

SOCIÉTÉ  
GÉOLOGIQUE  
DU  
NORD

ANNALES

Tome XCII

1972

*1972 - Emblème*

VOLUME PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU  
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD  
LILLE

# 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.

### ARTICLE 5.

Le nombre des membres de la Société est illimité. Pour faire partie de la Société il faut s'être fait présenter dans 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. — L'ensemble des notes présentées au cours d'une même année, par un même auteur, comptées du 1<sup>er</sup> Avril au 31 Mars suivant, ne peut dépasser le total de 10 pages, 1 planche phototypée équivalent à 4 pages de texte, 1 planche simili à 2 pages de texte (1).

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

France : 35 F pour les étudiants non salariés  
50 F pour les personnes physiques  
100 F pour les personnes morales

Etranger : 55 F pour les personnes physiques  
100 F pour les personnes morales

Abonnement annuel : 100 F.

Pour tous renseignements et abonnement, s'adresser à :

M. le Secrétaire de la Société, Sciences de la Terre, Boîte Postale 36, 59650 Villeneuve d'Ascq  
C.C.P. LILLE 5247 — Crédit du Nord : 100/3/10358 — Téléphone 52.14.20 ou 52.02.10

## ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Compte Chèques Postaux : Lille 5247

Tomes I à X (reste Tome X) .....	70,00 F.
Tomes XI à XX (manque XV, XVI) .....	70,00 F.
Tomes XXI à XXX (manque XXIII) .....	70,00 F.
Tomes XXXI à XL (reste XXXI, XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXVI) .....	70,00 F.
Tomes XLI à L .....	épuisés
Tomes LI à LX (reste LII, LVIII, LIX, LX) .....	78,00 F.
Tomes LXI à LXVIII (manque LXIV) .....	78,00 F.
Tomes LXVIII à LXX .....	71,00 F.
Tomes LXXI à LXXXIII .....	78,00 F.
Tomes LXXXIV et LXXXV .....	84,00 F.
Tomes LXXXVI et suivants .....	104,00 F.

Exceptionnellement, le fascicule 1 du Tome LXXXIX (Géologie du Nord de la France) est en vente au prix de 39,00 F. ainsi que le fascicule 4 du Tome XC (Centenaire de la S.G.N.) au prix de 75,00 F.

(1) C'est à la suite du changement de format que le Conseil a établi cette équivalence au cours de sa séance du 6 Janvier 1966.

SOCIÉTÉ  
GÉOLOGIQUE  
DU  
NORD

ANNALES

Tome XCII

1972

*1<sup>er</sup> trimestre*

VOLUME PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU  
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD  
LILLE

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 1972 —

<i>Président d'Honneur</i> .....	M. G. WATERLOT
<i>Président</i> .....	M. G. SOULIEZ
<i>Premier Vice-Président</i> .....	M. J. DERCOURT
<i>Vice-Présidents</i> .....	M. E. MÉRIAUX M. P. CELET
<i>Secrétaire</i> .....	M. J. DIDON
<i>Secrétaire-Adjoint</i> .....	M. J.J. FLEURY
<i>Trésorier</i> .....	M. l'Abbé TIEGHEM
<i>Déléguée aux Publications</i> .....	M <sup>me</sup> Paule CORSIN
<i>Archiviste-Bibliothécaire</i> .....	M. S. LOBOZIAK
<i>Conseillers</i> .....	M. J. PROUVOST M. J. GANTOIS M. P. DOLLÉ M <sup>lle</sup> D. BRICE M. Y. GODFRIAUX M. J. SOMMÉ

A N N A L E S  
D E L A  
S O C I É T É G É O L O G I Q U E D U N O R D  
publiées avec le concours du Centre national de la Recherche scientifique

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

Secrétariat : Société Géologique du Nord  
Sciences de la Terre, Boîte Postale 36, 59650 Villeneuve d'Ascq  
Tél. 52.14.20 ou 52.02.10 — C.C.P. Lille 5.247

---

**Compte rendu de l'activité de la Société**

**ASSEMBLEE GENERALE DU 5 JANVIER 1972**

PRÉSIDENCE DE MADemoiselle D. BRICE, PRÉSIDENTE

---

En ouvrant la séance, Mademoiselle BRICE fait procéder à l'élection de nouveaux membres. Sont donc élus :

M<sup>lle</sup> BOCA Michèle, Etudiante, 41, rue Patou, 59000 Lille, présentée par M<sup>lle</sup> D. Brice et M. J. Prouvost.  
M. BACHMANN Manfield, Geologisches Landesamt, Nordrhein, Westfalen, 445-Krefeld, De Greiff. S. 195, Allemagne, présenté par MM. J. Chalard et J.P. Laveine.  
M. PAWLOWSKI Robert, Etudiant, 25, rue des Combles, 62540 Marles-les-Mines, présenté par MM. J. Prouvost et J. Didon.

L'ordre du jour amène ensuite l'élection du Conseil d'Administration pour l'année 1972. Les résultats du vote à bulletin secret sont les suivants :

Président :	M. G. SOULIEZ ....	37 voix
	M. Y. GODFRIAUX ..	2 voix
	M. E. MÉRIAUX ..	1 voix
Premier Vice-Président :	M. J. DERCOURT ..	34 voix
	M. Y. GODFRIAUX ..	2 voix
	M. E. MÉRIAUX ..	1 voix

Sont donc élus : Président pour 1972, M. G. SOULIEZ et 1<sup>er</sup> Vice-Président pour 1972, M. J. DERCOURT.

Quant aux deux postes de Vice-Présidents, ils reviennent à M. E. MÉRIAUX (16 voix) et M. P. CELET (9 voix), tandis que sont élus Conseillers MM. Y. GODFRIAUX (11 voix) et J. SOMMÉ (10 voix) ainsi que M<sup>lle</sup> D. BRICE (17 voix).

MM. J. PROUVOST, J. GANTOIS et P. DOLLÉ sont maintenus dans leurs poste de Conseillers pour l'année 1972. De même, MM. J. DIDON, J.J. FLEURY, S. LOBOZIAK ainsi que M. l'Abbé TIEGHEM et M<sup>me</sup> Paule CORSIN gardent en 1972 leurs précédentes fonctions.

Le Conseil d'Administration 1972 est donc le suivant :

Président d'Honneur : M. G. WATERLOT.

Président : M. G. SOULIEZ.

Premier Vice-Président : M. J. DERCOURT.

Vice-Présidents : MM. E. MÉRIAUX et P. CELET.

Secrétaire : M. J. DIDON.

Secrétaire Adjoint : M. J.J. FLEURY.

Déléguée aux publications : M<sup>me</sup> Paule CORSIN.

Trésorier : M. l'Abbé TIEGHEM.

Bibliothécaire : M. S. LOBOZIAK.

Conseillers : MM. J. PROUVOST, J. GANTOIS, P. DOLLÉ, M<sup>me</sup> D. BRICE, MM. Y. GODFRIAUX J. SOMMÉ.

Avant de terminer la séance, lecture est faite du résumé de la communication écrite de M. F. PARIS (L'Ordovicien du synclinorium du Ménez-Bélaïr. Ses caractères et sa place dans la paléogéographie centre-armoricaine) ainsi que celle de MM. Cl. PAREYN, H. TERMIER et M<sup>me</sup> G. TERMIER (Les Bivalves ostréiformes du Sahara).

## SEANCE ORDINAIRE DU 2 FEVRIER 1972

PRÉSIDENTE DE MADemoisELLE D. BRICE, PRÉSIDENTE POUR 1971,

PUIS DE M. G. SOULIEZ, PRÉSIDENT POUR 1972

---

La séance est ouverte par Mademoiselle D. BRICE qui prononce son allocution de fin de mandat.

Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs,

Avant de céder la présidence à mon éminent confrère, Monsieur G. Souliez, la tradition veut que j'évoque brièvement devant vous ce que fut la vie de notre Société durant l'année écoulée.

Après la fiévreuse activité des journées du Centenaire, notre Société a repris son rythme de vie habituel ; elle s'est réunie 7 fois en séances ordinaires, 2 fois en assemblées extraordinaires afin de décider du réajustement du prix des cotisations et des tarifs librairie. Au cours des séances, 16 communications originales, écrites ou orales, ont été présentées. En outre, M. A. Beugnies nous a vivement intéressés, en animant avec son talent habituel, un séminaire sur le Famennien de l'Ardenne. Il a su nous convaincre de l'étendue du travail qui reste à faire et de l'urgence des problèmes à résoudre.

La réunion extraordinaire traditionnelle s'est déroulée dans la région de Couvin le 13 juin dernier. Au cours de l'excursion, Monsieur P. Bultynck, Docteur ès Sciences, premier Assistant à l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique à Bruxelles, a bien voulu nous montrer et nous commenter les coupes les plus typiques du Couvinien.

Parmi les événements heureux qui ont marqué cette année, il convient de rappeler les distinctions qui ont été décernées à deux de nos membres par la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille : le prix Gosselet à Monsieur Michel Waterlot et le prix Paul Bertrand à Monsieur Stanislas Loboziak.

Notre Société a admis 33 nouveaux membres, mais elle a perdu un de ses plus anciens en la personne de Monsieur A. Grosjean, Ingénieur en Chef, Directeur du corps des Mines de Belgique, Directeur du Service Géologique de Belgique et Membre à vie de notre Société.

Après ce rapide bilan, il m'est agréable d'exprimer ma reconnaissance à tous ceux qui m'ont aidée durant ce mandat. En premier lieu, je remercie tout particulièrement les membres du Bureau qui ont assumé de lourdes tâches cette année : Monsieur J. Didon, notre secrétaire, que le renouvellement complet du secrétariat a mis à rude épreuve pour son « noviciat ». Je lui suis gré de son calme, de son dévouement et de son agréable collaboration. A ce propos, si vous me permettez d'émettre un vœu, je souhaiterais qu'à l'avenir, pour plus de continuité et d'efficacité, le renouvellement du Secrétariat n'ait lieu que par moitié.

Notre Société doit beaucoup au dévouement, à la compétence et à la diligence de Madame Paule Corsin, notre Déléguée aux Publications. Je me dois de souligner l'effort énorme qu'elle a maintenu toute l'année pour faire paraître trois fascicules de nos Annales, parmi lesquels l'imposant et magnifique « Rapport des Travaux du Centenaire ». Je dois ajouter qu'à son heureuse initiative, nos Annales ont fait « peau neuve ». Sans aucun doute elle mérite nos applaudissements.

Monsieur l'Abbé Tieghem, notre Trésorier, a géré nos intérêts avec le sérieux et le savoir-faire que nous lui connaissons, vous le constaterez encore à la présentation du bilan qu'il fera dans quelques instants.

Je remercie aussi tous les autres membres du Bureau et du Conseil qui ne m'ont pas ménagé leurs conseils et leurs encouragements. Au cours des séances, ma tâche a été grandement facilitée par la sympathie que vous avez bien voulu me témoigner, ce dont je vous remercie.

Je n'aurai garde d'oublier nos généreux bienfaiteurs, le C.N.R.S. notamment, et tous les autres organismes publics ou privés qui ont répondu à notre appel en nous aidant sur le plan financier. Au nom de la Société, je leur adresse mes vifs remerciements.

Après ce rapide tour d'horizon, il pourrait sembler que l'avenir de notre Société est sans problème. Il n'en est rien. Je suis parfaitement consciente que le problème financier reste très préoccupant pour l'avenir. Les pessimistes y trouveraient des raisons de s'alarmer. Connaissant la compétence, le dynamisme de mon successeur Monsieur Souliez, son intérêt pour notre Société, je suis optimiste et confiante et lui souhaite, ainsi qu'à son nouveau Bureau, un heureux mandat.

Puis Mademoiselle BRICE passe les pouvoirs à Monsieur G. SOULIEZ qui s'adresse à l'Assemblée en ces termes :

Mesdames, Messieurs,

Ce n'est pas seulement un grand honneur que je ressens dans mon élection à la présidence de la Société géologique du Nord, je la perçois surtout comme un geste de confiance de la part de tous ses membres, à un moment où se présentent à notre Société quelques inquiétudes sur son avenir. Nous venons de fêter avec éclat et grand succès son Centenaire. La qualité des travaux présentés et la notoriété des participants sont évidemment le signe qu'elle représente, toujours ou encore, un élément important d'animation de la science géologique en France et en Belgique. Cependant, ceci ne doit pas nous cacher les difficultés : les centenaires sont fragiles. Il est de notre devoir de faire maintenant un effort de réflexion sur ce qu'est réellement la Société, sur ce que nos membres attendent d'elle, enfin sur les moyens que nous devons mettre en œuvre pour assurer son avenir.

Je ne tiens pas à faire cet effort seul ; je voudrais que collectivement nous puissions, au cours de ce mandat, faire un travail de préparation en profondeur pour les années à venir. Néanmoins, je me permets quand même de vous faire part du cadre dans lequel je crois que notre réflexion doit se développer. Tout d'abord, situons le problème. En étant réaliste, il nous faut bien reconnaître que nos problèmes sont liés au rapport intérêt/ressources. En effet, quelles sont les origines des ressources de notre Société : d'une part, les cotisations et les ventes de publications, d'autre part les subventions, dont la principale est celle du C.N.R.S. Les cotisations et ventes sont évidemment fonction de l'intérêt que les membres trouvent dans les réunions et dans les publications. Par ailleurs, la subvention du C.N.R.S. ne nous est accordée que si nos publications correspondent à une certaine exigence de niveau scientifique.

Normalement, ces deux sources de financement ne sont pas contradictoires, bien au contraire ; cependant, c'est bien là que réside une part importante de nos difficultés. Ceci tient à l'originalité de notre Société ; en effet, si beaucoup de nos membres sont géologues, il n'en reste pas moins qu'il existe parmi eux de nombreux entrepreneurs et ingénieurs, utilisateurs de géologie et particulièrement de géologie régionale, et également de nombreux amateurs éclairés.

Les géologues professionnels sont certainement sensibles à la qualité scientifique des publications ; mais là même, les géologues, comme dans les autres professions étant de plus en plus spécialisés, ne trouvent plus qu'un intérêt restreint dans les publications qui ne sont pas de leur domaine. Que dire des autres membres de notre Société qui saisissent mal l'intérêt des travaux exprimés en termes de plus en plus « savants » sur des sujets ayant peu de relations avec l'intérêt pratique qu'ils portent à la Géologie. N'est-ce pas là qu'il faut rechercher les difficultés de collecte des cotisations et le peu d'assiduité à nos séances ?

Que pouvons-nous proposer pour y remédier ? Etant persuadé, d'une part, que la qualité scientifique de nos publications des Annales fait notre renommée et le succès à la vente, étant certain par ailleurs qu'il nous faut trouver un « plus grand commun intérêt », je vous propose :

— que les communications scientifiques soient exposées brièvement, en soulignant essentiellement l'intérêt et l'originalité des méthodes employées ou des observations effectuées, les conclusions qu'elles entraînent ;

— que le point sur certaines études entreprises soit exposé en séance sans que cela fasse l'objet d'une publication écrite ;

— que des communications de Géologie appliquée alternent avec les communications scientifiques ;

— que des observations géologiques à l'occasion de travaux régionaux fassent l'objet d'un exposé en séance et soient ensuite publiées dans des documents du type des « notes professionnelles » anglo-saxonnes.

Je vous présente ces propositions volontairement d'une façon directe pour qu'elles puissent être discutées et critiquées, mais je pense qu'elles sont réalistes et de nature à apporter un progrès (ou plutôt un retour aux sources).

Conscient du travail qu'il reste à faire, je veux remercier M<sup>lle</sup> Brice qui a su assurer avec courage la présidence de la difficile année succédant au Centenaire. Je veux rendre aussi un hommage tout particulier à M. Bonte, qui m'a toujours témoigné tant d'amitié, et particulièrement cette dernière année d'une façon aussi discrète qu'efficace. Il nous reste maintenant à travailler et, comptant sur vous tous, je vous dis merci.

Monsieur l'Abbé TIEGHEM présente ensuite à l'Assemblée l'exercice financier 1971 et le projet du budget 1972. Monsieur le Président le remercie pour sa parfaite gestion des finances de la Société, puis il informe les Membres de la promotion, à titre d'Officier dans l'ordre du Mérite, de M. Paul CORSIN, auquel il adresse ses plus vives félicitations.

### Communication écrite

Paule CORSIN et M.J. LEMOS DE SOUSA. — Sur la découverte de deux fossiles végétaux dans le Carbonifère de São Pedro da Cova.

## SEANCE ORDINAIRE DU 1<sup>er</sup> MARS 1972

PRÉSIDENCE DE MONSIEUR G. SOULIEZ, PRÉSIDENT

Avant de commencer la séance, M. G. SOULIEZ fait procéder à l'élection de nouveaux membres. Ce sont :

M. JOLY Bernard, Professeur au C.E.S. de Meung/Loire, 8, rue de Garambault, 45190 Beaugency, présenté par M. H. Termier et M<sup>me</sup> G. Termier.

M<sup>lle</sup> BRAY Marie-Madeleine, Assistante en Géographie, Résidence Europe, Bâtiment C 8, n° 121, 59370 Mons-en-Barœul, présentée par M. J. Sommé et M<sup>me</sup> Y. Battiau-Quenoy.

M. LE MENN Jean, Assistant, 12, rue St Pol Roux, 29200 Brest, présenté par MM. C. Babin et Y. Plusquellec.

### Communications orales

S. LOBOZIAK. — Contribution à la connaissance du Westphalien inférieur : les mégaspores de la bowette Sud à 248 de la fosse Saint-Mark de l'Unité de production des H.B.N.P.C.

B. HOYEZ. — Thermoluminescence naturelle de grès numidiens d'Italie (\*).

---

(\*) Note soumise à la Commission des Publications.

### Communications écrites

- A.F. DE LAPPARENT et M. LYS. — Etude du Permien et esquisse géologique de la région de Khwahan (Province du Badakhchan, Afghanistan septentrional).
- P. TSOFLIAS. — Esquisse structurale d'un secteur du Péloponnèse septentrional (Massif du Panachaïque et partie nord du Massif de l'Olonos, Grèce).

### SEANCE ORDINAIRE DU 12 AVRIL 1972

PRÉSIDENCE DE MONSIEUR G. SOULIEZ, PRÉSIDENT

---

Monsieur le Président informe d'abord les Membres qu'un Symposium international de Volcanisme et Métallogénie se tiendra à Brest, du 3 au 8 Septembre 1972. Puis il passe à l'élection d'un nouveau membre :

M. PIERSON Gilbert, Ingénieur à la S.A.D.E., 4, rue Gambetta, 59350 Saint-André, présenté par M. J. Gantois et J. Didon.

Monsieur R. MARLIÈRE présente ensuite la feuille de Roisin-Erquennes de la carte géologique de Belgique au 1/25 000<sup>e</sup>, dont il fait don à la Société.

Enfin, Monsieur A. BONTE présente un échantillon de marcassite récolté par M. VOISIN sur le plateau ardennais, entre Revin et Roeroi.

### Communications orales

- Ch. DUPUIS. — Relations entre les grands ensembles structuraux du complexe granitique de Ploumanach-Ile Grande, avec leur radioactivité et leur thermoluminescence.
- J. MANIA. — Hydrogéologie des sables landéniens en Flandres franco-belges et dans le Bassin d'Orchies (\*).

### Communication écrite

- B. ALPERN et H. RAKOTOARIVÉLO. — Étude pétrographique du Bassin Houiller malgache (\*).

---

(\*) Cette communication sera publiée dans le fascicule 2 du Tome XCII.



## Sur la découverte de deux fossiles dans le Carbonifère de São Pedro da Cova (Portugal)

par Paule CORSIN (\*) et M.J. LEMOS DE SOUSA (\*\*)

(Planche I)

*Sommaire.* — Cette étude est un complément à la connaissance de la flore du Carbonifère portugais (Bassin de São Pedro da Cova). Les auteurs y décrivent et figurent deux spécimens dont l'un est nouveau pour le bassin (*Macrostachya carinata* GERMAR) et l'autre (*Sigillaria brardii* BRONGNIART) est signalé pour la première fois dans les couches de la partie orientale de cette formation houillère.

*Resumo.* — Este estudo é um complemento ao conhecimento da flora do Carbónico português (Bacia de São Pedro da Cova). Os autores descrevem e figuram dois espécimes um dos quais é novo para a bacia (*Macrostachya carinata* GERMAR) e outro (*Sigillaria brardii* BRONGNIART) é assinalado pela primeira vez nas camadas da parte oriental desta formação carbonífera.

Au cours de récentes recherches sur la Géologie et la Pétrographie des charbons du Bassin Houiller de São Pedro da Cova (NW du Portugal), on a pu recueillir, en deux points distincts, deux plantes fossiles encore non signalées dans les couches dans lesquelles elles ont été découvertes. Il s'agit, d'une part, d'un exemplaire de *Macrostachya carinata* GERMAR et, d'autre part, d'une empreinte de *Sigillaria brardii* BRONGNIART. Ces spécimens, déposés au Musée de Stratigraphie de la Faculté des Sciences de Porto, ont été prêtés au Laboratoire de Paléobotanique de Lille afin qu'une étude puisse en être faite (\*\*).

### I. — *Macrostachya carinata* GERMAR

L'exemplaire de *Macrostachya carinata*, figuré Pl. I, fig. 1, provient des couches exploitées au Siège Bimbarra. Celles-ci appartiennent à l'ensemble que l'on appelle "couches classiques de São Pedro da Cova" (Fonseca, 1959) qui, depuis les

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

(\*\*) Faculté des Sciences de Porto, Département des Sciences de la Terre. Boursier de l'Institut pour la Haute Culture et du Comité Permanent INVOTAN, Portugal.

Note déposée le 2 Février 1972.

travaux de Teixeira (1944, 1946, 1954), sont considérées comme appartenant au "Stéphanien moyen supérieur et peut-être, en partie, au Stéphanien supérieur". Jusqu'à présent, aucun cône fructifère de calamariacée n'a été signalé dans ces couches bien que de nombreux fragments de tiges et rameaux (*Calamites*), ainsi que de feuilles (*Annularia*, *Asterophyllites*) y aient été rencontrés.

Ce cône fructifère, malheureusement brisé dans sa partie supérieure, est visible sur une longueur de 12 cm. Il présente une base étroite (10 mm environ) à partir de laquelle on observe un rapide redressement à 90° de l'ensemble des bractées qui le constituent. Simultanément d'ailleurs, les bords latéraux s'écartent l'un de l'autre et restent parallèles entre eux de sorte que le cône est cylindrique (d'un diamètre de 35 mm environ).

Ainsi qu'on peut le voir Pl. I, fig. 1a et 1b, ce strobile est composé de verticilles alternants et imbriqués de bractées. Ces verticilles sont très rapprochés les uns des autres et autant que l'on puisse en juger, car on ne distingue pas l'axe du cône, les internœuds n'ont environ que 5 mm

(\*\*\*) Nous tenons à remercier ici M. le Professeur M. Montenegro de Andrade, Directeur du Département des Sciences de la Terre de la Faculté des Sciences de Porto, qui nous a accordé toutes les facilités pour effectuer cette étude.

de hauteur. On compte entre 24 et 28 bractées par verticille. Celles-ci sont linéaires et étroites, terminées à leur extrémité par une courte pointe et soudées à leur base les unes aux autres sur une grande partie de leur longueur ; elles se détachent assez perpendiculairement à l'axe du cône puis se redressent verticalement, c'est ce que l'on distingue Pl. I, fig. 1a, où est figurée la partie basilaire de ce strobile. Ainsi, les verticilles de bractées constituent-ils autour de l'axe des "disques" superposés qui se recouvrent l'un l'autre à leur partie proximale et dont le bord extérieur (qui correspond aux extrémités libres des bractées) est denticulé. On ne distingue donc extérieurement sur le strobile que la partie terminale de chacune des bractées et la surface de ce dernier apparaît couverte de verticilles serrés de petites languettes très rapprochées les unes des autres, sub-rectangulaires à la base et pointues au sommet, ornées d'une légère crête médiane, longues de 6 à 7 mm et larges de 1 à 2 mm. Sur la droite du cône, quelques bractées se sont légèrement décollées et rabattues latéralement, ce qui permet de mieux reconnaître la forme et l'aspect de leur partie distale libre (Pl. I, fig. 1a).

A cause de l'aspect de ses bractées libres sur une longueur relativement réduite, ce spécimen a été rattaché à *Macrostachya carinata* GERMAR (= *Macrostachya infundibuliformis* BRONGNIART, non BRONN). Il y a lieu, à ce sujet, de préciser cette équivalence synonymique proposée par Zeiller (1878) et peu reprise par la suite, les auteurs utilisant généralement la dénomination *M. infundibuliformis* BRONGNIART.

