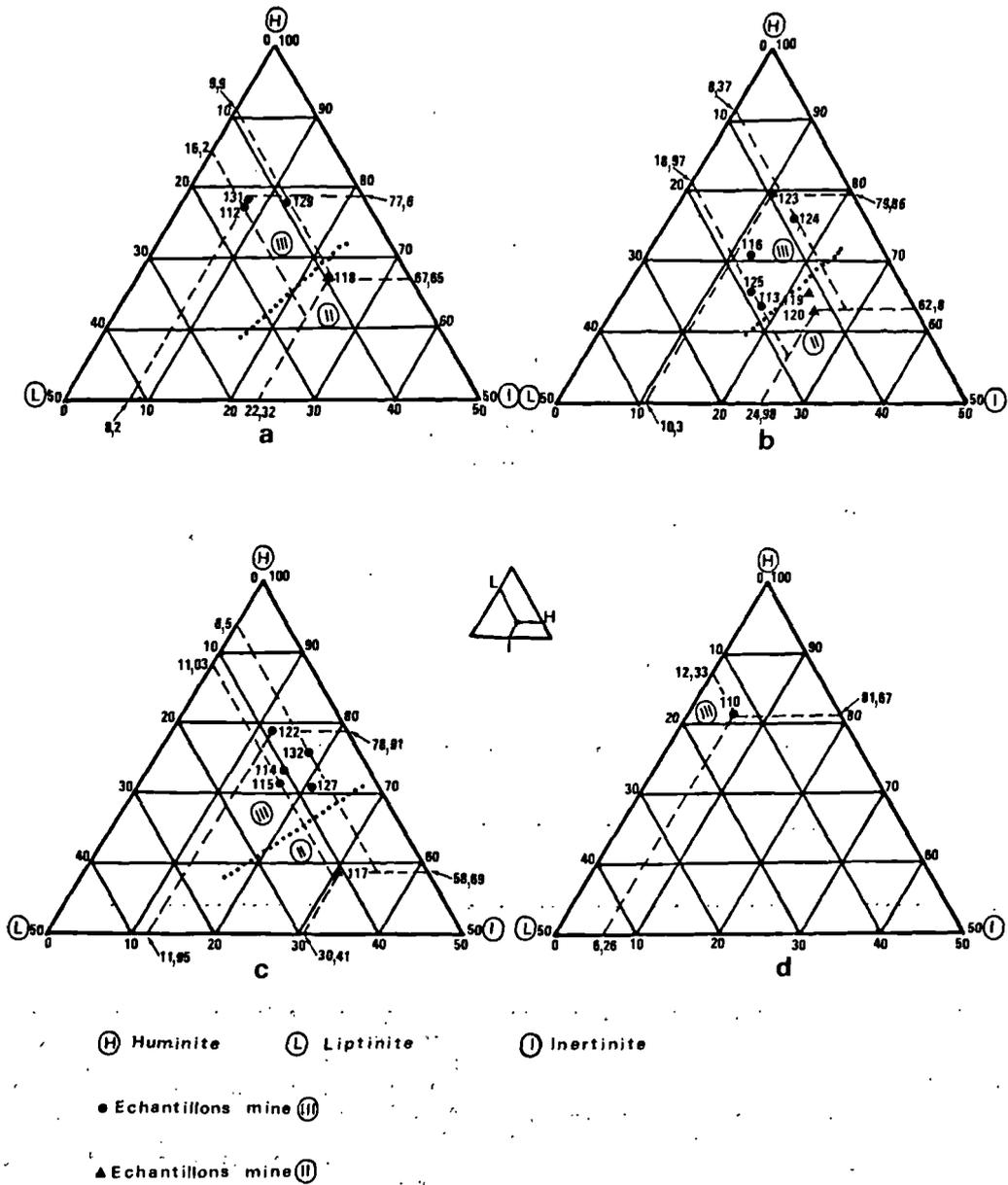


Fig. 3. — Composition en groupes de macéraux H.L.I. des différents points de prélèvements.
a : veine 1 ; b : veine 2 ; c : veine 3 ; d : veine 4.

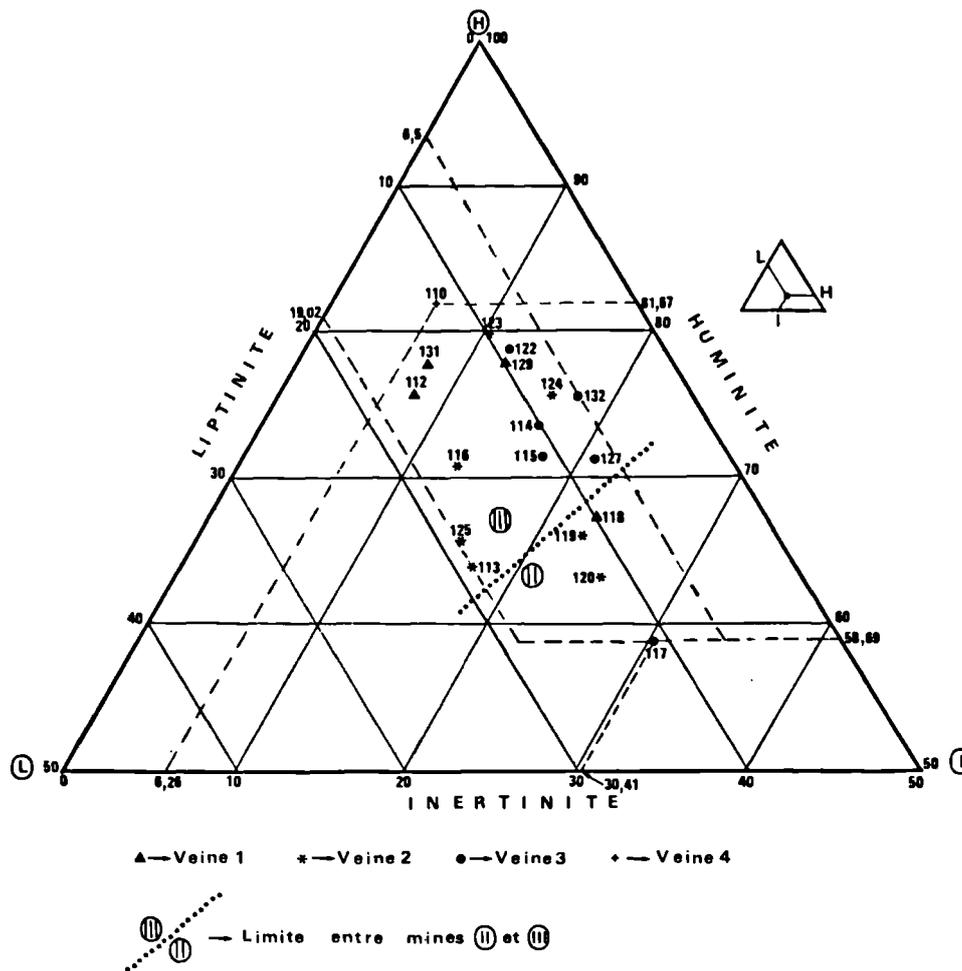


Fig. 4. — Composition en groupes de macéraux des veines 1, 2, 3 et 4 en fonction du secteur d'exploitation.

b) Variations des compositions des groupes de macéraux.

1° Variations verticales.

Sur la fig. 5, nous avons représenté les variations des compositions H.L.I. de la veine 1 à la veine 4 pour chaque mine d'exploitation. Bien entendu, dans chaque mine, les points de prélèvements ne sont pas rigoureusement superposés mais l'écart sur une verticale est petit.

La fig. 5 montre que, dans la mine II, il y a une diminution du pourcentage d'huminite de la veine 1 à la veine 3. Par contre, dans la mine III, la diminution de la veine 1 à la veine 2, se poursuit par une augmentation jusqu'à la veine 4.

Le groupe de la *liptinite* montre une légère augmentation de son pourcentage de la veine 1 à la veine 2 dans les mines II et III. Dans la mine II, de la veine 2 à la veine 3, le pourcentage de liptinite demeure à peu près constant. Dans la mine III, se produit une forte diminution à partir de la veine 2 jusqu'à la veine 3, puis une augmentation de la veine 3 à la veine 4.

Pour le groupe de l'*inertinite*, il apparaît que dans la mine III, le pourcentage subit une augmentation de la veine 1 à la veine 3 suivie d'une forte diminution jusqu'à la veine 4. Par contre, dans la mine II, le pourcentage d'inertinite reste quasiment constant de la veine 1 à la veine 2 et subit une forte augmentation à partir de la veine 2 jusqu'à la veine 3.

Numéro de la veine	Cote	Numéro Ech.	GROUPES DE MACÉRAUX						MATIÈRES MINÉRALES %		
			HUMINITE (%)		LIPITINITE (%)		INERTINITE (%)		N I N E		
			II	III	II	III	II	III	II	III	III
4	+ 300	110		74,67 (81,67)		11,7 (12,33)		5,76 (6,26)			8,26
3	+ 300	127		65,76 (70,94)		7,69 (8,28)		19,23 (20,74)			7,3
	+ 200	132		68,43 (75,7)		5,84 (6,50)		18,1 (17,8)			9,6
		122		69,8 (78,91)		7,68 (8,13)		10,56 (11,95)			11,75
	+ 100	117	54,76 (58,69)		10,13 (10,85)		28,4 (30,41)				6,64
		115		63,4 (71,55)		9,76 (11,03)		15,56 (17,54)			11,4
		114		69,25 (73,7)		9,85 (10,14)		15,56 (16,16)			7,95
2	+ 200	113		57,76 (64,31)		17,09 (19,02)		15,16 (16,87)			10,17
		116		64,17 (70,73)		14,85 (16,39)		11,67 (12,85)			9,23
		125		57,43 (66,12)		15,52 (18,97)		13,9 (16,01)			13,12
	+ 100	123		66,06 (79,86)		8,4 (9,84)		6,8 (10,3)			14,8
		124		65,05 (75,79)		7,2 (8,37)		13,56 (17,53)			14,1*
	0	119	60,06 (66,3)		10,09 (11,22)		20,28 (22,44)				9,42
	- 100	120	58,23 (62,8)		11,29 (12,17)		23,17 (24,98)				7,78
1	+ 200	129		71,2 (78,07)		8,9 (9,77)		11,05 (12,12)			8,71
		112		68,8 (74,9)		9,1 (9,9)		13,8 (15,1)			8,1
	+ 100	131		73,9 (77,6)		15,4 (16,2)		7,8 (8,2)			4,76
	0	118	62,6 (67,6)		9,21 (9,97)		20,68 (22,3)				7,4

Tableau I. — Composition des groupes de macéraux H.L.I. et teneurs en matières minérales des veines 1, 2, 3 et 4 par mine et selon la profondeur d'exploitation.
Les valeurs entre parenthèses représentent les pourcentages, matières minérales exclus.

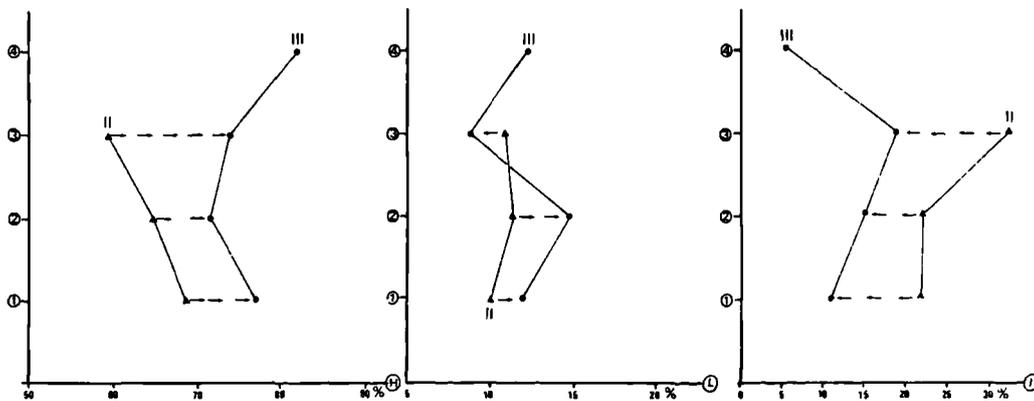


Fig. 5. — Variations verticales et latérales des compositions H.L.I. des veines 1 à 4 pour les mines II et III.

2° Variations latérales.

Nous étudierons tout d'abord les variations latérales des veines de la mine II vers les veines de la mine III, c'est-à-dire du SSE au NNW (fig. 3 et 4). Puis, nous procéderons à une étude similaire de la veine 3, pour laquelle nous disposons d'un nombre suffisant d'analyses dans les galeries situées à la cote + 100 et orientées SSE-NNW. Sur la fig. 5, les flèches indiquent la diminution et/ou l'augmentation à partir de la mine II.

Latéralement, on voit (fig. 3, 4 et 5) que de la mine II à la mine III, pour l'ensemble des veines

étudiées, s'opèrent une augmentation du pourcentage du groupe de l'huminite, une diminution très nette pour le groupe de l'inertinite et une variation moins accusée pour le groupe de la liptinite.

Un phénomène analogue s'observe sur la fig. 6 pour la veine 3 à la cote + 100.

Enfin, la fig. 7 représente les variations latérales des groupes de macéraux H.L.I. des veines 1, 2 et 3 exploitées à différentes profondeurs dans la mine III. Les prélèvements ont été effectués dans un plan presque vertical de direction SSE-NNW.

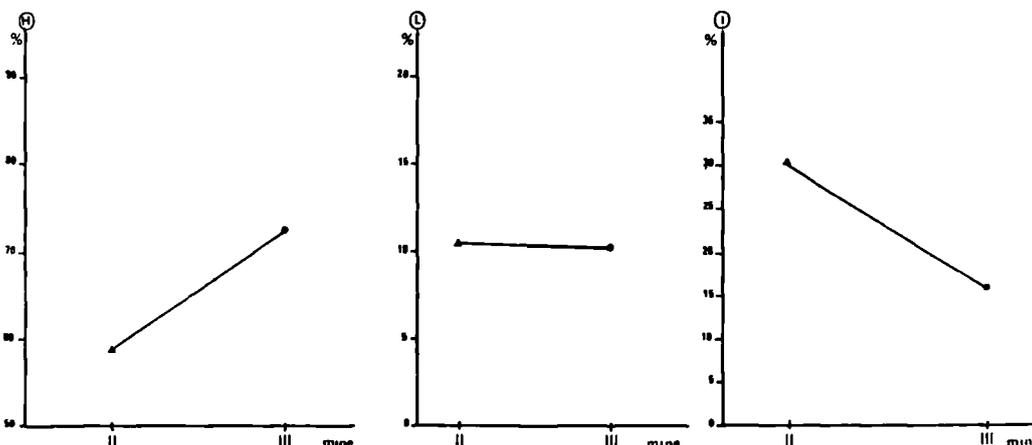


Fig. 6. — Variations latérales (cote + 100) des compositions H.L.I. de la veine 3 pour les mines II et III.

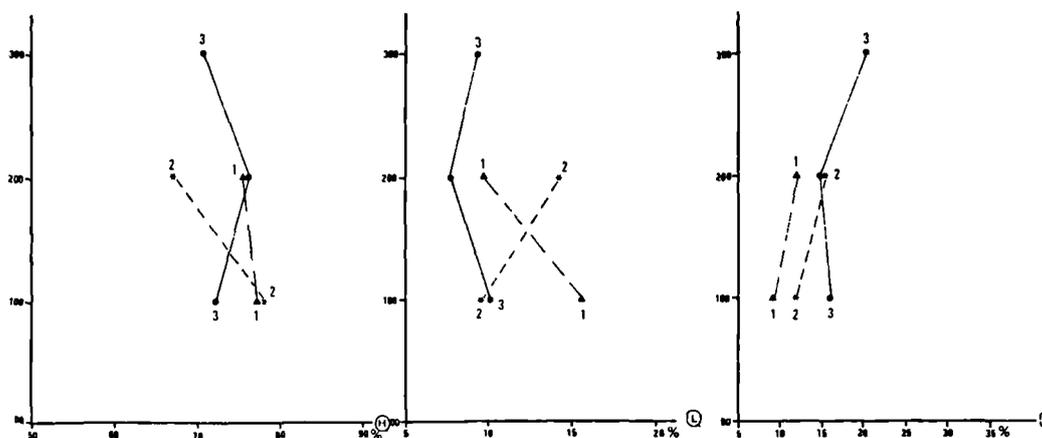


Fig. 7. — Variations latérales des groupes de macéraux H.L.I. des veines 1, 2 et 3 exploitées à différentes profondeurs dans la mine III.

Cette figure présente les variations où l'on retiendra principalement :

- Pour les pourcentages en *huminite* :
 - pour la veine 1, une valeur à peu près constante de la cote + 200 à la cote + 100 ;
 - pour la veine 2, une augmentation de la cote + 200 à la cote + 100 ;
 - pour la veine 3, une augmentation de la cote + 300 à la cote + 200 et une diminution de la cote + 200 à la cote + 100 ;
- Pour les pourcentages en *liptinite* :
 - une diminution pour les veines 1 et 3, une augmentation pour la veine 2 de la cote + 100 à la cote + 200 et une légère augmentation pour la veine 3, de la cote + 200 à la cote + 300 ;
- pour les pourcentages en *inertinite* :
 - une légère augmentation pour les veines 1 et 2 ; par contre, une légère diminution pour la veine 3 de la cote + 100 à la cote + 200 suivie d'une légère augmentation pour la veine 3 de la cote + 200 à la cote + 300.

c) *Variations des compositions macérales et minérales.*

1° *Résultats d'ensemble.*

Le tableau II représente les compositions macérales et les teneurs en matières minérales pour chaque prélèvement, selon la mine et la profondeur d'exploitation.

Nous étudierons tout d'abord les prélèvements effectués dans chaque mine du Bassin de Tepelene, comme nous l'avons fait lors de l'étude des variations des teneurs en groupe des macéraux H.L.I.

Les combustibles des veines 1, 2, 3 et 4 présentent un certain nombre de caractères semblables, à savoir :

- Macéral prédominant : gélinite 43 à 80 %
- Macéraux fréquents : ulminite, liptodétrininite, semifusinite et inertodétrininite 7 à 20 %
- Macéraux moins fréquents : sporinite, cutinite, fusinite et corpohuminite 1 à 5 %
- Macéraux accessoires : textinite, résinite, subérinite et sclérotinite 1 % de la composition des veines.

N° de la veine	cote	MINE II																MINE III																																								
		n° éch.	Composition macérale et minérale (%)																n° éch.	Composition macérale et minérale (%)																																						
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16																							
4	+ 300																		110	0,77	20,3	40,5	5	2,1	2,0	1,1	-	5,1	3,1	0,2	2,5	5	2,9	0,4	127	0,96	9,8	53,4	1,5	1,9	1,3	1,1	-	3,3	0,6	5,8	-	12,9	2,9	3,1	1,3							
	+ 200																		132	0,4	10	47,4	2,5	2,1	0,8	0,2	-	2,7	1,4	6,9	-	7,4	4,7	3,5	1,4	122	0,30	20,6	46,7	2,1	1,1	1,3	2,3	0,2	2,7	0,4	2,5	0,4	7,3	7,9	3,8	-						
	+ 100	117	0,55	7,2	43,5	3,5	4,4	1,8	0,4	-	3,5	2,2	6,3	-	19,9	4,0	0,9	0,9	115	1,6	13,9	45,8	2	2	0,9	1,1	0,4	5,4	0,5	7,6	-	7,4	5,2	4,7	1,4	114	0,4	27,9	37,2	2,1	0,9	0,5	2,8	0,2	4,7	1,1	4,7	-	8,9	5,3	2,6	-						
																				113	-	6,7	50	1,1	3,4	4	0,9	0,2	0,4	-	7,9	0,2	7,1	5,9	2,5	1,7	116	3,6	14	42	3,4	3	2,8	0,2	-	8,8	0,2	5,2	-	6,2	6	2,6	0,6					
3	+ 200																		125	0,4	9,3	45	2,8	4,4	2	1,2	0,2	7	1	4,7	0,2	7,9	11,1	1,8	0,2	123	0,4	13,4	51	3,6	1,8	3,6	0,2	-	2,8	1,2	2,2	-	5,2	9,8	3	2						
	+ 100																		124	0,2	12,6	51	0,8	0,6	0,8	2,3	-	3,5	1,4	3,5	0,2	8,5	11	1,7	1,4	129	0,6	9,1	59	2,5	5,4	1,5	-	1,9	0,2	4,8	-	6,2	3,9	4,6	0,2							
																				112	0,2	23	42,5	2,7	3,7	1	1,5	-	2,9	1,3	2,9	-	9,4	6,2	1,9	-	131	2,6	17,5	45,7	8	5,1	2,8	0,9	0,4	6,1	-	3,4	0,2	4,2	4	0,7	-					
																				118	1,4	6,2	48,8	6,2	3,2	3,2	0,2	-	2,4	1,4	9,6	-	9,6	5,2	1,4	0,8																						
2	+ 200																																																									
	+ 100																																																									
		00	119	0,18	6,0	50	3,4	1,7	3,6	-	5	1,3	7,1	-	11,8	7	1,7	0,6																																								
		- 100	120	-	4,8	50,8	2,9	5,3	1,1	0,4	-	4,4	1,3	8,8	0,2	13	4	2,3	0,9																																							
1	+ 200																																																									
	+ 100																																																									
		00	118	1,4	6,2	48,8	6,2	3,2	3,2	0,2	-	2,4	1,4	9,6	-	9,6	5,2	1,4	0,8																																							

Tableau II. — Compositions macérales et teneurs en matières minérales des veines 1, 2, 3 et 4 par mine et selon la profondeur d'exploitation.

Légende. — *Huminite* : 1, *Textinite*. 2; *Ulminite*. 3, *Gélinite*. 4, *Corpohuminite*. — *Liptinite* : 5, *Sporinite*. 6, *Cutinite*. 7, *Résinite*. 8, *Subérinite*. 9, *Liptodétrininite*. — *Inertinite* : 10, *Fusinite*. 11, *Semifusinite*. 12, *Sclérotinite*. 13, *Inertodétrininite*. — *Matières minérales* : 14, Argiles. 15, Pyrite. 16, Carbonates.

L'allure similaire des différents histogrammes représentés sur la fig. 8 atteste que tous ces combustibles appartiennent à un même type pétrographique. Bien entendu, dans le détail, chaque veine présente un histogramme qui lui est propre.

L'examen détaillé des histogrammes des analyses macérales de tous les échantillons a permis de constater que :

— dans le groupe de l'*huminite*, le macéral prédominant est la gélinite, puis vient l'ulminite ;

— dans le groupe de la *liptinite*, les pourcentages de liptodétrinite sont supérieurs à ceux des autres macéraux du groupe de la liptinite. Mis à part quelques rares niveaux particuliers, tous les échantillons présentent le même faciès pétrographique. Ainsi, les pourcentages des sporinites sont toujours supérieurs à ceux des cutinites et des résinites ;

— dans le groupe de l'*inertinite*, les pourcentages d'inertodétrinite sont supérieurs à ceux des autres macéraux du groupe. Les proportions de semifusinite sont en général supérieures à celles de la fusinite.

2° Variations latérales et verticales.

Les différents graphiques des fig. 9 à 12 montrent les variations verticales et latérales des compositions des macéraux des groupes de l'*huminite* (fig. 9), de la *liptinite* (fig. 10), de l'*inertinite* (fig. 11) et des compositions en matières minérales (fig. 12) dans les mines II et III.

α) Variations latérales.

Latéralement, de la mine II vers la mine III, c'est-à-dire du SSE au NNW, il apparaît que :

— Pour le groupe de l'*huminite* (fig. 9) :

L'ulminite augmente tandis que la gélinite varie peu ; par contre, la corpohuminite diminue fortement.

— Pour le groupe de la *liptinite* (fig. 10) :

La sporinite subit une augmentation dans la veine 1, une diminution à partir de la veine 2 allant s'accroissant dans la veine 3. La cutinite subit une légère diminution pour les veines 1 et 3 et une faible augmentation pour la veine 3. La subérinite, absente de la mine II, est présente en quantité très faible dans la mine III.

— Pour le groupe de l'*inertinite* (fig. 11) :

La fusinite subit une diminution de valeur faible et du même ordre de grandeur pour les veines 1 et 2 et plus grande pour la veine 3. La semifusinite suit la même tendance que celle de la fusinite, mais cette fois cette diminution est très forte (environ 4-5 %) dans les veines 1 et 2. Ensuite, pour l'inertodétrinite, s'observe une variation similaire avec forte diminution dans les veines 1 et 3, moins accusée dans la veine 2. Par contre, la sclérotinite est absente dans les veines 1 et 3 et présente en très faible quantité partout ailleurs.

— Pour les matières minérales (fig. 12) :

Le pourcentage d'argile subit une variation à peu près constante dans les veines 1 et 3 (toutefois moins forte pour la veine 1 que pour la veine 3). Par contre, il

accuse une forte augmentation (environ 3 %) dans la veine 2 (fig. 12). La pyrite subit une augmentation pour les trois veines, avec une forte augmentation pour la veine 3 (environ 3 %), moins importante pour la veine 1 (environ 1 %) et encore plus faible pour la veine 2 (environ 0,5 %). Les carbonates de la veine 1 sont présents en très petite quantité dans la mine II, disparaissent à la mine III. Ceux de la veine 2 sont plus abondants dans la mine III que dans la mine II et présentent approximativement la même quantité pour la veine 3 quelle que soit la mine.

β) Variations verticales.

L'étude des variations verticales s'appuie, elle aussi, sur les graphiques des fig. 9 à 12.

Verticalement, il apparaît que :

— Pour le groupe de l'*huminite* (fig. 9) :

L'ulminite garde une valeur quasi constante pour les veines 1, 2 et 3 dans la mine II ; par contre, dans la mine III, elle décroît à partir de la veine 1 jusqu'à la veine 2, croît avec la veine 3 puis garde la même valeur vers la veine 4. La gélinite reste quasi constante à partir de la veine 1 jusqu'à la veine 2 pour les mines II et III. Par contre, à la mine II, elle décroît légèrement de la veine 2 à la veine 3 ; puis, pour la mine III, elle subit une augmentation à partir de la veine 3 vers la veine 4. La corpohuminite subit la même tendance (diminution) pour les deux mines à partir de la veine 1 jusqu'à la veine 2, puis reste constante à la mine III et avec une légère augmentation à la mine II de la veine 2 à la veine 3 ; par contre, s'observe une forte augmentation dans la mine III de la veine 3 à la veine 4.

— Pour le groupe de la *liptinite* (fig. 10) :

La sporinite reste à peu près constante à partir de la veine 1 jusqu'à la veine 2, puis subit une légère augmentation vers la veine 3 dans la mine II ; par contre, dans la mine III, elle diminue progressivement à partir de la veine 1 jusqu'à la veine 3 et à partir de là, elle subit une légère augmentation jusqu'à la veine 4. La cutinite diminue légèrement à partir de la veine 1 jusqu'à la veine 3 dans la mine II ; par contre, dans la mine III, elle subit une augmentation de la veine 1 à la veine 2, puis diminue vers la veine 3 et augmente ensuite vers la veine 4. La subérinite décroît de la veine 1 à la veine 2 puis croît vers la veine 3 pour la mine III ; elle est absente dans la mine II. La liptodétrinite subit dans les deux mines une augmentation de la veine 1 à la veine 2. Puis elle diminue de la veine 2 à la veine 3. Enfin, pour la mine III, s'opère une nouvelle augmentation de la veine 3 vers la veine 4.

— Pour le groupe de l'*inertinite* (fig. 11) :

La fusinite demeure à peu près constante à partir de la veine 1 vers la veine 2 dans les deux mines et garde la même valeur vers la veine 3 dans la mine III, alors que dans la mine II apparaît une légère augmentation. Dans la mine III elle disparaît dans la veine 4. La semifusinite subit, de la veine 1 à la veine 3, une diminution dans la mine II et une augmentation dans la mine III. Enfin, dans la mine III, la veine 4 voit ses teneurs en semifusinite diminuer. La sclérotinite croît dans les deux mines de la veine 1 à la veine 3, puis décroît vers la veine 4. Dans la mine III, sa teneur va alors en

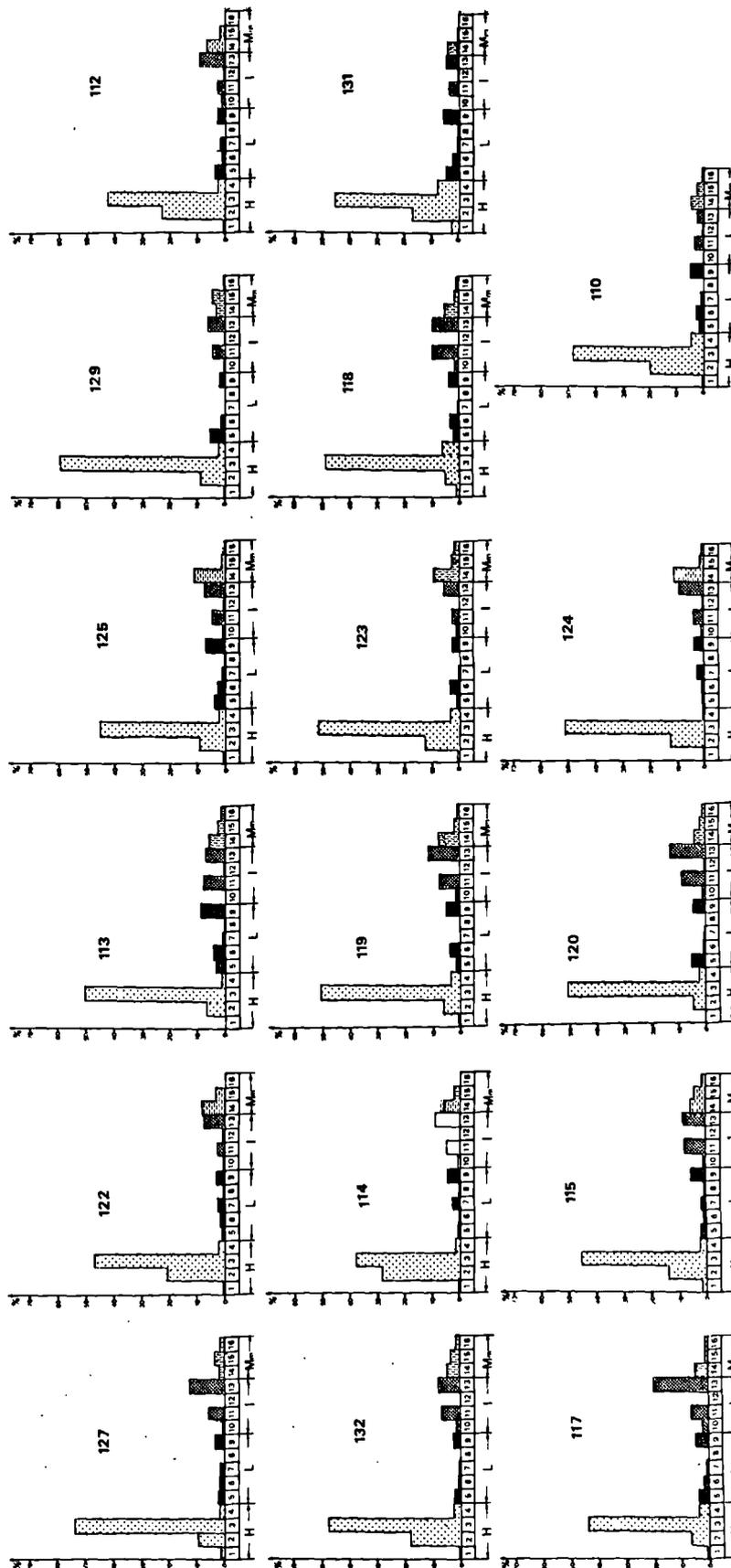


Fig. 8. — Histogrammes des compositions macérales et minérales des combustibles de Tepelene, veines 1, 2, 3 et 4.
 Légende. — H. *Huminite* : 1, *Textinite*, 2, *Ulminite*, 3, *Gélimite*, 4. *Corpohuminite*. — L, *Liptinite* : 5, *Sporinite*, 6, *Cutinite*, 7, *Résinite*, 8, *Subérinite*, 9, *Liptodétrimite*. — I, *Inertinite* : 10, *Fusinite*, 11, *Semifusinite*, 12, *Sclérotinite*, 13, *Inertodétrimite*. — Mm, *Matières minérales* : 14. *Argiles*, 15, *Pyrite*, 16, *Carbonates*.

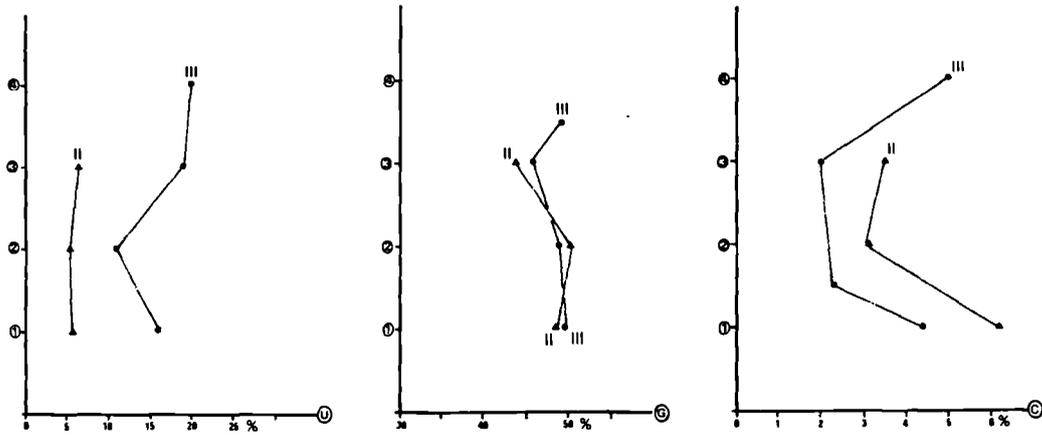


Fig. 9. — Variations verticales et latérales des compositions des macéraux du groupe de l'huminite. U, Ulminite. — G, Gélinite. — C, Corpohuminite. — II, Mine II. — III, Mine III.

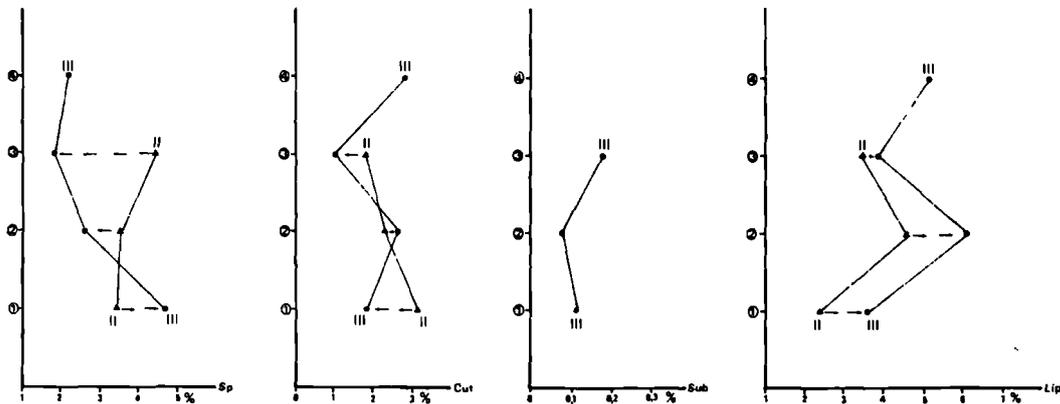


Fig. 10. — Variations verticales et latérales des compositions des macéraux du groupe de la liptinite. Sp, Sporinite. — Cut, Cutinite. — Sub, Subérinite. — Lip, Liptodétrinite. — II, Mine II. — III, Mine III.

s'accroissant vers la veine 4. L'inertodétrinite subit, dans la mine II, une diminution à partir de la veine 1 vers la veine 2, suivie d'une forte augmentation vers la veine 3. Dans la mine III, de la veine 1 à la veine 3, elle subit une augmentation progressive suivie à partir de la veine 3 d'une importante diminution vers la veine 4.

— Pour les matières minérales (fig. 12) :

Les pourcentages d'argiles gardent des valeurs quasi constantes dans la mine II dans les veines 1 et 2. Dans

la mine III, ils subissent une forte augmentation à partir de la veine 1 jusqu'à la veine 2 suivie d'une importante diminution jusqu'à la veine 3 à partir de laquelle les teneurs conservent des valeurs à peu près constantes jusqu'à la veine 4. La pyrite subit dans la mine II une légère augmentation de la veine 1 à la veine 2, puis une diminution vers la veine 3. Dans la mine III, la légère diminution de la veine 1 à la veine 2 se poursuit par une forte augmentation vers la veine 3 suivie d'une diminution vers la veine 4. Les carbonates de la mine II ont des valeurs quasi

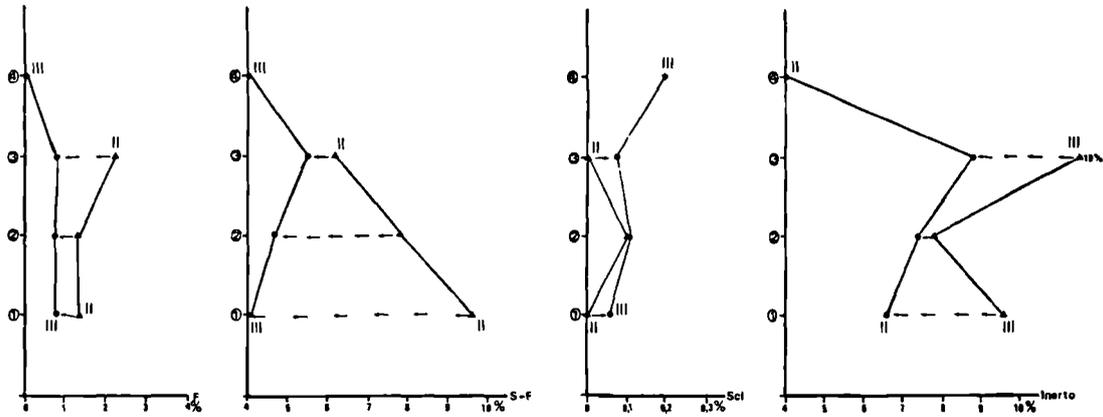


Fig. 11. — Variations verticales et latérales des compositions des macéraux du groupe de l'inertinite. Inerto, Inertodéترینite. — F, Fusinite. — S-F, Semifusinite. — Scl, Sclérotinite. — II, Mine II. — III, Mine III.

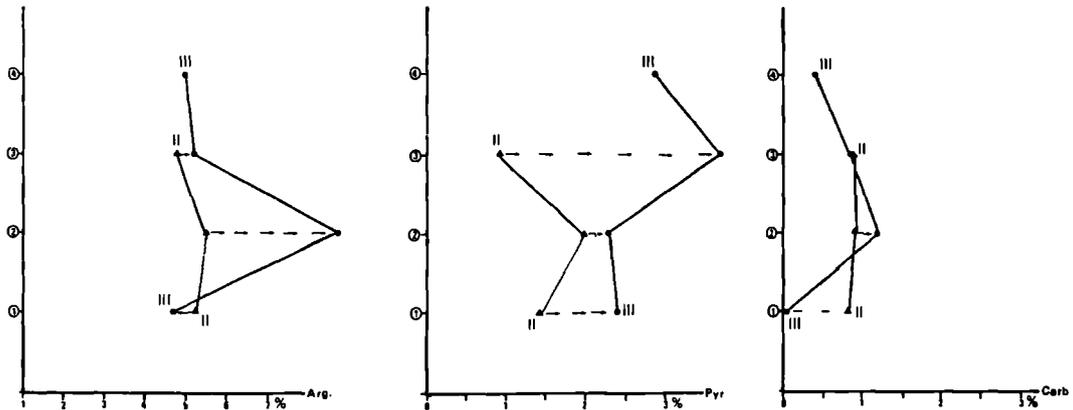


Fig. 12. — Variations verticales et latérales des compositions des matières minérales. Arg, Argile. — Pyr, Pyrite. — Carb, Carbonate. — II, Mine II. — III, Mine III.

constantes de la veine 1 à la veine 3. Dans la mine III, les teneurs augmentent de la veine 1 à la veine 2 puis décroissent jusqu'à la veine 4.

3° Corrélations entre les groupes des macéraux et les macéraux pris deux à deux.

Cette étude s'apparente à celle réalisée dès 1969 par l'un de nous (Mériaux) sur des charbons du bassin houiller français du Nord et du Pas-de-Calais.

Pour établir les corrélations entre les groupes de macéraux, entre macéraux et groupes de macéraux, et

entre les macéraux, nous avons tout d'abord ramené le pourcentage des constituants élémentaires à 100 % en éliminant les matières minérales. Puis nous avons calculé l'équation de chaque droite obtenue de même que les valeurs des coefficients de corrélation, nous assurant ainsi des relations directes entre les variables. Enfin, la pente de chaque droite nous indique les tendances de ces relations.

Le tableau III montre toutes les relations ainsi calculées et leurs valeurs correspondantes. Il apparaît que :

Type de corrélation	Coefficient de corrélation	Pente de la droite	Equation de la droite	Provenance des mesures
Huminite-Liptinite	0,12	+ 0,19	$y = 0,19 x + 25,21$	Total veines
Huminite-Inertinite	0,74 ^{***}	- 0,8	$y = - 0,8 x + 74,18$	"
Liptinite-Inertinite	0,03	- 0,31	$y = - 0,31 x + 20,12$	"
Huminite-Liptinite	0,16 [*]	+ 0,26	$y = - 0,26 x + (-8,01)$	veine 1
Huminite-Liptinite	0,34 ^{**}	- 0,40	$y = - 0,40 x + 41,6$	veine 2
Huminite-Liptinite	0,25 [*]	- 0,12	$y = - 0,12 x + 18,3$	veine 3
Huminite-Inertinite	0,89 ^{***}	- 1,16	$y = - 1,16 x + 101,17$	veine 1
Huminite-Inertinite	0,58 ^{**}	- 0,61	$y = - 0,61 x + 19,7$	veine 2
Huminite-Inertinite	0,94 ^{***}	- 0,87	$y = - 0,87 x + 81,5$	veine 3
Huminite-Mat. Minér.	0,01	- 0,05	$y = - 0,05 x + 12,86$	total
Liptinite-Mat. Minér.	0,03	- 0,14	$y = - 0,14 x + 10,9$	total
Inertinite-Mat. Minér.	0,09	- 0,14	$y = - 0,14 x + 11,62$	total
Huminite-Pyrite	0,11	0,06	$y = 0,06 x - 1,65$	total
Inertinite-Pyrite	0,10	- 0,06	$y = - 0,06 x + 3,5$	total
Ulminite-Gélinite	0,33 [*]	- 0,42	$y = - 0,42 x + 53,4$	total
Gélinite-Inertinite	0,02	- 0,03	$y = - 0,03 x + 48,1$	total
Gélinite-Semi-fusinite	0,01	0,05	$y = 0,05 x + 3,0$	total
Gélinite-Pyrite	0,11	0,07	$y = 0,07 x - 1,06$	total
Ulminite-Inertinite	0,33 [*]	- 0,63	$y = - 0,63 x + 23,7$	total
Ulminite-Semi-fusinite	0,39 [*]	0,21	$y = 0,21 x + 8,15$	total
Ulminite-Semi-fusinite	0,01	0,05	$y = 0,05 x + 3,4$	veine 3
Ulminite-Semi-fusinite	0,76 ^{***}	- 0,54	$y = - 0,54 x + 10,7$	veine 2
Ulminite-Semi-fusinite	0,68 ^{***}	- 0,33	$y = - 0,33 x + 9,7$	veine 1
Ulminite-Pyrite	0,03	0,03	$y = 0,03 x + 2,1$	total
Sporinite-Liptodétrinite	0,01	0,16	$y = 0,16 x + 3,99$	total
Cutinite-Liptodétrinite	0,16	0,72	$y = 0,72 x + 3,0$	total
Semi-fusinite-Inertodétrinite	0,19	0,77	$y = 0,77 x + 4,46$	total
Semi-fusinite-fusinite	0,05	0,8	$y = 0,8 x + 4,76$	total
Fusinite-Pyrite	0,16	- 0,72	$y = - 0,76 x + 3,16$	total
Fusinite-Inertodétrinite	0,09	9,78	$y = 9,78 x + 4,9$	total
Ulminite-Gélinite	0,50	- 0,66	$y = - 0,66 x + 58$	veine 1
Ulminite-Gélinite	0,14	- 0,35	$y = - 0,35 x + 11,8$	veine 2
Ulminite-Gélinite	0,37	- 0,42	$y = - 0,42 x + 12,55$	veine 3

Tableau III. — Corrélations entre différents groupes de macéraux et entre différents macéraux.

*** : Très bonne corrélation. — ** : Bonne corrélation. — * : Faible corrélation.

— entre l'huminite et l'inertinite, il existe une bonne corrélation pour l'ensemble des veines (1, 2, 3 et 4). La diminution du pourcentage en inertinite s'accompagne d'une augmentation du pourcentage en huminite (fig. 13a). Le coefficient de corrélation r est égal à 0,75. Cette corrélation est plus forte pour la veine 3 et la veine 1 où r vaut respectivement 0,94 et 0,89. Pour la veine 2, la corrélation est moins significative que pour les veines 1 et 3 car le coefficient de corrélation r vaut ici seulement 0,58 ;

— entre l'huminite et la liptinite, pour l'ensemble des veines (1, 2, 3 et 4), il n'existe pas de relation directe. Toutefois, pour chaque veine, il existe une corrélation faible qui décroît de la veine 2 ($r = 0,34$), à la veine 3 ($r = 0,25$) et à la veine 1 ($r = 0,16$) ;

— entre l'ulminite et la semifusinite, pour les veines 2 ($r = 0,76$) et 1 ($r = 0,68$), il existe une bonne relation directe entre ces deux macéraux. Pour l'ensemble des veines (1, 2, 3 et 4), cette corrélation est moins bonne ($r = 0,39$) (fig. 13b).

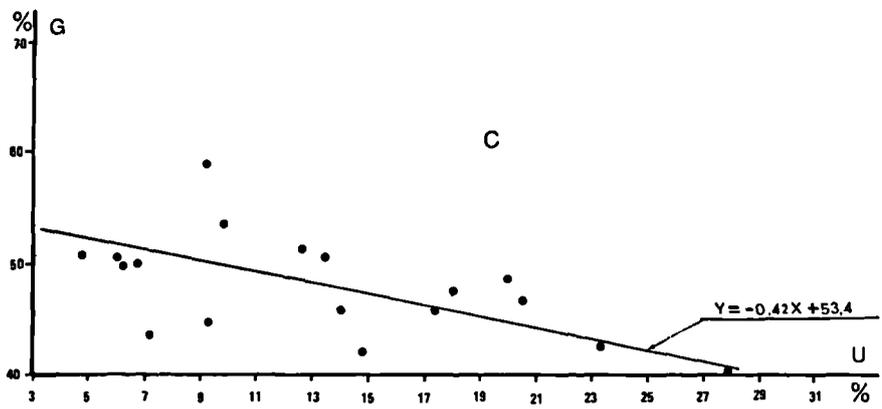
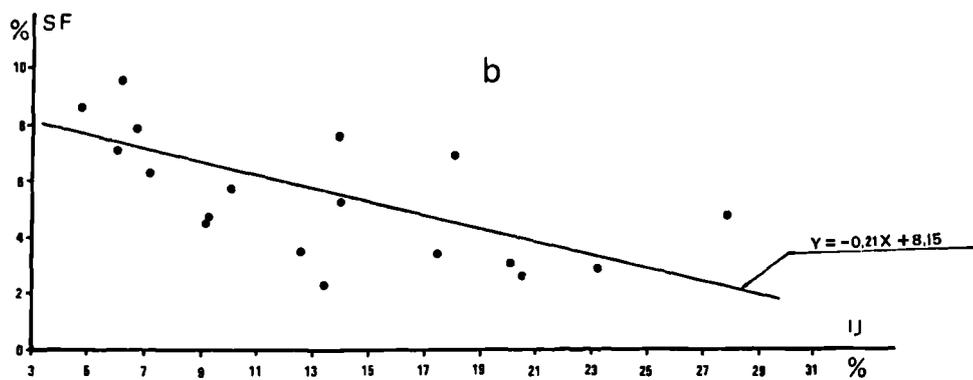
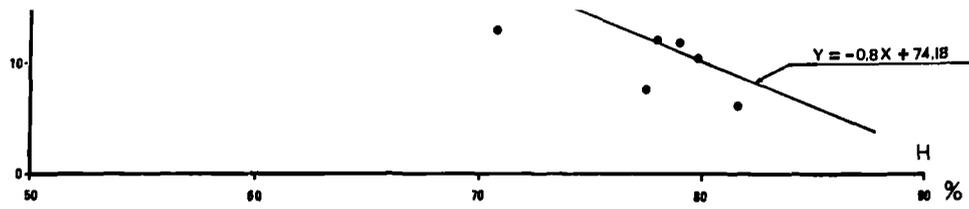


Fig. 13. — Relations entre les pourcentages des groupes de macéraux et ceux des macéraux :
 a, Huminite-inertinite. — b, Ulminite-remifusinite. — c, Ulminite-gélinite.