L'espèce *infundibuliforme* a été créée en 1828 par Bronn, puis reprise la même année par Brongniart (1828, p. 119), qui reproduit la figure de *Equisetum infundibuliforme* BRONN (Brongniart, 1828, Pl. XII, fig. 16), à côté de formes qu'il rapproche seulement de *E. infundibuliforme* (Brongniart, 1828, Pl. XII, fig. 14 et 15) mais qu'il avait déjà figurées (1822) sans leur donner de nom exact ("empreinte de plante analogue aux graines des *Equisetum* et appartenant probablement à une Calamite"). C'est de là que vient une confusion qui a été reconnue par Gutbier (1835, p. 30) qui désigne ces derniers sous le nom de *E. infundibuliforme* var. B, car ils sont indiscutablement différents de l'échantillon type de *E. infundibuliformis* BRONN. Jusqu'alors, ce ne sont que de très petits fragments de strobile qui sont figurés et on ne connaît donc pas l'aspect du cône de cette espèce. Par contre, Gernar (1851, p. 90,

Pl. XXIII, fig. 1 et 2), donne des dessins très représentatifs d'un strobile qu'il dénomme *Huttonia carinata* en assimilant *E. infundibuliforme* var. B à sa nouvelle espèce. C'est d'ailleurs ces figures que reprend Schimper (1869, Pl. XXIII, fig. 16 et 17) quand il crée le genre *Macrostachya*, tout en adoptant le nom spécifique de *infundibuliformis*. Bien que Zeiller (1878, p. 23) ait montré qu'il était de ce fait préférable d'appeler cette plante *Macrostachya carinata*, la plupart des auteurs ont, depuis, utilisé le terme *M. infundibuliformis* BRONGNIART, non BRONN.

*Macrostachya carinata* se rencontre surtout dans le Westphalien C et D, ainsi que dans le Stéphanien ; il a cependant été recueilli dès le Westphalien B et jusqu'au Permien.

La découverte de *Macrostachya carinata* dans les "couches classiques de São Pedro da Cova" n'apporte donc aucune précision pour la détermination de l'âge de cette formation, mais elle ajoute un élément supplémentaire à la connaissance de la flore fossile de ce Bassin.

## II. — *Sigillaria brardii* BRONGNIART

C'est dans les "couches orientales de São Pedro da Cova" (Fonseca, 1959) qu'a été recueilli en affleurement, dans un endroit appelé "pesquizas do Zé da Amiga", le spécimen de *Sigillaria brardii* figuré Pl. I, fig. 2.

Ces couches, datées d'abord du Westphalien D (Fonseca, 1954 ; Teixeira, 1954), sont aujourd'hui considérées (Fonseca, 1959) comme d'âge stéphanien moyen inférieur ; elles renferment une flore plus pauvre que celle des "couches classiques" bien que l'on y observe une abondance particulière de Sigillaires cannelées. Cependant, aucune Subsigillaire n'y avait été reconnue jusqu'à ce jour.

Le spécimen recueilli dans les "couches orientales" est tout à fait typique de l'espèce *Sigillaria brardii* et comparable en tous points à l'échantillon type figuré par Brongniart (1822, Pl. I, fig. 5). C'est un fragment d'axe dont la surface est couverte de grandes cicatrices foliaires allongées transversalement et occupant chacune presque entièrement un coussinet foliaire assez bien délimité. Les cicatrices foliaires, de forme rhomboïdale, montrent un bord supérieur rond à aplati et un bord inférieur généralement arrondi. Les angles latéraux sont aigus et constituent des pointes effilées. A leur niveau qui correspond sensiblement à la mi-hauteur de la cicatrice, cette dernière a une

largeur de 13 à 15 mm. Sa hauteur maximum (entre les bords inférieur et supérieur) est de 7 à 8 mm.

La cicatricule foliaire, qui correspond au faisceau libéro-ligneux de la feuille, se situe au 1/3 supérieur de la cicatrice. Elle est linéaire à légèrement incurvée vers l'avant, allongée transversalement et relativement longue (1 à 2 mm). Les cicatricules latérales apparaissent beaucoup moins nettement ; obliques et en forme de croissant, elles englobent la cicatricule ventrale. Enfin on remarque encore, immédiatement au-dessus de la cicatrice foliaire et en l'échançant légèrement, la cicatrice ponctiforme laissée par la ligule.

Ces cicatrices foliaires sont portées par des coussinets saillants séparés par des sillons flexueux entrecroisés bien marqués. On est donc ici en présence d'une forme *Clathraria* typique telle qu'elle a été définie par Brongniart (1822) pour l'espèce *brardii* alors dénommée *Clathraria brardii*. La forme générale de ces coussinets correspond presque à celle des cicatrices qu'ils semblent d'ailleurs souligner, car ils sont à peine plus grands que celles-ci ; leur contour est ovalaire à elliptique, allongé transversalement, avec angles latéraux aigus et ils constituent autour des cicatrices un bourrelet large de 2 mm environ.

L'espèce *Sigillaria brardii*, accompagnée de restes fragmentaires de *Sigillariostrobus* et de *Sigillariophyllum*, a été signalée pour la première fois dans le Carbonifère portugais par Teixeira

(1937) dans les couches de Valdeão, qui correspondent aux "couches classiques de São Pedro da Cova". Toujours dans celles-ci, *S. brardii* a été trouvée au toit de la 1<sup>re</sup> veine (Fonseca, 1954) et au toit de la 2<sup>me</sup> veine, siège 2 Norte (\*). Enfin, Teixeira (1956) a encore décrit et figuré sous le nom spécifique de *Sigillariostrobus serreatus*, un cône fructifère de Sigillaire provenant également des "couches classiques de São Pedro da Cova" et qu'il attribue à *Sigillaria brardii*.

*Sigillaria brardii* est une Subsigillaire surtout stéphanienne, mais que l'on peut néanmoins rencontrer dès le Westphalien C et que l'on trouve encore, en certaines régions, dans le Permien inférieur. Elle a en outre été reconnue dans le Stéphanien du Centre de la France, en Grande-Bretagne dans le Westphalien C et D, en Allemagne dans le Stéphanien et le Permien inférieur, en Espagne dans le Westphalien D.

Cette Sigillaire ne permet donc pas de préciser l'âge des "couches orientales" de São Pedro da Cova. S'il nous a paru nécessaire de figurer ce très beau spécimen, tout à fait identique à l'échantillon type de l'espèce, c'est parce qu'il contribue à préciser l'ensemble floristique de ces couches où l'espèce *Sigillaria brardii* est signalée pour la première fois. Remarquons d'ailleurs que, même dans les "couches classiques", peu d'échantillons vraiment représentatifs ont été rencontrés jusqu'alors.

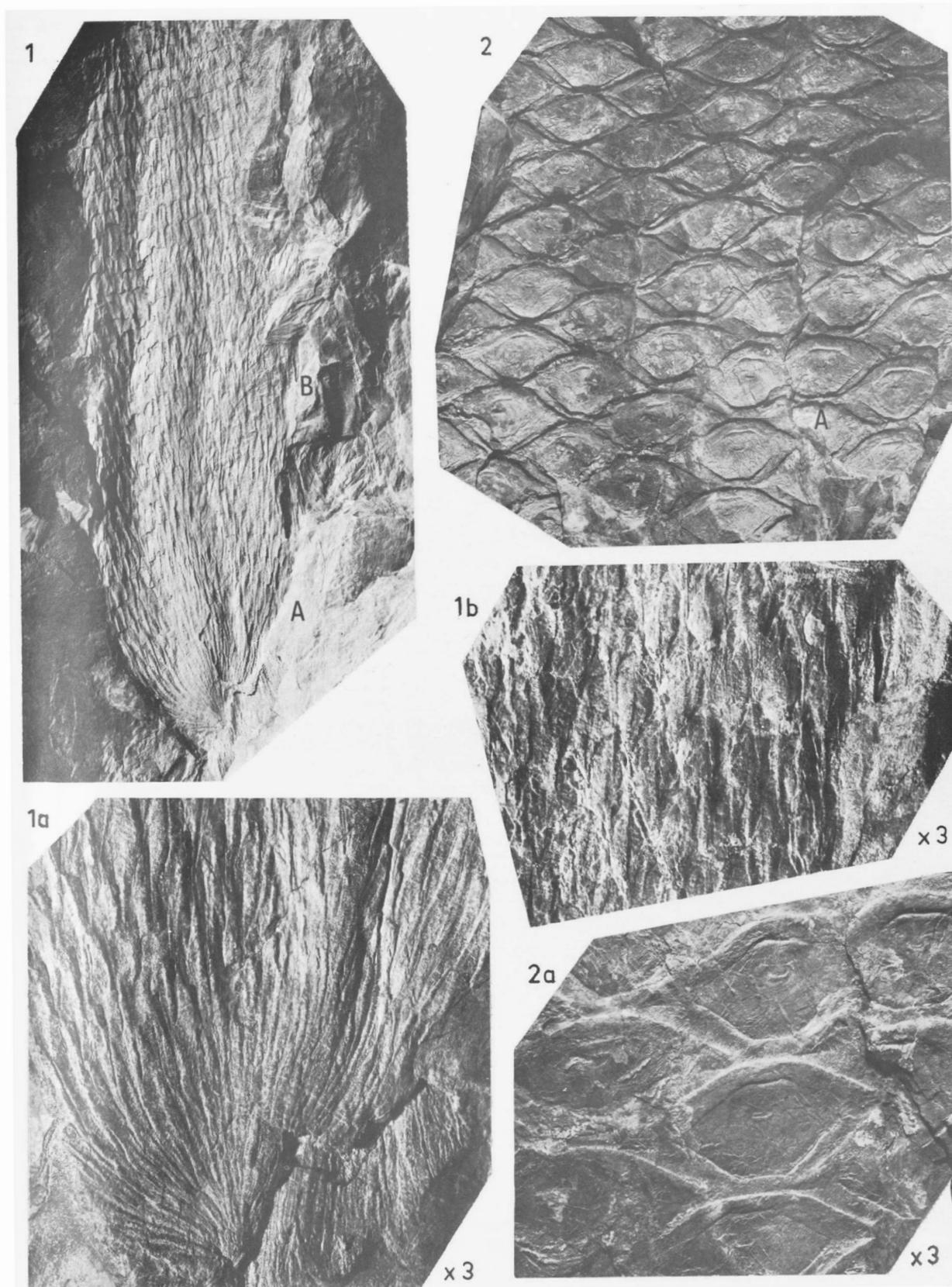
(\*) Renseignement oral fourni par M. N.C. Fonseca.

#### LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

- 1) BRONGNIART A. (1822). — Classification et distribution des végétaux fossiles, Paris.
- 2) BRONGNIART A. (1828). — Histoire des végétaux fossiles, Paris.
- 3) BRONN H.G. (in BISCHOFF) (1828). — Die kryptogamischen Gewächse mit besonderer Berücksichtigung der Flora Deutschlands und der Schweiz Nürnberg.
- 4) FONSECA N.C. (1954). — Acerca da ocorrência de Sigilárias do tipo canelado no Carbonífero de São Pedro da Cova. *Bol. Soc. Geol. Portug.*, n° 11, pp. 119-126.
- 5) FONSECA N.C. (1959). — A propósito dos carvões da Zona Oriental da Bacia Carbonífera de São Pedro da Cova. *Rev. Fac. Engenh. Porto*, n° 24, (1), pp. 3-19.
- 6) GERMAR E.F. (1851). — Die Versteinerungen des Steinkohlengebirges von Wettin und Löbejün vorkommenden Pflanzen, Halle.
- 7) GUTBIER A. (1835). — Versteinerungen des Zwickauer Schwarzkohlengebirges und seiner Umgebungen.
- 8) SCHIMPER W.P. (1869). — Traité de Paléontologie végétale, t. I, Paris.
- 9) TEIXEIRA C. (1937). — "Lycopodiales" do Antracólítico português. *Bol. Mus. Labor. Miner. Geol. Univ. Lisboa*, 2<sup>me</sup> sér., n° 6, pp. 131-139.
- 10) TEIXEIRA C. (1944). — O Antracólítico continental português (Estratigrafia - Tectónica). Porto.
- 11) TEIXEIRA C. (1946). — Estudo dos fósseis vegetais provenientes dos testemunhos dos sondagens geológicas realizadas em São Pedro da Cova. Lisbonne.
- 12) TEIXEIRA C. (1954). — Notas sobre a Geologia de Portugal. O Sistema Permo-Carbónico. Lisbonne.
- 13) TEIXEIRA C. (1956). — Une nouvelle espèce de "*Sigillariostrobus*" du Stéphanien portugais. *Bol. Mus. Labor. Miner. Geol. Fac. Cienc. Univ. Lisboa*, 7<sup>me</sup> sér., n° 24, pp. 121-123.
- 14) ZEILLER R. (1878). — Végétaux fossiles du Terrain Houiller de la France. *Explic. Carte Géol. France*, vol. IV, fasc. 2.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I

- FIG. 1. — *Macrostachya carinata* GERMAR (Gr. nat.).  
Cette figure montre l'aspect général de ce cône allongé, recourbé à sa base à son point d'insertion sur l'axe.
- FIG. 1a. — *Macrostachya carinata* GERMAR.  
Partie A de la figure précédente au grossissement 3, ce qui permet de distinguer les verticilles de bractées de la base du cône. Celles-ci sont linéaires, soudées entre elles sur une grande longueur et terminées en pointe à leur extrémité.
- FIG. 1b. — *Macrostachya carinata* GERMAR.  
Partie B de la figure 1 au grossissement 3, qui montre les bractées très serrées recourbées vers l'axe.
- FIG. 2. — *Sigillaria brardii* BRONGNIART (Gr. nat).  
Cette Sigillaire apparaît ici sous sa forme *Clathraria*, avec coussinets nettement délimités.
- FIG. 2a. — *Sigillaria brardii* BRONGNIART.  
Partie A de la figure précédente au grossissement 3. On voit bien ici le détail de la grande cicatrice foliaire avec ses 3 cicatricules et sa cicatrice ligulaire.





## Etude du Permien et esquisse géologique de la région de Khwahan (Province du Badakhchan, Afghanistan septentrional)

par Albert F. DE LAPPARENT (\*) et Maurice LYS (\*\*)

(Planches II et III)

*Sommaire.* — La région de Khwahan, située dans une boucle de l'Amou Daria au NW du Badakhchan afghan, comporte, dans les montagnes, des calcaires contenant une riche microfaune (Fusulines, autres Foraminifères), Algues nombreuses et des Polypiers, du Permien le plus inférieur (Sakmarien) ; ils sont surmontés de schistes appartenant sans doute à l'Artinskien.

De grandes failles N-S abaissent, sous une ancienne plaine fluviale, le Jurassique et le Crétacé, tandis que des structures plissées, avec poussées intenses vers l'W et même des renversements, caractérisent le secteur montagneux.

La région de Khwahan se trouve sur un linéament tectonique important, au contact du front du Pamir en voie de soulèvement et du bassin du Tadjikistan, rempli de puissantes molasses néogènes plissées.

*Summary.* — The Khwahan area is located in a curve of Amu Daria River, in the North-Western part of Afghan Badakhshan. Mountains are made of limestone, holding an abundant microfauna (Fusulines) and Algae with Corals, from the lowermost Permian (Sakmarien). Shales above may be of Artinskian age.

Some big faults, trending from the North to the South, let down the Jurassic and the Cretaceous, under an old river plain. Many folded structures, with overturns pushed westward, may be seen in the mountains.

The Khwahan area covers a very important tectonic feature, between the arising Pamir and the Tadjikistan basin, filled up with neogenous sandstones and conglomerates.

### INTRODUCTION

Un voyage à Khwahan dans un secteur très isolé du Badakhchan afghan (fig. 1), n'est devenu pratiquement réalisable que depuis l'organisation d'une ligne aérienne par "Bakhtar Airline". Au lieu de plusieurs jours à cheval depuis Fayzabad, trente minutes suffisent désormais... C'est ainsi que l'un de nous (A.L.) put effectuer quelques observations géologiques autour de Khwahan en 1970, dans une des régions les moins étudiées de l'Afghanistan (\*\*\*) .

Tandis que l'étude des Foraminifères et des microfaciès était faite par l'un de nous (M.L.), les Polypiers étaient confiés à I.V. Pyzhjanov, les

Bryozoaires et quelques Brachiopodes à H. et G. Termier. Nous remercions ces spécialistes d'avoir bien voulu nous communiquer leurs résultats.

Cette première étude de la région de Khwahan insistera sur les terrains permien, bien développés, et comportera les paragraphes suivants :

- I. — Situation géographique.
- II. — Stratigraphie et paléontologie du Permien.
- III. — Les terrains post-permiens.
- IV — Aperçu structural et conclusion.

(\*\*\*) On ne confondra pas la région de Khwahan avec le Wakhan, longue vallée faisant également partie de la province du Badakhchan et qui touche à la Chine à l'Est (fig. 1).

Pour cette reconnaissance à Khwahan, nous étions munis d'une autorisation spéciale. Nous fûmes constamment accompagnés par M. Ansar Skandari, géologue afghan, et les itinéraires eurent lieu dans les limites autorisées et sous escorte militaire.

(\*) Institut de Géologie IGAL, 21, rue d'Assas, Paris 6.

(\*\*) Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, Laboratoire de Géologie historique, 91-Orsay.

Note déposée le 1<sup>er</sup> Mars 1972.



FIG. 1. — Carte de situation.

Du : Duchanbé. — Fz : Fayzabad. — KBL : Kaboul. — Kn : Kandahar. — Kz : Kunduz. — Ta : Tachkent.

### I. — Situation géographique.

La région de Khwahan est inscrite dans une boucle du fleuve Amou Daria, encore nommé ici Daria-i-Panj (fig. 2). Du point de vue géologique, elle se trouve dans la zone du Darwaz, qui se prolonge dans le Pamir septentrional (Barkhatov, 1963 ; Desio, 1965 ; Arkhupov et al., 1970). Sur territoire afghan, que seul nous envisageons ici, on distingue deux secteurs bien différents : à l'Ouest, une vaste plaine alluviale, reste d'un ancien cours du fleuve, à l'altitude de 1 000 m ; à l'Est, une zone montagneuse qui s'élève très rapidement à 4 000 m. Manifestement, une zone de failles commande l'articulation de ces deux parties.

Par suite de cette disposition naturelle, des populations tadjiks se sont établies dans la plaine de Khwahan, encadrée dans de hautes montagnes et jouissant d'un micro-climat favorisé : chaud soleil, eau abondante, neige ne tenant pas. La culture du maïs et surtout celle du blé prospèrent dans la plaine et sur les collines de piémont. L'exploitation des récoltes est faite au moyen de trai-

neaux sur patins en bois, tirés par des bœufs. La roue n'est pas encore en usage à Khwahan et jamais une voiture automobile n'y est parvenue.

Cette petite région est en effet complètement isolée du reste du monde. Deux étroits sentiers seulement la relie aux centres administratifs du Badakhchan : l'un au SW réussit à s'élever dans les gorges de calcaires permien de Ab-i-Tang, pour gagner des cols et des plateaux à 3 000 m, en direction de Fayzabad. L'autre se dirige vers l'Est et le Nord-Est, en s'élevant d'un coup jusqu'à des cols de 3 500 et 3 612 m et permet, en six jours à cheval, de gagner Neisar au Darwaz afghan. Mais déjà, le 20 septembre 1970, la neige était tombée sur les hauteurs et dès le début de l'hiver, les communications se trouvent coupées.

### II. — Stratigraphie et paléontologie du Permien.

Les terrains permien constituent, pour l'essentiel, la zone montagneuse à l'Est de Khwahan. Nous les avons examinés en cinq points (fig. 2) :

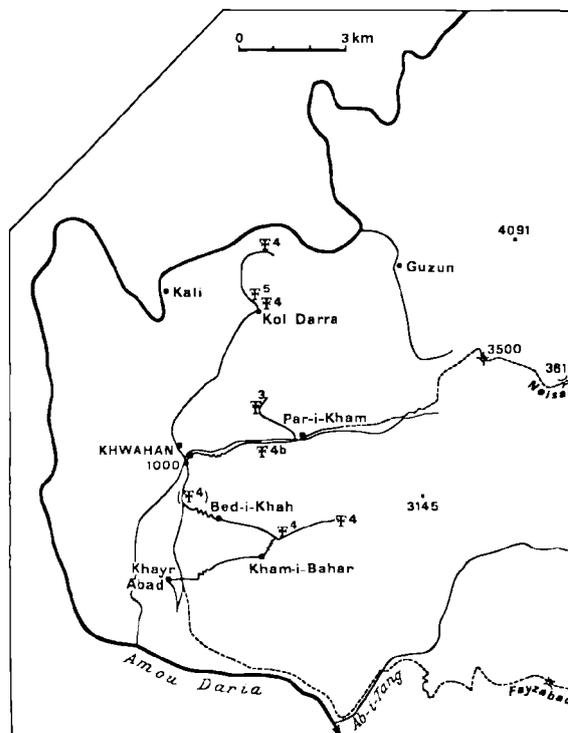


FIG. 2. — La région de Khwahan. Itinéraires (trait continu), sentiers (tireté) et points fossilifères (numéros de la fig. 3).

- Nord de Kol Darra ;
- Kol Darra village ;
- Nord-Ouest de Par-i-Kham ;
- Vallée de Par-i-Kham ;
- Est de Bed-i-Kha.

Les coupes locales sont assez perturbées et parfois inversées, comme à Par-i-Kham (fig. 5). La succession réelle des terrains a donc été reconstituée selon une coupe synthétique (fig. 3). En voici la description.

1-2) Les couches 1 et 2 n'ont pu être vues qu'à distance et le contact avec le Permien est faillé. Il s'agit de roches volcaniques vertes et de schistes, qui appartiennent probablement au Carbonifère (renseignement de M. N.G. Vlasov).

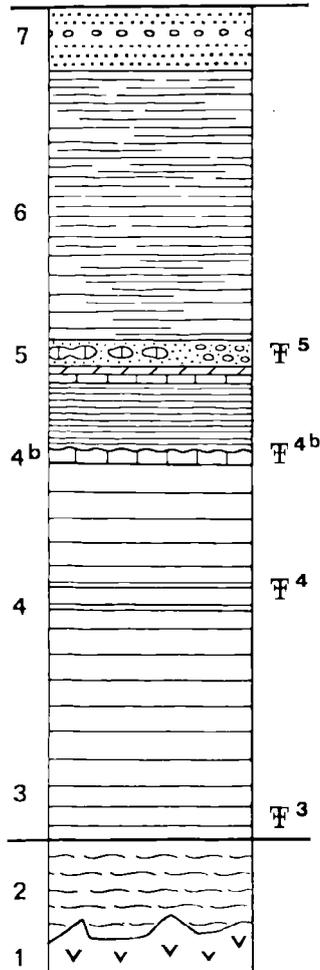


FIG. 3. -- Coupe synthétique du Permien de Khwahan. (Légende dans le texte).

3) La couche la plus ancienne que nous ayons examinée (n° 3) est formée de calcaires gris ou noirs, affleurant en série renversée au sommet d'une colline au NW de Par-i-Kham. Nous y avons vu de petites Fusulines et des débris de coquilles. A l'examen microscopique, on a reconnu (p.m. 7814) :

*Fusulinella (Pseudofusulinella) cf. utahensis*  
THOMPSON,  
*Schubertella* sp.

*Pseudofusulinella cf. utahensis*, d'abord décrite du Virgilien du Nevada, a été signalée et figurée par R. Tchernouzova (1965) dans l'Oural, à l'Assélien, dans les zones à *Schwagerina moelleri* et *Schw. sphaerica*. Mis à part *Schubertella* sp., elle est la seule forme existant à ce niveau à Par-i-Kham, mais elle suffit à indiquer la base du Permien inférieur (tableau I).