Ces relations montrent que les pourcentages d'inertinite sont liés à ceux de l'huminite, et ceux de l'ulminite à ceux de la semifusinite. On peut donc penser qu'il existe des relations de transformation entre ces groupes de composants ou composants élémentaires. L'inertinite se transformerait en huminite, et plus précisément, la semifusinite évoluerait vers l'ulminite et l'ulminite vers la gélinite (fig. 13c).

Les corrélations représentées sur le tableau III montrent qu'il n'existe pas de relation directe entre les autres macéraux.

II. — MICRODURETE VICKERS (HV)

1) Principe de la mesure.

Nous avons soumis les combustibles de Tepelene à des essais de microdureté. L'appareillage et le principe de la mesure, sont similaires à ceux adoptés et appliqués par l'un de nous (Delattre et Mériaux, 1964). La microdureté Vickers mesurée est celle de la gélinite. Les empreintes — au nombre de 10 par échantillon en grains — ont été réalisées sur des plages de gélinite prises au hasard (Pl. XI, fig. 4). Pour chaque échantillon, nous avons calculé la moyenne des 10 valeurs trouvées précédemment. Nous avons obtenu ainsi une valeur moyenne de la microdureté.

2) Matériel étudié.

Les 11 échantillons étudiés proviennent des veines 1, 2, 3 et 4. Ce sont, respectivement :

- veine 1, échantillons n° 129, 118, 131,
- veine 2, échantillons n° 120, 119, 113,
- veine 3, échantillons n° 117, 132, 114, 127,
- veine 4, échantillon n° 110.

3) Résultats expérimentaux.

Le tableau IV comporte :

- les numéros des échantillons étudiés,
- les profondeurs de prélèvements,
- les valeurs moyennes de la microdureté Vickers de chaque échantillon et de chaque veine.

En ce qui concerne cette propriété mécanique particulière étudiée par Alpern (1959) sur des combustibles similaires, il apparaît que la veine 4 a la microdureté Vickers la plus élevée (41,3 kg/mm²) et la veine 3 la valeur la plus faible (32,6 kg/mm²). Les veines 2 (fig. 14b) et 1 (fig. 14a) ont des microduretés intermédiaires respectivement égales à 33,9 kg/mm² et 36,8 kg/mm². Les fig. 14 a, 14b et 14c montrent que les valeurs mesurées oscillent entre 24 kg/mm² et 43 kg/mm². Cela tient, à notre avis, à ce que la gélinite présente des degrés différents de gélification.

La fig. 14d montre les valeurs moyennes de la microdureté Vickers de l'ensemble des 4 veines du gisement de Tepelene. Ces valeurs oscillent entre 30 kg/mm² et 40 kg/mm² pour les échantillons des veines 1, 2 et 3 et passent à 41,3 kg/mm² pour la veine 4.

veine	horizon (cote)	n° éch.	valeurs moyennes de la microdureté VICKERS en kg/mm ² par	
			échantillon	veine
4	+ 300	110	41,3	41,3
3	+ 300	127	32,9	32,6
	+ 200	132	35,5	
	+ 100	117, 114	30,7 ; 34,8	
2	+ 200	113	33,8	33,9
	0	119	37,6	
	- 100	120	32,9	
1	+ 200	129	34,1	36,8
	+ 100	131	39,3	
	0	118	37,3	

Tableau IV.

III. — CONCLUSIONS

L'étude pétrographique des surfaces polies de combustibles du gisement de Tepelene (Albanie) a permis de dégager les conclusions préliminaires suivantes :

— Ces combustibles contiennent beaucoup de macéraux appartenant au groupe des lignites et nous les avons rattachés au groupe des lignites brillants.

— Dans la composition en groupes de macéraux (H.L.I.), l'huminite est le composant principal.

— L'allure similaire des différents diagrammes d'analyses macérales montre que tous ces lignites appartiennent à un même type pétrographique. Cependant, dans le détail, chaque veine présente un histogramme qui lui est propre.

— Il existe, dans ces lignites, des degrés de transformation intermédiaires entre les macéraux, comme par exemple, entre la fusinite et la semifusinite, la semifusinite et l'ulminite, l'ulminite et la gélinite. Ces relations de transformation entre les différents composants montrent qu'en général l'inertinite, en évoluant, se transforme en huminite, et qu'il existe entre ces deux groupes de macéraux une bonne corrélation linéaire.

— Les variations latérales de compositions en groupes de macéraux, de la mine II à la mine III, c'est-à-dire du SSE vers le NNW, montrent une augmentation des teneurs en huminite, une diminution de celles de l'inertinite et peu de variation des pourcentages en liptinite.

— La microdureté Vickers montre, d'une veine à l'autre, des variations. Il devrait être possible de rattacher ce paramètre particulier à un ou plusieurs autres paramètres pétrographiques ou chimiques qui seront étudiés ultérieurement.

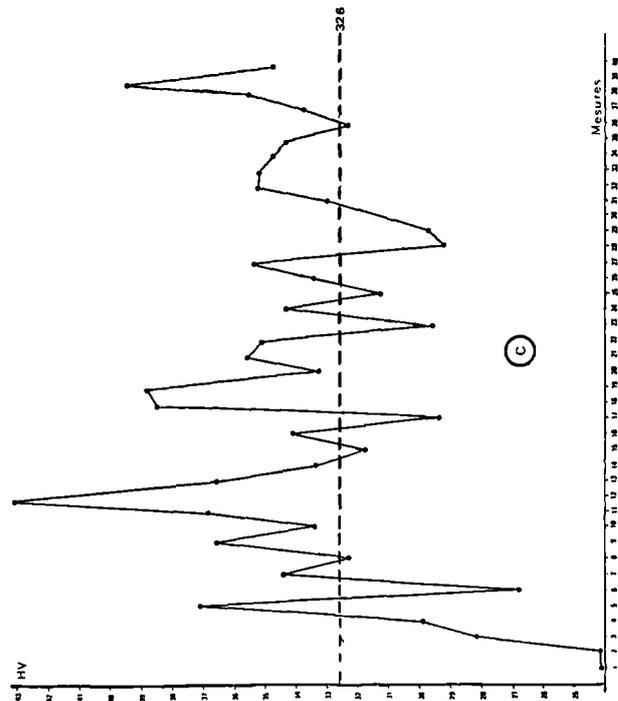
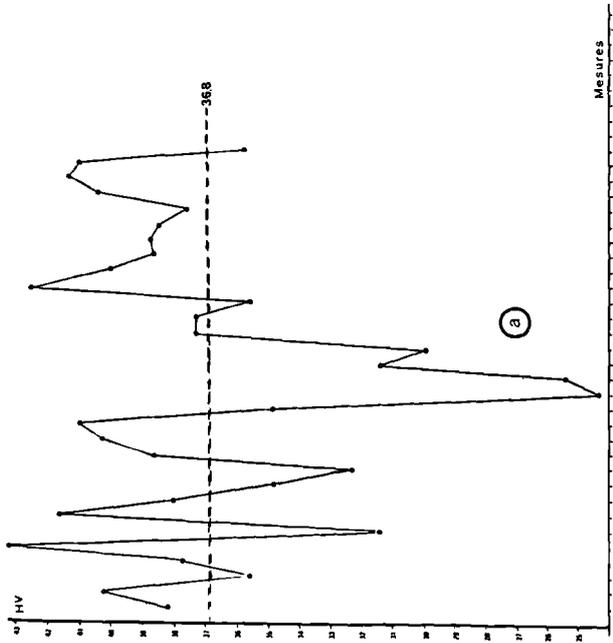
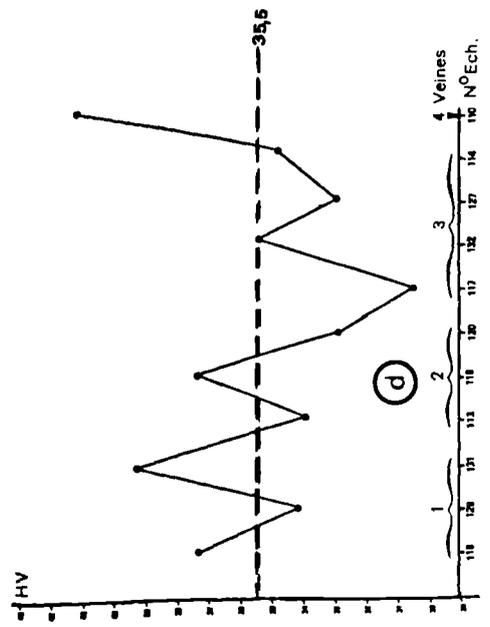
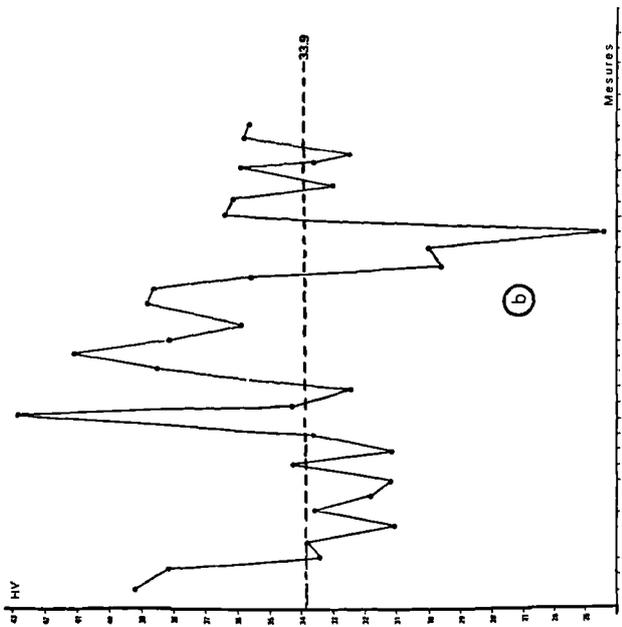


Fig. 14. — Microdureté Vickers : a, de la veine 1 sur 31 mesures. — b, de la veine 2 sur 31 mesures. — c, de la veine 3 sur 40 mesures. — d, de l'ensemble des 4 couches.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) ABRAMSKI C., MACKOWSKI M.-Th., MANDEL W. et STACH E. (1951). — Atlas für angewandte Steinkohlen-petrographie. *Verlag Glückauf*, G.m.b.H., Essen.
- 2) ALPERN B. (1959). — Contribution à l'étude palynologique et pétrographique des charbons français. Contribution aux méthodes et à la systématique palynologique et pétrographique des Charbons. Applications aux problèmes de la corrélation des couches. *Thèse*, Paris.
- 3) DELATTRE Ch. et MERIAUX E. (1964). — Microdureté Vickers de charbons du Bassin Houiller du Nord et du Pas-de-Calais. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXXXIV, p. 43-49, Lille.
- 4) DUPARQUE A. (1933). — Structure microscopique des charbons du Bassin Houiller du Nord et du Pas-de-Calais. *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. XI, 131 fig., 45 tabl., 66 pl., 716 réf. biblio., Lille.
- 5) DUPARQUE A. et DELATTRE Ch. (1954a). — Caractères microscopiques des sclérotés et spores de champignons et des anthracites. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXXII, p. 247-268, Lille.
- 6) DUPARQUE A. et DELATTRE Ch. (1954b). — Sur la véritable nature des tissus (?) de champignons des houilles paléozoïques. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXXXIII, p. 269-275, Lille.
- 7) DURMISHI C. (1977). — Mbi ndërtimin dhe korelimin e shtresave të vëndburimit të qymyrit - "Tepele" nën dritën e të dhënave të shërbimit gjeologjik të minierës. *Diplome fond.*, fak. gjeol. miniera. Tirane, Albanie.
- 8) DURMISHI C. (1979). — Mbi vijshëmërine e parametrave cilësor dhe sasior (varfërimi dhe Humbjet) në kushtet e sistemit aktual të shfrytëzimit të qymyrit. *Fond Shërbimi gjeologjik i minierës - Tepele*.
- 9) DURMISHI C. (1981). — Analyse séquentielle et sédimentologique sur la région de "Tepele" (Albanie). Application sur le Charbon. *D.E.A., E.N.S.G.*, Laboratoire Substances Utiles, Nancy.
- 10) I.C.C.P. (1963). — Lexique international de Pétrographie des Charbons du Comité International de Pétrographie des Charbons, 2^e édition, *C.N.R.S.*, Paris.
- 11) I.C.C.P. (1971). — Lexique international de Pétrographie des Charbons du Comité International de Pétrographie des Charbons, supplément à la 2^e édition, *C.N.R.S.*, Paris.
- 12) International classification of hard coals by type (1956). — *United Nations*, Genève.
- 13) MERIAUX E. (1969). — Contribution à l'étude pétrologique de houilles du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais. *Ann. Mines Belgique*, n° 4, avril 69, p. 329-387; n° 5, mai 69, p. 469-516. 14 fig., 7 tabl., 2 pl., Liège.
- 14) NF. M 10-001 (1950). — Classification, d'après leur nature, des houilles, des anthracites et de leurs mélanges. *AFNOR*, Paris.
- 15) NOEL R. (1958). — Quelques aspects de la "sclérotinite" dans un Lignite d'Afrique Centrale (Angola). *Bull. Soc. Roy. Sci.*, n° 9-10, p. 247-257, Bruxelles.
- 16) PAPA A. (1970). — Conceptions nouvelles sur la structure des Albanides. *Bull. Soc. Géol. France*, (7), t. XII, p. 1096, Paris.
- 17) PEZA L., XHOMO A. et al. (1968). — Geologia e shqipërise. *Tekst*. Tirane.
- 18) STACH E. (1955). — La Sclérotinite et son importance pour l'origine de la durite. *Ann. Mines Belgique*, p. 1-19, Liège.
- 19) YLLI M. et KUCI Xh. (1978). — Të dhëna të reja mbi ndërtimin gjeologjik të Sinklinalit të "Tepele". *Fond. I.S.K.G.M.*, Tirane.

EXPLICATION DES PLANCHES (*)

EXPLANATION OF THE PLATES (*)

PLANCHE VIII

PLATE VIII

Fig. 1. — Gélinite (Lévigélinite), veine 1. Gr. = 250.

Fig. 1. — *Gelinite (Levigelinite), Seam 1. × 250.*

Fig. 2. — Ulminite (Texto-ulminite), veine 2. Gr. = 320.

Fig. 2. — *Ulminite (Texto-ulminite), Seam 2. × 320.*

Fig. 3. — Textinite, veine 3. Gr. = 320.

Fig. 3. — *Textinite, Seam 3. × 320.*

Fig. 4. — Ulminite (Eu-ulminite), veine 4. Gr. = 320.

Fig. 4. — *Ulminite (Eu-ulminite), Seam 4. × 320.*

Fig. 5. — Corpohuminite, veine 2. Gr. = 320.

Fig. 5. — *Corpohuminite, Seam 2. × 320.*

(*) Toutes les photographies réalisées en lumière réfléchie procèdent d'un examen, à immersion dans l'huile, de surfaces polies des échantillons en grains. Le macéral représenté sur chaque photographie est indiqué par une flèche.

(*) All plates realized by a reflected light, under oil immersion, come from an examination of grain samples in polished blocks.

Fig. 6a et b. — Corpohuminite (Phlobaphinite), veines 2 et 3. Gr. = 320.

Fig. 6a and b. — Corpohuminite (Phlobaphinite), Seam 2 and Seam 3. $\times 320$.

PLANCHE IX
PLATE IX

Fig. 1a. — Sporinite. Microspore (noire), veine 3. Gr. = 250.

Fig. 1a. — Sporinite. Microspore (black), Seam 3. $\times 250$.

Fig. 1b. — Sporinite. Sporange (?) ou fragment de cuticule (?), veine 3. Gr. = 250.

Fig. 1b. — Sporinite. Sporangium (?) or fragments of cuticles (?), Seam 3. $\times 250$.

Fig. 2a et 2b. — Cutinite, veine 3. Gr. = 320.

Fig. 2a and 2b. — Cutinite, Seam 3. $\times 320$.

Fig. 3. — Liptodétrinite, veine 2. Gr. = 320.

Fig. 3. — Liptodetrinite, Seam 2. $\times 320$.

Fig. 4. — Subérinite, veine 3. Gr. = 320.

Fig. 4. — Suberinite, Seam 3. $\times 320$.

Fig. 5. — Résinite, veine 4. Gr. = 320.

Fig. 5. — Resinite, Seam 4. $\times 320$.

PLANCHE X
PLATE X

Fig. 1. — Fusinite, veine 3. Gr. = 320.

Fig. 1. — Fusinite, Seam 3. $\times 320$.

Fig. 2. — Transition entre fusinite et semifusinite, veine 3. Gr. = 250.

Fig. 2. — Transition from fusinite to semifusinite, Seam 3. $\times 250$.

Fig. 3. — Semifusinite, veine 2. Gr. = 250.

Fig. 3. — Semifusinite, Seam 2. $\times 250$.

Fig. 4. — Transition entre semifusinite et ulminite, veine 1. Gr. = 320.

Fig. 4. — Transition from semifusinite to ulminite, Seam 1. $\times 320$.

Fig. 5a et 5b. — Sclérotinite (*Sclerotites* multicellulaires, Stach), veine 3. Gr. = 250.

Fig. 5a and 5b. — Sclerotinite (*Sclerotites multicellular*, Stach), Seam 3. $\times 250$.

Fig. 5c. — Transition des sclérotinites en ulminite, veine 1. Gr. = 250.

Fig. 5c. — Transition from sclerotinite to ulminite, Seam 1. $\times 250$.

Fig. 5d. — Sclérotinite (*Sclerotites crassites*, Stach), veine 3. Gr. = 250.

Fig. 5d. — Sclerotinite (*Sclerotites crassites*, Stach), Seam 3. $\times 250$.

Fig. 5e et 5f. — "Colonie" de spores de champignons. Gr. = 250.

Fig. 5e and 5f. — Colony of spores of fungi. $\times 250$.

Fig. 6. — Inertodétrinite, veine 1. Gr. = 250.

Fig. 6. — Inertodetrinite, Seam 1. $\times 250$.

PLANCHE XI
PLATE XI

Fig. 1a. — Grandes concrétions pyriteuses, veine 3. Gr. = 320.

Fig. 1a. — Large pyrit concretions, Seam 3. $\times 320$.

Fig. 1b. — Accumulation des granules pyriteux dans une ulminite (origine syngénétique), veine 1. Gr. = 250.

Fig. 1b. — Accumulation of pyrit granules in ulminite (*Syngenetic formation*), Seam 1. $\times 250$.

Fig. 1c. — Accumulation des granules pyriteux dans les cavités cellulaires de la semifusinite (origine syngénétique), veine 2. Gr. = 250.

Fig. 1c. — Accumulation of pyrit granules in cell lumens of semifusinite (*Syngenetic formation*), Seam 2. $\times 250$.

Fig. 2. — Particules argileuses noires, veine 3. Gr. = 320.

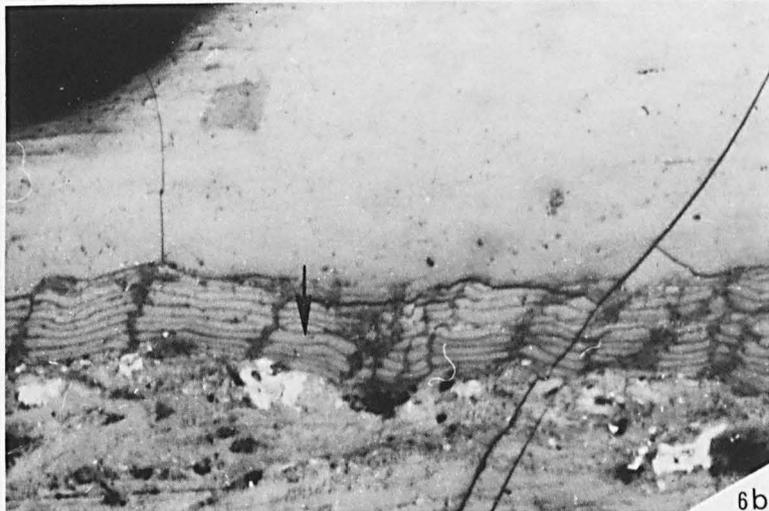
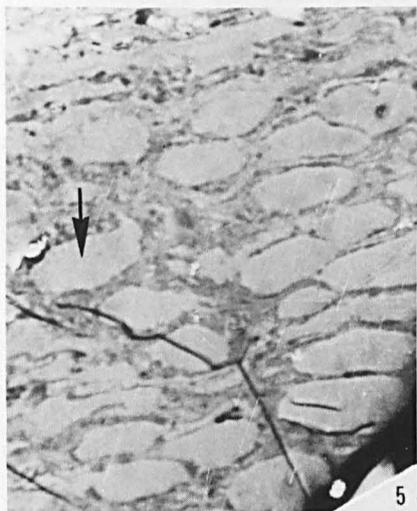
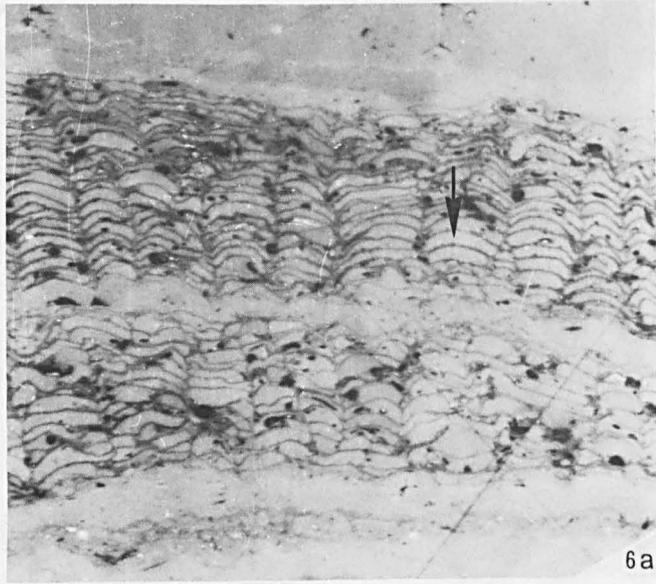
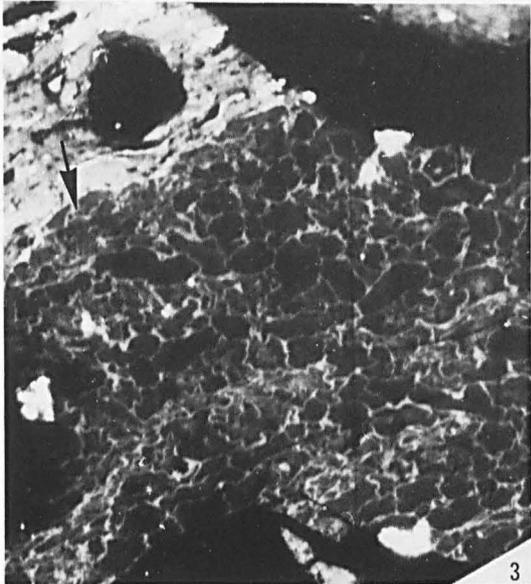
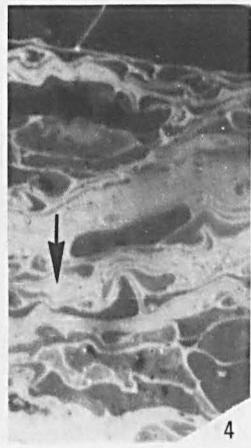
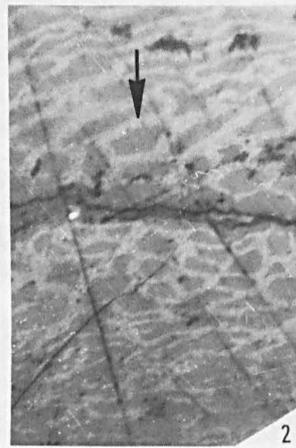
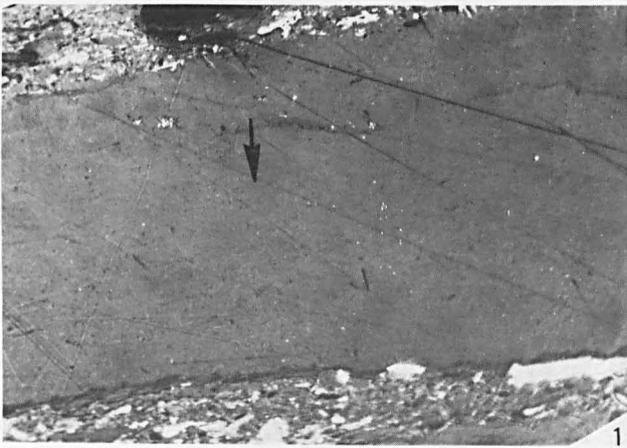
Fig. 2. — Clay particles (black), Seam 3. $\times 320$.

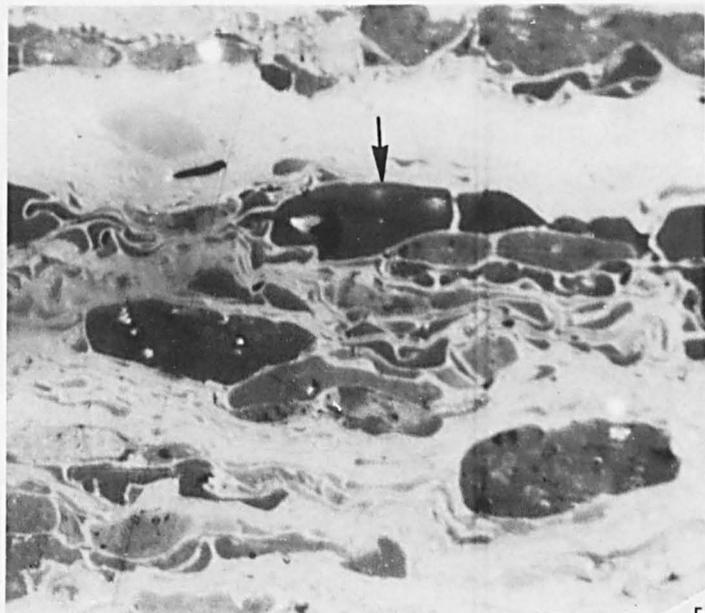
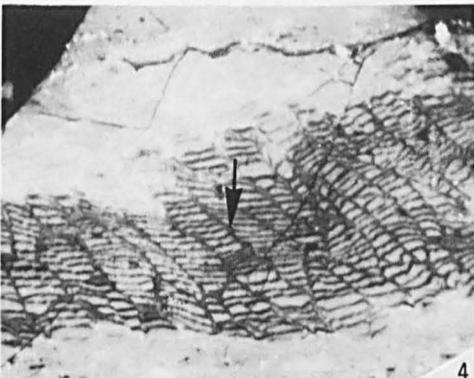
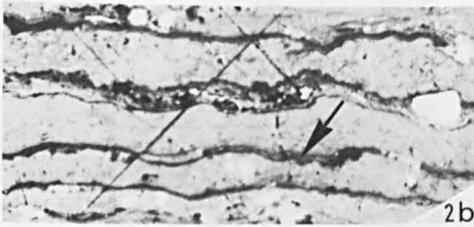
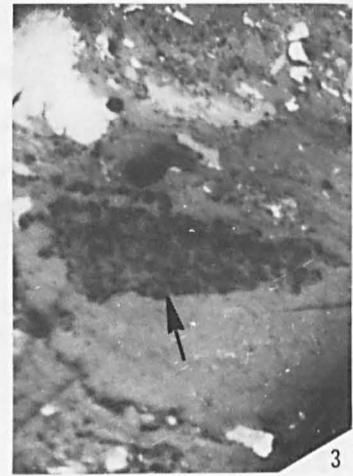
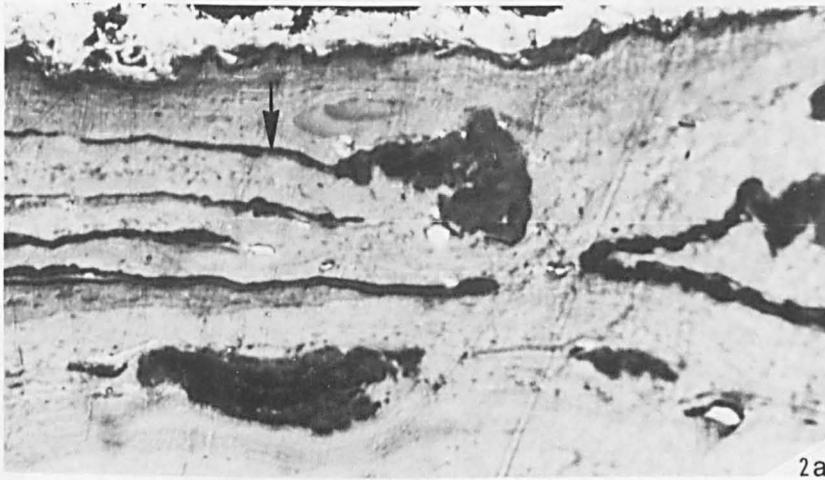
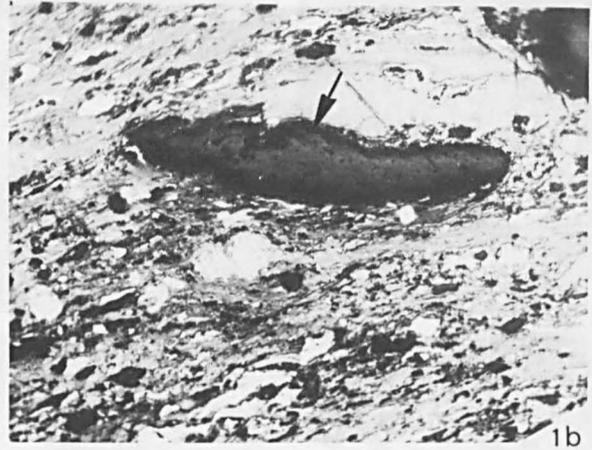
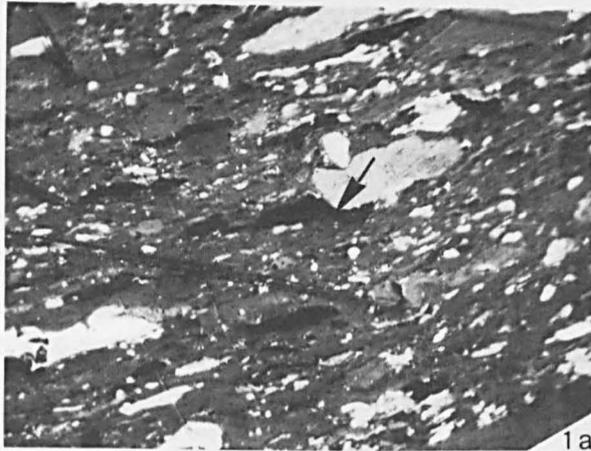
Fig. 3. — Concrétions de carbonate, veine 2. Gr. = 320.

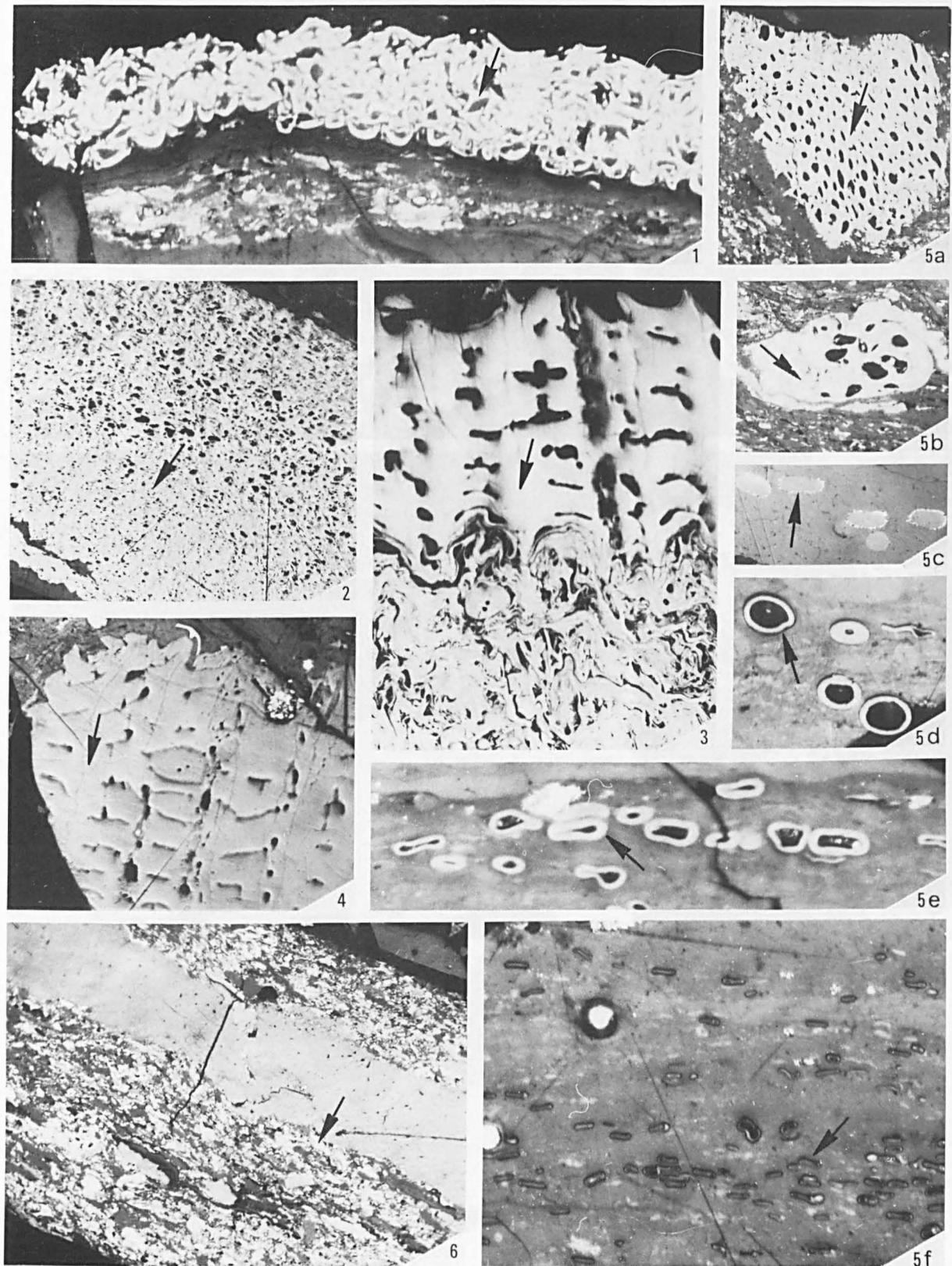
Fig. 3. — Concretions of carbonates, Seam 2. $\times 320$.

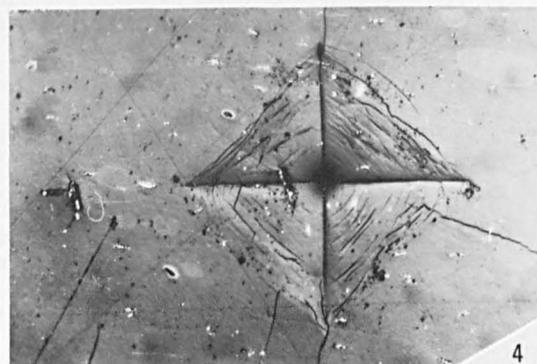
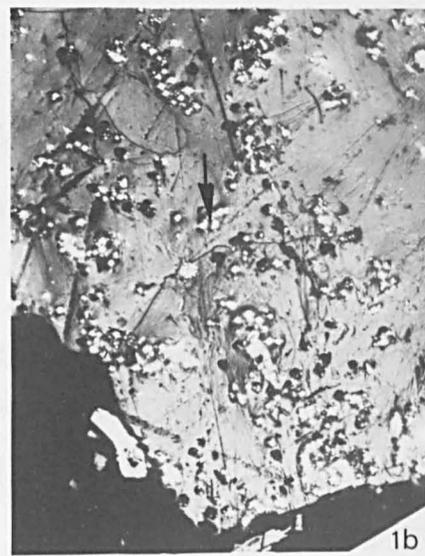
Fig. 4. — Empreinte de la mesure de la microdureté sur une plage de gélinite.

Fig. 4. — Impression of microhardness measurement on gelinite.









Mise en évidence, par des faunes de Brachiopodes, de l'extension des formations dévoniennes dans la boutonnière d'Immouzer du Kandar (Sud de Fès, Maroc)

Evidence from Brachiopods faunas for the age of the Devonian formations in the Immouzer du Kandar (South of Fes - Morocco)

par D. BRICE (*), A. CHARRIERE (**), J. DROT (***) et S. REGNAULT (****)

(Planches XII et XIII)

Résumé. — De nouvelles récoltes de faunes ont été effectuées (A. C., S. R.) dans la série paléozoïque de la boutonnière d'Immouzer du Kandar; elles comportent essentiellement des Brachiopodes. L'étude de ceux-ci (D. B., J. D.) a mis en évidence l'existence de l'Emsien supérieur, du Dévonien supérieur (Frasnien et Famennien) et la répétition de la partie inférieure de la série dans le secteur Est de la boutonnière.

Abstract. — *New faunas, mainly Brachiopods, were yielded in the Immouzer du Kandar paleozoic area (A. C., S. R.). In the Western part of the section, the Brachiopod species prove the evidence of Emsian, Frasnian and Famennian stages. In the Eastern part of the section, the Emsian stage is coming back above the Famennian (D. B., J. D.).*

La boutonnière d'Immouzer du Kandar, localisée à une quarantaine de kilomètres au Sud de Fès (feuille de Sefrou au 50.000^e), représente un jalon entre le Maroc central et les boutonnières paléozoïques orientales (fig. 1).

I. — HISTORIQUE

(A. C., S. R.)

La carte géologique provisoire du Moyen Atlas au 200.000^e (Termier et Dubar, 1937) fait figurer uniquement du Permo-Trias dans la boutonnière d'Immouzer.

Le Paléozoïque sera mis en évidence ultérieurement par Horon (1954). A la suite de la découverte de cf. *Monograptus kayseri*, cet auteur avait cru reconnaître le "Ludlow supérieur" ou le "Downton". Les schistes sus-jacents ont été attribués au Dévonien; un conglomérat affleurant au-delà, a été considéré comme marquant le début de la transgression viséenne. Cette dernière formation avait livré une faune (H 25) dont la révision ultérieure par un auteur non identifié, a conduit à y reconnaître "*Pentamerus hercynicus* Halfar, *Siebellia costata* var. *lata* Le Maître, *Conocardium* cf. *cuneatum* Roemer, *Schizophoria*" (ces déterminations, ainsi qu'un âge dévonien inférieur-coblencien, sont rajoutés dans le rapport original de Horon).

(*) Laboratoire de Paléontologie, Faculté Libre des Sciences, 13, rue de Toul. 59046 Lille Cedex et G.R.E.C.O. 130007 du C.N.R.S.

(**) Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, B.P. 1796 Atlas, Fès (Maroc) et Laboratoire de Géologie Méditerranéenne associé au C.N.R.S. n° 145, Université Paul Sabatier, 38, rue des Trente-Six-Ponts, 31400 Toulouse.

(***) Institut de Paléontologie du Muséum, 8, rue de Buffon, 75005 Paris.

(****) Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, B.P. 1796 Atlas, Fès (Maroc) et Laboratoire de Paléontologie et de Stratigraphie, Institut de Géologie, Université de Rennes I, Avenue du Général Leclerc, 35042 Rennes Cedex et G.R.E.C.O. 130007 du C.N.R.S.

Note présentée le 2 Novembre 1983 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 19 Septembre 1984.

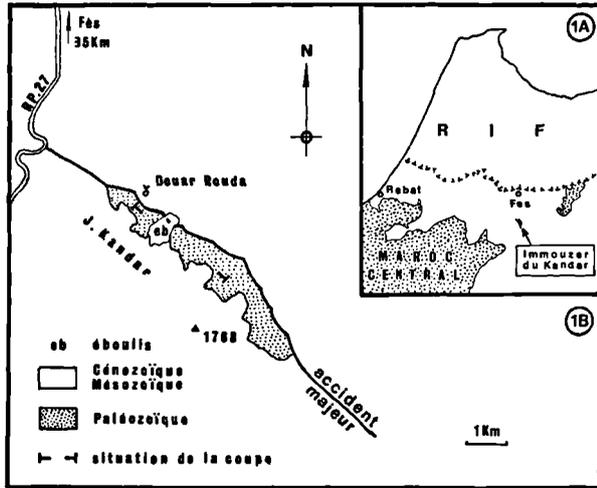


Figure 1.

1A : Localisation de la boutonnière d'Immouzer du Kandar.
1B : Schéma structural et position de la coupe.

Figure 1.

1A : Location of Immouzer du Kandar.
1B : Sketch of the structure location of the section.

Une reprise de l'étude de la boutonnière dans le cadre de levés cartographiques de la feuille de Sefrou (A. C.) a conduit à limiter dans un premier temps l'extension du Dévonien :

— au Nord-Ouest, le Silurien terminal passe en continuité au Lochkovien inférieur à *Monograptus uniformis* puis apparaît le Lochkovien supérieur à *Monograptus hercynicus* (déterminations Willefert, Rabat);

— au Sud-Est, le Viséen inférieur, daté par micro-faunes, surmonte un niveau à Brachiopodes (IK. 15) dans lequel Hollard avait reconnu (communication orale, 1979) *Plebejochonetes*, *Leptaena*, *Uncinulus*, *Retziidae* ou *Coelospira*, cette faune pouvant indiquer (selon cet auteur) un âge emsien supérieur.

II. — CADRE GEOLOGIQUE

(A. C., S. R.)

Une étude plus détaillée des terrains affleurant entre les deux limites précitées a permis d'y reconnaître différentes unités lithostratigraphiques (Charrière et Régnault, 1983). Comme cela est indiqué sur la coupe synthétique (fig. 2), plusieurs ensembles majeurs succèdent du Nord-Ouest au Sud-Est :

1° Les schistes d'Ain el Beida.

C'est une formation homogène, affleurant sur 250 m, caractérisée par l'abondance des Trilobites (*Asteropyginae*, *Odontochile*); des Brachiopodes s'y rencontrent localement (IK. 10 = K. 15) parmi lesquels : *Dalejodiscus minor* subsp. indé., "*Notanoplia*" sp. L'âge des niveaux qui ont livré les Brachiopodes est certainement plus jeune que le Lochkovien, il est au moins praguien et pourrait même être plus jeune car *Notanoplia* et *Dalejodiscus* sont encore signalés dans l'Eifélien inférieur en Allemagne. Les niveaux supérieurs deviennent gréseux et une lacune d'observation masque les termes sus-jacents.

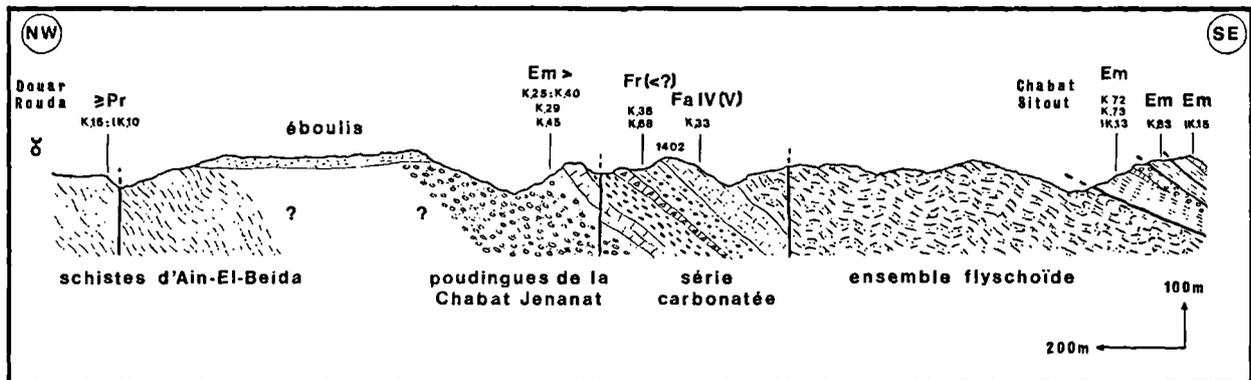


Figure 2.

K., IK. : Principaux gisements fossilifères. — \geq Pr : Praguien ou plus récent. — Em : Emsien. — Em > : Emsien supérieur. — Fr (< ?) : Frasnien (inférieur ?). — Fa IV (V) : Famennien IV (peut-être V).

Figure 2.

K., IK. : Position of the main fossil localities. — \geq Pr : Pragian or younger. — Em. : Emsian. — Em > : Upper Emsian. — Fr (< ?) : Frasnian (lower ?); — Fa IV (V) : Famennian IV (perhaps V).

2° Le poudingue de Chabat Jenanat.

Il s'agit d'un dépôt de puissance supérieure à 100 m, constitué de matériaux de nature sédimentaire et éruptive parmi lesquels dominent les volcanoclastites acides. A la partie supérieure, des niveaux gréseux ont livré plusieurs faunes marines diversifiées riches en Brachiopodes. Les taxa reconnus par gisement sont pour K. 25 (= K. 40) : cf. *Leptostrophia* (*Leptostrophella*) *explanata*, "Zdimir" *hercynicus*, *Sicorhyncha* sp. gr. *trinacria*, *Uncinulus pila*, *Arduspirifer* cf. *extensus*, *Quadrithyrus* aff. *trisepta*, *Rhenothyris* aff. *compressa*, *Atrypacea*; pour K. 29 : cf. *Leptostrophia* (*Leptostrophella*) *explanata*, *Oligoptycherhynchus*? sp., *Arduspirifer* sp. gr. *mosellanus* et pour K. 45 : *Arduspirifer*? sp., *Euryspirifer* sp. gr. *paradoxus*, *Atrypida*. L'âge de ces différents gisements est certainement emsien supérieur. On peut le considérer comme appartenant à l'Em_s belge (ou à la base du "Daléjien") par analogie avec une association similaire de faune trouvée dans le sommet de la formation de Mdaouer el Kbir du Maroc présaharien (Bultynck et Hollard, 1980; Hollard, 1981). Il faut cependant noter que dans l'état actuel de nos connaissances, le genre *Sicorhyncha* n'est pas connu dans le "Daléjien". Autre précision, l'âge du gisement K. 29 est certainement aussi emsien supérieur. Toutefois, la présence d'*Arduspirifer* du groupe *mosellanus* indiquerait un Emsien terminal.

3° Une série carbonatée.

Elle est épaisse d'une centaine de mètres et s'y succèdent :

— Calcaires lenticulaires à Crinoïdes et calcaires amygdalaires à Céphalopodes et Tentaculites.

— Lutites à plantes.

— Calcaires noirs à Tentaculites puis brèche récifale.

— Lutites à galets avec quelques niveaux fossilifères (K. 38, K. 68) qui ont livré quelques restes de Brachiopodes : *Cyrtospirifer* sp., *Eodmitria*? sp.. L'âge de ces niveaux fossilifères est vraisemblablement frasnien. La présence probable de *Eodmitria* indiquerait plutôt le Frasnien inférieur.