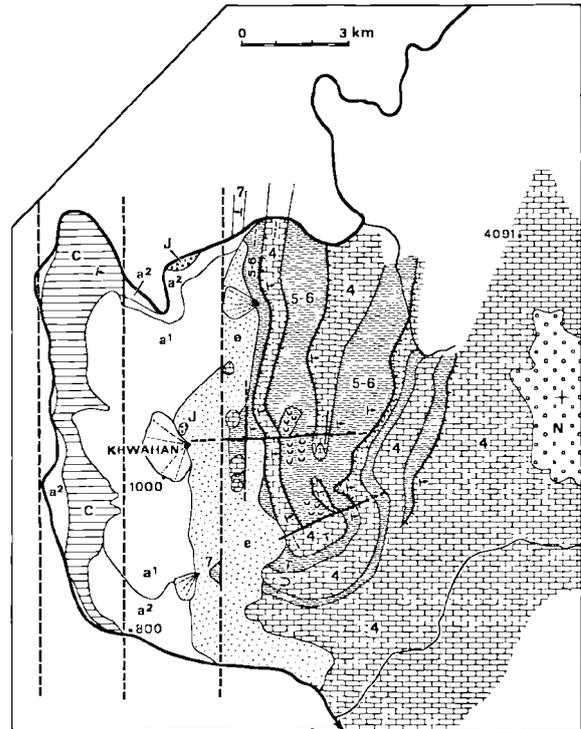


FIG. 4. — Esquisse géologique de la région de Khwahan. 4..7 : niveaux dans le Permien (cf. fig. 3). — J : Jurassique. — C : Crétacé. — N : Néogène. — a<sup>1</sup> : cailloutis fluviatiles anciens. — a<sup>2</sup> : dépôts sub-actuels. — e : éboulis des collines de piémont.

Cônes de déjection et coulées boueuses : en figurés classiques. Trait gras, continu ou interrompu : faille. — Ligne ondulée et barbelée : chevauchement.

4) Ensuite se développe une grande masse de calcaires gris (n° 4), tantôt en bancs réguliers avec des silex noirs et nombreuses Fusulines groupées en nids, tantôt à formations plus massives, à Polypiers, avec ou sans Fusulines.

Nous avons fait des récoltes vers le milieu de ces calcaires, en plusieurs points. Le gisement le plus riche en fossiles se trouve au Nord de Kol Darra et la faune comprend :

FORAMINIFÈRES (p.m. 7815, 7816, 7817) :

*Climacammina sphaerica* POTIEVSKAYA  
*Deckerella* aff. *composita* REITLINGER  
*Bradyina compressa* MOROZOVA  
*Bradyina lucida* MOROZOVA  
*Bradyina major* MOROZOVA  
*Nodosaria* sp.  
*Permodiscus* sp. (n. sp. ?)  
*Boultonia* sp.  
*Quasifusulina cayeuxi caspiensis* SCHERBOVICH  
*Quasifusulina karawanensis* A.D.M. MAKLAY  
*Triticites haydeni* (OZAWA)  
*Rugosofusulina* aff. *latioralis* RAUSLER  
*Rugosofusulina* aff. *splendida* BENSCH  
*Paraschwagerina inflata* CHENG (?)  
*Pseudofusulina* aff. *sulcata* KORZH.  
*Pseudofusulina ellipsoidea bangiensis* LEVEN  
*Pseudofusulina hindukushiensis* LEVEN.

Nous rapprochons *Quasifus. cayeuxi caspiensis* de *Quasifus. longissima pseudoelongata* A.D.M. MAKLAY, décrite par Leven (1971) à Bangui en Afghanistan du Nord. Leven signale également (ibid.) avoir trouvé *Minojapanella* sp. dans les gisements sakmariens du Nord de l'Afghanistan ; peut-être s'agit-il de la même forme que nous appelons ici *Boultonia* sp. ?

Cette microfaune indique le Sakmarien au sens de Leven et correspond probablement à la zone à *Schwagerina moelleri* et *Pseudofusulina fecunda* de R. Tehernouzova (1965) (Assélien).

COELENTERÉS :

Tabulata : *Michelinopora* sp.

Rugosa : *Caninia* ex gr. *mappingense* LEE et YÜ

*Caninia pachyseptata* PYZHJANOV (sp. nov. in litt.)

*Caninophyllum* ex gr. *domheri* FOMITSCHEV

*Caninophyllum fomitschevi* PYZHJANOV (sp. nov. in litt.)

*Bothroclisia* sp.

Cette faune de Polypiers, déterminée par I.V. Pyzhjanov, est connue de lui dans le SW du Darwaz, où elle se trouve dans l'étage Karachatyrien de A.D.M. Maklay.

BRYOZOAIRES :

*Septopora* cf. *orientalis* (BASSLER)

*Rhombopenestella rhomboidea* (NIKIFOROVA)

*Rhombopora* sp.

BRACHIOPODES :

Productidae : *Costiferina* cf. *leplayi* (VERN.)

GASTÉROPODES :

*Bellerophon* sp.

Les déterminations des Brachiopodes et des Bryozoaires, dues à H. et G. Termier, s'accordent avec un âge Permien inférieur.

Dans la gorge de Par-i-Kham, les calcaires de ce niveau 4 ont encore livré des Polypiers :

*Caninia pachyseptata* PYZHJANOV (sp. nov. in litt.)  
*Caninia* sp.

Deux autres gisements ont été examinés à l'Est de Bed-i-Kha. Le plus loin au fond de la vallée contient seulement des Polypiers :

*Caninia* cf. *scheunovi* FOMITSCHEV  
*Caninia* ex gr. *kueichsinensis* LEE et YÜ.

Ces formes sont connues dans la partie supérieure de l'étage Karachatyrien dans le SW du Darwaz, d'après I.V. Pyzhjanov.

Un deuxième point, proche de l'embranchement du sentier de Kham-i-Bahar, est riche en Algues et en Fusulines. On a reconnu dans la p.m. 7818 :

ALGUES :

Formes feutrantes (oncholites) : *Ungdarella* sp.

*Cuneiphyucus johnsoni* FLÜGEL

*Girvanella permica* PIA

Formes isolées : *Archaeolithophyllum* sp.

*Atractyloopsis carnica* FLÜGEL

*Anthracooporella spectabilis* PIA

*Epimastopora hunzaensis* ZANTY BURI

*Epimastopora piae* BILGÜTAY

*Gyroporella symetrica* JOHNSON

*Gyroporella* sp.

*Osagia incrustata* TWENHOFEL

FORAMINIFÈRES :

*Staffella* sp.

*Triticites haydeni* (OZAWA)

*Pseudofusulina composita* KORZH.

*Pseudofusulina* aff. *moelleri* (SCHELLWIEN)

BRYOZOAIRES et GASTÉROPODES indéterminés (fragments).

Il faut signaler la grande richesse en Algues de ce gisement, tant en formes isolées qu'en formes feutrantes. Celles-ci se présentent sous la forme d'oncholites, dont le noyau est formé tantôt de débris clastiques identifiables, tantôt de Fusulines autour desquelles les Algues s'agglomèrent.

L'âge indiqué par cette microfaune est Sakmarien, zone à *Pseudofusulina moelleri* possible (Sakmarien s. str., Tastubsk).

Des blocs non en place, récoltés dans les éboulis à l'Ouest de Bed-i-Kha, mais provenant de ce même niveau n° 4, ont fourni de bons échantillons (p.m. 7819) :

ALGUES :

Formes feutrantes : grands oncholites analogues à ceux de la p.m. 7818. La taille des oncholites algaires est ici remarquable et atteint 2,5 cm de diamètre.

Formes isolées : *Atractylhopsis carnica* FLÜGEL.  
*Epimastopora alpina* KOCH. et HERAK  
*Gyroporella symetrica* JOHNSON  
*Hikorocodium* ?

FORAMINIFÈRES :

*Climacammina sphaerica* POT.  
*Deckerella* aff. *composita* REITLINGER  
*Plectogyra bradyi* (MIKHAILOV)  
*Hemigordius* sp.  
*Boultonia* sp.  
*Pseudofusulina* aff. *moelleri* (SCHELLWIEN)

Une telle microfaune est du Sakmarien, zone à *Pseudofusulina moelleri* possible (Sakmarien s. str., Tastubsk).

BRYOZOAIREs et GASTÉROPODES indéterminés (fragments).

4b) La masse des calcaires, dont la puissance est de l'ordre de 300 mètres, mais peut s'épaissir considérablement (gorges de Ab-i-Tang), se termine par des bancs avec des surfaces balayées par des courants, où s'accumulent des fossiles et des fragments détritiques (n° 4b). Dans un échantillon prélevé dans la gorge à l'Ouest de Par-i-Kham, une p.m. 7820 a donné :

ALGUES concrétionnées, sans structure évidente.

FORAMINIFÈRES :

*Tuberitina bulbacea* GALL. et HARLTON  
*Glomospirella* sp.  
*Deckerella* aff. *composita* REITLINGER  
*Tetrataxis* sp.  
*Globivalvulina* cf. *ovata* C. et WATERS  
*Plectogyra bradyi* (MIKHAILOV)  
*Calcitornella* sp.  
*Lasiodiscus tenuis* REICHEI  
*Geinitzina postcarbonica* SPANDEL  
*Nodosaria* sp.  
*Boultonia* sp.  
*Pseudofusulina* aff. *moelleri* (SCHELLWIEN)

BRYOZOAIREs abondants.

La microfaune de ce calcaire très bioclastique indique le Sakmarien, zone à *Pseudofusulina moelleri* (Sakmarien s. str., Tastubsk).

BRACHIOPODES : *Productidae* indéterminés.

5) Puis la sédimentation devient assez troublée et variable suivant les points. Dans le secteur de Kol Darra, on a, sur une épaisseur de 80 m environ, des marnes schisteuses, puis un niveau de grès

grossiers, de grès verts glauconieux, de calcaires noduleux, de conglomérats avec blocs de calcaires gris (n° 5). Dans la p.m. 7821, provenant des calcaires noduleux, on a reconnu :

ALGUES :

Formes feutrantes (Oncholites)  
Formes non concrétionnées : *Girvanella permica* PIA

FORAMINIFÈRES :

*Tuberitina bulbacea* GALL. et HARLTON  
*Climacammina gigas* SULEIMANOV  
*Deckerella* aff. *composita* REITLINGER  
*Tetrataxis* sp.  
*Globivalvulina graeca* REICHEI  
*Globivalvulina* cf. *ovata* C. et WATERS  
*Globivalvulina* sp.  
*Boultonia* sp.  
*Schubertella* sp.  
*Biwaella* sp. (remaniées)  
*Triticites* sp. (remaniées)  
*Pseudofusulina* aff. *moelleri* (SCHELLWIEN) (sections incomplètes ou mal orientées).

BRYOZOAIREs indéterminés.

La microfaune suggère la partie supérieure du Sakmarien, zone à *Pseudofusulina moelleri* ou plus élevée (Sterlitamaksk ?).

Le microfaciès de cette p.m. 7821 est assez particulier. On remarque un niveau algaire, oncholitique, où les Fusulines fournissent, la plupart du temps, l'élément qui fixe les Algues feutrantes. On note également des Fusulines remaniées (*Triticites*, *Biwaella*, etc.), ce qui confirme la place de ce niveau dans le Sakmarien le plus élevé que nous ayons rencontré.

BRACHIOPODES : *Productus* sp.

6) Ensuite apparaît une série monotone, à sédimentation rythmique, formée de marnes schisteuses grises ou verdâtres, coupées de bancs siliceux centimétriques (n° 6). L'épaisseur est d'environ 300 m ; nous n'y avons trouvé aucune trace organique.

7) Puis on passe à des grès rouges et à des conglomérats à éléments siliceux (n° 7), formation d'origine continentale qui termine ici le Permien.

La coupe à l'Est de Par-i-Kham est un peu différente et montre des changements de faciès témoignant d'une sédimentation instable dans le niveau 5. La gorge étroite est entaillée dans un calcaire à peine stratifié correspondant au niveau n° 4. Au-dessus, viennent des marnes schisteuses sur environ 50 m d'épaisseur, puis des grès verdâtres et des conglomérats rougeâtres (20 m) qui doivent correspondre au niveau 5 de Kol Darra.

Ils sont surmontés par des marnes schisteuses n° 6, qui dessinent des replats herbeux sur la pente des hautes montagnes, formées surtout de calcaires n° 4 (fig. 5).

ATTRIBUTIONS STRATIGRAPHIQUES.

Si l'on se réfère à la classification du Permien inférieur marin (tableaux I et II), on voit que l'ensemble de la faune indique le Permien inférieur, et plus précisément le Sakmarien s. l., pour l'ensemble des calcaires 3 à 5 de Khwahan. Les Fusulinidés, qui sont ici abondants, permettent des distinctions plus fines.

— Le niveau 3 correspond au Sakmarien " inférieur " au sens de Leven, c'est-à-dire à l'Assélien de Rauser-Tchernouzova, ou encore au Virgilien de la classification américaine. Nous sommes ici à la base du Permien, à la limite du Carbonifère ; certains auteurs mettent encore volontiers l'Assélien tout au sommet du Carbonifère.

PERMIEN SUP.	Kubergandien	} Darwazien
	Artinskien	
PERMIEN INF.	Sakmarien s.l.	} Sakmarien s.s.
	— Karachatyrien	
CARBONIFERE SUP.	Gzhélien	

TABLEAU I

Subdivisions du Permien inférieur au Pamir (d'après Leven, 1965 et 1967) et au Darwaz, adoptées dans ce travail.

Etages	Horizons	Sous-horizons	Zones à Fusulines	Khwahan
ARTINSKIEN			<i>Parafusulina lutugini</i>	
SAKMARIEN s. l.	SAKMARIEN s. str.	Kondouro	<i>Pseudofusulina plicatissima</i>	25 (7821)
		Maloik	<i>Pseudof. ex gr. callosa</i> <i>Pseudof. ex gr. schellwieni</i>	
	TASTUBSK	Sarabyl	<i>Pseudofusulina verneuili</i>	4b (7820)
		Karamouroun	<i>Pseudofusulina moelleri</i>	4 (7818, 7819)
		Kourmain	<i>Schwagerina sphaerica</i> + <i>Pseudof. firma</i>	
ASSELIEN	Ouskalyk	<i>Schwagerina moelleri</i> + <i>Pseudof. fecunda</i> <i>Schwagerina vulgaris</i> + <i>Schwag. fusiformis</i>	4 (7815, 7816, 7817) 3 (7814)	
GHZELIEN	ORENBURGIEN		<i>Daixina sokensis</i> <i>Triticites jugulensis</i> <i>Triticites stuckenbergi</i>	

TABLEAU II

Zones à Fusulines du Carbonifère supérieur (Gzhélien) et du Permien inférieur (Sakmarien s.l.) dans l'Oural. Repris de Rauser-Tchernouzova 1965 et de Scherbovich 1969 (à noter que ces deux auteurs rangeaient encore l'Assélien dans le Carbonifère le plus supérieur).

A droite du tableau, numéros de la coupe fig. 3 et position des échantillons (n° des plaques minces) de Khwahan.

— Le niveau 4, situé au sein de la masse des calcaires, est du Sakmarien, équivalent du Karachatyrien ; on a vu que la faune de Polypiers confirme pleinement cette attribution.

— Le niveau 4b, au sommet de la masse calcaire, est encore sakmarien. La microfaune suggère un horizon un peu plus élevé que le niveau 4 (Tastubsk), ce qui s'accorde avec la position stratigraphique.

— Puis la sédimentation change et devient perturbée ; le niveau 5 est attribuable à la partie supérieure du Sakmarien et il contient, à l'état remanié, des éléments du niveau 4.

— Enfin, d'après ce que l'on sait des régions voisines du Pamir (communication orale de N.G. Vlasov), les schistes n° 6 pourraient être de l'Arinskien et les horizons détritiques n° 7, du Permien supérieur.

On notera que les éléments de la microfaune ont de grandes affinités avec ceux du Permien inférieur du Pamir ; ils en ont moins, semble-t-il, avec les gisements de l'Afghanistan septentrional décrits par Leven (1971) et l'un de nous (Boulin et Lys, 1971).

### III. — Les terrains post-permiens.

— A l'Ouest des affleurements permien, on notera un Jurassique formé de marnes rouges avec sel, visibles en deux points seulement en territoire afghan (fig. 4). Puis, à l'Ouest de la plaine de Khwahan, un panneau de grès et de calcaires, appartenant probablement au Crétacé supérieur (d'après une indication de N.G. Vlasov). Enfin, au-delà du fleuve et surmontant des marnes rouges et blanches jurassiques, des grès et des conglomérats se rattachant aux puissantes séries tertiaires du bassin du Tadjikistan. L'épaisseur des conglomérats néogènes atteint 5 000 à 6 000 m (d'après N.G. Vlasov, in litt.).

A l'Est de notre carte (fig. 4), des plateaux élevés sont formés par des conglomérats et des marnes jaunâtres, d'âge néogène, qui reposent sur la tranche des calcaires permien à l'altitude 3 300-3 500 m. Des formations semblables, également horizontales et discordantes sur le Permien, sont développées entre 3 000 et 3 300 m d'altitude à

l'E des gorges de l'Amou Daria, en aval de Khwahan (au SE et en dehors de notre carte).

— Pour les formations récentes, il y a lieu de distinguer plusieurs types.

La plaine de Khwahan est couverte par des cailloutis fluviaux, à une altitude de 200 m au-dessus du lit actuel de l'Amou Daria. La vallée de l'ancien fleuve était large de 4 km ; elle se raccorde, au Nord comme au Sud, aux vastes épandages d'un ancien cours.

On aperçoit aussi les restes de terrasses beaucoup plus hautes. La surface de Bed-i-Kha est à 800 m au-dessus du talweg de l'Amou Daria.

Des encoches et des replats caractérisés se voient encore bien aux altitudes relatives de 1 000 et de 1 200 m à Kol Darra. D'autres ont laissé des traces beaucoup plus élevées. On notera d'autre part comment les gorges de l'Amou Daria sont surimposées aux structures et encaissées de 3 500 m, en amont de la plaine de Khwahan, et de 2 500 m, en aval.

Tout cela témoigne d'une forte surrection de la zone montagneuse au Pléistocène et pourra être confronté avec une carte du Badakhchan situant les éléments de la néotectonique (Arkhipov et al., 1970, fig. 3) ; celle-ci est en effet intense et encore active au front du Darwaz (Zakharov et al., 1969 sq.).

Des éboulis de pente se développent sur les collines de piémont, à l'Est de la plaine de Khwahan. En fait, ils recouvrent aussi des formations détritiques mal triées, avec de très gros blocs et des cailloux anguleux, que l'on voit entamés sur plus de 50 m de hauteur dans le ravin de Kham-i-Bahar. Il s'agit vraisemblablement de dépôts fluvio-glaciaires, datant d'un Quaternaire ancien.

Des cônes de déjection sont disposés en éventail au débouché des torrents et sont encore actifs en surface aux périodes de crues, à Kol Darra, Khwahan, Khayr Abad.

D'importantes coulées boueuses se produisent dans les niveaux argileux 5-6, dérapant sur les calcaires durs 4 sous-jacents. On en voit d'âges divers au S de Par-i-Kham et une toute récente au NW de ce village : large de 500 m, elle a comblé en partie la vallée en déterminant un petit lac, créant une situation menaçante pour l'aval.

#### IV. — Aperçu structural et conclusion.

Il convient d'envisager deux zones différentes : 1) dans la montagne à l'Est de Khwahan, les plis du Permien ; 2) dans la plaine, les grande failles Nord-Sud.

1) Des structures plissées, allongées du Nord au Sud, caractérisent le secteur montagneux. Les anticlinaux sont formés par la masse ployée des calcaires 3-4, tandis que les niveaux tendres 5-6 sont conservés dans les gouttières synclinales, où s'établissent les cultures (fig. 5).

Les poussées sont dirigées vers l'Ouest. Elles ont été intenses, donnant lieu à des renversements ; mais on voit l'enracinement des plis à leurs extrémités (fig. 4). Le fait est particulièrement net pour le pli de Kol Darra, qui a donné au moins quatre paquets détachés à l'avant. Ces lambeaux de recouvrement ont ensuite glissé par gravité.

On remarquera que sous l'effet des poussées venant de l'Est, il y a eu souvent rupture du flanc oriental des anticlinaux. C'est alors par un contact anormal que les marnes 5-6 ont été charriées sur le flanc renversé de l'anticlinal de Kol Darra et sur celui qui apparaît au Nord-Est de Kham-i-Bahar.

Quant à l'âge des plissements majeurs de cette zone montagneuse, il est sûrement anté-néogène,

du fait de la forte discordance observée entre le Permien et le Néogène ; mais dans ce secteur limité, nous ne pouvons pas préciser davantage.

On notera par ailleurs trois failles principales, perpendiculaires aux structures plissées. Celle de Kham-i-Bahar est la plus importante, désolidarisant complètement le pli déversé de sa terminaison périclinale régulière. La faille au Sud de Par-i-Kham avait guidé la rivière ; mais celle-ci s'est maintenant surimposée dans une gorge étroite, profonde et torrentueuse, signe d'un soulèvement très récent de ce secteur. Dans cette gorge, on voit se détacher une écaïlle dans les calcaires permien, du fait d'une cassure longitudinale.

2) La plaine de Khwahan correspond à une zone d'effondrement. A l'Est, elle est chevauchée par le pli de Kol Darra. Puis, on a des indices d'une grande faille traversant les collines de piémont. Une faille secondaire provoque un abaissement des paquets de calcaires broyés, qui avaient d'abord été détachés à l'avant du pli.

Deux autres grandes cassures Nord-Sud isolent un panneau de couches tendres (Jurassique) au centre de la plaine de Khwahan, puis un relief de Crétacé, à faible pendage vers l'Est. Au-delà de la dernière faille, réapparaissent les marnes rouges et blanches du Jurassique, recouvertes par la puissante série tertiaire détritique : celle-ci est affectée d'un pendage ouest, vers le bassin du Tadjikistan.

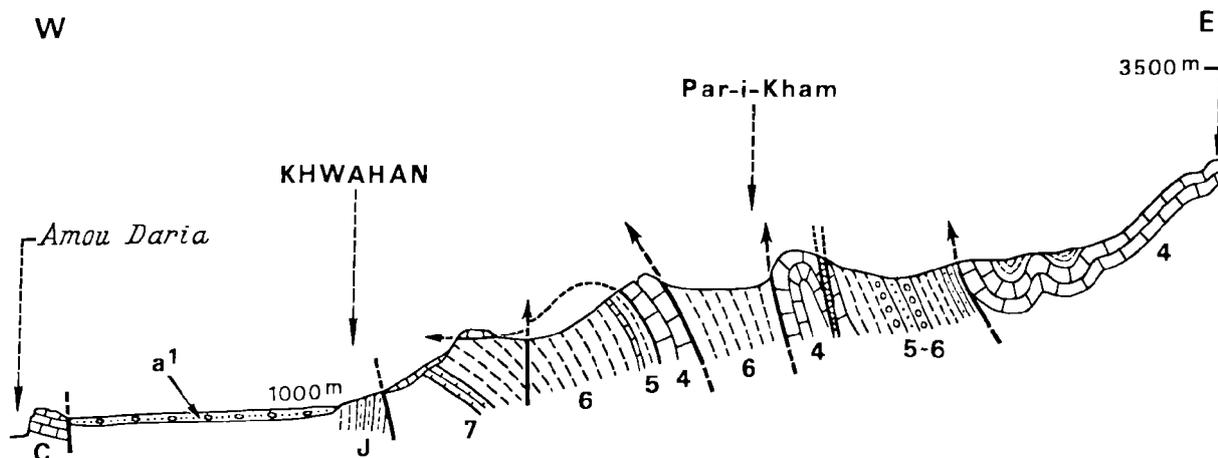


FIG. 5. — Coupe interprétative passant par Khwahan.

4..7 : niveaux dans le Permien. — J : Jurassique. — C : Crétacé. — a<sup>1</sup> : cailloutis fluviaux.

## CONCLUSION

Les étrangetés du cours actuel de l'Amou Daria font que la petite région de Khwahan se trouve à cheval sur un linéament tectonique très important. C'est lui qui met en contact le front du Pamir encore en voie de soulèvement, et le bassin du Tadjikistan qui a subi au Néogène un effondrement considérable : la dénivelée du socle dépasserait ici 10 000 m (Carte Asie centrale, 1966). Cette portion si curieuse du Badakhchan afghan devra être replacée dans le cadre plus général du Tadjikistan et du Pamir, où les géologues soviétiques ont en cours d'importantes recherches.

\*\*

NOTA BENE. — Notre texte ayant été soumis tardivement à MM. N.G. Vlasov et E. Ya. Leven et à M<sup>me</sup> M.A. Kalmykova, ces collègues nous ont aimablement communiqué quelques remarques, par comparaison avec leurs propres études sur la rive droite de l'Amou Daria.

### REMARQUES PALEONTOLOGIQUES

1. - *Fusulinella* (*Pseudofusulinella*) que nous signalons dans le niveau 3 (supra, p. 15) n'ayant pas été trouvée jusqu'ici au Darwaz, pourrait être assimilée, selon eux, à *Fusulinella* s. str. qui y existe dans les

niveaux du Carbonifère moyen. Cependant, la micro-structure observée semble confirmer notre point de vue.