— Niveaux carbonatés supérieurs constitués de calcaires sombres crinoïdiques associés à des niveaux verdâtres plus marneux. L'un de ceux-ci, localisé vers le milieu de la série, est riche en empreintes de "Psilophytales" et en Brachiopodes (K. 33). Parmi ceux-ci ont été identifiés *Whidbornella* aff. *caperata* et *Planovatiostrum* sp. L'association de ces deux taxa permet d'attribuer un âge famennien à ce niveau. Famennien IV à Platyclymènes selon toute vraisemblance par analogie avec la position de *Planovatiostrum* dans le Maroc présaharien. Un âge famennien V ne peut cependant être totalement exclu : un des gisements du Maroc présaharien se situe à la base de la zone V et, dans le Famennien V de l'Oued Aricha, G. et H. Termier signalent sous le nom de "*Calvinaria undulata*" une forme qui semble proche de *Planovatiostrum* (voir partie paléontologique).

4° Un ensemble fyschoïde.

Cette formation, épaisse de plusieurs centaines de mètres, est en continuité stratigraphique avec le niveau précédent mais se trouve séparée par une discontinuité tectonique majeure des termes sus-jacents qui constituent le versant oriental de la Chabat Sitout.

5° La zone orientale de la Chabat Sitout.

C'est un secteur d'une grande complexité stratigraphique et structurale dans lequel on peut relever la succession :

— Schistes à niveaux décalcifiés riches en Brachiopodes (K. 72, K. 73, IK 13) parmi lesquels ont été reconnus *Isorthis* (*Protocortezorthis*?) sp., *Platyorthis* sp., *Schizophoria* sp., *Leptostrophia* (*Leptostrophella*?) sp. [ou *L. (Rhenostrophia*?) sp.], "*Stropheodonta*" sp., *Oligoptycherhynchus*? sp., *Uncinulus pila*, *U.* sp. gr. *pila*, cf. *Tetratomia amanshauseri elegans*, *Atrypacea*, *Bifida* aff. *dahlia*, *Cyrtina* sp., *Euryspirifer* sp. gr. *paradoxus*, *Rhenothyris*? sp. La faune, certainement très variée, est malheureusement très déformée et comporte un nombre réduit de spécimens de chaque espèce. Il semble que l'on puisse attribuer à ce gisement un âge emsien sans plus de précision, trop d'incertitudes subsistant.

— Calcaires lenticulaires et conglomérats.

— Schistes et grès montrant une polarité inverse dans lesquels un seul gisement (K. 83) a été reconnu et qui a livré *Bifida* aff. *dahlia*. Dans l'état actuel de nos connaissances, *Bifida dahlia* existe dans le calcaire de Zlichov (Emsien inférieur).

— Grès à "pistes" et niveaux lumachelliques (IK. 15) représentant le terme ultime de cette série. Le gisement a livré : *Leptostrophia* indét., *Leptaena* sp., *Uncinulus* sp., *Mutationella*? sp., *Bifida* aff. *dahlia*, *Rhenothyris*? sp., *Spiriferidés* indét. Ce dernier gisement semble de même âge que les gisements K. 72, K. 73, IK. 13.

III. — LISTE RAISONNÉE DES BRACHIOPODES (*)

(D. B., J. D.)

Ordre ORTHIDA Schuchert et Cooper, 1932

Superfamille ORTHACEA Woodward, 1852

Genre *PLATYORTHIS* Schuchert et Cooper, 1931

PLATYORTHIS sp.

(Pl. XII, fig. 8)

GISEMENT ET MATÉRIEL.

IK. 3 : un moule interne de valve brachiale.

Discussion.

Le mauvais état de conservation ne permet pas une détermination spécifique même approchée.

Répartition.

Le genre *Platyorthis* est particulièrement répandu dans le Dévonien inférieur (Harper, Boucot et Walmsley, 1969).

(*) Le matériel est conservé dans les collections de Paléontologie de l'Institut de Géologie de l'Université de Rennes.

Genre *ISORTHIS* Kozłowski, 1929

Sous-genre *PROTECORTEZORTHIS*

Johnson et Talent, 1967

ISORTHIS (PROTECORTEZORTHIS ?) sp.

(Pl. XII, fig. 9, 10)

GISEMENT ET MATÉRIEL.

IK. 13 : un moule interne de valve pédonculaire et un de valve brachiale.

Répartition.

Le genre *Isorthis* et le sous-genre *Protecortezorthis* présentent une grande répartition verticale (Walmsley et Boucot, 1975).

Ordre STROPHOMENIDA Öpik, 1934

Superfamille PLECTAMBONITACEA Jones, 1928

Genre *DALEJODISCUS* Havlíček, 1961

DALEJODISCUS MINOR (Roemer, 1850) subsp. indéterminé.

(Pl. XII, fig. 15-17)

non 1956. *Plectodonta minor* (Römer) 1850 ; Drot, p. 563-566, fig. 1, Pl. 27, fig. 4, 5 (= *Plectodontella* aff. *redunca* Havlíček, 1953).

GISEMENTS ET MATÉRIEL.

K. 13 : des empreintes de valves isolées. K. 15 : un moule interne de valve pédonculaire, deux empreintes d'intérieur de valve brachiale.

Discussion.

Les caractères internes de ces spécimens sont ceux de *Dalejodiscus*. La détermination spécifique est plus délicate compte tenu, d'une part, de l'insuffisance et de la fragilité du matériel et, d'autre part, des différentes interprétations. En effet, Havlíček (1961 ; 1967, p. 65) distingue trois espèces : *subcomitans*, *comitans* Barrande, 1879 et *wolburgi* Solle, 1938. Pour Jahnke (1971), *comitans* tombe en synonymie avec *minor* Roemer, 1850 (placée dans le genre *Plectodonta* par Havlíček). Jahnke n'envisage que *D. minor minor* et *D. minor subcomitans* et peut-être une troisième sous-espèce non encore précisée, si l'on se réfère à la légende de sa Planche 2. D'après le contour des valves, le bord cardinal dépourvu de mucrons et la taille du champ musculaire de la valve brachiale, les spécimens marocains s'écartent de *D. minor subcomitans*.

Répartition.

Dalejodiscus minor est signalé en Allemagne, de l'Emsien inférieur à l'Eifélien basal. En Bohême, si l'on admet l'interprétation de Jahnke, il serait uniquement daléjien.

Remarque.

"*Plectodonta minor*" a été signalée, à tort, dans un travail antérieur (Drot, 1956). Il s'agit en fait de représentants du genre *Plectodontella*, comme le montre la "plate-forme viscérale" figurée ici à titre de comparaison (Pl. XII, fig. 18). De plus, les *Plectodontella* du Maroc présaharien sont certainement plus jeunes que les spécimens décrits dans la présente note. Néanmoins, l'âge de leur gisement (i 838 de Jacquemont = ZI 3 de Hollard) n'est pas eifélien supérieur comme cela avait été avancé d'après son association avec *Pinacites jugleri* mais eifélien inférieur (Bultynck et Hollard, 1980 ; Hollard, 1981). Il faut rappeler que Sougy (1969) avait déjà signalé *P. jugleri* dans le Couvinien inférieur en Mauritanie septentrionale.

Superfamille STROPHOMENACEA King, 1846

Genre *LEPTOSTROPHIA* Hall et Clarke, 1892

Sous-genre

LEPTOSTROPHIA (LEPTOSTROPHIELLA)

Harper et Boucot, 1978

cf. *LEPTOSTROPHIA (LEPTOSTROPHIELLA)*

EXPLANATA (Sowerby, 1842)

(Pl. XII, fig. 19)

GISEMENTS ET MATÉRIEL.

K. 29 : cinq empreintes fragmentaires de valve pédonculaire. K. 25 : deux empreintes de valve pédonculaire.

Discussion.

Le grand champ musculaire de ces valves pédonculaires est celui des *Leptostrophinae* et la grande taille des spécimens fait penser à *L. (Leptostrophielia) explanata* (Sowerby, 1842). La justification de cette attribution sous-générique n'est malheureusement pas possible car nous ne possédons pas de valve brachiale.

Répartition.

Leptostrophia (Leptostrophielia) présente une grande extension stratigraphique, Wenlockien-Eifélien (Harper et Boucot, 1978, fig. 2) et également une vaste répartition géographique (*Ibid.*, p. 76). *L. (L.)*, en Allemagne

et en Belgique, semble rare au Siegénien supérieur mais fréquente dans l'Emsien (Jahnke, 1971 ; Solle, 1976 ; Weddige, Werner et Ziegler, 1979 ; Godefroid, 1979, etc...). Au Maroc présaharien, les mêmes empreintes de valves pédonculaires existent dans l'Emsien supérieur, au sommet de la formation de Mdâouer el Kbir (Hollard, 1978, 1981 ; Bultynck et Hollard, 1980).

Superfamille PRODUCTACEA Gray, 1840

Genre *WHIDBORNELLA* Reed, 1943

WHIDBORNELLA aff. *CAPERATA* (Sowerby, 1840)
(Pl. XII, fig. 14)

GISEMENT ET MATÉRIEL.

K. 33 : une valve pédonculaire.

Discussion.

Cette valve appartient aux Productellidae. Elle présente tous les caractères externes du genre *Whidbornella* (contour semi-elliptique, faible convexité, plus grande largeur au bord cardinal, ornementation composée de rides concentriques et d'épines). Son appartenance à l'espèce *caperata* est très probable, toutefois l'échantillon marocain est trop incomplet pour permettre une détermination précise.

Répartition.

D'après Muir-Wood et Cooper (1960), le genre est connu dans le Dévonien supérieur et le Carbonifère en Europe. McKellar (1970, p. 20) établit la distribution du genre à partir des citations connues : Europe occidentale (Famennien V-VI), Maroc (Famennien VI), U.R.S.S. (VI), Pamir (Famennien supérieur), U.S.A. ?, Chine ?. Brousmiche (1975) a reconnu le genre *Whidbornella*, représenté par l'espèce *pauli radiata*, dans le Famennien du Maroc présaharien (zone II β , zone V ou VI, zone VI).

Ordre PENTAMERIDA Schuchert et Cooper, 1931

Superfamille PENTAMERACEA M'Coy, 1944

Genre *ZDIMIR* Barrande, 1881

"*ZDIMIR*" *HERCYNICUS* (Halfar, 1879)
(Pl. XII, fig. 11-13)

GISEMENTS ET MATÉRIEL.

K. 40 et K. 25 : plusieurs moules internes de valves isolées et des empreintes.

Discussion.

Ces pentamères de grande taille montrent de fortes côtes s'accroissant par dichotomie. Ils rappellent beaucoup les formes couramment rapportées à *hercynicus* Halfar, 1879 et classées, à la suite de Boucot et Siehl (1962), dans le genre *Zdimir* Barrande, 1881. Certains auteurs ont également assimilé *æhlerti* Barrois, 1882 à *hercynicus* (Arbizu, Garcia-Alcalde *et al.*, 1979). Ces diverses attributions nous semblent nécessiter une révision qui n'entre pas dans le cadre de cette étude.

Répartition.

"*Zdimir*" *hercynicus* est connu : en Allemagne, dans l'Emsien supérieur et la base du Dévonien moyen (Langenstrassen, 1972 ; Struve et Werner, 1982) ; en Belgique, Boucot et Siehl (*op. cit.*, p. 122) le mentionnent dans l'Assise de Bure Co1a, Co1b, Co1c. Bultynck (1970) le signale dans le sommet de Em3.

Ordre RHYNCHONELLIDA Kuhn, 1949

Superfamille RHYNCHONELLACEA Gray, 1848

Genre *SICORHYNCHA* Havlíček, 1961

SICORHYNCHA sp. gr. *TRINACRIA* Havlíček, 1956
(Pl. XII, fig. 7)

GISEMENT ET MATÉRIEL.

K. 25 : un moule interne de valve brachiale.

Discussion.

Cette valve brachiale présente tous les caractères du genre *Sicorhyncha* (contour pentagonal, bourrelet faiblement indiqué et déprimé médialement, plis bien marqués et dichotomes, absence de septum et présence d'un petit processus cardinal étroit et allongé). L'absence de valve ventrale ne permet pas une attribution spécifique précise mais ce spécimen semble plus proche de *S. trinacria tenuirostris* que de *S. trinacria trinacria* dont le contour est plus triangulaire.

Répartition.

Le groupe de *S. trinacria* est connu dans le Praguien et le Zlichovien. Le genre semble monter plus haut au Maroc.

Genre *OLIGOPTYCHERHYNCHUS* Sartenaer, 1970

OLIGOPTYCHERHYNCHUS ? sp.
(Pl. XII, fig. 4)

GISEMENTS ET MATÉRIEL.

IK. 13 : un moule interne fragmentaire et quelques empreintes. K. 29.

Discussion.

L'allure générale et la disposition des plis correspondent à celles du genre *Oligoptycherhynchus*. Il n'est cependant pas possible de justifier pleinement cette attribution.

Répartition.

Le genre *Oligoptycherhynchus*, qui semble présenter une vaste extension géographique, est signalé depuis le Siegénien moyen jusqu'à la base de l'Eifélien supérieur.

Genre *UNCINULUS* Bayle, 1878

UNCINULUS PILA (Schnur, 1851)

(Pl. XII, fig. 5, 6)

GISEMENTS ET MATÉRIEL.

K. 25 : un moule interne. K. 72 : un autre moule interne.

Discussion.

Ces deux moules internes évoquent tout à fait ceux de *U. pila* par leur grand champ musculaire ventral s'étendant presque jusqu'à la base de la languette, nettement délimité, rétréci vers l'avant, divisé par la trace bien marquée d'un myophragme. Le spécimen provenant du gisement K. 25 montre, à la valve pédonculaire, en avant du champ musculaire, la trace d'une côte médiane plus forte, caractère déjà signalé par Schmidt (1941, p. 17). La trace du septum dorsal s'observe sur les deux moules internes

Répartition.

Uncinulus pila est connu dans l'Emsien supérieur, mais Mittmeyer et Geib (1967) le signalent déjà dans l'Emsien inférieur.

UNCINULUS sp. gr. *PILA* (Schnur, 1851)

GISEMENTS ET MATÉRIEL.

IK. 13 : de nombreux moules internes et des empreintes. K. 73 : un moule interne.

Discussion.

Il s'agit ici de représentants du genre *Uncinulus* d'assez grande taille dont l'allure générale est difficile à apprécier : les spécimens sont en effet très déformés. Leur forme n'est cependant pas cubique comme celle d'*U. pila* ou d'*U. maledictus* (Barrande). Jahnke (1971)

pense en effet que beaucoup des *U. pila* cités dans la littérature n'en sont pas et pourraient appartenir à *U. maledictus maledictus* ou à *U. antiqua* (Schnur), espèce insuffisamment connue.

Nous ne pouvons, quant à nous, préciser davantage, compte tenu de l'état de conservation du matériel.

Répartition.

Nous ajouterons à la répartition d'*U. pila* donnée précédemment que *U. maledictus maledictus* est présent dans le calcaire de Zlichov et dans la grauwacke d'Erbsloch, Emsien inférieur.

Ce groupe de formes semble donc réparti dans tout l'Emsien.

Genre *TETRATOMIA* Herta Schmidt, 1941

cf. *TETRATOMIA AMANSHAUSERI ELEGANS*

Havlíček, 1956

(Pl. XII, fig. 1, 2)

GISEMENT ET MATÉRIEL.

IK. 13 : un moule interne de valve pédonculaire, deux moules internes de valve brachiale et quelques empreintes.

Discussion.

Par son contour, le nombre et la disposition de ses plis, cette minuscule "Rhynchonelle" s'apparente au groupe d'*amanshauseri* Dahmer, 1923 (classée dans le genre *Tetratomia*) mais, à part la trace d'un septum à la valve brachiale, les caractères internes sont inconnus.

Répartition.

En Allemagne et en France, *amanshauseri* indique un âge emsien supérieur. Toutefois, le groupe d'*amanshauseri*, avec sa sous-espèce *elegans*, apparaît déjà dans le calcaire de Zlichov. En Espagne, Arbizu, Garcia-Alcalde *et al.*, (1979) signalent dans la formation de Moniello *Tetratomia parvula* (Béclard, 1891); ces auteurs admettent le point de vue de Godefroid (1965) qui met en synonymie *amanshauseri* et *parvula*, connue dans le Col ardennais. Notons que cette synonymie n'est pas acceptée par tous, en particulier par Brice (1981).

Genre *PLANOVIATIROSTRUM* Sartenaer, 1970

PLANOVIATIROSTRUM sp.

(Pl. XII, fig. 3)

1964. *Pseudoleiorhynchus undulatus* (G. et H. Termier, 1950); Drot, p. 169, 170, 172, Pl. 23, fig. 8 a-c, 9 a-c.

GISEMENT ET MATÉRIEL.

K. 33 : quatre valves pédonculaires et quelques empreintes.

Discussion.

Ces deux spécimens, presque plats, ne présentent qu'une faible indication de sinus limité à la partie tout à fait antérieure de la coquille ; la commissure frontale est légèrement uniplissée. La coquille est lisse sur les trois-quarts postérieurs, les côtes sont peu nombreuses et épaisses. Ces caractères, ainsi que la disposition du champ musculaire, correspondent à ceux du genre *Planovatiostrum* Sartenaer, 1970.

Répartition.

Le genre est connu dans le Famennien supérieur et peut-être moyen en U.R.S.S. (Sartenaer, 1970, p. 17) et dans le Famennien V de Tchécoslovaquie (Havliček, 1979, p. 97). Au Maroc, il a été trouvé dans l'Anti-Atlas dans le Famennien IV (à *Platyclymenia*) et peut-être dans le Famennien V ; il semble exister également dans le Maroc Central dans l'Oued Aricha (G. et H. Termier, 1950, p. 198, 199, Pl. 99, fig. 25) ; malheureusement, le spécimen est égaré.

Ordre SPIRIFERIDA Waagen, 1883

Superfamille ATRYPACEA T. Gill, 1871

Genre *NOTANOPLIA* E.D. Gill, 1950

"*NOTANOPLIA*" sp.
(Pl. XIII, fig. 6)

GISEMENT ET MATÉRIEL.

K. 15 : une empreinte de valve pédonculaire.

Discussion.

Cette valve appartient aux Notanopliidae qui comportent maintenant un grand nombre de genres (Gill, 1969 ; Johnson, 1973 ; Havliček, 1973 ; Havliček, 1977 ; Xu Hankui, 1977 ; Wright, 1981, etc...). C'est vraisemblablement au genre *Notanoplia* qu'elle doit être rattachée car ses septa très prononcés paraissent dépourvus de crénelures, ce fait excluerait l'appartenance aux genres *Boucotia* Gill, 1969 ou *Serrulatrype* Havliček, 1977 qui présentent une disposition analogue des septa. Le fort développement des septa latéraux ne permet pas non plus de l'attribuer au genre *Hollardiella* Drot, 1967, connu dans le Maroc présaharien. Il faut cependant noter une légère différence avec *Notanoplia* qui ne semble pas posséder d'épaississement de part et d'autre du septum médian comme le suggère l'empreinte marocaine. Il faut aussi ajouter qu'aucune ornementation n'a pu être observée.

Répartition.

Notanoplia est connu en Australie, en Allemagne, aux Etats-Unis, en U.R.S.S. dans le Dévonien inférieur et la base du Dévonien moyen.

Remarque.

Nous avons ici l'opportunité de rectifier l'âge du gisement à *Hollardiella*. Ce gisement (Ak 57) a été considéré primitivement comme Eifélien supérieur d'après sa position entre deux bancs à *Pinacites jugleri*. Les recherches ultérieures de Hollard (1974, 1978, 1981) et de Bultynck et Hollard (1980) ont montré qu'il se plaçait en fait au sommet de la formation de Timrhanhart, c'est-à-dire à la base de l'Eifélien.

Superfamille DAYIACEA Waagen, 1883

Genre *BIFIDA* Davidson, 1882

BIFIDA cf. *DAHLIA* Havliček, 1956
(Pl. XIII, fig. 1-5)

GISEMENTS ET MATÉRIEL.

IK. 13 et IK. 15 : de nombreuses empreintes de valves isolées et des moules internes de valves pédonculaires.

Discussion.

Ces spécimens appartiennent au genre *Bifida* et semblent assez proches de l'espèce *dahlia* par leur contour allongé, leur petit nombre de côtes bien prononcées et la présence d'une côte médiane bien marquée dans le sinus de la valve brachiale.

Répartition.

Dans l'état actuel de nos connaissances, le genre *Bifida* présente une grande répartition stratigraphique : Praguien-Givétien. *B. dahlia* existe dans le calcaire de Zlichov (Emsien inférieur).

Superfamille SPIRIFERACEA King, 1846

Genre *ARDUSPIRIFER* Mittmeyer, 1972

ARDUSPIRIFER sp. gr. *MOSELLANUS*
(Solle, 1953)
(Pl. XIII, fig. 7)

GISEMENT ET MATÉRIEL.

K. 29 : un moule interne de valve pédonculaire.

Discussion.

Ce moule interne de Spiriferacea est rapporté à *Arduspirifer* sp. gr. *mosellanus* sur la base des caractéristiques suivantes : rapport largeur sur longueur voisin de trois ; impressions musculaires ventrales s'étendant sur moins de la moitié de la longueur de la valve, assez mal délimitées antérieurement et débordant modérément la ligne cardinale ; trace des plis latéraux obsolètes, au nombre de 4 par flanc, les plus externes uniquement visibles en lumière rasante. La petite taille du spécimen évoque assez bien l'espèce *mosellanus gracilis* (Solle).

Répartition.

D'après Solle (1953, p. 144), l'extension stratigraphique d'*Arduspirifer mosellanus*, dans le domaine ardenno-rhénan, va de la base du Kondel-Gruppe (Emsien supérieur) à la base de l'Eifélien. *A. mosellanus gracilis* est cantonné dans le Kondel-Gruppe ; il disparaît avant la fin de l'Emsien supérieur.

ARDUSPIRIFER cf. *EXTENSUS* (Solle, 1953)

(Pl. XIII, fig. 8)

GISEMENTS ET MATÉRIEL.

K. 40 : un moule interne de valve pédonculaire.
K. 25 : ? un autre moule interne de valve pédonculaire

Discussion.

Ces moules internes se rapprochent des figurations données par Solle (1953). Pour Jahnke (1971), *extensus* ne représenterait pas une espèce autonome mais simplement une variation d'*arduennensis*. Nous ne possédons aucun élément qui puisse confirmer ou infirmer cette interprétation.

Répartition.

A. extensus est connu en Allemagne à l'Emsien supérieur (tout comme *arduennensis arduennensis*).

Genre *EURYSPIRIFER* Wedekind, 1926

EURYSPIRIFER spp. gr. *PARADOXUS*

(Schloth., 1813)

(Pl. XIII, fig. 11)

GISEMENTS ET MATÉRIEL.

K. 45 : un moule interne de valve brachiale. ? IK 13 : un moule interne de valve brachiale cassée et sans doute quelques moules internes de valves pédonculaires. ? K. 72 : une valve brachiale déformée, des empreintes.

Discussion.

Ces grands spirifères, à côtes épaisses, très variables de contour, peuvent appartenir au groupe de *paradoxus*. Si la détermination paraît plausible pour le matériel du gisement K. 45, en revanche elle ne peut être précise pour celui des autres gisements.

Répartition.

D'après Carls (1969), *paradoxus* indiquerait l'Emsien supérieur.

Genre *CYRTOSPIRIFER* Nalivkin in Frederiks, 1919

CYRTOSPIRIFER sp.

GISEMENTS ET MATÉRIEL.

K. 38 : une valve brachiale. K. 68 : ? une empreinte de valve brachiale.

Discussion.

La valve brachiale un peu déformée du gisement K. 38 présente les caractères externes du genre *Cyrtospirifer* (contour plus large que long, forme convexe, bourrelet bien marqué, nettement délimité par rapport aux flancs, orné de plis divisés alors qu'ils sont simples sur les flancs et assez larges ; on compte 14 à 15 traces de plis sur le flanc gauche de la valve). En l'absence de valve pédonculaire, son appartenance spécifique ne peut être précisée. L'empreinte du gisement K. 68, vu son état, est rapportée avec réserve au même genre.

Répartition.

Cyrtospirifer caractérise surtout le Dévonien supérieur mais le genre apparaît au sommet du Givétien (zone inférieure à *varcus* dans le Boulonnais) (Brice *et al.*, 1979) et il subsiste au Carbonifère inférieur. Dans le gisement K. 38, il est associé à *Eodmitria* ? sp., genre connu dans le Frasnien inférieur en Europe et le Frasnien moyen en U.R.S.S. (Brice, 1982).

Genre *EODMITRIA* Brice, 1982

EODMITRIA ? sp.

(Pl. XIII, fig. 15)

GISEMENTS ET MATÉRIEL.

K. 38 : deux moules internes et un moulage externe de valve pédonculaire, un moule externe de valve brachiale. K. 68 : un moule externe de valve pédonculaire.

Discussion.

L'attribution de ces moules externes et internes au genre *Eodmitria* repose sur un ensemble de caractères convergents (longueur un peu inférieure ou égale à la largeur, faible convexité des valves, crochet ventral peu courbé au-dessus d'une interarea apsacline, sinus et bourrelet faiblement marqués à limites peu tranchées, plis latéraux nombreux dont quelques-uns divisés par dichotomie au voisinage du sinus ou du bourrelet, lames dentales courtes et extrasinales). Le petit nombre d'empreintes et leur état de conservation ne permettent pas d'être plus affirmatif quant à leur rattachement générique.

Répartition.

Eodmitria n'est actuellement connu que dans le Frasnien : Frasnien inférieur en Europe occidentale (France, Belgique, Allemagne), Frasnien moyen en U.R.S.S. (Brice, 1982).

Superfamille RETICULARIACEA Waagen, 1883

Genre *QUADRITHYRIS* Havlíček, 1957

QUADRITHYRIS aff. *TRISECTA* (Kayser, 1883)

(Pl. XIII, fig. 16-20)

GISEMENTS ET MATÉRIEL.

K. 25 et K. 40 : plusieurs moules internes de valves isolées et des empreintes.

Discussion.

L'appartenance au genre *Quadrithyris* Havlíček, 1957 se justifie à la fois par les caractères externes (forme épaisse, haute interarea, côtes peu nombreuses et limitées au voisinage du bourrelet et du sinus et microornementation constituée de petites épines dont les bases sont disposées irrégulièrement sur des stries d'accroissement très marquées) et par les caractères internes : la valve pédonculaire possède un très long septum médian ne supportant pas le spondylium.

L'état de conservation du matériel ne permet pas une détermination spécifique précise. La forme aplatie du bourrelet, la présence des deux côtes bordant le sinus rappellent ce qu'on trouve chez *trisecta* Kayser, 1883, *jaschei* Roemer, 1850 et *carinthiaca* Scupin, 1906 ; la taille de *jaschei* et de *carinthiaca* semble toutefois plus exigüe. Les spécimens du Moyen-Atlas se rapprochent des formes belges signalées dans la région de Jemelle, d'abord par Vandercammen (1963) sous le nom d'*Ivanothyris undulifera* (Kayser, 1883), à tort du reste car *undulifera* ne possède pas de septum à la valve pédonculaire et entre dans le genre *Kymatothyris* Struve, 1970, puis par Godefroid (1968 : *Ivanothyris*

trisecta) ; les côtes des spécimens belges paraissent toutefois plus arrondies et la forme des coquilles plus globuleuse.

Répartition.

Quadrithyris trisecta est signalé en Allemagne dans le Kondel-Gruppe supérieur (Emsien supérieur) (Solle, 1971) et en Belgique dans le Co1b par Godefroid (1968), mais d'après Vandercammen, elle monterait jusque dans le Co2b. Arbizu, Garcia-Alcalde *et al.* signalent "*Ivanothyris*" cf. *trisecta* dans la formation de Moniello (Emsien supérieur, extrême base de l'Eifélien), elle semble particulièrement abondante dans le membre supérieur.

Remarque.

Q. jaschei existerait dans la Meseta marocaine occidentale (Gigout, 1951 ; Termier et Termier, 1950).

Genre *RHENOTHYRIS* Struve, 1970

RHENOTHYRIS aff. *COMPRESSA* Struve, 1970

(Pl. XIII, fig. 12-14)

GISEMENTS ET MATÉRIEL.

K. 25 (= K. 40) : plusieurs moules internes de valves isolées. K. 72 : ? un moule interne de valve pédonculaire.

Discussion.

Bien que ces spécimens soient déformés, leur appartenance à *Rhenothyris compressa* est très plausible, tout au moins pour ceux du gisement K. 25. Les valves pédonculaires sont peu bombées et présentent un sinus en forme de gouttière, déjà visible sur l'extrémité du bec. Le bourrelet est élevé, avec une section transversale en forme de toit à arête très aiguë. L'échantillon du Maroc présaharien, désigné sous le nom d'*Eoreticularia curvata* (Drot, 1964, Pl. 7, fig. 6, 6 a-c), se distingue de ceux du Moyen Atlas par sa taille, son contour plus étiré transversalement, sa valve pédonculaire plus bombée (ce caractère est bien visible malgré la déformation) et un bourrelet moins tranchant.

Répartition.

D'après Struve (1970, p. 524), *Rhenothyris compressa* est connue dans tout l'Emsien supérieur et peut-être la base de l'Eifélien.

? *RHENOTHYRIS* sp.

GISEMENT ET MATÉRIEL.

IK. 15 : un moule interne de valve pédonculaire.

Discussion.

Ce moule interne de valve pédonculaire pourrait peut-être encore appartenir au genre *Rhenothyris* bien que son sinus, à bords subanguleux, apparaisse mieux défini que chez les espèces du genre et qu'il ne montre pas trace de myophragme ventral. Cette valve diffère sensiblement des précédentes et paraît plus proche de *Rh. rhenana* Struve, 1970 que de *Rh. compressa* par la forme de ses flancs presque plans, inclinés vers les commissures, légèrement concaves à proximité du sinus. Bien qu'incomplète, elle apparaît aussi moins transverse que celle de *Rh. rhenana*.

Répartition.

D'après Struve (1970), le genre *Rhenothyris* est connu dans l'Emsien supérieur et une bonne partie de l'Eifélien dans sa région type. *Rh. rhenana* caractérise les couches de Ahrdorf (Eifélien inférieur).

IV. — INTERPRETATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

(A. C., S. R.)

1) Sur le plan stratigraphique et paléontologique.

L'étude paléontologique des faunes du secteur occidental et médian de la coupe a conduit notamment à la mise en évidence de l'Emsien supérieur au toit du poudingue de la Chabat Jenanat, du Frasnien dans les schistes à galets et du Famennien IV (ou V) dans le dernier terme carbonaté. Ces datations s'avèrent compatibles avec les premiers résultats obtenus à partir de l'étude des Conodontes des niveaux calcaires : le Dévonien moyen a été reconnu dans les calcaires amygdalaires et le Frasnien inférieur a été mis en évidence dans la brèche récifale (datations Cygan, Alger). Ces résultats devront par ailleurs être confrontés à ceux qui seront obtenus à partir des Céphalopodes et des Tentaculites, dont l'étude est en cours.

D'ores et déjà, on peut affirmer que le secteur d'Immuouzer du Kandar possède une série dévonienne relativement bien représentée qui lui confère des affinités avec le Maroc central et la différence du Maroc

oriental. Dans ce dernier domaine, la boutonnière du Tazekka montre, au-dessus du Lochkovien à Graptolites, un seul ensemble détritique : la formation de l'Oued Bou Ayachi (Hoepffner, 1977) ; les boutonnières de Debdo et du Mekkam renferment des schistes récemment datés par études palynologiques du Givétien-Frasnien (Marhoumi, Doubinger, Hoepffner, 1983). C'est aux séries dévoniennes de plate-forme du Maroc central que se rattache la suite carbonatée d'Immuouzer du Kandar. Les affinités paraissent plus fortes avec certains secteurs orientaux du Maroc central (Azrou : Gendrot, Rabaté, 1970) qu'avec des secteurs septentrionaux (Oulmès : Cogney, 1967), mais des corrélations précises restent à établir.

2) Sur le plan structural.

La mise en évidence de l'Emsien dans la partie orientale du secteur constitue un autre point fondamental en raison des conséquences structurales qui en découlent. En effet, ces formations emsiennes surmontent un ensemble flyschöide d'âge dévonien terminal ou carbonifère basal en raison de sa continuité avec le Famennien daté. La zone orientale de la Chabat Sitout représente donc un ensemble allochtone.

L'étude structurale du secteur montre que le contact de base est plat tandis que se développent, de part et d'autre de ce dernier, des replis couchés et une schistosité subhorizontale (Charrière, 1983).

Par ailleurs, bien que daté en trois points de l'Emsien, le matériel allochtone est hétérogène et marqué de plusieurs discontinuités, comme en témoignent la présence de lentilles calcaires d'âge dévonien moyen et l'existence d'une série gréseuse sus-jacente renversée. Cet allochtone, dont les faciès rappellent ceux du Nord-Ouest, correspond à une superposition d'écaillles élémentaires empilées lors d'un épisode tangentiel de l'orogénèse hercynienne. Ce style tectonique, avec déversement des structures vers le Nord-Ouest, confère également au secteur d'Immuouzer du Kandar une parenté indéniable avec le Maroc central.

Remerciements. — A. C. et S. R. remercient M^{lle} Solange Willefert (Rabat) pour ses déterminations de Graptolites.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) ARBIZU M., GARCIA-ALCALDE J.L., GARCIA-LOPEZ S., MENDEZ-BEDIA I., SANCHEZ DE POSADA L.C., SOTO F.M., TRUYOLS M., TRUYOLS J., ALVAREZ F., MENDEZ C. et MENENDEZ J.R. (1979). — Biostratigraphical study of the Moniello Formation (Cantabrian Mountains, Asturias, NW Spain). *Geol. Palaeont.*, Marburg, 13, p. 103-124, 5 fig., 3 pl.
- 2) BARROIS Ch. (1882). — Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice. *Mém. Soc. géol. Nord*, Lille, II (1), 630 p., Pl. I-XX.
- 3) BENSALD M. (1979). — L'Ordovicien supérieur, le Silurien et le Dévonien dans l'Est du Maroc central. *Min., Geol. Energie*, 46, p. 83-86.
- 4) BOUABDELLI M. (1982). — Stratigraphie et évolution structurale du Paléozoïque d'Azrou (NE du Maroc central). *Thèse 3^e Cycle*. U.L.P. Strasbourg, 164 p., 83 fig., 4 pl., 5 fig. h.-t.
- 5) BOUCOT A. et SIEHL A. (1962). — *Zdimir* Barrande (Brachiopoda) redefined. *Notizbl. Hess. L.-Amt. Bodenforsch.*, Wiesbaden, 90, p. 117-131, Pl. 15-20.
- 6) BRICE D. (1981). — Les Brachiopodes Pentamerida, Rhynchonellida et Terebratulida in Morzadec P. *et al.* (Coord.). — La Tranchée de la Lézaïs. Emsien supérieur du Massif Armoricaïn. Sédimentologie, paléontologie, stratigraphie. *Mém. Soc. géol. minéral Bretagne*, Rennes, 24 (313), p. 193-217, Pl. 24-26, 7 fig.-texte.
- 7) BRICE D. (1982). — *Eodmitria*, genre nouveau de Brachiopode Cyrtospiriferidae du Frasnien inférieur et moyen. *Geobios*, Lyon, 15 (4), p. 575-581, 1 fig., 1 pl.
- 8) BRICE D., BULTYNCK P., DEUNFF J., LOBOZIAK S. et STREEL M. (1978). — Données biostratigraphiques nouvelles sur le Givétien et le Frasnien de Ferques (Bouloonnais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, Lille, t. XCVIII, p. 325-344, 4 tabl., Pl. XXVI-XXVIII.
- 9) BROUSMICHE C. (1975). — Etude de quelques Productida (Brachiopoda) du Maroc présaharien. *Ann. Paléont. (Inv.)*, Paris, 61 (2), p. 119-163, 2 fig. 4 tabl., Pl. I-VI.
- 10) BULTYNCK P. et HOLLARD H. (1980). — Distribution comparée de Conodontes et Goniatites dévoniens des plaines du Dra, du Ma'der et du Tafilalt. *Aardkund. Mededel.*, Leuven, I, 73 p., 13 fig., 10 pl.
- 11) CARLS P. (1969). — Zur Einstufung des Devon der östlichen Guadarrama (Spanien). *Senckenbergiana leth.*, Francfort/Main, 50 (1), p. 67-79, 1 pl., 1 fig.
- 12) CHARRIERE A. (1983). — Mise en évidence de différents ensembles lithostratigraphiques et structuraux dans le socle du Moyen Atlas tabulaire. *Symposium P.I.C.G.* 27, Rabat (à paraître), p. 1 des résumés.
- 13) CHARRIERE A. et REGNAULT S. (1983). — Stratigraphie du Dévonien de la boutonnière d'Immuouzer du Kandar (Sud de Fès) : Conséquences paléogéographiques. *Symposium P.I.C.G.* 27, Rabat (à paraître), p. 2 des résumés.
- 14) COGNEY G. (1967). — Sur le Dévonien de la région d'Oulmès (Maroc central). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, 7, p. 283-284.
- 15) DROT J. (1956). — Quelques brachiopodes nouveaux ou rares du Dévonien marocain. *B. Soc. géol. Fr.*, Paris, 6^e sér., V (1955), p. 563-569, Pl. XXVII, 1 fig.
- 16) DROT J. (1964). — Rhynchonelloidea et Spiriferoidea siluro-dévoniens du Maroc présaharien. *Notes Mém. Serv. géol. Maroc*, Rabat, 178, 286 p., 92 fig. 2 tabl., 24 pl.
- 17) DROT J. (1967). — Nouvelles observations sur les Brachiopodes dévoniens du Maroc présaharien. *B. Soc. géol. Fr.*, Paris, 1966, 7^e sér., VIII, p. 877-883, Text-pl. I-II, Pl. XXIII.
- 18) GENDROT C. et RABATE J. (1970). — Etude du Dévonien carbonaté du Maroc central. Région d'Azrou, Bou-Khémis, Tiliouine. *Rapport inédit B.R.P.M.*
- 19) GIGOUT M. (1951). — Etudes géologiques sur la Meseta marocaine occidentale (arrière-pays de Casablanca, Mazagan et Safi). *Notes Mém. Serv. géol. Maroc*, 86 : (1), 507 p., 65 fig., (2), Atlas, Pl. I-XVIII, 1-9, 1 tabl. h.-t.
- 20) GILL E.D. (1950). — Palaeontology and Palaeoecology of Eldon Group. *Royal Soc. Tasmania, Paper*, 1949, p. 231-258, Pl. I.
- 21) GILL E.D. — Notanopliidae, a new family of Palaeozoic Brachiopoda from Australia. *Journ. Paleont.*, Menasha, 43 (5), p. 1222-1231, 4 fig., 2 pl.
- 22) GODEFROID J. (1965). — Contribution à l'étude des corrélations stratigraphiques du Couvinien dans l'Ardenne et l'Eifel. Précisions sur la localisation stratigraphique de quelques Brachiopodes. *Ann. Soc. géol. Belgique*, Liège, 88 (3), p. 73-92, 1 pl., 7 fig.-texte.
- 23) GODEFROID J. (1968). — *Spirifer trisectus* Kayser, 1883 [= *Ivanothyris trisecta* (Kayser, 1883)] dans le Couvinien de Jemelle (Belgique, Bord Sud du Bassin de Dinant). *Ibid.*, 91 (4), p. 475-489, 8 fig., 2 pl.
- 24) GODEFROID J. (1979). — Les schistes et grès coquilliers de Pesche ou Formation de Pesche (Dévonien inférieur) à l'étang de Pernelle (Couvin, Belgique). *Ibid.*, 101, 1978, p. 305-319, 2 fig. 2 tabl.
- 25) HARPER C.W. et BOUCOT A. (1978). — The Strophodontacea. *Palaeontographica*, 161, A, I, p. 55-118, 18 pl., 3 tabl., 3 fig.
- 26) HARPER C.W., BOUCOT A. et WALMSLEY G. (1969). — The Rhipidomellid Brachiopod subfamilies Heterorthinae et Platyorthinae. *Journ. Paleont.*, Menasha, 43 (1), p. 74-92, Pl. 15-17, 2 fig.-texte.
- 27) HAVLICEK V. (1953). — O nekolika nových ramenožcích českého a moravského středního Devonu. *Vest. Ustr. úst. geol.*, Prague, 28, p. 4-9, 2 pl.
- 28) HAVLICEK V. (1956). — Ramenožci vápencu brannických a hlubočepských z nejbližšího pražského okolí. *Sbor. Ustr. úst. geol. paleont.*, Prague, 1955, 22, p. 535-665, Pl. 38-49.

- 29) HAVLICEK V. (1957). — Další nové rody čeledi Spiriferidae v českém Siluru a Devonu. *Vest. Ustr. úst. geol.*, Prague, 32, p. 436-440 (rés. anglais).
- 30) HAVLICEK V. (1961). — Plectambonitacea im böhmischen Paläozoikum (Brachiopoda). *Ibid.*, 36, p. 447-451, 7 fig., 1 pl.
- 31) HAVLICEK V. (1967). — Brachiopoda of the Suborder Strophomenidina in Czechoslovakia. *Rozpr. Roz. Ustr. úst. geol.*, Prague, 33, 235 p., 89 fig.-texte, 52 pl.
- 32) HAVLICEK V. (1973). — New brachiopod genera in the Devonian of Bohemia. *Vest. Ustr. úst. geol.*, Prague, 48, p. 337-340, Pl. I-II.
- 33) HAVLICEK V. (1977). — Minute Devonian brachiopods (Notanopliidae, Leptostrophiidae in Bohemia). *Ibid.*, 52, p. 299-302, 1 pl.
- 34) HAVLICEK V. (1979). — Upper Devonian and lower Tournaisian Rhynchonellida in Czechoslovakia. *Ibid.*, 54, (2) p. 87-101, 8 fig., 4 pl.
- 35) HOEPFFNER Ch. (1977). — Données nouvelles sur le Paléozoïque de la bordure occidentale du massif du Tazekka (Maroc oriental). *C.R. Ac. Sc.*, Paris, 284, D, n° 17, p. 1635-1637.
- 36) HOLLARD H. (1974). — Recherches sur la stratigraphie des formations du Dévonien moyen de l'Emsien supérieur au Frasnien supérieur, dans le Sud du Tafilalet et dans le Ma'der (Anti-Atlas oriental). *Notes Serv. géol. Maroc*, Rabat, 36, 264, p. 7-68, 9 fig.
- 37) HOLLARD (1978). — Corrélation entre niveaux à brachiopodes et à goniatites au voisinage de la limite Dévonien inférieur-Dévonien moyen dans les plaines du Dra (Maroc présaharien). *Newsl. Stratigr.*, Leide, 7, p. 8-25, 1 fig., 3 tabl.
- 38) HOLLARD H. (1981). — Tableaux de corrélation du Silurien et du Dévonien de l'Anti-Atlas. *Notes Serv. géol. Maroc*, Rabat, 42, 308, p. 22-23, 5 tabl.
- 39) HORON O. (1954). — Note sur la géologie des affleurements de Primaire de la région du Kandar. *Arch. B.R.P.M.*
- 40) JAHNKE H. (1971). — Fauna und Alter der Erbslochgrauwacke (Brachiopoden und Trilobiten) Unter-Devon, Rheinisches Schiefergebirge und Harz. *Göttinger Arb. Geol. Paläont.*, Göttingen, 9, 105 p. 50 fig., 11 pl.
- 41) JOHNSON J.G. (1973). — Mid-Lochkovian Brachiopods from the Windmill Limestone of Central Nevada. *Journ. Paleont.*, Menasha, 47 (6), p. 1013-1030, 2 fig.-texte, Pl. 1-4.
- 42) JOHNSON J.G. et TALENT J.A. (1967). — Cortezorthinae, a new subfamily of siluro-devonian Dalmanellid Brachiopods. *Palaont.*, Londres, 10 (1), p. 142-170, Pl. 19-22, 6 fig.-texte.
- 43) KAYSER E. (1883). — Neue Beiträge zur Kenntnis der Fauna des Rheinischen Taunus Quarzit. *Jb. Kön. preuss. geol. Landesanst.*, 1882, p. 120-132, Pl. IV-V.
- 44) KAYSER E. (1883). — Beschreibung einiger neuen Goniatiten und Brachiopoden aus dem rheinischen Devon. *Z. dtsh. geol. Ges.*, Berlin, XXXV, p. 306-317, Pl. XIII-XIV.
- 45) LANGENSTRASSEN F. (1972). — Fazies und Stratigraphie der Eifel-Stufe im östlichen Sauerland (Rheinisches Schiefergebirge, Bl. Schmallingenberg und Girkhausen). *Göttinger Arb. Geol. Paläont.*, Göttingen, 12, p. 1-106, 10 fig., 12 tabl., 2 cartes, 4 pl.
- 46) MARHOUMI R., DOUBINGER J. et HOEPFFNER Ch. (1983). — Etude palynologique des terrains paléozoïques de la boutonnière de Debdou-Mekam (Meseta marocaine orientale). *Symposium P.I.C.G. 27*, Rabat (à paraître), p. 2-3 des résumés.
- 47) McKELLAR R.G. (1970). — The Devonian Productoid Brachiopod faunas of Queensland. *Geol. Surv. Queensland palaeont. Papers*, Brisbane, 342, (18), 40 p., 11 pl.
- 48) MITTMEYER H.G. et GEIB K.W. (1967). — Gliederung des Unterdevons im Gebiet Warmsroth-Wald-Erbach (Stromberger Mulde). *Notizbl. Hess. L.-Amt. Bodenforsch.*, Wiesbaden, 95, p. 24-44, 3 ch., 2 fig., 3 pl.
- 49) MUIR-WOOD H.M. et COOPER G.A. (1960). — Morphology, classification and life habits of the Productoida (Brachiopoda). *Mem. geol. Surv. Great Britain, Paleont.*, Londres-New-York, LXXXI, 447 p., 135 pl., 8 fig.-texte.
- 50) SARTENAER P. (1970). — Nouveaux genres Rhyntonellides (Brachiopodes) du Paléozoïque. *Bull. Inst. r. Sci. nat., Belgique*, Bruxelles, 46, 32 p.
- 51) SCHMIDT H. (1941). — Die mitteldevonischen Rhynchonelliden der Eifel. *Abh. senckenberg. naturf. Ges.*, Francfort/Main, 459, p. 1-79, 1 fig., Pl. 1-7.
- 52) SOLLE G. (1953). — Die Spiriferen der Gruppe *arduennensis-intermeduis* im Rheinischen Devon. *Abh. Hess. L.-Amt. Bodenforsch.*, Wiesbaden, 5, p. 1-156, 45 fig., 18 pl.
- 53) SOLLE G. (1971). — *Brachyspirifer* und *Paraspirifer* im Rheinischen Devon. *Ibid.*, 59, 163 p., 1 diag., 20 pl.
- 54) SOLLE G. (1976). — Oberes Unter- und unteres Mitteldevon einer typischen geosynklinal-Folge im Südlichen Rheinischen Schiefergebirge. Die Olkenbacher Mulde. *Geol. Abh. Hessen*, Wiesbaden, 74, 264 p., 11 fig., 1 carte, 2 pl.
- 55) SOUGY J. (1969). — Présence inattendue de *Pinacites jugleri* (Roemer) dans un calcaire situé à la base des siltstones de Tighirt (Couviniens inférieur du Zemmour noir, Mauritanie septentrionale). *B. Soc. géol. Fr.*, Paris, 7^e sér., XI, p. 268-272, 3 fig.
- 56) STRUVE W. (1970). — Beiträge zur Kenntnis devonischer Brachiopoden, 16: «Curvate Spiriferen» der Gattung *Rhenothyris* und einige andere Reticulariidae aus dem Rheinischen Devon. *Senckenbergiana lethaea*, Francfort/Main, 51 (5-6), p. 449-557, 12 fig. 15 pl.
- 57) STRUVE W. et WERNER R. (1982). — Proposal of a boundary stratotype for the Lower/Middle Devonian boundary (*partitus*-boundary). *Cour. Forsch. - Inst. Senckenberger*, Francfort/Main, 55, Brachiopods: p. 44-50, fig. 6-8.
- 58) TERMIER G. et H. (1950). — Paléontologie marocaine. II. Invertébrés de l'ère primaire. Fasc. II: Bryozoaires et brachiopodes. *Notes Mém. Serv. géol. Maroc*, Rabat, 77, 253 p., Pl. I-CXXII.