2. - M. E.Ya. Leven et M<sup>me</sup> M.A. Kalmykova reconnaissent dans le niveau 4 (p.m. 7815) *Parafusulina ferganica* M. MACLAY, forme typique du Karachatyrien supérieur-Darwasien. Elle correspond à la forme que nous avons considérée comme attribuable à *Pseudofusulina* aff. *sulcata* (supra, p. 16).

3. - *Rugosofusulina* ex gr. *complicata* (SCHELLWIEN) est présente également dans la p.m. 7817 (Pl. II, fig. 2); elle est typique de la "Sebisurkh suite" (Karachatyrien) du Darwas.

4. - *Rugosofusulina* ex gr. *vulgariformis* KALMYKOVA pourrait exister également dans la p.m. 7818 (Pl. III, fig. 3).

5. - Ce que nous avons appelé *Pseudofusulina* aff. *moelleri* (p. 16 et 17) est en fait *pseudofusulina krafftii* (SCHELLWIEN et DYRENFURTH).

*Pseudofusulina gundaraensis* KALMYKOVA ainsi que *Darvasites* sont présentes dans le niveau 4, p.m. 7919 (Pl. II, fig. 1).

### ATTRIBUTIONS STRATIGRAPHIQUES

La coupe est plus complète sur la rive droite de l'Amou Daria, où le Carbonifère moyen serait représenté.

Selon N.G. Vlasov, notre niveau 4 appartiendrait au Karachatyrien-Darwasien, le niveau 4b probablement au Darwasien, le niveau 5 au Zygarien (formation locale propre au Darwaz, qui va du Karachatyrien supérieur au Darwasien inférieur).

### BIBLIOGRAPHIE

#### a) Régionale

- 1) ARKHUPOV I.V., LEONOV I.G., NUKONOV A.A. (1970). — Traits généraux de la Géologie du Badakhchan afghan. *Bull. Soc. Observateurs de la Nature*, Moscou, dépt. Géologie, t. 45, 1, p. 46-57.
- 2) BARKHATOV B.P. (1963). — *Tektonika Pamira*. Leningrad.
- 3) Carte géologique de l'Asie centrale. 1/1 500 000. Moscou, 1966.
- 4) DESIO A. (1964). — Tectonic relationship between the Karakorum, Pamir and Hindu Kush. *Internat. Geol. Congress*, XXII sess., India, part XI, p. 192-211.
- 5) DESIO A. (1965). — On the tectonic connection between Pamirs and Hindu Kush. "D.A. Wadia commemorat. vol.", *Mining. Geol. and Metallurg. Institute India*, p. 716 (Calcutta).
- 6) LEONOV I.G. (1970). — Rapport entre les structures du Karakorum et du Pamir. *Bull. M.O.V.A.*, subdiv. Géologie, t. 45, (4), p. 132-148.
- 7) MIRZAD S.H., KOLCHANOV V.P., MANUCHARIAN O.A. (1968). — Afghanistan. *Bull. Prirordi geologi*, t. 48, (1), p. 31-51.

- 8) PYZHJANOV I.V. et VLASOV N.G. (1970). — Nouvelles données sur la corrélation des coupes du Permien du Pamir septentrional. *Rapports Acad. Sc. U.R.S.S.*, t. 195, p. 170-173.
- 9) SLAVIN V.I. et MIRZAD S.H. (1969). — Régions tectoniques de l'Afghanistan. *Sovietskaia Geologia*, n° 4, p. 68-81.
- 10) TCHAYEV N.P. (1961). — Main boundaries and geological structures of the upper Amu Daria depression. *Izvestiya Akad. Nauk SSR*, ser. geol., n° 5, p. 66-75. (English transl. AGI, 1961).
- 11) ZAKHAROV S.A., BABATEF A.M., BELISKY V.A. (1969 et sq.). — Néotectonique et séismotectonique du Tadjikistan. (Duchanbé, Tadjikistan).

#### b) Paléontologique

- 12) BOULIN J. et LYS M. (1971). — Découverte de Carbonifère et de Permien marins à Khinjan, sur le versant nord de l'Hindou Kouch, en Afghanistan. *C.R. Ac. Sc.*, 273, sér. D, p. 555-557.
- 13) FLUGEL E. (1966). — Algen aus dem Perm der Karnischen Alpen. *Carinthia II, Mitt. Naturw. Ver. für Kärntern*, 25, p. 1-76, 11 taf., 15 abb., 12 tabl., Klagenfurt.

- 14) KHALER F. (1962). — Stratigrafische Vergleiche im Karbon und Perm mit Hilfe der Fusuliniden. *Mitt. Geol. Ges. Wien*, 54, 1961, p. 147-161, 1 Abb., 2 tabl.
- 15) JOHNSON J.H. (1963) — Pennsylvanian and Permian Algae. *Colorado School Mines Quart.*, 58, 3, 211 p., 81 pl.
- 16) KALMYKOVA M.A. (1967). — Fusulinidae du Permien du Darwaz (in Biostratigraphie, vol. 2). *Publ. Inst. géol. Leningrad*, n.s., t. 116, vol. 2, p. 116-287, Pl. I-XXXII.
- 17) LEVEN E.Ya. (1965). — Données nouvelles sur les dépôts permien du fleuve Zouloum Arte, dans le Pamir du Nord. *Inst. sup. Géol et Prospection*, Moscou, n° 2.
- 18) LEVEN E.Ya. (1967). — Stratigraphy and Fusulinides of the Pamir Permian deposits. *Trav. Inst. Géol. Acad. Sc. U.R.S.S.*, Moscou, 167, p. 1-124, Pl. 1-39.
- 19) LEVEN E.Ya. (1971). — Les gisements permien et les Fusulinidés de l'Afghanistan du Nord. *Notes et Mém. Moyen-Orient*, XII, p. 1-48, Pl. I-VI, 4 fig., 1 tabl.
- 20) LYS M. et LAPPARENT A.F. DE (1971). — Foraminifères et microfaciès du Permien de l'Afghanistan central. *Notes et Mém. Moyen-Orient*, XII, p. 49-133, Pl. VII-XXII, 13 fig., 2 tabl.
- 21) MIKLUKHO-MAKLAY A.D. (1969). — Fusulinidae du Paléozoïque supérieur de l'Asie centrale, Fergana, Darwaz et Pamir. *Univ. de Leningrad*, 126 p., 14 pl.
- 22) RAUSER-TCHERNOUZOVA D.M. (1965). — Foraminifères in the stratotypical section of the Sakmarian stage (Sakmara river, S. Ural). *Trans. Inst. Geol. Acad. Sc. U.R.S.S.*, Moscou, 135, p. 1-80, Pl. I-VI.
- 23) SCHERBOVICH S.F. (1969). — Fusulinides of the late Ghzelian and Asselian time of the Precaspian syncline. *Trans. Inst. Geol. Acad. Sc. U.R.S.S.*, Moscou, 176, p. 1-82, Pl. I-XVIII.

EXPLICATION DES PLANCHES

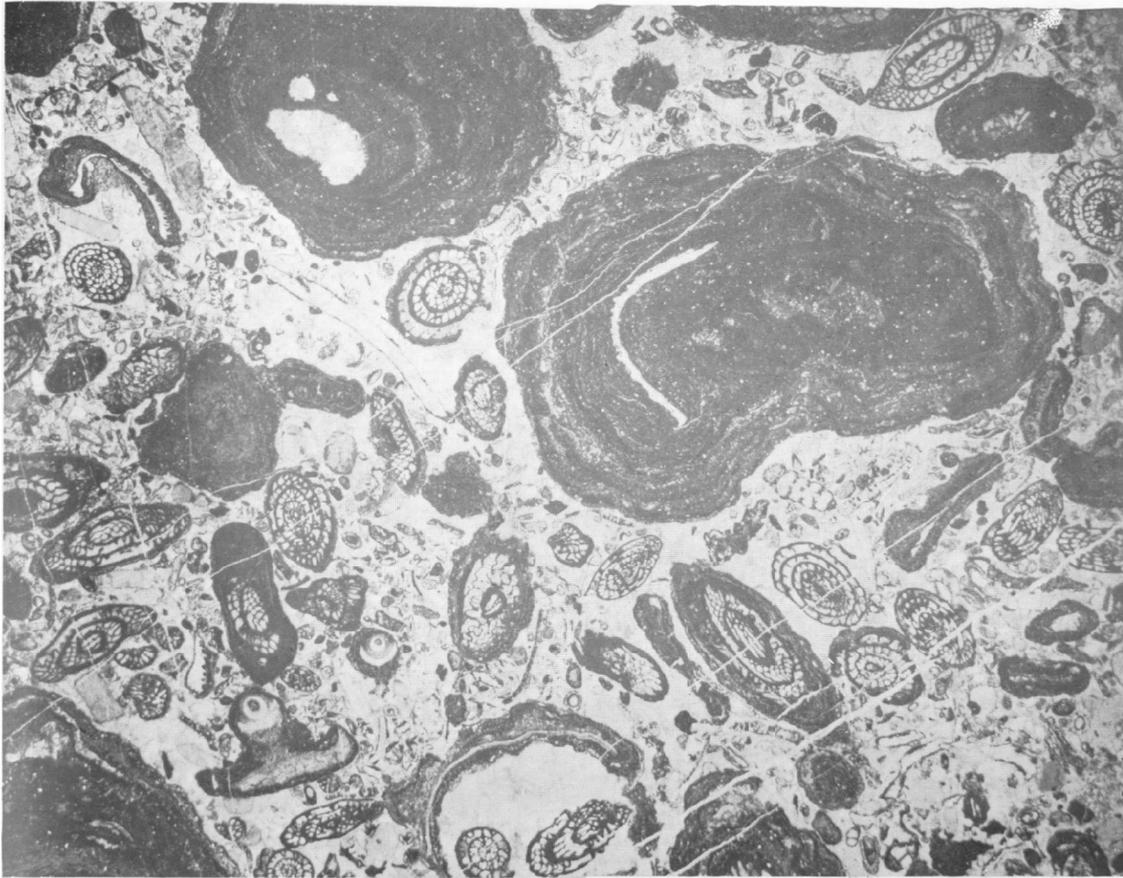
PLANCHE II

- FIG. 1. — Calcaire à Algues feutrantes (grands oncholithes), Algues isolées, Fusulines *Pseudofusulina* aff. *moelleri* (SCHELLWIEN) et autres Foraminifères *Climacammina*, *Deckerella*, etc. P. m. 7819. (Gr. = 4).  
Localité : à l'Ouest de Bed-i-Kha (bloc éboulé).  
Age : Sakmarien.
- FIG. 2. — Calcaire à Fusulines *Quasifusulina cayeuri caspiensis* SCHERBOVICH, *Paraschwagerina inflata* CHENG, etc., et autres Foraminifères *Bradyina*, *Climacammina*. P. m. 7817. (Gr. = 4).  
Localité : au Nord de Kol Darra.  
Age : Sakmarien.

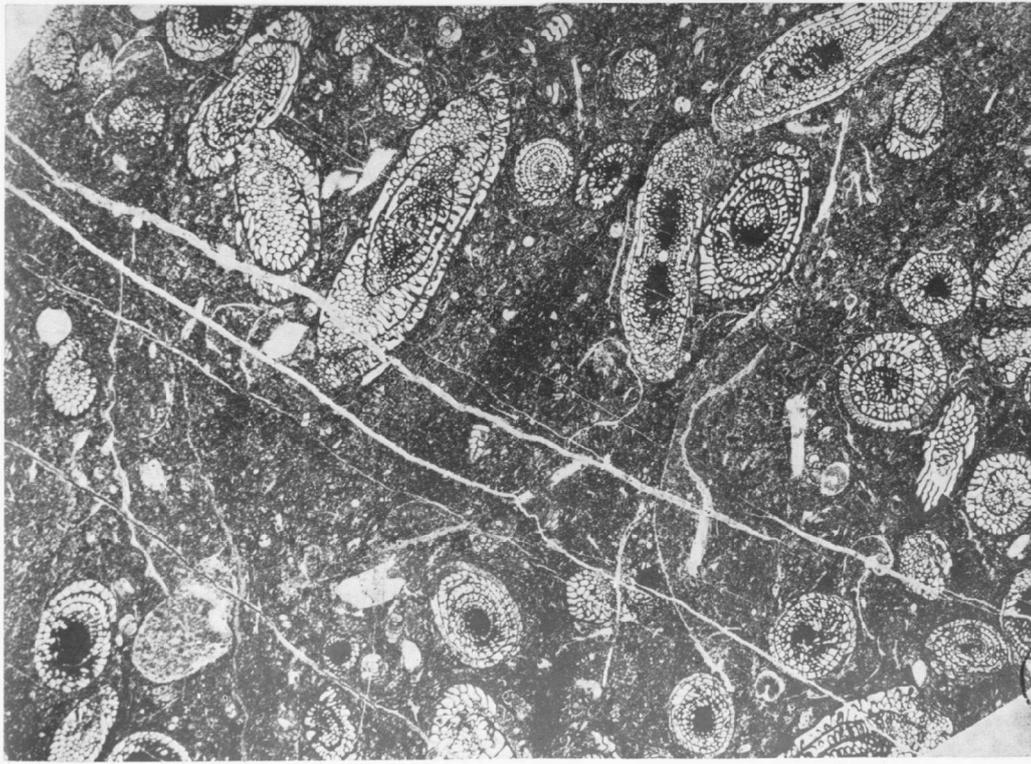
PLANCHE III

- FIG. 3. — Calcaire à Algues, Fusulines *Pseudofusulina* aff. *moelleri* (SCHELLWIEN) et autres Foraminifères. P. m. 7818. (Gr. = 10).  
Localité : à l'Est de Bed-i-Kha.  
Age : Sakmarien.
- FIG. 4. — Calcaire à Fusulines *Pseudofusulina* aff. *sulcata* KORZH. et petits Foraminifères. P. m. 7815. (Gr. = 10).  
Localité : au Nord de Kol Darra.  
Age : Sakmarien.
- Les localités sont situées autour de Khwahan, province du Badakhchan, Afghanistan. Les échantillons et les plaques minces sont conservés dans la collection M. Lys. Clichés J. Leriche.





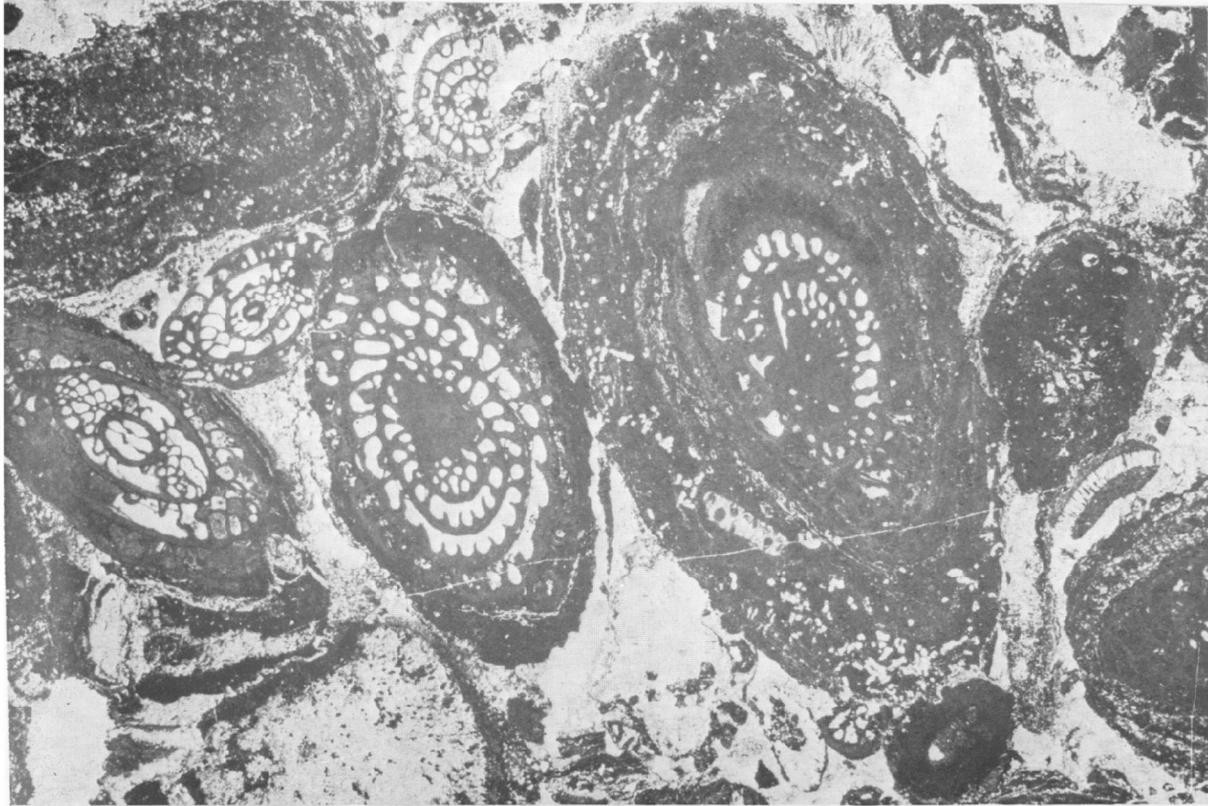
1



2

BUS  
LILLI





3



4



## Esquisse structurale d'un secteur du Péloponnèse septentrional (Massif du Panachaïque et partie nord du Massif de l'Olonos, Grèce)

par Pendelis TSOFLIAS (\*)

*Sommaire.* — Présentation d'une esquisse structurale d'une partie du Nord du Péloponnèse. Après un rappel des différents niveaux stratigraphiques constituant la série de la nappe du Pinde-Olonos et l'analyse des accidents qui s'y observent, on conclut que, après sa mise en place, cette nappe a été d'abord affectée par un bombement de l'autochtone qui a exagéré les plis en écailles et provoqué des torsions d'axes, puis par des accidents verticaux qui se groupent suivant deux directions principales, NNW-SSE et NW-SE.

*Summary.* — Presentation of a structural outline relative to a part of North Peloponnese. After a recalling of the diverse stratigraphic levels in the Pindus nappe series, and an analysis of the accidents observed there, it is concluded that, following its emplacement the nappe was first affected by an outbulging of the autochthonous which exaggerated the folds into thrust plates and was responsible for axes deviations, and secondly by vertical accidents clustering around two main directions NNW-SSE and NW-SE.

La partie nord du Péloponnèse fut parcourue rapidement par A. Phillipson (1842), par Ph. Negris (1914-1917) et esquissée sur la carte de Grèce au 1/500 000 (Renz et al., 1954). On y observe essentiellement la nappe du Pinde-Olonos qui repose à l'Ouest sur le flysch autochtone du Gavro-Tripolitza et se trouve recouverte vers le Nord et l'Est par les dépôts plio-quatérnaires.

Le secteur étudié couvre essentiellement la feuille 1/50 000 Kalandrista ainsi que la partie méridionale de celle de Nafpaktos. Il s'étend sur le Massif du Panachaïque au Nord, sur la partie septentrionale du Massif de l'Olonos et sur le Massif de Gouves qui les sépare.

### STRATIGRAPHIE

La série stratigraphique de la nappe du Pinde-Olonos est déjà bien connue en Péloponnèse septen-

trional (J. Dercourt, 1964). Je me bornerai à rappeler les différents termes, en insistant sur leurs particularités locales.

#### 1) LES FORMATIONS TRIASIQUES.

Le Trias affleure au cœur de quelques anticlinaux et à la base de quelques écailles du Panachaïque. On peut observer, du bas vers le haut :

— Un épisode détritique (40 m) dans lequel alternent des grès et des pélites ainsi que des calcaires en petits bancs, renfermant des Halobies dans lesquels j'ai récolté une Ammonite et dégagé des Conodontes (P. Tsoflias, 1972).

Il s'agit de la formation détritique connue en Messénie (Ph. Negris, 1908), comme en Grèce continentale (J. Terry et J.J. Fleury, *in* Aubouin et al., 1970).

— Des calcaires en petits bancs, à Halobies et Conodontes, d'une puissance variable, classiquement datés du Trias supérieur mais au sommet desquels il existe des faciès oolithiques qui pourraient appartenir au Jurassique.

(\*) Université Nationale Technique d'Athènes. Laboratoire de Minéralogie et Géologie, 42, rue Patission, Athènes, Grèce. Note déposée le 1<sup>er</sup> Mars 1972.

— Je rappelle l'existence de blocs de calcaire noduleux rouges à Ammonites et Conodontes, que j'ai découverts au SE de Patras (P. Tsoflias, 1969).

## 2) LA FORMATION RADIOLARITIQUE.

Les jaspes et pélites rouges, très écrasés, mais affleurant souvent sur de grandes épaisseurs, sont partout représentés dans le secteur.

A l'Est du village de Pournavokastron (Psathi), des calcaires graveleux renfermant des Foraminifères (*Pseudocyclamina* sp.) et des Algues (*Thaummatoporella* cf. *parvovesiculifera* et *Cayeuxia* sp.), intercalés dans les Radiolarites, semblent dater le Jurassique moyen ou supérieur.

## 3) LA FORMATION FLYSCHOÏDE MÉSOGRÉTACÉE.

Le "Premier Flysch du Pinde", situé classiquement à la limite des Radiolarites et des Calcaires en Plaquettes du Crétacé supérieur, n'apparaît ici qu'en quelques points. Dans la région de Ovrionkambos, il s'agit d'une cinquantaine de mètres d'une alternance de grès, de pélites rouges et de quelques banes de calcaires microbréchiques et gréseux. Ces calcaires ont livré des Orbitolines roulées, des Pithonelles et une section attribuée à *Globotruncana helvetica* BOLLI. Ce dernier fossile indique sensiblement le Turonien.

## 4) LES CALCAIRES EN PLAQUETTES DU CRÉTACÉ SUPÉRIEUR.

Ces calcaires fins, roses ou gris clair, en petits bancs de 5 à 30 cm d'épaisseur, affleurent sur une puissance de 400 à 500 m. Les niveaux siliceux intercalés semblent de moins en moins abondants vers le sommet, où ils disparaissent complètement. Ces niveaux pélagiques renferment de nombreuses *Globotruncana* du Sénonien et du Maestrichtien. Les calcaires microbréchiques intercalés livrent des organismes en débris : *Orbitoides* sp., *Siderolites* sp., Rudistes...

## 5) LES COUCHES DE PASSAGE AU FLYSCH.

Sur une cinquantaine de mètres d'épaisseur, les calcaires du sommet de la formation précédente alternent lit par lit avec des grès micacés et des marnes. *Globotruncana* cf. *mayaroensis* BOLLI y indique le Maestrichtien supérieur, mais les derniers niveaux calcaires renferment des Globigérines qui indiquent le Danien ou le Paléocène.

## 6) LE FLYSCH.

Le flysch franc s'installe donc après la fin du Maestrichtien. Près de sa base, j'ai observé une passée calcaire qui a livré des *Globorotalia* du Paléocène. Des calcaires microbréchiques, situés plus haut dans la série, n'ont livré que des faunes crétaées remaniées. Il n'est donc pas possible de préciser l'âge du sommet de cette série, dont la puissance minimale peut être évaluée à plusieurs centaines de mètres.

## ETUDE STRUCTURALE

La nappe du Pinde, qui fait l'objet principal de cette étude, est largement charriée sur l'autochtone de Gavrovo-Tripolitza — seulement représenté par son flysch dans ce secteur — et a été, postérieurement à sa mise en place, découpée par de puissantes failles qui déterminent des fossés dans lesquels des sédiments plio-quadernaires se sont déposés. J'envisagerai successivement ces trois éléments :

### 1) L'AUTOCHTONE.

Le flysch de la série de Gavrovo-Tripolitza affleure seul dans le secteur étudié. Il est affecté de pendages régulièrement orientés vers l'Est (environ 20°). Les barres de conglomérats qui y sont intercalées montrent que de grandes failles le découpent.

### 2) L'ALLOCHTONE DU PINDE-OLONOS.

La nappe offre des structures plissées qui, à la suite du bombement de l'Autochtone, ont été exagérées en écailles. On peut distinguer trois ensembles montagneux :

A) *Le massif du Panachaique* occupe le Nord du secteur. Ces structures plissées y sont recoupées par d'importantes failles de direction NNE-SSW et NW-SE qui donnent l'allure losangique du massif.

Les plis ont une orientation générale NNW-SSE. On peut y reconnaître les unités suivantes, du SW au NE :

- le synclinorium de Katsaitaika (\*),
- l'anticlinorium de Zestova,
- le synclinorium de Loubista,

(\*) Seuls les synclinoriums sont portés sur la fig. 1.

- l'anticlinorium de Bressia,
- la zone plissée de Ano Kastritsi,
- le synclinorium d'Ano Salmeniko.