- 59) TERMIER H. et DUBAR G. (1937). — Carte géologique provisoire du Moyen-Atlas septentrional au 1/200.000°. *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc*, 23.
- 60) VANDERCAMMEN A. (1963). — Spiriferidae du Dévonien de la Belgique. *M. Inst. r. Sci. nat. Belgique*, Bruxelles, 150, 179 p., 103 fig., Pl. I-XIII.
- 61) WALMSLEY V.G. et BOUCOT A.J. (1975). — The phylogeny, taxonomy and biogeography of Silurian and early to mid-Devonian Isorthinae (Brachiopoda). *Palaeontographica*, Stuttgart, A, 148 (1-3), p. 34-108. 8 fig., 1 tabl., 10 pl.
- 62) WEDDIGE K., WERNER R. et ZIEGLER W. (1979). — The Emsian-Eifelian boundary. An attempt of correlation between the Eifel and Ardennes regions. *Newsl. Stratigr.*, Berlin, Stuttgart, 8, (2), p. 159-169, 5 fig.-texte.
- 63) WRIGHT A.J. (1981). — A new species of the Brachiopod *Notanoplia* (Notanopliidae) from the early Devonian of New South Wales. *Records austral. Mus.*, 33, (7), p. 361-368, 1 pl.
- 64) XU HANKUI (1977). — Early middle Devonian Plicanopliids from Nandan of Guangxi. *Acta paleontologica sinica*, Pékin, 16, (1), p. 59-72 (rés. anglais p. 70), 4 fig., 3 tabl., 3 pl. (en chinois).

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE XII (*)

- Fig. 1. 1a. — cf. *Tetratomia amanshauseri elegans* Havlíček, 1956. Gis. IK. 13. Moule interne de valve pédonculaire. 1 : Gr nat. ; 1a : Gr. = 5.
- Fig. 2. — cf. *Tetratomia amanshauseri elegans* Havlíček, 1956. Gis. IK. 13. Moule interne de valve brachiale. Gr. = 5.
- Fig. 3. — *Planovatiostrum* sp. Gis. K. 33. Moule interne de valve pédonculaire. Gr. nat.
- Fig. 4. — *Oligoptycherhynchus*? sp. Gis. IK. 13. Moule interne de valve brachiale. Gr. nat.
- Fig. 5, 6. — *Uncinulus pila* (Schnur, 1851). Gr. nat. 5 : Gis. K. 72, moule interne de valve pédonculaire. 6 : Gis. K. 25, moule interne de valve brachiale.
- Fig. 7. — *Sicorhyncha* sp. gr. *trinacria* Havlíček, 1956. Gis. K. 25. Moule interne de valve brachiale. Gr. nat.
- Fig. 8. — *Platyorthis* sp. Gis. IK. 13. Moule interne de valve brachiale. Gr. nat.
- Fig. 9. 10. — *Isorthis* (*Protocortezorthis*?) sp. Gis. IK. 13. 9 : Moule interne de valve pédonculaire. Gr. nat. 10 : Moule interne de valve brachiale. Gr. nat.
- Fig. 11, 12. — "*Zdimir*" *hercynicus* (Halfar, 1879). Gis. K. 40. Moule interne de valve brachiale. Gr. nat. 11 : Partie apicale.
- Fig. 13. — "*Zdimir*" *hercynicus* (Halfar, 1879). Gis. K. 40. Moule interne de valve pédonculaire. Gr. nat.
- Fig. 14. — *Whidbornella* aff. *caperata* (Sowerby, 1840). Valve pédonculaire. Gr. nat.
- Fig. 15. — *Dalejodiscus minor* (Roemer, 1850) subsp. indét. Gis. K. 15. Moule interne de valve pédonculaire. Gr. = 7.
- Fig. 16, 17. — *Dalejodiscus minor* (Roemer, 1850) subsp. indét. Gis. K. 15. Empreinte d'intérieur de valve brachiale. 16 : Gr. = 7 ; 17 : Gr. = 3.
- Fig. 18. — *Plectodontella* aff. *redunca* Havlíček, 1953. Coll. Hollard (Maroc présaharien. Gis. Ak. 57 (= *Plectodonta minor* in Drot, 1956). Intérieur de valve brachiale figuré à titre de comparaison. Gr. = 4.
- Fig. 19. — *Leptostrophia* (*Leptostrophiella*?) sp. Gis. K. 29. Moule interne de valve pédonculaire. Gr. nat.
- Fig. 20. — *Quadrithyris* aff. *trisepta* (Kayser, 1883). Gis. K. 25. Ornementation : Gr. = 8.

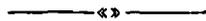
PLANCHE XIII (**)

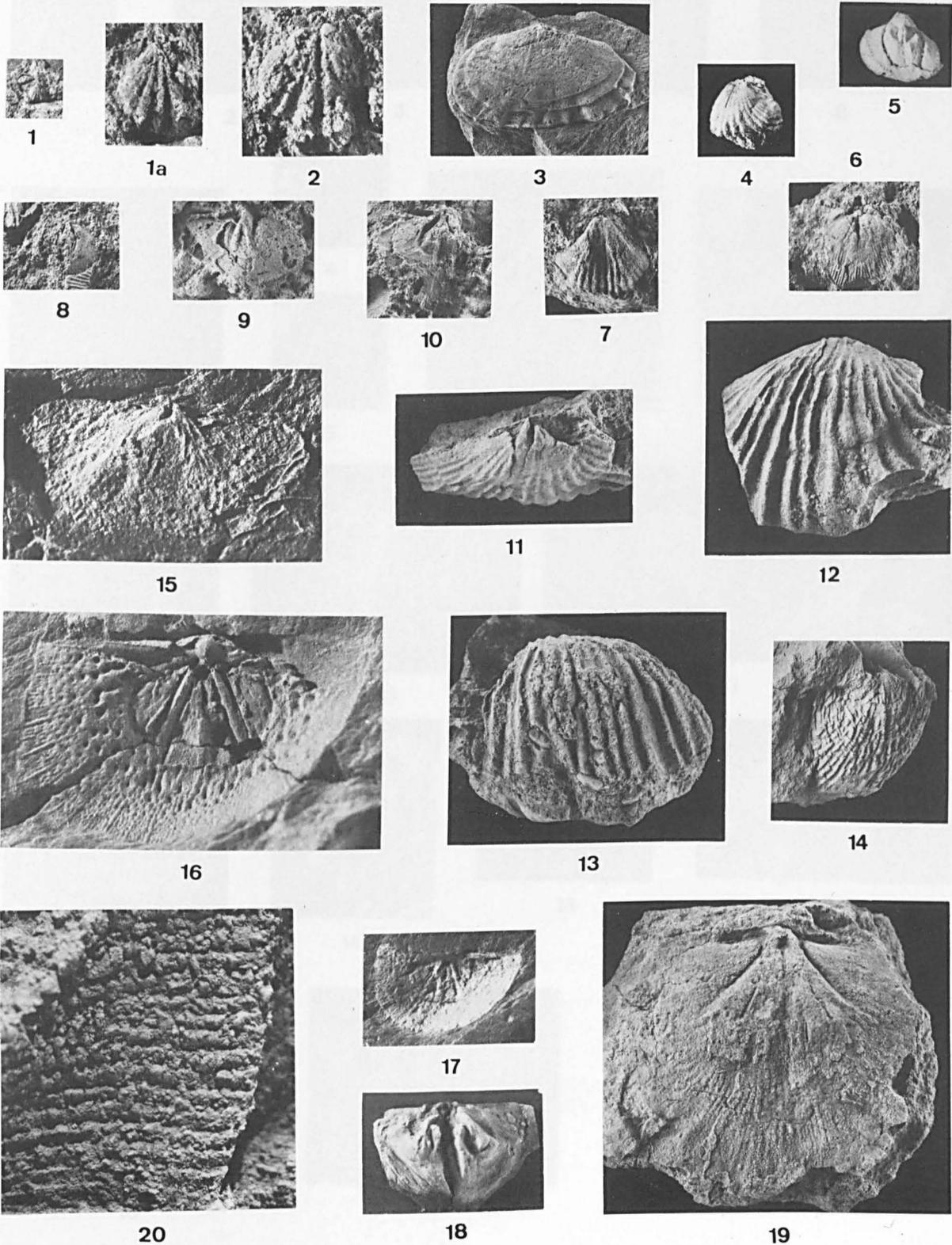
- Fig. 1, 2. — *Bifida* cf. *dahlia* Havlíček, 1956. Gis. IK. 13. Moule interne. 1 : valve pédonculaire ; 2 : valve brachiale. Gr. = 3.
- Fig. 3. — *Bifida* cf. *dahlia* Havlíček, 1956. Gis. IK. 13. Empreinte de valve pédonculaire montrant bien la côte médiane. Gr. = 4.
- Fig. 4, 5. — *Bifida* cf. *dahlia* Havlíček, 1956. Gis. IK. 13. Moules internes de valves pédonculaires. 4 : Gr = 3 ; 5 : Gr. = 4.
- Fig. 6. — "*Notanoplia*" sp. Gis. K. 15. Moule interne de valve pédonculaire. Gr. = 7.

(*) Clichés D. Serrette (Institut de Paléontologie, Paris) excepté pour les fig. 4, 5 due à J. Carpentier (USTL, Lille).

(**) Clichés D. Serrette (Institut de Paléontologie, Paris) excepté celui de la fig. 7, dû à J. Carpentier (USTL, Lille).

- Fig. 7. — *Arduspirifer* sp. gr. *mosellanus* (Solle, 1953). Gis. K. 29. Moule interne de valve pédonculaire. Gr. nat.
- Fig. 8. — *Arduspirifer* cf. *extensus* (Solle, 1953). Gis. K. 25. Moule interne de valve pédonculaire. Gr. nat.
- Fig. 9-11. — *Euryspirifer* spp. gr. *paradoxus* (Schloth., 1813)
9: Valve brachiale. Gis. K. 72. Gr. nat.
10: Moule interne de valve brachiale. Gis. IK. 13. Gr. nat.
11: Moule interne de valve brachiale. Gis. K. 45. Gr. nat.
- Fig. 12. — *Rhenothyris* aff. *compressa* Struve, 1970. Gis. K. 25. Moule interne de valve pédonculaire. Gr. nat.
- Fig. 13, 14. — *Rhenothyris* aff. *compressa* Struve, 1970. Gis. K. 25. Moule interne de valve brachiale. Gr. nat.
- Fig. 15. — *Eodmitria?* sp. Gis. K. 38. Moule interne de valve pédonculaire. Gr. nat.
- Fig. 16, 17. — *Quadrithyris* aff. *trisecta* (Kayser, 1883). Gis. K. 40. Moule interne de valve pédonculaire. Gr. nat.
- Fig. 18, 20. — *Quadrithyris* aff. *trisecta* (Kayser, 1883). Gis. K. 25. Moule interne d'une autre valve pédonculaire. Gr. nat.
- Fig. 19. — *Quadrithyris* aff. *trisecta* (Kayser, 1883). Gis. K. 25. Moule interne de valve brachiale. Gr. nat.







1



2



3



7



8



6



4



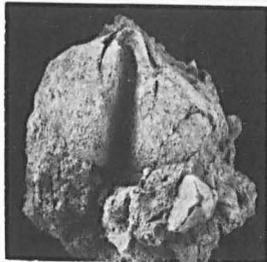
5



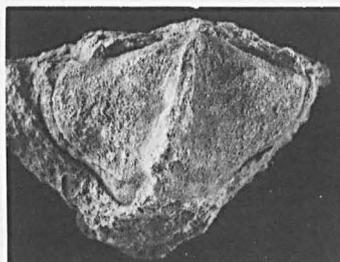
9



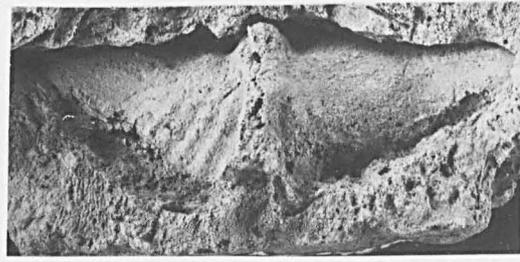
10



12



13



11



15



14



16



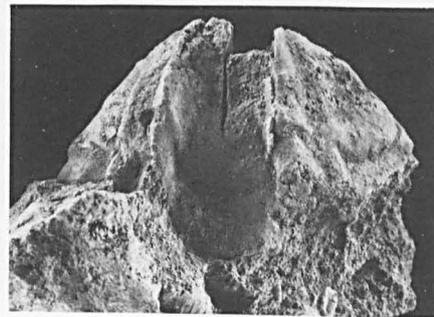
17



18



19



20

TABLE DES MATIÈRES

1983

TABLE DES MATIERES

Activité de la Société

Elections pour le renouvellement du Conseil, p. 3.

Elections de nouveaux membres : p. 4, 391, 393, 394.

Séances ordinaires de la Société : 5 janvier 1983, p. 4 ; 2 février 1983, p. 4 ; 2 mars 1983, p. 391 ; 4 mai 1983, p. 391 ; 9-10 juin 1983, p. 392 ; 2 novembre 1983, p. 393 ; 7 décembre 1983, p. 394.

Stratigraphie et Tectonique

S. LALLEMANT, N. LYBERIS et A. GALDEANO. — La transversale Nord-Maniote ; un accident transverse dans le Sud du Péloponnèse : comparaison des données géologiques et géophysiques, p. 5.

B. PELLETIER, J.F. STEPHAN et R. BLANCHET. — De la fosse des Mariannes à l'île de Taïwan : géologie régionale, p. 19.

Ph. GOURONNEC, J.F. STEPHAN et R. BLANCHET. — Du continent asiatique à la fosse des Philippines : géologie régionale, p. 29.

F. MEILLIEZ. — La Formation de Fépin (Gédinnien de l'Ardenne) : un marqueur régional lithostratigraphique et structural, p. 37.

J. LAMEYRE, R. BLACK, B. BONIN et A. GIRET. — Les provinces magmatiques de l'Est américain, de l'Ouest africain et des Kerguelen. Indications d'un contrôle tectonique et d'une initiation superficielle du magmatisme intraplaque et des processus associés, p. 101.

M. OHNENSTETTER. — Les processus d'ouverture des bassins ophiolitiques : le rôle des décrochements, p. 115.

J. PAMIĆ. — Permo-Triassic rift faulting and magmatism of the Dinarides, p. 133.

A. POUCKET et A. DURAND. — Structures cassantes cénozoïques d'après les phénomènes volcaniques et néotectoniques au nord-ouest du lac Tchad (Niger oriental), p. 143.

M. HUCHER et J. GROLIER. — Les théories classiques du cisaillement et de la fissuration, p. 155.

J. RISS, P. DAUDON et J. GROLIER. — Les méthodes de la stéréologie appliquées à l'analyse linéaire, p. 169.

M. JEBRAK, J. LHEGU et J.C. TOURAY. — Filons en décrochement et en extension. Deux familles de filons à F-Ba-Pb-Zn des hercynides françaises et marocaines, p. 181.

- D. BONIJOLY et C. CASTAING. — Fracturation et genèse des bassins stéphaniens du Massif Central français en régime compressif, p. 187.
- J.P. GELARD. — Réflexions sur la mise en place des bassins houillers du Nord du Massif Central et sur la structure de leur remplissage, p. 201.
- J. ROLET. — Graben losangiques (pull-apart) en régime de décrochement. Le rôle des coulissements hercyens dans l'individualisation des bassins carbonifères du Massif Armoricaïn, p. 209.
- T. VILLEMİN, J. ANGELIER et F. BERGERAT. — Tectonique en extension et subsidence dans le Nord-Est de la France, p. 221.
- D. BUREAU. — Dynamique structurale : l'exemple des blocs basculés de l'Est algérien, p. 231.
- G. NICOUUD. — Incidences de la fracturation récente sur la répartition des dépôts pléistocènes dans l'avant-pays savoyard et la Combe de Savoie, p. 247.
- A.J. SMITH. — Structural evolution of the English Channel region, p. 253.
- F. BERGERAT, J. GEYSSANT et C. LEPVRIER. — Etude de la fracturation dans le bassin pannonien : mécanismes et étapes de sa création, p. 265.
- N. LYBERIS, S. LALLEMANT et F. THIEBAULT. — La structure transverse Nord-maniote et la déformation (depuis le Miocène supérieur) du Péloponnèse dans le cadre de l'arc égéen externe, p. 273.
- J. FERRIERE. — Rôle des failles en distension et coulissement dans l'évolution paléogéographique et tectonique des Hellénides internes de Grèce continentale centrale (massifs de l'Othrys et du Pélion), p. 285.
- J.P. BRETON, J.M. BROUSSE, C. CAVELIER, J. FOURNIGUET, M. LE NINDRE, J. MANIVIT, D. VASLET et P.L. VINCENT. — Evolution structurale des grabens du centre de l'Arabie du Crétacé au Quaternaire, p. 297.
- T. CALMUS. — Décrochement senestre sud-haïtien : analyses et conséquences paléogéographiques dans la région de Camp-Perrin (Massif de Macaya, presqu'île du Sud d'Haïti), p. 309.
- B. VAN DEN BERGHE. — Décrochement senestre sud-haïtien : analyses structurales dans le Massif de La Selle-Baoruco (presqu'île du Sud d'Hispaniola, Grandes Antilles), p. 317.
- T.R. BRUNS, R. von HUENE, P.R. CARLSON and G. KELLER. — The eastern Gulf of Alaska trans-curent plate boundary and the migration of terranes, p. 325.
- C. LEPVRIER et J. GEYSSANT. — Tectonique cassante et champs de contrainte tertiaires le long de la marge en coulissement du Spitsberg : corrélations avec les mécanismes d'ouverture de la mer de Norvège-Groënland, p. 333.
- L. JOLIVET et J.P. CADET. — Mouvements décrochants, structuration et limite de plaques dans l'île d'Hokkaido (Japon septentrional), p. 345.
- P. HUCHON. — Tectonique de la zone transformante du fossé de Sagami (Japon), p. 353.
- J. CHARVET et M. FAURE. — Orogenèse mésozoïque, microblocs et déplacements longitudinaux sénestres dans le Japon Sud-Ouest, p. 361.
- A. NUR. — Oceanic plateaus and accreted terranes : the view from Western North America, p. 377.
- E. MERCIER. — Structure d'un reliquat de ceinture volcano-sédimentaire archéenne dans le Nord-Est de la Province du Lac Supérieur (Bouclier Canadien), p. 395.
- Y. HERVOUET. — Phases compressives quaternaires du Maroc oriental (bordure rifaine), p. 407.
- D. BRICE, A. CHARRIERE, J. DROT et S. REGNAULT. — Mise en évidence, par des faunes de Brachiopodes, de l'extension des formations dévoniennes dans la boutonnière d'Immouzer du Kandar (Sud de Fès, Maroc), p. 445.

Magmatisme

- J. LAMEYRE, R. BLACK, B. BONIN et A. GIRET. — Les provinces magmatiques de l'Est américain, de l'Ouest africain et des Kerguelen. Indications d'un contrôle tectonique et d'une initiation superficielle du magmatisme intraplaque et des processus associés, p. 101.
- J. PAMIĆ. — Permo-Triassic rift faulting and magmatism of the Dinarides, p. 133.
- A. POUCKET et A. DURAND. — Structures cassantes cénozoïques d'après les phénomènes volcaniques et néotectoniques au nord-ouest du lac Tchad (Niger oriental), p. 143.
- M. JEBRAK, J. LHEGU et J.C. TOURAY. — Filons en décrochement et en extension. Deux familles de filons à F-Ba-Pb-Zn des hercynides françaises et marocaines, p. 181.

Métamorphisme

- E. MERCIER. — Structure d'un reliquat de ceinture volcano-sédimentaire archéenne dans le Nord-Est de la Province du Lac Supérieur (Bouclier Canadien), p. 395.

Paléogéographie

- M. OHNENSTETTER. — Les processus d'ouverture des bassins ophiolitiques : le rôle des décrochements, p. 115.
- J. PAMIĆ. — Permo-Triassic rift faulting and magmatism of the Dinarides, p. 133.
- A. POUCKET et A. DURAND. — Structures cassantes cénozoïques d'après les phénomènes volcaniques et néotectoniques au nord-ouest du lac Tchad (Niger oriental), p. 143.
- D. BUREAU. — Dynamique structurale : l'exemple des blocs basculés de l'Est algérien, p. 231.
- J. FERRIERE. — Rôle des failles en distension et coulissement dans l'évolution paléogéographique et tectonique des Hellénides internes de Grèce continentale centrale (massifs de l'Othrys et du Pélion), p. 285.
- T. CALMUS. — Décrochement senestre sud-haïtien : analyses et conséquences paléogéographiques dans la région de Camp-Perrin (Massif de Macaya, presqu'île du Sud d'Haïti), p. 309.
- T.R. BRUNS, R. von HUENE, P.R. CARLSON and G. KELLER. — The eastern Gulf of Alaska trans-current plate boundary and the migration of terranes, p. 325.
- C. LEPVRIER et J. GEYSSANT. — Tectonique cassante et champs de contrainte tertiaires le long de la marge en coulissement du Spitsberg : corrélations avec les mécanismes d'ouverture de la mer de Norvège-Groënland, p. 333.
- J. CHARVET et M. FAURE. — Orogenèse mésozoïque, microblocs et déplacements longitudinaux sénestres dans le Japon Sud-Ouest, p. 361.
- A. NUR. — Oceanic plateaus and accreted terranes : the view from Western North America, p. 377.

Paléontologie

- J.M. DEGARDIN. — Graptolites du Silurien de la région de Camprodon, Province de Gerone, Pyrénées orientales espagnoles, p. 55.
- L. BELTAN. — A propos d'un poisson volant biplan de l'Eotrias du NW de Madagascar : *Icarealcyon malagasium* Beltan, p. 75.
- J.M. DEGARDIN et J. PILLET. — Nouveaux Trilobites du Silurien des Pyrénées centrales espagnoles, p. 83.

M.A. CONRAD, B. PEYBERNES et J.P. MASSE. — *Clypeina somalica* n. sp., Dasycladale nouvelle du Crétacé inférieur de la Plaque Africaine (Rép. de Somalie, Italie méridionale), p. 93.

D. BRICE, A. CHARRIERE, J. DROT et S. REGNAULT. — Mise en évidence, par des faunes de Brachiopodes, de l'extension des formations dévoniennes dans la boutonnière d'Immouzer du Kandar (Sud de Fès, Maroc), p. 445.

Sédimentologie

F. MEILLIEZ. — La Formation de Fépin (Gédinnien de l'Ardenne) : un marqueur régional lithostratigraphique et structural, p. 37.

A. BONTE et J. DIDON. — La structure cone-in-cone dans les pélites à phtanites de Melloussa, Tanger (Maroc), p. 413.

Pétrographie houillère

C. DURMISHI, E. MERIAUX et Y. CHAMPETIER. — Etude pétrographique préliminaire des lignites brillants de Tepelene (Albanie), p. 425.

Océans - Paléocéans

J. LAMEYRE, R. BLACK, B. BONIN et A. GIRET. — Les provinces magmatiques de l'Est américain, de l'Ouest africain et des Kerguelen. Indications d'un contrôle tectonique et d'une initiation superficielle du magmatisme intraplaque et des processus associés, p. 101.

M. OHNENSTETTER. — Les processus d'ouverture des bassins ophiolitiques : le rôle des décrochements, p. 115.

T.R. BRUNS, R. von HUENE, P.R. CARLSON and G. KELLER. — The eastern Gulf of Alaska trans-current plate boundary and the migration of terranes, p. 325.

C. LEPVRIER et J. GEYSSANT. — Tectonique cassante et champs de contrainte tertiaires le long de la marge en coulissement du Spitsberg : corrélations avec les mécanismes d'ouverture de la mer de Norvège-Groënland, p. 333.

P. HUCHON. — Tectonique de la zone transformante du fossé de Sagami (Japon), p. 353.

Théories - Méthodologies

M. HUCHER et J. GROLIER. — Les théories classiques du cisaillement et de la fissuration, p. 155.

J. RISS, P. DAUDON et J. GROLIER. — Les méthodes de la stéréologie appliquées à l'analyse linéaire, p. 169.

Précambrien

E. MERCIER. — Structure d'un reliquat de ceinture volcano-sédimentaire archéenne dans le Nord-Est de la Province du Lac Supérieur (Bouclier Canadien), p. 395.

Paléozoïque

F. MEILLIEZ. — La Formation de Fépin (Gédinnien de l'Ardenne) : un marqueur régional lithostratigraphique et structural, p. 37.

J.M. DEGARDIN. — Graptolites du Silurien de la région de Camprodon, Province de Gerone, Pyrénées orientales espagnoles, p. 55.

- J.M. DEGARDIN et J. PILLET. — Nouveaux Trilobites du Silurien des Pyrénées centrales espagnoles, p. 83.
- J. PAMIĆ. — Permo-Triassic rift faulting and magmatism of the Dinarides, p. 133.
- M. JEBRAK, J. LHEGU et J.C. TOURAY. — Filons en décrochement et en extension. Deux familles de filons à F-Ba-Pb-Zn des hercynides françaises et marocaines, p. 181.
- D. BONIJOLY et C. CASTAING. — Fracturation et genèse des bassins stéphaniens du Massif Central français en régime compressif, p. 187.
- J.P. GELARD. — Réflexions sur la mise en place des bassins houillers du Nord du Massif Central et sur la structure de leur remplissage, p. 201.
- J. ROLET. — Graben losangiques (pull-apart) en régime de décrochement. Le rôle des coulissements hercyniens dans l'individualisation des bassins carbonifères du Massif Armoricaïn, p. 209.
- D. BRICE, A. CHARRIERE, J. DROT et S. REGNAULT. — Mise en évidence, par des faunes de Brachiopodes, de l'extension des formations dévoniennes dans la boutonnière d'Immouzer du Kandar (Sud de Fès, Maroc), p. 445.

Mésozoïque

- L. BELTAN. — A propos d'un poisson volant biplan de l'Eotrias du NW de Madagascar : *Icarealcyon malagasium* Beltan, p. 75.
- M.A. CONRAD, B. PEYBERNES et J.P. MASSE. — *Clypeina somalica* n. sp., Dasycladale nouvelle du Crétacé inférieur de la Plaque Africaine (Rép. de Somalie, Italie méridionale), p. 93.
- J. PAMIĆ. — Permo-Triassic rift faulting and magmatism of the Dinarides, p. 133.
- D. BUREAU. — Dynamique structurale : l'exemple des blocs basculés de l'Est algérien, p. 231.
- A.J. SMITH. — Structural evolution of the English Channel region, p. 253.
- J.P. BRETON, J.M. BROSSE, C. CAVELIER, J. FOURNIGUET, M. LE NINDRE, J. MANIVIT, D. VASLET et P.L. VINCENT. — Evolution structurale des grabens du centre de l'Arabie du Crétacé au Quaternaire, p. 297.
- J. CHARVET et M. FAURE. — Orogenèse mésozoïque, microblocs et déplacements longitudinaux sénestres dans le Japon Sud-Ouest, p. 361.

Cénozoïque - Actuel

- A. POUCKET et A. DURAND. — Structures cassantes cénozoïques d'après les phénomènes volcaniques et néotectoniques au nord-ouest du lac Tchad (Niger oriental), p. 143.
- T. VILLEMEN, J. ANGELIER et F. BERGERAT. — Tectonique en extension et subsidence dans le Nord-Est de la France, p. 221.
- D. BUREAU. — Dynamique structurale : l'exemple des blocs basculés de l'Est algérien, p. 231.
- G. NICOUUD. — Incidences de la fracturation récente sur la répartition des dépôts pléistocènes dans l'avant-pays savoyard et la Combe de Savoie, p. 247.
- A.J. SMITH. — Structural evolution of the English Channel region, p. 253.
- F. BERGERAT, J. GEYSSANT et C. LEPVRIER. — Etude de la fracturation dans le bassin pannonien : mécanismes et étapes de sa création, p. 265.
- N. LYBERIS, S. LALLEMANT et F. THIEBAULT. — La structure transverse Nord-maniote et la déformation (depuis le Miocène supérieur) du Péloponnèse dans le cadre de l'arc égéen externe, p. 273.

- J. FERRIERE. — Rôle des failles en distension et coulissement dans l'évolution paléogéographique et tectonique des Hellénides internes de Grèce continentale centrale (massifs de l'Othrys et du Pélion), p. 285.
- J.P. BRETON, J.M. BROSE, C. CAVELIER, J. FOURNIGUET, M. LE NINDRE, J. MANIVIT, D. VASLET et P.L. VINCENT. — Evolution structurale des grabens du centre de l'Arabie du Crétacé au Quaternaire, p. 297.
- T. CALMUS. — Décrochement senestre sud-haïtien : analyses et conséquences paléogéographiques dans la région de Camp-Perrin (Massif de Macaya, presqu'île du Sud d'Haïti), p. 309.
- B. VAN DEN BERGHE. — Décrochement senestre sud-haïtien : analyses structurales dans le Massif de La Selle-Baoruco (presqu'île du Sud d'Hispaniola, Grandes Antilles), p. 317.
- T.R. BRUNS, R. von HUENE, P.R. CARLSON and G. KELLER. — The eastern Gulf of Alaska trans-current plate boundary and the migration of terranes, p. 325.
- C. LEPVRIER et J. GEYSSANT. — Tectonique cassante et champs de contrainte tertiaires le long de la marge en coulissement du Spitsberg : corrélations avec les mécanismes d'ouverture de la mer de Norvège-Groënland, p. 333.
- L. JOLIVET et J.P. CADET. — Mouvements décrochants, structuration et limite de plaques dans l'île d'Hokkaido (Japon septentrional), p. 345.
- P. HUCHON. — Tectonique de la zone transformante du fossé de Sagami (Japon), p. 353.
- Y. HERVOUET. — Phases compressives quaternaires du Maroc oriental (bordure rifaine), p. 407.

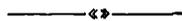


TABLE DES PLANCHES

- Pl. I. — Graptolites du Silurien des Pyrénées (note J.M. DEGARDIN, p. 74).
Pl. II à IV. — Poisson volant biplan de l'Eotrias de Madagascar (note de L. BELTAN, p. 82).
Pl. V. — Trilobites du Silurien des Pyrénées (note de J.M. DEGARDIN et J. PILLET, p. 92).
Pl. VI. — *Clypeina somalica* (note de M.A. CONRAD *et al.*, p. 96).
Pl. VII. — Pélites à phtanites de Melloussa (note de A. BONTE et J. DIDON, p. 424).
Pl. VIII à XI. — Lignites brillants de Tepelene (note de C. DURMISHI *et al.*, p. 443).
Pl. XII et XIII. — Brachiopodes dévoniens du Maroc (note de D. BRICE *et al.*, p. 457).

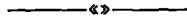


TABLE ALPHABETIQUE DES AUTEURS

- J. ANGELIER. — Voir T. VILLEMIN *et al.*, p. 221.
- L. BELTAN. — A propos d'un poisson volant biplan de l'Eotrias du NW de Madagascar : *Icarealcyon malagasium* Beltan, p. 75.
- F. BERGERAT. — Voir T. VILLEMIN *et al.*, p. 221.
- F. BERGERAT, J. GEYSSANT et C. LEPVRIER. — Etude de la fracturation dans le bassin pannonien : mécanismes et étapes de sa création, p. 265.
- R. BLACK. — Voir J. LAMEYRE *et al.*, p. 101.
- R. BLANCHET. — Voir B. PELLETIER *et al.*, p. 19.
- R. BLANCHET. — Voir Ph. GOURONNEC *et al.*, p. 29.
- D. BONIJOLY et C. CASTAING. — Fracturation et genèse des bassins stéphaniens du Massif Central français en régime compressif, p. 187.
- R. BONIN. — Voir J. LAMEYRE *et al.*, p. 101.
- A. BONTE et J. DIDON. — La structure cone-in-cone dans les pélites à phtanites de Melloussa, Tanger (Maroc), p. 413.
- J.P. BRETON, J.M. BROSE, C. CAVELIER, J. FOURNIGUET, M. LE NINDRE, J. MANIVIT, D. VASLET et P.L. VINCENT. — Evolution structurale des grabens du centre de l'Arabie du Crétacé au Quaternaire, p. 297.
- D. BRICE, A. CHARRIERE, J. DROT et S. REGNAULT. — Mise en évidence, par des faunes de Brachiopodes, de l'extension des formations dévoniennes dans la boutonnière d'Immouzer du Kandar (Sud de Fès, Maroc), p. 445.
- J.M. BROSE. — Voir J.P. BRETON *et al.*, p. 297.
- T.R. BRUNS, R. von HUENE, P.R. CARLSON and G. KELLER. — The eastern Gulf of Alaska trans-current plate boundary and the migration of terranes, p. 325.
- D. BUREAU. — Dynamique structurale : l'exemple des blocs basculés de l'Est algérien, p. 231.
- J.P. CADET. — Voir J. JOLIVET et J.P. CADET, p. 345.
- T. CALMUS. — Décrochement senestre sud-haïtien : analyses et conséquences paléogéographiques dans la région de Camp-Perrin (Massif de Macaya, presqu'île du Sud d'Haïti), p. 309.
- P.R. CARLSON. — Voir T.R. BRUNS *et al.*, p. 325.
- C. CASTAING. — Voir D. BONIJOLY et C. CASTAING, p. 187.
- C. CAVELIER. — Voir J.P. BRETON *et al.*, p. 297.
- Y. CHAMPETIER. — Voir C. DURMISHI *et al.*, p. 425.
- A. CHARRIERE. — Voir D. BRICE *et al.*, p. 445.
- J. CHARVET et M. FAURE. — Orogenèse mésozoïque, microblocs et déplacements longitudinaux sénestres dans le Japon Sud-Ouest, p. 361.
- M.A. CONRAD, B. PEYBERNES et J.P. MASSE. — *Clypeina somalica* n. sp., Dasycladale nouvelle du Crétacé inférieur de la Plaque Africaine (Rép. de Somalie, Italie méridionale), p. 93.
- P. DAUDON. — Voir J. RISS *et al.*, p. 169.

- J.M. DEGARDIN. — Graptolites du Silurien de la région de Camprodon, Province de Gerone, Pyrénées orientales espagnoles, p. 55.
- J.M. DEGARDIN et J. PILLET. — Nouveaux Trilobites du Silurien des Pyrénées centrales espagnoles, p. 83.
- J. DIDON. — Voir A. BONTE et J. DIDON, p. 413.
- J. DROT. — Voir D. BRICE *et al.*, p. 445.
- A. DURAND. — Voir A. POUCKET et A. DURAND, p. 143.
- C. DURMISHI, E. MERIAUX et Y. CHAMPETIER. — Etude pétrographique préliminaire des lignites brillants de Tepelene (Albanie), p. 425.
- M. FAURE. — Voir J. CHARVET et M. FAURE, p. 361.
- J. FERRIERE. — Rôle des failles en distension et coulissement dans l'évolution paléogéographique et tectonique des Hellénides internes de Grèce continentale centrale (massifs de l'Othrys et du Pélion), p. 285.
- J. FOURNIGUET. — Voir J.P. BRETON *et al.*, p. 297.
- A. GALDEANO. — Voir S. LALLEMANT *et al.*, p. 5.
- J.P. GELARD. — Réflexions sur la mise en place des bassins houillers du Nord du Massif Central et sur la structure de leur remplissage, p. 201.
- J. GEYSSANT. — Voir F. BERGERAT *et al.*, p. 265.
- J. GEYSSANT. — Voir C. LEPVRIER et J. GEYSSANT, p. 333.
- A. GIRET. — Voir J. LAMEYRE *et al.*, p. 101.
- Ph. GOURONNEC, J.F. STEPHAN et R. BLANCHET. — Du continent asiatique à la fosse des Philippines : géologie régionale, p. 29.
- J. GROLIER. — Voir M. HUCHER et J. GROLIER, p. 155.
- J. GROLIER. — Voir J. RISS *et al.*, p. 169.
- Y. HERVOUET. — Phases compressives quaternaires du Maroc oriental (bordure rifaine), p. 407.
- M. HUCHER et J. GROLIER. — Les théories classiques du cisaillement et de la fissuration, p. 155.
- P. HUCHON. — Tectonique de la zone transformante du fossé de Sagami (Japon), p. 353.
- R. von HUENE. — Voir T.R. BRUNS *et al.*, p. 325.
- M. JEBRAK, J. LHEGU et J.C. TOURAY. — Filons en décrochement et en extension. Deux familles de filons à F-Ba-Pb-Zn des hercynides françaises et marocaines, p. 181.
- L. JOLIVET et J.P. CADET. — Mouvements décrochants, structuration et limite de plaques dans l'île d'Hokkaido (Japon septentrional), p. 345.
- G. KELLER. — Voir T.R. BRUNS *et al.*, p. 325.
- S. LALLEMANT, N. LYBERIS et A. GALDEANO. — La transversale Nord-Maniote ; un accident transverse dans le Sud du Péloponnèse : comparaison des données géologiques et géophysiques, p. 5.
- S. LALLEMANT. — Voir N. LYBERIS *et al.*, p. 273.
- J. LAMEYRE, R. BLACK, B. BONIN et A. GIRET. — Les provinces magmatiques de l'Est américain, de l'Ouest africain et des Kerguelen. Indications d'un contrôle tectonique et d'une initiation superficielle du magmatisme intraplaque et des processus associés, p. 101.
- M. LE NINDRE. — Voir J.P. BRETON *et al.*, p. 297.
- J. LHEGU. — Voir M. JEBRAK *et al.*, p. 181.

- C. LEPVRIER. — Voir F. BERGERAT *et al.*, p. 265.
- C. LEPVRIER et J. GEYSSANT. — Tectonique cassante et champs de contrainte tertiaires le long de la marge en coulissement du Spitsberg : corrélations avec les mécanismes d'ouverture de la mer de Norvège-Groënland, p. 333.
- N. LYBERIS. — Voir S. LALLEMANT *et al.*, p. 5.
- N. LYBERIS, S. LALLEMANT et F. THIEBAULT. — La structure transverse Nord-maniote et la déformation (depuis le Miocène supérieur) du Péloponnèse dans le cadre de l'arc égéen externe, p. 273.
- J. MANIVIT. — Voir J.P. BRETON *et al.*, p. 297.
- J.P. MASSE. — Voir M.A. CONRAD *et al.*, p. 93.
- F. MEILLIEZ. — La Formation de Fépin (Gédinnien de l'Ardenne) : un marqueur régional lithostratigraphique et structural, p. 37.
- E. MERCIER. — Structure d'un reliquat de ceinture volcano-sédimentaire archéenne dans le Nord-Est de la Province du Lac Supérieur (Bouclier Canadien), p. 395.
- E. MERIAUX. — Voir C. DURMISHI *et al.*, p. 425.
- G. NICOUD. — Incidences de la fracturation récente sur la répartition des dépôts pléistocènes dans l'avant-pays savoyard et la Combe de Savoie, p. 247.
- A. NUR. — Oceanic plateaus and accreted terranes : the view from Western North America, p. 377.
- M. OHNENSTETTER. — Les processus d'ouverture des bassins ophiolitiques : le rôle des décrochements, p. 115.
- J. PAMIĆ. — Permo-Triassic rift faulting and magmatism of the Dinarides, p. 133.
- B. PELLETIER, J.F. STEPHAN et R. BLANCHET. — De la fosse des Mariannes à l'île de Taïwan : géologie régionale, p. 19.
- B. PEYBERNES. — Voir M.A. CONRAD *et al.*, p. 93.
- J. PILLET. — Voir J.M. DEGARDIN et J. PILLET, p. 83.
- A. POUCKET et A. DURAND. — Structures cassantes cénozoïques d'après les phénomènes volcaniques et néotectoniques au nord-ouest du lac Tchad (Niger oriental), p. 143.
- F. REGNAULT. — Voir D. BRICE *et al.*, p. 445.
- J. RISS, P. DAUDON et J. GROLIER. — Les méthodes de la stéréologie appliquées à l'analyse linéaire, p. 169.
- J. ROLET. — Graben losangiques (pull-apart) en régime de décrochement. Le rôle des coulissements hercyens dans l'individualisation des bassins carbonifères du Massif Armoricaïn, p. 209.
- J.F. STEPHAN. — Voir B. PELLETIER *et al.*, p. 19.
- J.F. STEPHAN. — Voir Ph. GOURONNEC *et al.*, p. 29.
- A.J. SMITH. — Structural evolution of the English Channel region, p. 253.
- F. THIEBAULT. — Voir N. LYBERIS *et al.*, p. 273.
- J.C. TOURAY. — Voir M. JEBRAK *et al.*, p. 181.
- B. VAN DEN BERGHE. — Décrochement senestre sud-haïtien : analyses structurales dans le Massif de La Selle-Baoruco (presqu'île du Sud d'Hispaniola, Grandes Antilles), p. 317.
- D. VASLET. — Voir J.P. BRETON *et al.*, p. 297.
- T. VILLEMIN, J. ANGELIER et F. BERGERAT. — Tectonique en extension et subsidence dans le Nord-Est de la France, p. 221.
- P.L. VINCENT. — Voir J.P. BRETON *et al.*, p. 297.

Sont en vente au Siège de la Société :

MEMOIRES (*)

Tome I, n° 1. — Ch. BARROIS, <i>Recherches sur le terrain crétacé de l'Angleterre et de l'Irlande</i> , 1876, 232 p.	336,00 F.
n° 2. — P. FRAZER, <i>Géologie de la partie Sud-Est de la Pensylvanie</i> , 1882, 178 p.	252,00 F.
n° 3. — R. ZEILLER, <i>Mémoire sur la flore houillère des Asturies</i> , 1882, 24 p.	36,00 F.
Tome IV, n° 1. — J. GOSSELET, <i>Etudes sur les variations du Spirifer Verneuilli</i> , 1894, 63 p., 7 pl.	90,00 F.
Tome VI, n° 1. — P. BERTRAND, <i>Etude du stipe de l'Adelophyton jutieri B. Renault</i> , 1907, 38 p., 4 pl.	85,00 F.
n° 2. — J. GOSSELET et al., <i>Faune siluro-dévonienne de Liévin</i> , 1912-1920. Fasc. 2	336,00 F.
n° 3. — V. COMMONT, <i>Saint-Acheul et Montières : Notes de Géologie, de Paléontologie et de Préhistoire</i> , 1909, 68 p., 3 pl.	156,00 F.
Tome VII, n° 1. — P. BERTRAND, <i>Etude des Stipes d'Asterochloena laxa Stenzel</i> , 1911, 72 p., 6 pl.	102,00 F.
Tome VIII, n° 2. — Ed. LEROUX, <i>Le tunnel de l'Ave Maria</i> , 1929, 50 p., 5 pl.	120,00 F.
Tome IX, n° 1. — G. DUBAR, <i>Etude sur le Lias des Pyrénées Françaises</i> , 1925, 332 p., 7 pl.	432,00 F.
n° 2. — G. FOURNIER et al., <i>Poissons élasmodontes de Denée</i> , 1926, 23 p., 6 pl.	96,00 F.
Tome X, n° 2. — J. LAVERDIERE, <i>Terrains paléozoïques des Pyrénées occidentales</i> , 1931, 132 p., 8 pl.	180,00 F.
Tome XII. — D. LEMAITRE, <i>Faune des Calcaires dévoniens du Bassin d'Anceis</i> , 1934, 268 p., 18 pl.	336,00 F.
Tome XIII. — P. BRICHE et al., <i>Flore infraliasique du Boulonnais</i> , 1963, 145 p., 11 pl.	252,00 F.
Tome XIV. — G. WATERLOT, <i>Les Gigantostacés du Siluro-Dévonien de Liévin</i> , 1966, 23 p., 5 pl.	84,00 F.
Tome XV. — J. MANIA, <i>Gestion des Systèmes aquifères. Applications au Nord de la France</i> , 1978, 228 p.	180,00 F.
Tome XVI. — A. BOUROZ et al., <i>Essai de synthèse des données acquises dans la genèse et l'évolution des marqueurs pétrographiques dans les bassins houillers</i>	250,00 F.

FASCICULES SPECIAUX (*)

« Géologie du Nord de la France » (T. LXXXIX, fasc. 1)	85,00 F.
« Centenaire de la S.G.N. » (T. XC, fasc. 4)	100,00 F.
« Rupture des roches et massifs rocheux » (T. XCV, fasc. 3)	70,00 F.
« Données nouvelles sur le Paléozoïque de l'Europe occidentale » (T. XCVI, fasc. 4 et T. XCVII, fasc. 1)	200,00 F.
« Apports récents à la Géologie du Gondwana » (T. XCVII, fasc. 4)	150,00 F.
« Géologie de l'Europe, du Précambrien aux bassins sédimentaires post-hercyniens » (T. XCIX, fasc. 1)	150,00 F.
« Géologie appliquée aux problèmes d'énergie et de matières premières »	150,00 F.

PUBLICATIONS (*)

Publication N° 1. — J. CHOROWICZ, <i>Etude géologique des Dinarides le long de la transversale Split-Karlovac (Yougoslavie)</i>	130,00 F.
Publication N° 2. — J. CHARVET, <i>Essai sur un orogène alpin : Géologie des Dinarides au niveau de la transversale de Sarajevo (Yougoslavie)</i>	150,00 F.
Publication N° 3. — J. ANGELIER, <i>Néotectonique de l'arc égéen</i>	140,00 F.
Publication N° 4. — J.J. FLEURY, <i>Les zones de Gavrovo-Tripolitza et du Pinde-Olonos (Grèce continentale et Péloponnèse du Nord). Evolution d'une plate-forme et d'un bassin dans leur cadre alpin</i>	175,00 F.
Publication N° 5. — M. COUSIN, <i>Les rapports Alpes-Dinarides. Les confins de l'Italie et de la Yougoslavie</i>	175,00 F.
Publication N° 6. — F. THIEBAULT, <i>L'évolution géodynamique des Hellénides externes en Péloponnèse méridional</i>	185,00 F.
Publication N° 7. — P. DEWEVER, <i>Radiolaires du Trias et du Lias de la Téthys</i>	180,00 F.
Publication N° 8. — J. FERRIERE, <i>Paléogéographie et tectoniques superposées dans les Hellénides internes : les massifs de l'Othrys et du Pélion (Grèce continentale)</i>	185,00 F.
Publication N° 9. — H. MAILLOT, <i>Les Paléoenvironnements de l'Atlantique sud : Apport de la géochimie sédimentaire</i>	130,00 F.
Publication N° 10. — Cl. BROUSMICHE, <i>Les Fougères sphénoptéridiennes du Bassin Houiller Sarro-Lorrain</i>	200,00 F.
<hr/>	
<i>Esquisse géologique du Nord de la France</i> , par J. GOSSELET, Fascicule IV (Terrains quaternaires)	29,00 F.
<i>Ecorché géologique Infra-mésozoïque</i> (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.)	50,00 F.

SERIE DOCUMENTATION (Pochettes de 6 Diapositives avec notice (**))

Les membres abonnés 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.

(*) Tous les prix sont indiqués hors taxe.

(**) La liste des séries de diapositives peut être demandée au Secrétariat de la S.G.N.

SOMMAIRE

Tome CIII

1983

4^{me} trimestre

	pages
E. MERCIER. — Structure d'un reliquat de ceinture volcano-sédimentaire archéenne dans le Nord-Est de la Province du Lac Supérieur (Bouclier Canadien)	395
Y. HERVOUET. — Phases compressives quaternaires du Maroc oriental (bordure rifaine)	407
A. BONTE et J. DIDON. — La structure cone-in-cone dans les pélites à phtanites de Melloussa, Tanger (Maroc)	413
C. DURMISHI, E. MERIAUX et Y. CHAMPETIER. — Etude pétrographique préliminaire des lignites brillants de Tepelene (Albanie)	425
D. BRICE, A. CHARRIERE, J. DROT et S. REGNAULT. — Mise en évidence, par des faunes de Brachiopodes, de l'extension des formations dévoniennes dans la boutonnière d'Immuzer du Kandar (Sud de Fès - Maroc)	445

© 1984 Société Géologique du Nord Editeur, Lille

Toute reproduction, même partielle de cet ouvrage est interdite. Une copie ou reproduction par quelque procédé que ce soit, photographie, microfilm, bande magnétique, disque ou autre, constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi du 11 mars 1957 sur la protection des droits d'auteur.

Imprimé en France (Printed in France)