Dans le petit massif de Barbas, qui constitue une dépendance SE du Panachaïque, les structures plissées ont une direction franchement N-S. On reconnaît, de l'W vers l'E :

- l'anticlinal de Barbas,
- le synclinal d'Ano Mazaraki,
- l'anticlinal de Goulas.

Ces structures sont recoupées au Nord par les failles de Paraskevi de direction NNE-SSW, qui constituent un escalier descendant vers le Golfe de Corinthe.

Enfin, plus au Nord, le chevauchement des Radiolarites sur le flysch paléogène détermine l'écaille de Grigori.

On retiendra donc du Massif de Panachaïque trois caractéristiques majeures :

- l'orientation NNW-SSE des structures plissées, dans la partie occidentale (Massif de Panachaïque),
- le brusque changement de direction axiale des plis dans la partie orientale, où ils sont N-S (Massif de Barbas),
- la grande importance des failles, qui se groupent selon trois directions :
  - failles parallèles ou légèrement obliques sur les structures de la partie occidentale du Massif,
  - failles perpendiculaires à la direction générale des unités,
  - failles de direction générale N-S, plus rares.

B) *Le Massif Malithana* correspond à la dépendance occidentale du Panachaïque, au front de la nappe. J'ai déjà présenté les structures écaillées de cette région (P. Tsoffias, 1967).

C) *Le Massif de Gouves* et ses marges méridionales (Massif de Krania et Nord du Massif de l'Olonos).

Ce massif est séparé du Panachaïque par les dépôts plio-quadernaires du paléogolfe de Leonidion mais se trouve dans le prolongement direct du Massif de Malithana.

Les structures elles-mêmes passent d'un massif à l'autre, mais alors qu'il s'agissait d'écailles dans le Malithana, il s'agit de plis dans le Gouves. A chaque niveau de décollement du Malithana correspond une zone anticlinoriale dans le Gouves et à chaque synclinal chevauché correspond une zone synclinoriale. Les structures ont cependant pris ici une orientation franchement N-S.

On peut reconnaître, de l'W vers l'Est :

- l'écaille de l'Arapi, qui semble ne pas avoir de correspondance vers le Nord ;
- l'anticlinorium de Rodias (correspondant à l'écaille de Platanovrissi) ;
- le synclinorium de Kataraktis (correspondant au synclinal de flysch de l'écaille de Platanovrissi) ;
- l'anticlinorium de Trekoukisa (correspondant à la base de l'écaille de Krystallovrisi) ;
- le synclinorium de Makria Lakka (correspondant au flysch de l'écaille de Krystallovrisi) ;
- l'anticlinorium de Amygdalia correspond à la base de l'écaille de Bliri-Tsouga ;
- le synclinorium de Katsaitaika correspond au flysch de l'écaille de Bliri-Tsouga.

Enfin, au Sud du paléogolfe de Leonidion, dans le Massif de Krania, apparaissent :

- l'écaille de Sourbas ;
- le synclinal de Pondia-Sougleika ;
- l'écaille de Megali Pondia.

Plus à l'Est encore, dans la région de Kouteli (angle SE de la figure), les directions sont moins nettes. On observe cependant des failles E-W, de part et d'autre de la vallée de Flamboura, qui présentent une direction NE-SW qui rappelle celle du Panachaïque.

Enfin, vers l'Ouest, la partie Nord du Massif de l'Olonos (Khionotripa) montre le chevauchement frontal, bien observable dans la région de Kalousi. La nappe elle-même est affectée de plis N-S près du front et E-W vers l'intérieur. Cette dernière direction est soulignée par des failles, dont l'une découpe le front à Kalousi.

### 3) LES MOLASSES.

Les massifs montagneux examinés précédemment sont presque entièrement entourés de séries molassiques où alternent des grès et des marnes le plus souvent marines, parfois continentales (lignites à *Limnocardium* sp.). En général, la série se termine par des conglomérats dont les éléments sont d'origine locale (on n'y observe pas, en particulier, d'éléments de la série de Gavrovo-Tripolitza).

Ces sédiments, datés selon les points du Pliocène ou du Quaternaire, se rattachent à 2 ensembles de direction sensiblement E-W :

— Au Nord, au Golfe de Patras. Bien que les failles ne soient pas bien visibles dans les sédiments plio-quadernaires, il semble qu'il y ait parallélisme entre les directions qui affectent le Pana-



chaïque et la limite des domaines où sont conservés les sédiments. On peut ainsi définir le Graben de Patras de direction NNE-SSW et le Graben de Psathopyrgos de direction NW-SE.

— *Au Sud, à la traînée d'affleurements* (peut-être assimilable à un paléogolfe) de Leondion. Ce paléogolfe est jalonné par des placages assez discontinus et peu épais vers l'Ouest, mais très épais vers l'Est.

Comme au Nord du Panachaïque, on remarque que les affleurements conservés jalonnent des directions d'effondrement parallèles à celles de ce massif. La direction NW-SE est nettement indiquée et définit le graben de Demestika.

La direction NNE-SSW, moins nette à cette latitude, définit le graben de Kalandritsa. Cette direction est rappelée au Sud de Leondion par la vallée de Flamboura, où des sédiments plio-quadernaires sont parfois observables.

### CONCLUSION

Pour conclure, nous dirons que les massifs reconnus au cours de l'étude analytique peuvent être schématisés de la façon suivante :

a) Le Massif de Panachaïque, horst de l'autochtone sur lequel la couverture est déchirée et laisse voir le niveau radiolaritique qui permet la progression de la nappe.

b) Le Massif de Gouves au S de ce horst, dans un domaine qui ne fut jamais surélevé par les failles, mais au contraire légèrement incliné. La

nappe y est à son développement normal, elle est simplement plissée à son front, elle est chevauchante sur l'autochtone. Tardivement, les sédiments plio-quadernaires s'y sont déposés.

c) Le Massif de Malithana, fragment de la nappe dont les niveaux inférieurs plastiques ont glissé sur le flanc du horst du Panachaïque en exagérant les anticlinaux et en les faisant chevaucher sur les synclinaux voisins.

Aux deux familles de mouvements décelables cartographiquement : plis ou écaillés dans la nappe, d'une part, failles postérieures affectant l'allochtone, d'autre part, il convient d'ajouter un autre type de mouvement, masqué, mais qui permet d'expliquer les structures actuelles.

Les failles découpant la nappe sont postérieures à la formation des plis et des écaillés puisqu'elles les recoupent, elles ne peuvent donc être évoquées pour expliquer l'exagération des plis en écaillés dans le Massif du Malithana. Il est vraisemblable que se soit produit, sous la nappe, un bombement de l'autochtone avant la formation des failles, bombement qui aurait accéléré le déplacement de l'allochtone sur son bord externe là où les niveaux radiolaritiques plastiques étaient les plus abondants. De tels bombements sont connus plus au Sud et J. Dercourt a montré leur influence sur la progression de la nappe. Ici, la nappe n'a pas toute entière été érodée et elle masque l'autochtone. L'hypothèse d'un bombement dans l'autochtone sur lequel s'adapte la nappe rend compte des observations et intègre les massifs étudiés dans l'ensemble de la géologie du Péloponnèse où ces bombements sont bien connus.

FIG. 1. — Carte structurale du Nord du Péloponnèse.

- |                                       |                           |
|---------------------------------------|---------------------------|
| 1 : Nappe du Pinde-Olonos.            | 5 : Synclinal.            |
| 2 : Flysch du Gavrovo-Tripolitza.     | 6 : Synclinorium.         |
| 3 : Conglomérats du Plio-quadernaire. | 7 : Faille.               |
| 4 : Alluvions récentes.               | 8 : Chevauchement mineur. |
|                                       | 9 : Chevauchement majeur. |

BIBLIOGRAPHIE

- 1) AUBOUIN J. et al. (1970). — Contribution à la géologie des Hellénides : le Gavrovo, le Pinde et la zone ophiolitique subpélagonienne. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XC, fasc. 4, p. 277-306.
- 2) DERCOURT J. (1964). — Contribution à l'étude géologique d'un secteur du Péloponnèse septentrional. *Ann. Géol. des pays helléniques*, t. XV, p. 1-418.
- 3) NEGRIIS Ph. (1908). — Sur la répartition des Halobies dans le Péloponnèse occidental. *C.R. Ac. Sc., Paris*, t. 147, p. 1008-1010.
- 4) TSOFLIAS P. (1967). — Sur la géologie de la partie occidentale des Monts Panachaïques. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXXXVIII, p. 35-38.
- 5) TSOFLIAS P. (1969). — Sur la découverte d'Ammonites triasiques au fond de la nappe du Pinde en Péloponnèse septentrional (Grèce). *C.R. somm. S. G. F.*, p. 118-119.
- 6) TSOFLIAS P. (1972). — Sur la présence de Trias détritique dans la série du Pinde-Olonos, en Péloponnèse septentrional (Province d'Achaïe, Grèce). *C.R. somm. S. G. F.*, p. 77-78.



## Relations entre les grands ensembles structuraux du complexe granitique de Ploumanach - Ile Grande (Côtes-du-Nord), leur radioactivité et leur thermoluminescence naturelle

par Ch. DUPUIS (\*)

*Sommaire.* — La présente note comporte trois parties :

— La première décrit les trois grandes unités structurales du complexe, leurs différents faciès constitutifs, leurs relations entre eux et avec le cortège filonien.

— La seconde réunit quelques résultats expérimentaux : mesures de radioactivité  $\beta$  et de thermoluminescence naturelle (TLN). Les données de la TLN sont utilisées pour caractériser les différences entre les unités. Les relations de l'intensité de TLN avec la radioactivité sont assimilées à des courbes de saturation naturelles.

— La troisième partie conclue sur quelques-unes des possibilités d'application de la TL à l'étude des faciès et à la géochronologie : une nouvelle méthode est proposée pour l'estimation de l'histoire thermique et pour la datation.

*Summary.* — The present note involves three parts :

— The first describes the three large structural units of the complex, their different constituting facies, their relationships between them and with the vein system.

— The second groups some experimental results :  $\beta$  radioactivity and natural thermoluminescence (TLN). TLN features are used to characterize the difference between the units. The relationships of the TLN intensity with the  $\beta$  radioactivity are assimilated with natural calibration curves.

— The third part concludes about some TL applications for the study of facies and age determination : a new method is offered to estimate thermal history and dating.

Afin de reconnaître les problèmes posés par l'application de la thermoluminescence à la géochronologie des granites, notre choix s'est porté sur un certain nombre de massifs dont, parmi les plus importants, le complexe de Ploumanach offre l'avantage de bien affleurer, tant sur la côte que dans l'intérieur, à la faveur de nombreuses carrières.

Situé dans le Trégor occidental ou "Petit Trégor", il participe à l'ensemble des granites hercyniens tardifs qui jalonnent le Pays de Léon et le Trégorrois.

La présente étude rassemble les principaux résultats de terrain (1970-1971) et de laboratoire sous l'angle des relations entre les faciès, la radioactivité et la thermoluminescence naturelle.

(\*) Assistant. Laboratoire de Minéralogie, Faculté Polytechnique de Mons (Belgique).

Note déposée le 12 Avril 1972.

### I. — STRUCTURE DU MASSIF

#### 1) Les grandes unités.

Le complexe granitique de Ploumanach - Ile Grande se divise en trois grandes unités en disposition schématiquement annulaire comprenant au centre, les granites gris de l'Ile Grande ( $\gamma 3$ ) ceinturés par les granites roses à grain fin ( $\gamma 2$ ), eux-mêmes suivis par les granites rouges à gros grain ( $\gamma 1$ ) en contact discordant avec l'encaissant.

a) LES GRANITES ROUGES A GROS GRAIN ( $\gamma 1$ ) à grands cristaux rouges de feldspaths alcalins (orthose et microcline), se partagent en deux faciès passant progressivement de l'un à l'autre :

— *le faciès de la Clarté* ( $\gamma 1a$ ), le plus externe, se caractérise par la présence d'un plagioclase blanchâtre (An 28 à An 32) (6) et de cristaux de feldspaths alcalins (orthose et microcline) plus ou moins xénomorphes ;

— le faciès *Traouieros* ( $\gamma 1b$ ), le plus interne, se distingue facilement par sa richesse en minéraux ferromagnésiens (biotite et hornblende) et par la teinte verdâtre de son plagioclase (An 28) (6).

Seul  $\gamma 1a$  renferme des ségrégations pegmatitiques (4). Les fluidalités planaires et linéaires plus sensibles dans  $\gamma 1b$  que dans  $\gamma 1a$ , marquées par les lamelles de biotites, les cristaux de feldspaths alcalins et les enclaves, plongent légèrement vers le cœur du massif (1) (\*).

b) Trois faciès principaux constituent l'unité des GRANITES ROSES A GRAIN FIN ( $\gamma 2$ ) :

— le faciès de *Canton-Kerleo* ( $\gamma 2b$ ) (gris à gris rose), montre des petits phéno-cristaux centimétriques de feldspaths alcalins (microcline et orthose) et de plagioclase (An 25) (6) et parfois de petits amas diffus de biotite ;

— le faciès de *Saint-Samson* ( $\gamma 2c$ ) (cf. Woas-Wenn) (1) (rose à violacé), à quartz, feldspaths alcalins (orthose et microcline) et plagioclase (An 25) subautomorphes, a une structure saccharoïde dont le grain peut atteindre 5 mm ;

— le faciès de *Haren* ( $\gamma 2a$ ) (7), à grain très fin, apparaît sporadiquement enclavé dans  $\gamma 2b$  et  $\gamma 2c$  ; en outre, au NW de Pors-Termen, on rencontre dans des conditions comparables, un microgranite à quartz, microcline, orthose, plagioclase (An 25), biotite, chlorite, épидote et muscovite.

Les faciès  $\gamma 2b$  et  $\gamma 2c$  contiennent souvent des accidents pegmatitiques à tourmaline noire où les associations graphiques sont fréquentes.

c) LES GRANITES GRIS DE L'ÎLE GRANDE ( $\gamma 3$ ) se répartissent en deux faciès :

— au centre, le faciès "gris bleu" ( $\gamma 3a$ ), à grain fin, non orienté, à biotite dominante, muscovite, chlorite, microcline, orthose et oligoclase (An 27) (6), présente exceptionnellement des phéno-cristaux centimétriques de feldspath alcalin blanchâtre ;

— en bordure, un faciès *gris blanchâtre* ( $\gamma 3b$ ), avec une composition comparable, s'en distingue par un grain plus grossier, par l'abondance de grandes lamelles de muscovite légèrement pléochroïque, par la présence de taches de pinnite et

(\*)  $\gamma 1a$  et  $\gamma 1b$  présentent en outre parfois des joints à fluorine et pyrite.

enfin par l'orientation des cristaux de biotite parallèlement aux limites de l'unité.

Des différenciations pegmatitiques existent dans l'un et l'autre [Carrière Madec (6), Ile Toennot, etc...].

d) LES ENCLAVES ont, pour la plupart, trois origines : granitiques, basiques et métamorphiques.

#### *Les enclaves granitiques.*

Les différents termes de  $\gamma 2$  incluent des panneaux du faciès *Traouieros*  $\gamma 1b$  ; de taille très variable, ils peuvent atteindre des dimensions considérables (au Nord de Trébeurden) et constituer de véritables roof-pendants (fig. 1).

Dans  $\gamma 3$ , des fragments de  $\gamma 1b$  de petite taille témoignent de son extension ancienne jusqu'au cœur du complexe et des petites enclaves à grain très fin correspondent vraisemblablement à  $\gamma 2$ .

#### *Les enclaves basiques.*

Entre la baie de Sainte-Anne et Trégastel affleure un vaste ensemble de roches basiques variées [allant d'une norite à olivine, diopside, biotite, bytownite (An 80), à des roches syénitiques à orthose, oligoclase (An 27), biotite, hornblende, quartz accessoire, minéraux opaques et sphène] dont le contact avec l'encaissant granitique ( $\gamma 1b$ ) se marque par des faciès d'hybridation à feldspath souvent rapakiwi. Quelques enclaves de grande taille existent encore dans  $\gamma 1b$  (Ile de Seigle, Ouest de l'Ile Grande) et aussi dans  $\gamma 2b$  (Nord de Landrellec), d'autres beaucoup plus petites dans  $\gamma 1a$ ,  $\gamma 1b$ ,  $\gamma 2b$  et dans  $\gamma 3$  [diorite quartzitique à andésine, hornblende et biotite (7)] ont sans doute la même origine.

#### *Les enclaves métamorphiques.*

Dans la région de la Grève blanche,  $\gamma 1b$  comporte de nombreuses enclaves de cornéennes litées (6, 7, 8) généralement métamorphiques [andalou-site, sillimanite et cordiérite hornfels (8)] et de quartzites, dont la ressemblance avec les cornéennes du contact de l'Ile Milliau est frappante. Des xénolithes de ce type se rencontrent depuis  $\gamma 1a$  (rares et petites) jusqu'à  $\gamma 3a$  où elles demeurent exceptionnelles. On connaît aussi quelques enclaves de gneiss ( $\gamma 1b$  -  $\gamma 2b$ ).

## 2) Le cortège filonien.

a) LES APLITES forment des veines minces (10 à 30 cm, rarement plus) à grain généralement fin, mais comportant cependant des expressions peg-

matiques. Leur composition minéralogique très homogène avec du quartz (xénomorphe à sub-automorphe), de l'orthose (xénomorphe à sub-automorphe), du microcline (xénomorphe), un plagioclase (An 25 - 30) (sub-automorphe), avec, acces-

soirement, de la biotite, de la chlorite, du grenat et souvent de la tourmaline, ne permet pas de les distinguer les unes des autres. Nous verrons que leurs relations, avec les unités  $\gamma 1$ ,  $\gamma 2$ ,  $\gamma 3$  soulignent l'existence de plusieurs générations.

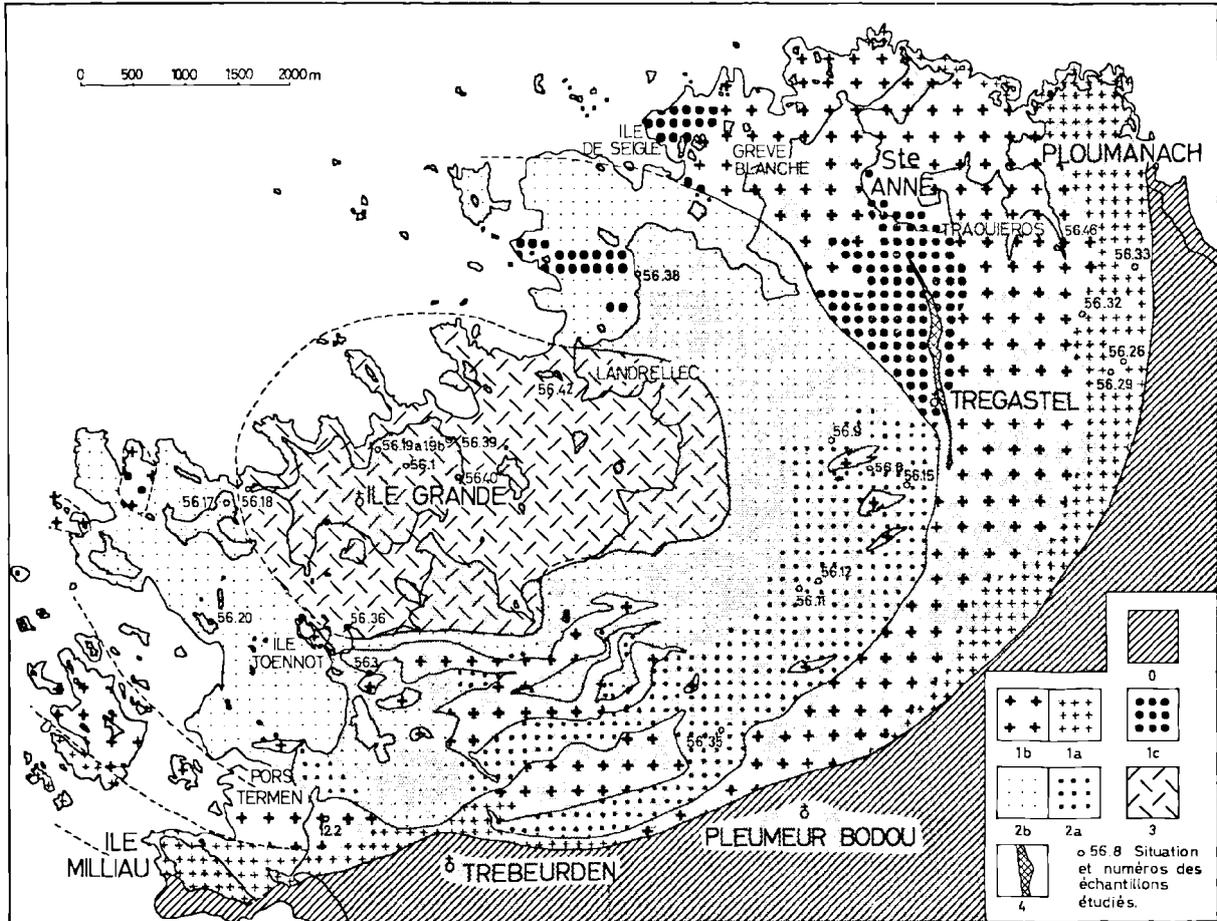


FIG. 1. — Carte géologique du complexe de Ploumanach-Ile Grande.

- |  |  |
|--|--|
| 0 - Encaissant.  | } Cornéennes litées de l'Ile Milliau.<br>Gneiss de Trébeurden. |
| 1a - Granite de La Clarté ( $\gamma 1a$ ).                                     |  |
| 1b - Granite de Traouieros ( $\gamma 1b$ ).                                    | } Granites rouges.   |
| 1c - Roches basiques de Sainte-Anne.   |  |
| 2a - Granite de Saint-Samson ( $\gamma 2c$ ).                                  | } Granites roses.  |
| 2b - Granites de Canton-Kerléo ( $\gamma 2b$ )<br>et de Haren ( $\gamma 2a$ ). |  |
| 3 - Granites gris de l'Ile Grande ( $\gamma 3$ ).                              |  |
| 4 - Aplite de Trégastel.   |  |

(Le ponctué fin est destiné à mettre en évidence les régions continuellement émergées, une ligne figure en outre la limite de l'estran).

b) L'APLITE DE TRÉGASTEL, à grain fin, à biotite parfois largement cristallisée et à petits grenats millimétriques, a une composition minéralogique très proche de celle précédemment décrite. Elle forme une veine d'une épaisseur d'au moins une vingtaine de mètres (au Nord de Trégastel) pendant faiblement vers l'Est (30° au maximum). Unité variable dans le détail, elle se distingue des autres aplites par sa forte épaisseur et sa grande extension qui lui confèrent une certaine importance morphologique.

c) LA "DOLÉRITE" banale, postgranitique signalée à l'Île de Seigle (7) n'a pas été retrouvée en place.

d) LES LAMPROPHYRES ET LE MICROGRANITE DE PORS-TERMEN. Quelques filons minces (10,50 cm, plus rarement 1 m) subverticaux, de direction WNW-ESE, montrent une évolution allant d'une tonalite mésocrate à l'Île Toennot (6) [ferromagnésien (biotite et hornblende), 44 % ; andésine, 47 % ; quartz, 6%] à un microgranite calco-

alcalin à fluidalité planaire, subverticale et oblique sur les épontes, marquée par des petits amas allongés poly cristallins de biotite [reconnu récemment au Nord de Pors-Termen (fig. 3)] (biotite, 10 % ; andésine, 10 % ; orthose, 30 % ; microcline 3 % ; quartz, 35 % ; épidoite, sphène et chlorite) en passant par un type intermédiaire [ferromagnésien (biotite, hornblende verte, augite), 18 % ; plagioclases (noyaux An 36, bordure An 20) ; orthose, 23 % ; quartz, 23 %] pour les filons de l'Île de Seigle, de la Grève blanche, de Traouieros (7, 8).

e) DES FILONS DE QUARTZ (améthyste, enfumé et calcédoine) se localisent principalement dans une bande axée sur l'Île Grande et Trébeurden à la faveur de dislocations Nord-Sud très sensibles dans la morphologie de la côte.

### 3) Les contacts et la structure des unités.

#### a) RELATIONS DE $\gamma 1$ AVEC L'ENCAISSANT.

Les granites rouges à gros grains, par l'intermédiaire  $\gamma 1a$  [ou  $\gamma 1b$  au niveau de Pleumeur Bodou (6, 7) viennent en contact discordant avec les "gneiss de Trébeurden" (Pentévrien ?) à l'Est et avec les "cornéennes litées" de l'Île Milliau (Briovérien ?) à l'Ouest.

La surface de séparation, franche, subverticale ou très redressée, plongeant vers le centre de la structure et les fluidalités planaires et linéaires qui lui sont parallèles indiquent une "disposition en cône profond" (1).

#### b) RELATIONS ENTRE LES GRANITES.

##### ● ENTRE LES UNITÉS $\gamma 1$ , $\gamma 2$ , $\gamma 3$ .

*Relations  $\gamma 1 - \gamma 2$ .* — L'unité  $\gamma 2$ , excentrée par rapport à  $\gamma 1$ , dépasse vers le sud aux environs de Trébeurden la limite  $\gamma 1a - \gamma 1b$  et arrive très près de l'encaissant. Le granite de Traouieros ( $\gamma 1b$ ) forme, dans les faciès de Canton-Kerléo ( $\gamma 2b$ ) et de Saint-Samson ( $\gamma 2c$ ), de volumineux panneaux ou des roof-pendants dont les parties les plus profondes ne sont parfois plus constituées que par des blocs anguleux, plus ou moins dis-joints, entre lesquels les granites  $\gamma 2b$  et  $\gamma 2c$  forment des filons en escaliers. Les surfaces de séparation très nettes se singularisent localement par des différenciations pegmatitiques, parfois par un stockscheider à biotite et feldspath alcalin arborescents ou plus rarement par des ségrégations basiques à biotite, hornblende et feldspath rapakiwi.

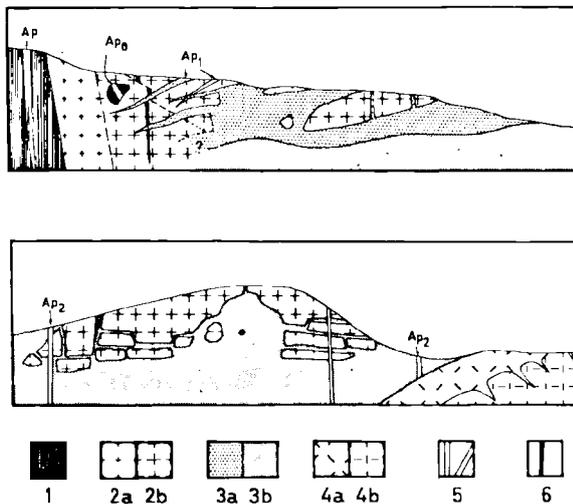


Fig. 2. — Schéma des relations des principaux faciès et du cortège filonien.

1. - Encaissant (gneiss de Trébeurden, cornéennes litées de l'Île de Milliau).
- 2a. - Granite de La Clarté ( $\gamma 1a$ ).
- 2b. - Granite de Traouieros ( $\gamma 1b$ ).
- 3a. - Granite de Saint-Samson ( $\gamma 2c$ ).
- 3b. - Granite de Canton-Kerléo ( $\gamma 2b$ ).
- 4a. - Granite à deux micas ( $\gamma 3b$ ).
- 4b. - Granite gris-bleu ( $\gamma 3a$ ).
5. - Aplo-pegmatites.
6. - Lamprophyre et microgranite.

*Relations  $\gamma 2$ - $\gamma 3$ .* — Les granites gris de l'île Grande ( $\gamma 3$ ) jouxtent le faciès  $\gamma 2b$  par l'intermédiaire du granite à 2 micas ( $\gamma 3b$ ) qui, au Nord de Trébeurden, atteint peut-être le panneau le plus interne de  $\gamma 1b$ ; les conditions d'affleurements ne permettent pas de l'affirmer.

La surface de contact, dépassée et voilée par une muscovitisation tardive, se marque à Landrellec par un stockscheider à cristaux de feldspath alcalin arborescents (1) qui contient en outre des globules de cordiérite pinnitisée.

● RELATIONS ENTRE LES DIFFÉRENTS FACIÈS DE CHAQUE UNITÉ.

Dans l'unité  $\gamma 1$ , le passage progressif de  $\gamma 1a$  à  $\gamma 1b$  n'autorise pas à juger de l'antériorité de l'un ou de l'autre. En revanche, les contacts francs entre les différents faciès de  $\gamma 2$  montrent la succession  $\gamma 2a$ ,  $\gamma 2c$ ,  $\gamma 2b$ , qui s'accompagne d'une augmentation progressive du grain. La présence de  $\gamma 2b$  au fond de quelques-unes des carrières ouvertes dans le granite de Saint-Samson ( $\gamma 2c$ ) indique l'allure globalement subhorizontale du contact, disposition cohérente avec l'existence de joints subhorizontaux (1). Elle explique en outre le développement maximum de  $\gamma 2c$  dans la région la plus élevée topographiquement de l'unité  $\gamma 2$ .

Pour les granites gris de l'île Grande, l'observation des relations mutuelles des deux faciès semble indiquer la postériorité du faciès à 2 micas ( $\gamma 3b$ ). La disposition en "coupole surbaissée" est suggérée par des plans de fluidalité et les joints associés plongeant légèrement vers l'extérieur du complexe (1).

c) RELATIONS DES UNITÉS AVEC LE CORTÈGE FILONIEN.

● RELATIONS AVEC LES APLITES.

Nous n'avons pas abordé l'étude de la succession complexe d'aprites et de pegmatites (Ap), qui dépendent sans doute du faciès  $\gamma 1a$ , dans l'encaissant à l'Est de Ploumanach et à l'île Milliau.

Au granite de Traouieros  $\gamma 1b$  s'associent des aprites et des aplo-pegmatites (Ap1) localement tourmalinifères, en filons minces, le plus souvent faiblement inclinés vers la périphérie du massif, qui butent sur les granites roses à grain fin  $\gamma 2$ . Localement (Grève Blanche), des enclaves de cor-

néennes litées métamorphiques du type de l'île Milliau renferment des filons témoignant d'une phase aplitique pré-granitique (Ap0).

Des veines de roches de nature comparable, quoique souvent plus largement grenues, se rencontrent dans l'unité  $\gamma 2$ ; fréquemment subverticales et disposées radialement, elles sont sécantes sur le contact  $\gamma 1b$ - $\gamma 2$  (Ap2). Nous avons observé l'interruption de l'une d'entre elles à Landrellec au niveau du stockscheider marquant la limite  $\gamma 2$ - $\gamma 3$ . L'unité  $\gamma 3$  ne comporte aucune manifestation similaire.

Les rapports de l'aprite de Trégastel avec son encaissant ( $\gamma 1b$  et roches basiques) ne permettent pas de trancher quant à son appartenance à l'une ou l'autre de ces générations.

● RELATIONS AVEC LES LAMPROPHYRES ET LE MICROGRANITE DE PORS-TERMEN.

Entre les granites  $\gamma 1b$  et  $\gamma 2$  s'intercale une phase lamprophyrique (6) évoluant jusqu'à un microgranite (Cf. ci-dessus et fig. 3). A l'île de

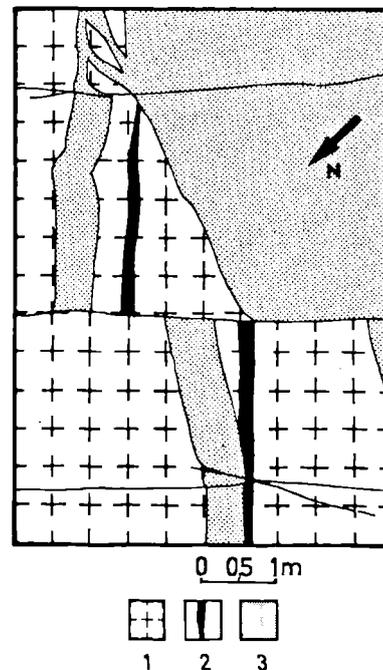


FIG. 3. — Relations du microgranite de Pors Termen avec le granite de Traouieros et le granite de Canton-Kerléo.

Seigle, deux de ces filons, décalés par d'étroites bandes mylonitisées de direction Est-Ouest et plongeant à 30° au Sud, elles-mêmes recoupées par des veines apliques appartenant sans doute à la génération Ap1, témoignent de l'existence de faibles dislocations entre les deux manifestations filoniennes.

Les filons de quartz, très tardifs, prennent place indifféremment dans l'encaissant ou dans les différentes unités.

L'ensemble des relations entre les unités, les faciès et le cortège filonien peut se résumer par la succession suivante :

Métamorphisme(s)  
(enclaves du type Milliau)

Ap0

$\gamma$  1 ( $\gamma$  1a -  $\gamma$  1b) Ap

Lamprophyre - microgranite  
petites dislocations

Ap1

$\gamma$  2 }  $\gamma$  2a  
          }  $\gamma$  2b  
          }  $\gamma$  2c

Ap2

$\gamma$  3 }  $\gamma$  3a  
          }  $\gamma$  3b

filons de quartz

## II. — LA THERMOLUMINESCENCE ET LA RADIOACTIVITE

### 1) Echantillonnage et préparation des échantillons.

La plupart des prélèvements ont été effectués en carrières et dans tous les cas, de telle façon que l'altération ne puisse être mise en cause.

Quelques centaines de grammes de la roche, d'abord concassée au marteau, sont broyées au broyeur à disque jusqu'à ce que la totalité passe au tamis 297 microns (48 Mesh), on recueille la fraction 212-297 microns (48-65 Mesh). Les ferromagnésiens sont extraits au séparateur magnétique et on reconstitue à partir de leur pourcentage en poids un échantillon moyen de 10 gr. de roche totale (magnétique + non magnétique)

destiné à la mesure de la radioactivité. Le reste de la poudre, exclusivement quartzo-feldspathique, sert aux essais de thermoluminescence.

### 2) La radioactivité.

Nous avons utilisé pour les mesures un ensemble de comptage de faibles activités  $\beta$  (type RA 12 - Intertechnique). Aux bornes de compteurs de garde et de mesure, du type à circulation (Hélium à 0,95 % d'isobutane) sont appliquées respectivement des tensions de 1 200 à 1 150 volts. Un montage en anticoincidence permet d'éliminer les impulsions parasites, le bruit de fond gardant une valeur de 2,5 coups par minute. L'échantillon est réparti uniformément dans une coupelle en altuglass de huit centimètres de diamètre.

Les activités enregistrées s'échelonnent depuis 144 jusqu'à 314 coups par minute (tableau I) et décroissent en général de la périphérie vers le cœur du massif. A l'exception de l'unité  $\gamma$  3, les taux de comptage se révèlent plus élevés pour les faciès externes ( $\gamma$  1a -  $\gamma$  2c). Le faciès  $\gamma$  1b, malgré sa richesse en ferromagnésiens, est moins radioactif que  $\gamma$  1a.

### 3) La thermoluminescence naturelle.

Les enregistrements ont été effectués avec le dispositif de macrothermoluminescence décrit par J.M. Charlet (3). On opère sur 0,5 g de poudre, soit 0,4 g de roche (préparés comme précédemment) auxquels l'adjonction de 0,1 g de quartz témoin (irradié pendant 3 heures avec une source  $^{60}\text{Co}$  de 0,74 curies en janvier 1971) donnant un pic à 60° C, permet l'extrapolation des températures à partir d'une loi de chauffe linéaire (température initiale :  $\approx 20^\circ$ , vitesse de chauffe :  $\approx 50^\circ/\text{minute}$ ).

La très forte thermoluminescence du feldspath permet de négliger l'émission du quartz de la roche ; on considère en outre que la couleur de l'échantillon (blanc à rose) n'intervient pas.

On distingue 2 types de courbes (fig.4) :

— le type 1 ne présente qu'un seul pic ;

— le type 2 montre au contraire une inflexion à haute température ( $\approx 250^\circ\text{C}$ ) plus ou moins bien marquée et notamment peu sensible pour 56-9 et 56-3b. Le type 2 se cantonne aux unités  $\gamma$  1 et  $\gamma$  2 (avec toutefois une exception pour le faciès  $\gamma$  2c).

	Echantillon	Radioactivité C/M	Radioactivité moyenne	T* ° C	H* cm	H* moyen
γ La Clarté	56.32	313,9	287,8	173,3	2,13	1,66
	56.29	311,2		172,4	1,50	
	56.33	272,7		173,3	1,74	
	56.26	253,7		175,6	1,27	
γ Traouieros	12.2	253,1	210,1	173,4	2,61	1,35
	56.46	210,4		177,5	1,08	
	56.3	191,8		176,1	0,71	
	56.8	185,1		174,2	0,99	
γ St-Samson	56.12	243,0	197,8	171,4	2,59	2,75
	56.15	199,1		178,6	2,88	
	56.35	190,7		175,0	2,73	
	56.11	158,4		177,9	2,82	
γ Canton-Kerléo	56.3 b	184,7	165,4	180,9	1,83	1,47
	56.9	172,4		175,4	1,8	
	56.20	171,6		180,9	1,52	
	56.17	163,6		178,9	1,26	
	56.3 a	155,6		179,6	1,37	
	56.38	144,3		181,8	1,03	
γ gris à 2 micas	56.19 b	148,4	146,3	176,0	39,17	28,64
	56.19 a	148,0		171,3	31,22	
	56.36	147,2		176,6	24,3	
	56.42	144,9		178,7	16,6	
	56.18	143,4		177,8	20,75	
γ gris-bleu	56.39	156,7	155,3	175,7	6,57	7,91
	56.1	155,2		175,3	8,35	
	56.40	154,2		177,2	8,83	

TABLEAU I. — Valeurs moyennes des températures  $T$  et des intensités  $H$  (rapportées à la sensibilité 1 de l'enregistreur) du pic principal pour les différents échantillons étudiés. — Valeurs de la radioactivité  $\beta$  en coups/minute.

*Conditions expérimentales*

Thermoluminescence :

H T = 900 V. Vitesse de chauffe = 1°/S.

Granulométrie : 48 - 65 M.

pois d'échantillon : 0,4 g  
pois de témoin interne : 0,1 g

Radioactivité :

H T = compteur de garde 1 200 V.

H T = compteur de mesure 1 150 V.

Bruit de fond : 2,5 coups/minute.

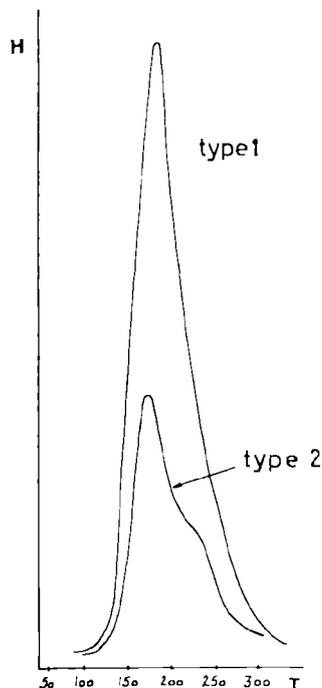


FIG. 4. — Types de courbes de TLN.

Type 1 (granite de Saint-Samson - granites gris de l'île Grande).

Type 2 (granites rouges, granites roses).

Les températures moyennes du pic principal ( $T^*$ ) (fig. 5) s'échelonnent de 171 à 181° Celsius et se groupent, pour chaque faciès, dans des domaines sensiblement différents. Ainsi, les faciès "externes" de chaque unité ( $\gamma 1a - \gamma 2c - \gamma 3b$ ) montrent des températures nettement plus basses que le faciès banal correspondant.

Les intensités moyennes du pic principal  $H^*$  (fig. 5) (hauteur du pic mesurée en centimètres et rapportée à la sensibilité 1 de l'enregistreur, pour une tension de 900 V aux bornes du tube photomultiplicateur) se répartissent en deux groupes de valeurs, les unes faibles de 0,5 à 3 cm correspondant à  $\gamma 1$  et  $\gamma 2$ , les autres fortes entre 6 et 39 cm pour l'unité  $\gamma 3$ , confirmant l'importance de la coupure entre  $\gamma 3$  et les deux autres unités. L'opposition entre  $\gamma 1$  et  $\gamma 2$  ne se manifeste pas, bien au contraire, la répartition des  $H^*$  et la forme des courbes suggèrent une certaine parenté, une place particulière revenant cependant au faciès  $\gamma 2c$ .

#### 4) Les relations de la TLN avec la radioactivité.

La thermoluminescence des différents prélèvements apparaît comme une fonction linéaire de l'activité  $\beta$  de la roche totale (les points se rapportant au granite gris-bleu de l'île Grande, trop peu nombreux, ne permettent peut-être pas d'être affirmatif).

On peut assimiler ces droites à des courbes de saturation naturelles; en effet, si des différences d'âge d'un faciès à l'autre sont négligeables, à une radioactivité donnée correspond une même dose de rayonnement (ici réside une différence avec les courbes de saturation artificielle où l'on fait varier la dose de rayonnement en jouant sur le temps d'irradiation et non sur l'intensité de la source). Avec cette interprétation, les droites 1, 2, 4 et 5 représentent la partie croissante d'une telle courbe et les faciès correspondants  $\gamma 1a$ ,  $\gamma 1b$ ,  $\gamma 2b$  et  $\gamma 3b$  n'ont pas encore, comme le faciès  $\gamma 2c$  (droite 3), atteint leur palier de saturation tandis que  $\gamma 3a$  avec la droite 6, marquant une décroissance de la TLN, semble au contraire l'avoir dépassé.

Les valeurs des coefficients angulaires, faibles pour  $\gamma 1$  et  $\gamma 2$  (0,007,  $\gamma 1a$ ; 0,026,  $\gamma 1b$ ; 0,019,  $\gamma 2b$ ; 0,0026,  $\gamma 2c$ ), fortes pour  $\gamma 3$  (0,93,  $\gamma 3a$ ; 3,42,  $\gamma 3b$ ), soulignent encore la coupure entre  $\gamma 3$  et les autres unités.

A âge égal, les pentes sont proportionnelles à l'aptitude à la thermoluminescence de chacun des faciès.

L'intensité de TLN d'un échantillon, proportionnelle au nombre d'électrons piégés, varie non seulement en fonction de la dose de rayonnement, mais est également liée à l'évolution dans le temps de la température à laquelle il a été soumis, c'est-à-dire à son "histoire thermique". Elle se traduit, pour les droites 1, 2, 4, 5, par l'existence d'une abscisse à l'origine non nulle: ainsi, par exemple, pour la droite 2 (fig. 6) quant à une valeur de la radioactivité de 200 coups par minute correspond une TLN de 1, en l'absence de déclin thermique (droite 2') cette valeur passe à 5,5, montrant qu'il ne resterait que 18% ( $1/5,5$ ) de la TLN ou 18% des électrons qui auraient "normalement" dû être piégés. L'intensité que l'on mesure résulte donc de l'interférence de deux phénomènes jouant en sens inverse: la radioactivité et le déclin thermique.



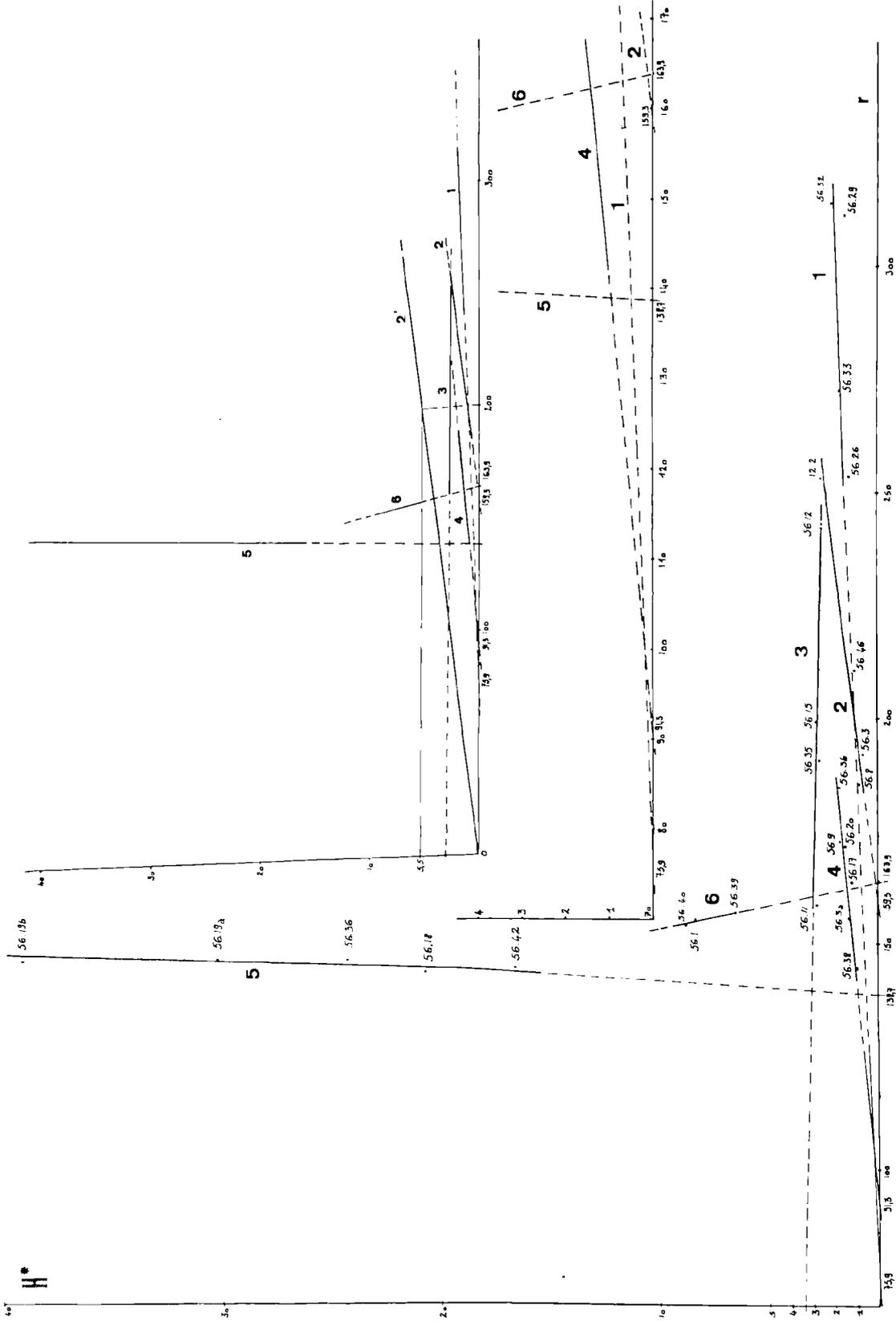


Fig. 6. — Relations entre l'intensité H\* de la TLN et la radioactivité  $\beta$  (R) de la roche totale.

- 1. - Granite de Traouieros ( $\gamma$  1a) } Granites rouges
- 2. - Granite de Traouieros ( $\gamma$  1b) } Granites roses
- 3. - Granite de Saint-Samson ( $\gamma$  2c) } Granites roses
- 4. - Granite de Canton-Kerléo ( $\gamma$  2b) } Granites roses
- 5. - Granite gris à 2 micas ( $\gamma$  3b) } Granites gris de l'île Grande
- 6. - Granite bleu ( $\gamma$  3a) } Granites gris de l'île Grande

— en ordonnée : H\* en cm  
 — en abscisse : radioactivité  $\beta$  de la roche totale en coups/minute

### III. — CONCLUSIONS

#### 1) La thermoluminescence et la structure du massif.

Les trois unités du complexe de Ploumanach - Ile Grande, outre leurs différences pétrographiques, s'opposent par la disposition de leurs différents faciès, cohérente avec leur mode de gisement (1).

Les données de terrain permettent de considérer les coupures entre les unités comme plus ou moins équivalentes, tout au plus le contact  $\gamma 1 - \gamma 2$  singularisé par la mise en place de  $\gamma 2$  à la faveur de l'effondrement d'une partie plus ou moins centrale de  $\gamma 1$  et que confirment les relations avec le cortège filonien (interposition de lamprophyre et de microgranite, disparition de la génération Ap1), paraît-il plus important que la limite  $\gamma 2 - \gamma 3$  juxtaposant l'ensemble  $\gamma 1 - \gamma 2$  possédant au moins deux générations d'aprites, avec l'unité  $\gamma 3$  exempte de toute manifestation comparable.

L'utilisation des caractéristiques de la TLN et de ses relations avec la radioactivité met en évidence la coupure entre  $\gamma 3$  et le groupe  $\gamma 1 - \gamma 2$ , dont elle suggère la parenté (sans doute géochimique) et permet de penser que le matériel de  $\gamma 2$  provient de la remobilisation de la base de l'élément effondré de  $\gamma 1$ . En outre, le caractère intermédiaire de  $\gamma 2$  avec des types de courbes différents 1 et 2, tranche par rapport aux unités  $\gamma 1$  et  $\gamma 3$  homogènes de ce point de vue.

D'une façon plus générale, on dispose, avec les relations linéaires de  $H^*$  avec la radioactivité, d'un moyen de juger de l'appartenance d'une roche à un faciès ou à un autre ; on remarquera à ce sujet que le point représentatif de 56-3a, expression filonienne de 56-3b, s'aligne bien sur la même droite.

#### 2) La thermoluminescence et la géochronologie des granites.

Il existe fondamentalement deux méthodes de géochronologie par thermoluminescence (10).

La première considère la TLN comme proportionnelle à la dose de rayonnement (le coefficient de proportionnalité étant l'aptitude à la thermoluminescence) et suppose le nombre de pièges constant dans le temps ; la seconde, au contraire, se fonde sur la création de ceux-ci sous l'action de la radioactivité naturelle et utilise essentiellement la thermoluminescence artificielle.

a) Dans la méthode de la TLN, on procède à l'établissement d'une courbe de saturation (donnant l'intensité de la TL induite ou artificielle d'un échantillon, neutralisé thermiquement au préalable, en fonction de doses de rayonnement croissantes), courbe qui permet par interpolation de l'intensité de TLN, la détermination d'une dose équivalente de radiation  $R_a$ , la radioactivité naturelle  $\alpha$  mesurée, on établit le rapport  $t_r = R_a/\alpha$  considéré comme une fonction de l'âge de l'échantillon.

Dans l'application de cette méthode aux granites, les effets thermiques prennent une importance capitale, une partie au moins de leur évolution ayant eu lieu à haute température.

En 1964, J.M. Charlet (3) a mis au point une méthode fondée sur la dérive thermique du pic des feldspaths ; elle met en œuvre le fait que la courbe de TL obtenue par irradiation est toujours décalée vers les basses températures par rapport à la courbe TLN. Pour obtenir une superposition des courbes TLN et TLA, il faut à la fois irradier l'échantillon et le préchauffer à l'étuve. En lui faisant subir ce double traitement, le pic varie non seulement en intensité (déclin thermique), mais dérive aussi vers les hautes températures (dérive thermique) jusqu'à venir se superposer au pic de TLN. D'où l'idée que la température élevée du pic de TLN est liée à l'histoire thermique du minéral que l'on récupère artificiellement en préchauffant à une température telle que les courbes de TLN et TLA se superposent. C'est une technique de correction en laboratoire, ne s'adressant qu'à des minéraux présentant le phénomène de dérive thermique.

La technique que nous proposons maintenant, à partir des relations de la TLN avec la radioactivité, permet d'envisager l'estimation du déclin thermique de TL, pour les minéraux ne présentant pas de dérive thermique importante (cas du quartz ou des carbonates). La correction consiste en une simple translation de la droite (TLN - radioactivité) pour l'amener à passer par l'origine. Nous avons vu précédemment (Chap. II, § 4) de cette manière que le faciès  $\gamma 1b$  (droite 2 et droite corrigée 2') ne présentait plus que 18 % de l'intensité de TLN qu'il aurait dû montrer "normalement" en l'absence de déclin thermique. Des recherches sont en cours pour confronter les deux méthodes.

En se plaçant sur la droite corrigée 2', l'on peut en outre écrire que la vitesse de remplissage des pièges par unité de volume n'est fonction que

de la radioactivité, du nombre de pièges encore vides par unité de volume ( $N - n$ ) et de la dose de saturation, soit :

$$\frac{dn}{dt} = \frac{l}{R_0} (N - n) r \quad (1) \text{ avec}$$

$N$  = nombre total de pièges par unité de volume

$n$  = nombre d'électrons piégés

$R_0$  = dose de saturation

$r$  = radioactivité

En intégrant (1) par rapport au temps on obtient le nombre d'électrons piégés en fonction de la dose de rayonnement ( $rt = R$ ) ou autrement dit la courbe de saturation.

$$n = N (1 - e^{-rt/R_0}) \quad (2)$$

qui, dérivée par rapport à la radioactivité, donne l'expression de la tangente à la courbe de saturation :

$$\frac{dn}{dr} = \frac{t}{R_0} N e^{-rt/R_0} \quad (3)$$

Si  $r < R_0$ , l'exponentielle tend vers 1 et on a :

$$\frac{dn}{dr} = \frac{N t}{R_0} \quad (4)$$

L'expression (4) montre que la courbe est sensiblement une droite (ce que nous observons avec

les relations TLN - radioactivité) et que sa pente, indépendante de  $r$  et de l'histoire thermique, est une constante pour un faciès donné, fonction de son aptitude à la thermoluminescence et de son âge. La mesure de la pente d'une telle droite constitue pour autant que l'on puisse estimer l'aptitude à la thermoluminescence un moyen nouveau d'application de la thermoluminescence à la géochronologie.

b) La seconde méthode (dite de la thermoluminescence artificielle) utilise le palier de la courbe de saturation (dont la hauteur est supposée liée uniquement à la création de pièges) proportionnelle à la radioactivité et au temps. Le quotient de cette valeur par l'activité naturelle de l'échantillon est lié à son âge. Les zircons thermoluminescents et très radioactifs se prêtent très bien à cette technique et sont utilisés depuis quelques années (9). Les premiers résultats d'investigations en cours semblent montrer une possibilité d'application aux minéraux cardinaux comme les feldspaths.

En fait, les deux phénomènes (remplissage des pièges sous l'action de la radioactivité et création de pièges) coexistent et la nécessité d'introduire une correction à la première méthode, comme l'a proposé Zeller (10) justifie des recherches dans cette voie.

#### BIBLIOGRAPHIE

- 1) BARRIÈRE M. et CHAURIS L. (1971). — Individualisation de trois ensembles structuraux dans le massif granitique de Ploumanach (Côtes du Nord). *C.R. Ac. Sc.*, t. 273, Sér. D, p. 1779-1782.
- 2) BARROIS. Ch. (1909). — Carte géologique au 1/80.000<sup>e</sup> (Feuille de Lannion).
- 3) CHABLET J.M. (1964). — Le déclin thermique et son importance dans la datation des granites par la méthode de thermoluminescence. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXXXIV, p. 29-40.  
— La thermoluminescence des roches quartzofeldspathiques. Application à l'étude des séries sédimentaires détritiques. Intérêt dans la datation des granites. *Thèse Fac. Polyt. Mons*, 1966. *Bull. B.R.G.M.*, 1969, n° 2, Section II, 2<sup>me</sup> sér., p. 51-97 ; n° 3, Section II, 2<sup>me</sup> sér., p. 11-60.
- 4) CHAURIS L. (1958). — Pegmatites à allanites et à Molybdénite dans le granite de Ploumanach (Côtes du Nord). *Bull. Soc. fr. Minér. Cristall.*, 81, p. 150-153.
- 5) CHRISTODOULIDES C., ETTINGER K.V. and FREMLIN J.M. (1971). — The use of TL glow peaks at equilibrium in the examination of the thermal and radiation history of materials. *Modern Geology*, Vol. 2, p. 275-280.
- 6) LOY W. (1965). — De ring-pluton van Tregastel. *Thèse*, Louvain, 76 pages.
- 7) SANDREA A. (1958). — Contribution à la lithologie de la Côte Nord de la Bretagne, de l'île de Sieck à la baie de Perros. *Bull. Serv. Carte Géol. Fr.*, t. 56, n° 258, p. 505-618.  
— Deuxième édition de la Feuille de Lannion (1966).
- 8) THOMAS M.M. and SMITH W.C. (1932). — Xenoliths of igneous origine in the Trégastel-Ploumanach granite, Côtes-du-Nord, France. *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, vol. 88, p. 274-296.
- 9) YAZ J. Eduardo (1971). — Geologic age dating of zircon using thermoluminescence. *Modern Geology*, vol. 2, p. 239-245.
- 10) ZELLER Edward J. (1968). — Geologic age determination by thermoluminescence in Thermoluminescence of geological materials. *Academic Press*, London and New-York, p. 311-325. Edited by D.J. Mc Dougall.

## Contribution à la connaissance du Westphalien inférieur: les mégaspores de la bowette Sud à 248 de la fosse St Mark de l'unité de production de Valenciennes des H.B.N.P.C.

par S. LOBOZIAK (\*)

(Planche IV)

*Sommaire.* — L'étude des mégaspores isolées de charbons macérables de l'assise de Vicoigne (Westphalien A) et de la partie tout à fait inférieure de celle d'Anzin (Westphalien B) complète les résultats acquis dans la région occidentale du bassin houiller du Nord - Pas-de-Calais.

*Summary.* — The study of megaspores extracted from coals of low rank belonging to the assise de Vicoigne (Westphalian A) and the lowest part of the assise d'Anzin (Westphalian B) completes the results obtained in the West part of the Nord - Pas-de-Calais Coalfield.

Les mégaspores étudiées dans ce travail ont été isolées à partir de charbons de veines et passées rencontrées lors du creusement de la bowette Sud à 248 de la fosse St Mark de l'unité de production de Valenciennes qui bordure la face orientale du bassin houiller du Nord - Pas-de-Calais (fig. 1).

Ces couches appartiennent pour la plupart à l'assise de Vicoigne (Westphalien A), une partie d'entre elles se situant dans la partie inférieure de l'assise d'Anzin (Westphalien B).

### I. — Situation stratigraphique.

La série houillère traversée par la bowette Sud à 248 est très accidentée et affectée de failles d'importance variable. Son interprétation stratigraphique a été faite par le Service Géologique des H.B.N.P.C., en tenant compte des données apportées par la lithologie et la mégaflore (fig. 2).

Nous nous intéresserons plus particulièrement aux couches au-delà de la zone faillée du Midi d'Abseon, c'est-à-dire à partir de la passée à 344 m (n° d'échantillonnage : 1826).

De 344 m à 410 m, nous avons un ensemble comprenant 3 couches en position renversée, dans

(\*) Chargé de Recherche au C.N.R.S., Université des Sciences et Techniques de Lille, U.E.R. des Sciences de la Terre, Laboratoire de Paléobotanique.

Note déposée le 1<sup>er</sup> Mars 1972.

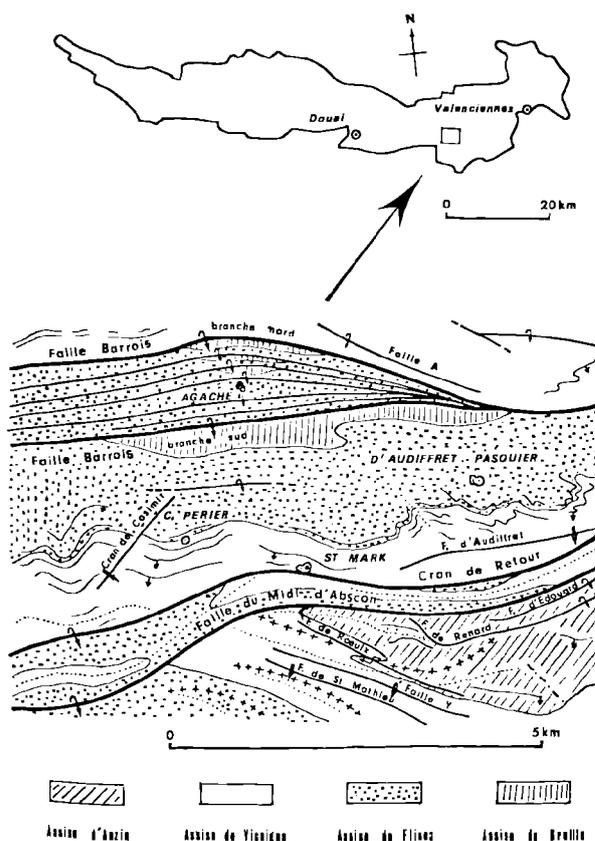


FIG. 1. — Situation géographique.

(Extrait de l'édition 1963 de la carte à la cote — 300 des H.B.N.P.C.).

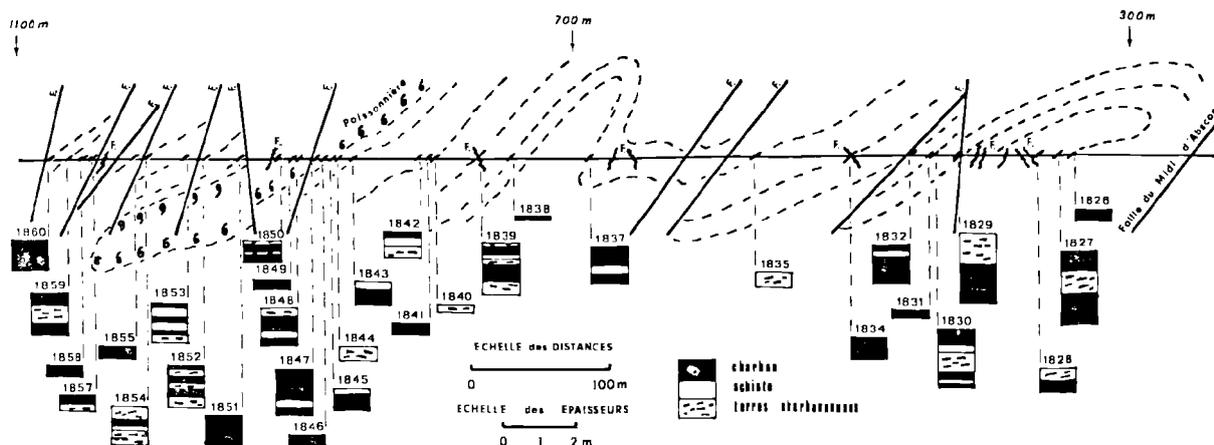


FIG. 2. — La bowette Sud à 248. Structure géologique. (D'après documents H.B.N.P.C.).

lequel a été recueillie une macroflore relativement variée, qui comprend entre autres : *Mariopteris muricata* SCHLOTHEIM, *Paripteris gigantea* STERNBERG, *Neuropteris loshi* BRONGNIART et *Sphenophyllum cuneifolium* STERNBERG.

De 410 m à 454 m, nous avons 4 couches en position stratigraphique normale. Au toit de la passée à 454 m (n° d'échantillonnage : 1832) ont été notées : *Lonchopteris rugosa* BRONGNIART et *Neuropteris loshi*.

De 454 m à 920 m, nous avons un ensemble affecté de failles de petite importance et comportant une structure synclinale dont l'axe se situerait à 620 m et une structure anticlinale dont l'axe serait à environ 700 m. Le niveau marin de Poissonnière y a été coupé à 869 m (n° d'échantillonnage : 1844). Parmi une flore qui présente peu d'intérêt, il faut signaler la présence, au toit de la passée au mur du niveau marin, de formes typiques de *Neurallethopteris schlehani* (STUR).

De 920 m à 1 080 m, nous avons une zone fortement accidentée comprenant plus de dix couches. Une flore très intéressante, constituée de *Mariopteris muricata* SCHLOTHEIM, *Neuropteris loshi*, *Neuropteris ghayei* STOCKMANS et WILLIÈRE, *Paripteris gigantea* STERNBERG et *Sphenophyllum myriophyllum* CRÉPIN, a été rencontrée au toit de la passée à 1 035 m (\*).

Au-delà de 1 080 m, nous avons une zone très tectonisée dans laquelle les charbons ne sont pas

macérables. Le niveau marin de la passée de Laure (\*\*) y est recoupé à trois reprises différentes (à 1 127 m, 1 190 m et 1 219 m).

L'étude des microspores réalisée récemment par Coquel (1) complète l'inventaire de cette série houillère fort complexe. En se référant à une échelle obtenue à partir d'échantillons issus d'une série géologique complète et continue à la fosse La Grange, l'auteur précise les données acquises par la mégaflore et situe stratigraphiquement chacun des ensembles :

— de 344 à 454 m, le fait important à noter est la présence commune, aux côtés des *Lycospora* fortement majoritaires, des *Densosporites*, *Crassispora*, *Laevigatosporites*, *Schulzospora rara* et *Radiizonates aligerens*, ce qui place cet ensemble dans la zone moyenne de l'assise de Vicoigne (partie moyenne et supérieure du faisceau de Modeste et moitié inférieure du faisceau de Chandeaur),

— de 454 à 869 m, les *Lycospora* dominent toujours. Les *Laevigatosporites* sont mieux représentées que précédemment. Quelques *Punctatosporites* sont notées dans les stériles. *Schulzospora rara* est présente, mais *Radiizonates aligerens* est absente. Cet ensemble se situe plus haut que le précédent, c'est-à-dire dans la zone supérieure de l'assise de Vicoigne, plus précisément au sommet du faisceau de Chandeaur,

— de 869 à 920 m, nous sommes dans l'assise d'Anzin. Cet ensemble n'a pas été inventorié du point de vue des microspores,

(\*\*) L'assimilation de ce niveau marin à celui de la passée de Laure a été faite d'après l'étude des grès réalisée par M. Dollé, Ingénieur géologue au Laboratoire de Pétrographie des H.B.N.P.C. de Drocourt. Ce résultat a ensuite été confirmé par la microflore (1).

(\*) Cette passée n'a pas été échantillonnée.

— de 920 à 1080 m, la microflore est variée. Les *Densosporites* sont relativement nombreuses et atteignent, dans quelques niveaux, des pourcentages élevés. Les *Laevigatisporites* sont toujours présentes, alors que les *Punctatosporites* et *Schulzospora rara* sont rares. Cet ensemble appartient à la zone moyenne de l'assise de Vicoigne et à l'extrême base de la zone supérieure,

— de 1080 à 1240 m, l'étude des microspores a porté sur les stériles. La microflore de cette zone se caractérise par le nombre peu varié des genres et espèces. Les *Lycospora* y dominent nettement, les *Laevigatisporites* sont peu fréquentes. Quelques *Schulzospora rara* ont été recueillies ; par contre, *Radizomates uligerens* est absente. Cette association s'assimile à celle de la zone inférieure de l'assise de Vicoigne (base du faisceau de Modeste).

## II. — Etude qualitative.

La macération des échantillons a été réalisée par la méthode de Zetzsche et Kälin qui comporte une bromuration d'une durée de 17 heures et une oxydation de 30 minutes par l'action de 125 cc de HNO<sub>3</sub> concentré fumant.

La liste ci-dessous des diverses espèces identifiées est donnée suivant la classification de R. Potonié 1960. Elle comprend 29 espèces réparties dans 11 genres.

### ANTETURMA SPORITES H. POTONIÉ

#### TURMA TRILETES REINSCH

##### SUBTURMA AZONOTRILETES LUBER

##### INFRATURMA LAEVIGATI (BINNIE et KIDSTON) POTONIÉ et KREMP

##### Genre *Laevigatisporites* (IBRAHIM) POTONIÉ et KREMP

- L. primus* (WICHER) POTONIÉ et KREMP
- L. renschi* IBRAHIM
- L. glabratus* (ZERNDT) POTONIÉ et KREMP

##### Genre *Pseudovalvisporites* LACHKAR

- P. nigrozonalis* (STACH et ZERNDT) LACHKAR

##### INFRATURMA NODATI DYBOVA et JACHOWICZ

##### Genre *Tuberculatisporites* (IBRAHIM) P.M. CORSIN, LOBOZIAK et SOYEZ

- T. tuberosus* IBRAHIM
- T. brevispiculus* (SCHOPF) POTONIÉ et KREMP

##### INFRATURMA APICULATI (BENNIE et KIDSTON) POTONIÉ

##### Genre *Apiculatisporites* (IBRAHIM) P.M. CORSIN, LOBOZIAK et SOYEZ

- A. densiornatus* DANZÉ, LEVET-CARETTE et LOBOZIAK
- A. doubingeri* DANZÉ, LEVET-CARETTE et LOBOZIAK
- A. pseudogiganteus* (SELOSSE) P.M. CORSIN, LOBOZIAK et SOYEZ
- A. subfuscus* (WICHER) DANZÉ, LEVET-CARETTE et LOBOZIAK
- A. wicheri* P.M. CORSIN, LOBOZIAK et SOYEZ
- A. difficilis* (WICHER) DANZÉ, LEVET-CARETTE et LOBOZIAK

##### Genre *Colisporites* POTONIÉ et KREMP

- C. bulbosus* (HORST) POTONIÉ et KREMP
- C. olgae* POTONIÉ et KREMP
- C. globulus* LOBOZIAK
- C. rarispiculus* SELOSSE

##### SUBTURMA ZONOTRILETES WALTZ

##### INFRATURMA ZONATI POTONIÉ et KREMP

##### Genre *Triangulatisporites* POTONIÉ et KREMP

- T. zonatus* (IBRAHIM) POTONIÉ et KREMP
- T. tertius* POTONIÉ et KREMP

##### Genre *Zonalesporites* (IBRAHIM) SPINNER

- Z. brasserti* (STACH et ZERNDT) POTONIÉ et KREMP (Pl. IV, fig. 1)
- Z. dentatus* (ZERNDT) SPINNER (Pl. IV, fig. 2 à 6)
- Z. superbus* (BARTLETT) LEISMAN

##### SUBTURMA AURITOLAGENOTRILETES

P. CORSIN, CARETTE, DANZÉ et LAVEINE

##### Genre *Expansisporites* (LOBOZIAK) LOBOZIAK et SOYEZ

- E. valvatus* LOBOZIAK et SOYEZ

##### SUBTURMA LAGENOTRILETES POTONIÉ et KREMP

##### INFRATURMA GULATI BHARADWAJ

##### Genre *Setosisporites* (IBRAHIM) POTONIÉ et KREMP

- S. hirsutus* (LOOSE) IBRAHIM
- S. praetextus* (ZERNDT) POTONIÉ et KREMP

##### Genre *Lagenicula* (BENNIE et KIDSTON) SPINNER

- L. horrida* ZERNDT
- L. rugosa* (LOOSE) ARNOLD
- L. nuda* NOWAK et ZERNDT

##### SUBTURMA CYSTITRILETES

P. CORSIN, CARETTE, DANZÉ et LAVEINE

##### Genre *Cystosporites* SCHOPF

- C. giganteus* (ZERNDT) DIJKSTRA
- C. varius* (WICHER) DIJKSTRA

ANETURMA POLLENITES POTONIÉ

TURMA PLICATES POTONIÉ

SUBTURMA PRAECOLPATES POTONIÉ et KREMP

Genre *Schopfipollenites* POTONIÉ et KREMP

*S. ellipsoides* (IBRAHIM) POTONIÉ et KREMP

III. — Analyse quantitative.

Les niveaux analysés se répartissent entre la passée à 344 m (n° d'échantillonnage : 1826) et celle à 1 074 m (n° d'échantillonnage : 1860), les autres couches s'étant révélées négatives par suite du rang trop élevé des charbons. Pour chaque passée, les prélèvements ont été effectués en une seule fois à travers toute leur épaisseur, ou sillons par sillons dans le cas de passées avec intercalaires (\*). 32 niveaux ont ainsi été inventoriés dont les résultats figurent sur le tableau I. Le total des mégaspores, pour chaque niveau, est supérieur à 50, sauf en ce qui concerne la passée à 571 m (n° d'échantillonnage : 1835) qui, malgré plusieurs opérations de macération, n'a fourni que 14 individus, ce qui est nettement insuffisant pour une étude statistique valable.

Au niveau des comptages, nous avons été amenés à opérer des regroupements de plusieurs espèces ou parfois de toutes les espèces appartenant à un même genre, ceci pour plusieurs raisons. La première est la nécessité de tenir compte du maximum de matériel isolé. Or, si l'appartenance générique pour les individus mal conservés ou les fragments de mégaspores est encore relativement facile et peut être donnée avec un maximum de certitude, il n'en est pas de même lorsqu'il s'agit de leur attribuer un nom d'espèce. La seconde de ces raisons est l'existence d'espèces morphologiquement très voisines, définies un peu trop hâtivement d'après des caractères pas toujours nettement discernables et dont le degré de variation est difficile à saisir. Enfin, la troisième raison est le souci d'éviter une trop grande dispersion des renseignements obtenus afin de rendre plus aisée leur interprétation.

Les mégaspores déterminées sont groupées dans 16 colonnes.

Les *Laevigatisporites* sont peu nombreuses et ne dépassent que rarement 10 %.

(\*) Les résultats obtenus pour chacun des sillons d'un même ensemble ont ensuite été additionnés.

*P. nigrozonalis* a été notée presque partout. Souvent peu abondante, elle peut atteindre parfois des proportions élevées. C'est le cas des passées à 344 m (20 %), 903 m (24,6 %), 906 m (41,6 %) et de celle à 1 014 m (24,5 %).

Les *Tuberculatisporites* et *Colisporites* ont été peu vues. Par contre, les *Apiculatisporites* sont plus souvent présentes, en particulier dans les couches de la partie moyenne de l'assise de Vicoigne.

Les *Triangulatisporites* ont été recueillies dans des proportions généralement importantes dans toutes les passées (à l'exception de celles à 367 m et 906 m), le maximum de ce type de mégaspores se situant dans la passée à 493 m (69 %).

*Z. brasserti-dentatus* (\*), de même que *Z. superbis*, ont une présence plus soutenue dans la partie moyenne de l'assise de Vicoigne. Dans les autres ensembles, elles apparaissent à intervalles plus ou moins lointains, mais parfois abondamment (79,2 % dans la passée à 772 m).

*E. valvatus* est une espèce plutôt rare qui n'a été recueillie qu'en un très petit nombre d'exemplaires.

*S. hirsutus* a été notée dans un nombre élevé d'échantillons et en général en grande quantité (plus de 70 % dans les passées à 800 m et 805 m). Au-dessus de Poissonnière, ses apparitions sont plus espacées et quantitativement moins importantes.

*S. praetextus* est bien représentée dans la partie moyenne de l'assise de Vicoigne (47,6 % dans la passée à 1 051 m). Dans la partie supérieure, elle ne se manifeste que plus épisodiquement. Elle est très rare dans l'assise d'Anzin où elle n'a été vue que dans la seule passée à 898 m (moins de 2 %).

*L. horrida* n'a été située que dans quatre passées, avec toutefois, un pourcentage intéressant dans celle à 420 m (8,1 %).

(\*) Nous avons rencontré un grand nombre de spécimens avec des caractères à la fois de *Z. brasserti* et de *Z. dentatus*. C'est la raison pour laquelle nous avons groupé ces deux espèces. Il se peut que certains de ces individus appartiennent à *Z. rotatus* (BARTLETT) SPINNER (Pl. IV, fig. 3 à 6). Une grande confusion règne au sujet de ces mégaspores à grandes fibrilles équatoriales. Nous pensons qu'il y a, au niveau du genre *Zonalesporites*, une révision à faire.

Situation stratigraphique d'après COQUEL 1971	DESIGNATION DES PRELEVEMENTS ( BOWETTÉ sup à 748 )	Situation stratigraphique d'après COQUEL 1971																			
		Laevigatisporites spp.	P. nigrozonalis	Tuberculatisporites spp.	Apiculatisporites spp.	Collapores spp.	Triangulatisporites spp.	Z. brasserti - dentatus	Z. superbus	E. valvatus	S. hirsutus	S. praetextus	L. horrida	L. rugosa - nuda	C. giganteus	C. varius	S. ellipsoides	Indéterminés	Nombre d'individus	TOTAL	
ASSISE DE VICOIGNE ( partie moyenne )	1826 Poissée p. 344 "	•	11	•	3	1	19	13	2	•	•	•	•	2	2	•	•	1	1	54	
	1827 " " 353 "	1	3	•	4	•	15	161	1	1	14	3	•	•	2	•	1	2	206		
	1828 " " 367 "	26	10	•	7	•	•	60	1	•	5	70	•	•	26	•	5	1	210		
	1829 " " 420 "	1	8	2	2	4	42	34	1	•	1	14	11	•	2	5	•	8	3	135	
	1830 " " 442 "	1	7	2	3	•	12	29	1	•	70	13	•	•	28	28	•	4	3	198	
	1831 " " 444 "	•	•	1	20	2	9	3	2	•	16	75	•	1	•	3	•	2	1	124	
ASSISE DE VICOIGNE ( partie supérieure )	1832 " " 454 "	•	10	•	12	4	36	48	17	•	17	90	•	2	•	21	•	5	2	262	
	1834 " " 493 "	•	•	2	6	6	69	•	•	•	•	•	2	3	8	•	4	1	100		
	1835 " " 571 "	•	1	•	•	•	1	•	•	•	•	•	3	1	7	•	1	1	14		
	1837 " " 691 "	9	6	6	29	8	4	15	2	•	127	99	•	•	8	29	•	5	2	347	
	1838 " " 740 "	•	11	3	32	5	9	69	6	•	•	•	11	•	•	•	3	1	149		
	1839 " " 772 "	3	1	•	10	1	16	442	•	•	12	•	•	6	6	53	•	8	4	558	
	1840 " " 800 "	12	•	10	9	1	8	•	•	•	300	55	•	4	18	•	•	3	1	420	
	1841 " " 803 "	9	8	•	2	•	17	17	•	•	3	•	•	12	1	•	•	4	1	73	
	1842 " " 805 "	•	1	•	•	•	1	•	•	•	120	3	•	•	1	35	•	1	1	162	
	1843 " " 858 "	•	1	•	6	•	37	10	3	•	54	28	•	2	3	10	•	6	1	160	
	ASSISE D'ANZIN	1844 Poisson <sup>184</sup> 869 "	•	•	5	9	1	43	•	•	•	•	•	•	4	2	•	4	1	68	
		1845 Poissée A 878 "	6	•	•	•	•	28	14	•	•	5	•	•	2	3	21	•	2	1	81
		1846 " " 887 "	1	•	•	2	•	11	1	•	•	•	•	36	4	3	•	2	1	60	
		1847 " " 892 "	16	4	4	5	1	17	•	2	•	•	2	•	9	3	5	2	2	70	
1848 " " 898 "		1	20	5	14	5	85	2	1	1	67	6	•	15	42	47	2	5	3	318	
1849 " " 903 "		1	20	1	4	2	14	•	•	•	9	•	•	7	2	20	•	1	1	81	
1850 " " 906 "		•	25	•	•	•	•	2	•	2	•	•	•	1	4	6	•	1	1	60	
1851 " " 938 "		1	7	•	1	•	30	8	•	•	11	4	•	•	•	•	1	1	1	64	
ASSISE DE VICOIGNE ( partie moyenne )	1852 " " 984 "	1	1	4	13	•	14	15	•	•	32	10	2	34	2	68	•	6	2	202	
	1853 " " 976 "	•	43	1	2	2	32	69	7	•	138	43	•	1	13	55	•	10	4	416	
	1854 " " 1005 "	3	1	1	2	1	43	49	10	•	98	4	•	18	3	8	•	9	2	250	
	1855 " " 1014 "	•	13	•	2	1	19	•	2	•	•	•	•	•	13	•	3	1	53		
	1856 " " 1044 "	6	•	•	2	•	4	60	4	•	10	10	•	•	•	•	4	1	100		
	1858 " " 1051 "	9	•	•	3	•	10	7	6	•	150	200	•	•	8	24	•	3	1	420	
	1859 " " 1060 "	1	3	1	1	•	70	7	•	•	•	9	•	2	2	8	•	5	2	119	
	1860 " " 1074 "	1	•	•	3	1	8	•	•	•	27	6	1	•	3	•	•	•	1	50	

TABLEAU I. — Répartition des mégaspores.

*L. rugosa-nuda* sont par contre un peu plus fréquentes et plus nombreuses, avec un maximum de présence dans la passée à 887 m (60 %).

*C. giganteus* est représentée dans presque toutes les passées. Son pourcentage de fréquence est plus élevé dans la partie relative à l'assise d'Anzin que dans l'assise de Vicoigne.

*C. varius* a une présence assez remarquablement constante et élevée dans la plupart des passées (33,6 % pour la passée à 964 m).

*S. ellipsoïdes* n'a été recueillie que dans trois passées, en un très faible nombre d'exemplaires.

Si du point de vue des microspores il a été possible, dans cette série houillère, d'effectuer une différenciation (1), nous pouvons constater qu'il n'en est pas de même pour les mégaspores qui sont partout identiques. Tout au plus y note-t-on quelques variations d'ordre quantitatif uniquement. C'est ainsi que *Z. brasserti-dentatus* et *S. praetextus* sont légèrement plus nombreuses que dans la partie moyenne de l'assise de Vicoigne, que *S. hirsutus* est moins fréquente dans la partie relative à l'assise d'Anzin, alors que, par contre, *C. giganteus* y acquiert des proportions quelquefois plus élevées.

En résumé, l'association reconnue au cours de cet inventaire se traduit ainsi :

— abondance des *Triangulatisporites*, *Z. brasserti-dentatus* et *S. hirsutus*,

— présence soutenue des *Apiculatisporites*, *S. praetextus*, *C. varius*, *P. nigrozonalis*, et à un degré moindre, des *Laevigatisporites*, *C. giganteus* et *L. rugosa-nuda*,

— présence accessoire des *Tuberculatisporites*, *Colisporites*, *Z. superbus*, *E. valvatus*, *L. horrida* et *S. ellipsoïdes*.

#### IV. — Essais de corrélations latérales.

Nous nous proposons d'entreprendre, à partir de ces données, des corrélations de passées à passées qui auraient constitué un apport supplémentaire à la mise en place effectuée par le Service Géologique des Houillères (voir fig. 2) et permis de préciser certains points demeurés incertains.

C'est la raison pour laquelle nous avons dressé, pour chacune des passées, des diagrammes de

pourcentage des mégaspores les plus représentatives (\*).

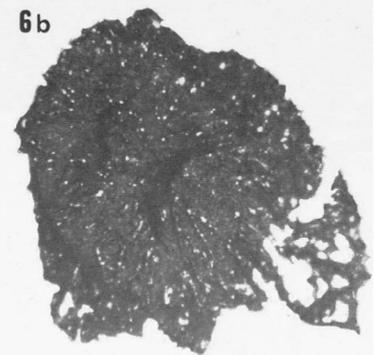
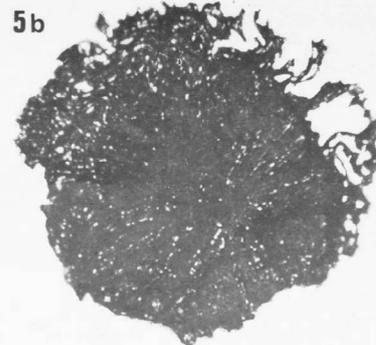
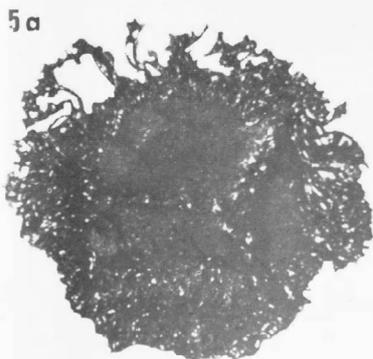
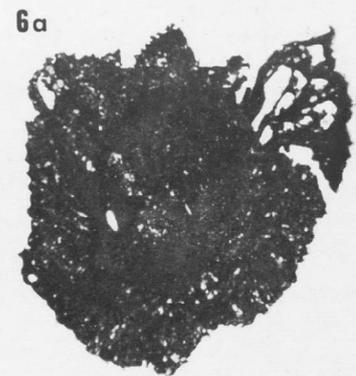
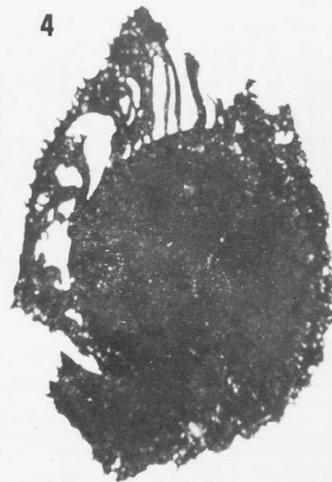
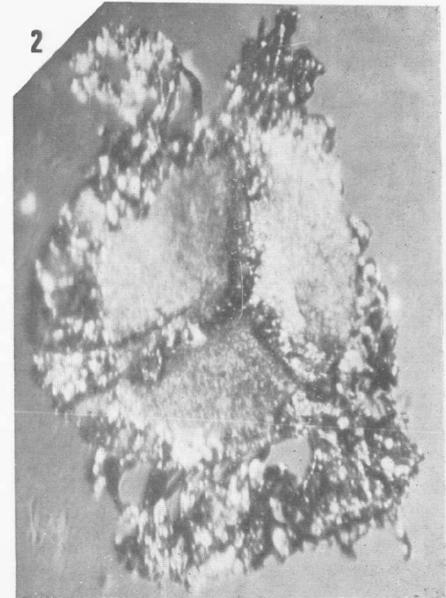
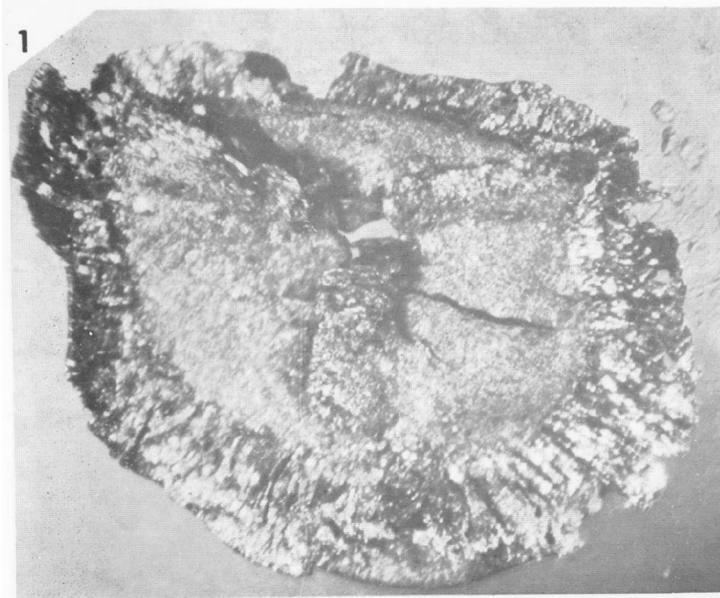
En général, pour des points de prélèvement assez proches d'une même horizontale, les pourcentages relatifs des différentes spores varient peu. Les diagrammes que l'on en obtient sont donc sensiblement identiques. Pour arriver à une telle similitude, il est bien évident que l'échantillonnage doit être homogène et complet.

Les résultats auxquels nous avons abouti se sont révélés fort décevants car aucune comparaison sûre n'a pu être mise en évidence. La raison essentielle est, sans aucun doute, le fait que l'on se trouve dans une série très fortement tectonisée et bouleversée, dans laquelle peu de passées sont bien en place, la plupart d'entre elles étant au voisinage immédiat de failles et constituant même parfois des remplissages de failles. De plus, plusieurs prélèvements n'ont pas été effectués.

#### V. — La répartition des mégaspores dans le bassin houiller du Nord - Pas-de-Calais.

Dans un récent travail de synthèse qui concerne la partie occidentale du bassin du Nord - Pas-de-Calais (2), nous avons établi une échelle d'extension verticale des mégaspores qui s'étend de la limite inférieure de macérabilité des charbons pour cette région du bassin (cette limite se trouve dans la partie moyenne du faisceau de Meunière, c'est-à-dire dans la moitié inférieure de l'assise d'Anzin) à la partie moyenne du faisceau d'Edouard = Westphalien supérieur. La partie inférieure de l'assise d'Anzin et l'assise de Vicoigne n'avaient donc, jusqu'à présent, fait l'objet d'aucun inventaire de mégaspores. C'est une des raisons pour lesquelles il nous a paru intéressant d'entreprendre ce présent travail qui nous donne ainsi la possibilité de compléter les résultats acquis à l'ouest du bassin (fig. 3). La zone SN 2, à partir de laquelle interviennent les mégaspores dans la zonation établie d'après la répartition des principaux types de spores (2, tableau 5), se caractérise par une importance quantitative des *Laevigatisporites*, *Triangulatisporites*, *Z. brasserti-dentatus*, *S. hirsutus*, *S. praetextus*. Aux côtés de ces mégaspores principales, il faut signaler la présence de *P. nigrozonalis*, *E. valvatus* qui acquiert dans la sous-zone b3 une fréquence continue, *L. horrida* dont l'épi-

(\*) Pour une raison de présentation, nous n'avons pas figuré ici ces diagrammes.





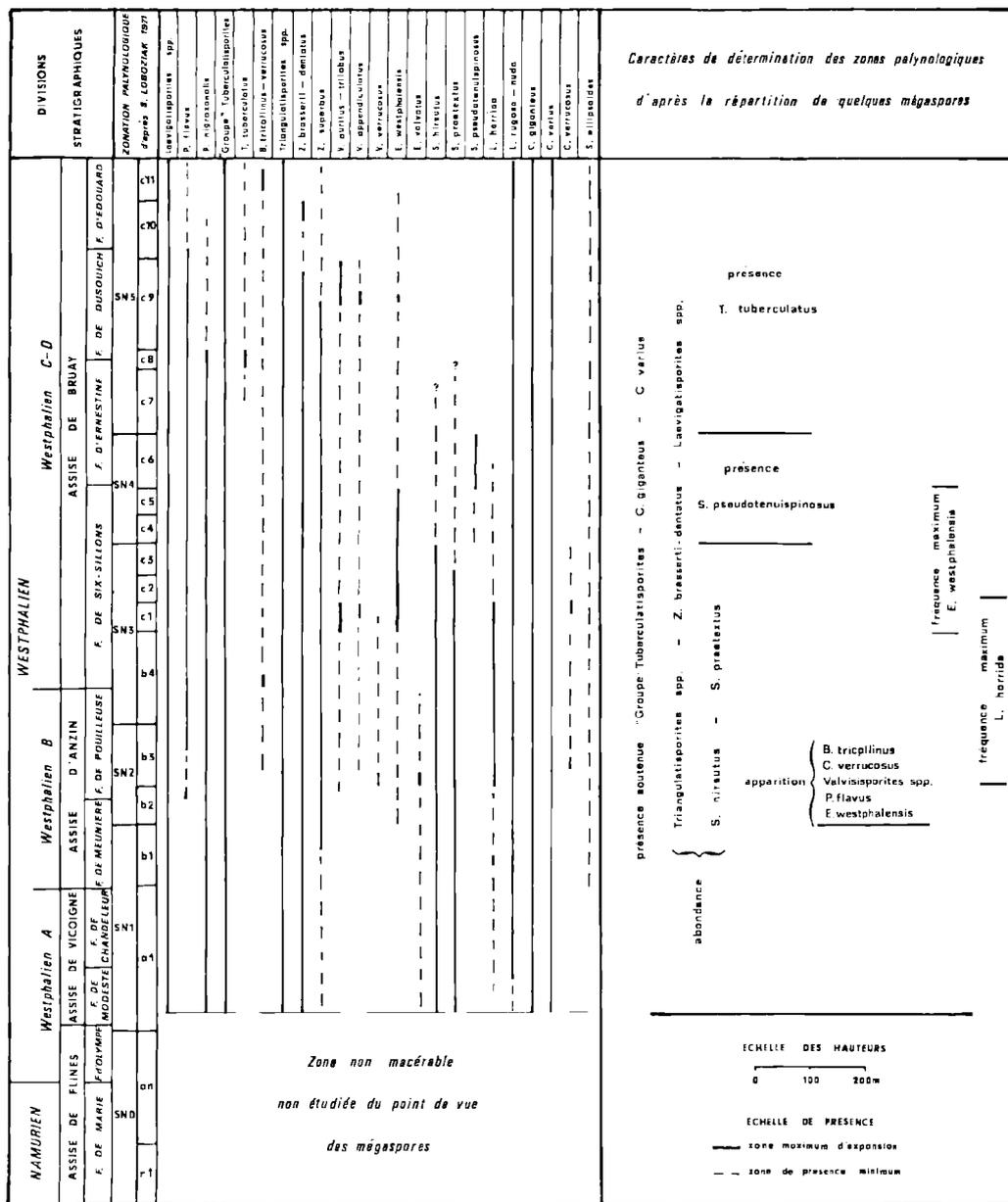


Fig. 3. — Extension verticale des mégaspores dans les H.B.N.P.C.

bole débute dans cette même sous-zone, *L. rugosa-nuda*, *C. varius* et *C. giganteus*. Les mégaspores suivantes y ont été rencontrées pour la première fois :

— dans la sous-zone b2, *Pseudovalvisisporites flavus* (STACH et ZERNDT) LACHKAR, *Valvisisporites*

*auritus* (ZERNDT) BHARADWAJ, *V. verrucosus* BHARADWAJ et *Expansisporites westphalensis* (BHARADWAJ) LOBOZIAK,

— dans la sous-zone b3, *Valvisisporites appendiculatus* (KOW.-MASL.) POTONIE et KREMP, *Bentzi-sporites tricolinus* (ZERNDT) POTONIE et KREMP

et *Cystosporites verrucosus* DIJKSTRA trouvée seulement en un seul exemplaire.

Si nous comparons ces données avec celles obtenues dans la série houillère de St Mark [qui correspond approximativement à la zone SN 1 de la zonation biostratigraphique (\*)], nous constatons que, du point de vue des mégaspores principales, il n'y a aucune différence. Par contre, la zone SN 2 voit, d'une part, l'apparition d'un certain nombre de mégaspores, en particulier des types à expansions auriculaires développées et, d'autre part, dans sa partie supérieure, le développement de *L. horrida*.

Si nous montons dans la série stratigraphique, c'est-à-dire dans la zone SN 3, nous retrouvons les mêmes spores principales, avec à leurs côtés, *L. horrida* qui atteint, aux alentours du niveau marin de Rimbart, des proportions élevées, mais qui décroît ensuite très fortement et très rapidement (fin de la zone de fréquence à la base de c2) et, à partir de la sous-zone c1, *E. westphalensis*. *S. praetextus* disparaît avant le sommet de SN 3. Quant aux mégaspores accessoires, on les rencontre dans les mêmes conditions que précédemment.

La zone SN 4 voit un changement assez net chez les mégaspores. Sa limite inférieure se caractérise par la disparition de *S. hirsutus* et *C. verrucosus* et l'apparition de *S. pseudotenuispinosus* PIÉRRART. Un peu plus haut (sommet de c5), se situe la limite supérieure de la zone de fréquence maximum de *E. westphalensis*. Le contenu de SN 4 peut se résumer ainsi :

— abondance des *Triangulatisporites*, *Z. brasserti-dentatus* et *Laevigatisporites*,

— présence soutenue du " groupe " *Tuberculatisporites*, de *C. giganteus*, *C. varius* et *S. pseudotenuispinosus* qui s'épanouit vers le sommet de cette zone.

Avec la zone SN 5 nous nous trouvons dans la partie supérieure du bassin. On y rencontre une nouvelle mégaspore, *Triletisporites tuberculatus* (ZERNDT) POTONIE et KREMP, à présence assez réduite et limitée à quelques couches, mais qui constitue néanmoins un élément de repère précieux. *S. pseudotenuispinosus* a déjà disparu. En ce qui concerne les mégaspores principales, ce sont celles

(\*) La zone SN 1 débute un peu en-dessous du niveau marin de la passée de Laure. Manquent donc ici le sommet de l'assise de Flines et la partie tout à fait inférieure de celle de Vicoigne.

de SN 4 (\*). La partie supérieure de la zone voit la régression des *Pseudovalvisporites* et *Valvisporites*.

## VI. — Conclusions.

La partie inférieure du Houiller du bassin du Nord - Pas-de-Calais, ou zones SN 0 et SN 1 de la zonation palynologique établie en 1971 (2), se prête peu à une étude de mégaspores puisqu'en général les charbons y présentent une teneur en matière volatiles trop basse.

Les résultats exposés ici comblent, à ce point de vue, une partie de la lacune (zone SN 1 (\*\*)). Les mégaspores isolées se sont révélées dans un bon état de conservation et, pour la plupart, bien déterminables. L'association reconnue se caractérise par l'abondance des *Triangulatisporites*, *Z. brasserti-dentatus* et *S. hirsutus*, la présence soutenue des *Apiculatisporites*, *S. praetextus*, *C. varius*, *P. nigrozonalis* et, à un degré moindre, des *Laevigatisporites*, *C. giganteus*, *L. rugosa-nuda*, ainsi que par la présence de quelques mégaspores tout à fait accessoires.

Cet inventaire des couches macérables les plus inférieures du bassin complète les connaissances acquises antérieurement, en particulier dans la région occidentale (2), et apporte quelques données supplémentaires à la connaissance palynologique du bassin du Nord - Pas-de-Calais, plus spécialement de la zone SN 1 identifiée jusqu'à présent par les microscopes uniquement.

La partie droite de la fig. 3 résume l'essentiel des caractères de distinction, par les mégaspores, des 5 zones supérieures du bassin. De SN 1 à SN 3, les différences sont parfois difficiles à saisir du fait d'une répartition sensiblement analogue de ces microfossiles, par contre, dans le Westphalien supérieur, les changements sont beaucoup plus nets et plus tranchants. Nous voyons que les mégaspores peuvent constituer un outil de repérage précieux dans la mesure évidente où les charbons sont macérables, ce qui n'est pas le cas pour ceux de la zone tout à fait inférieure du bassin ou SN 0.

(\*) *Z. brasserti* n'a pas été notée au-delà de c8. Dans la partie supérieure de SN 5, les mégaspores classées dans la colonne *Z. brasserti-dentatus* appartiendraient plutôt à *Z. dentatus*.

(\*\*) Des résultats assez satisfaisants (4) ont également été obtenus au Puits du Midi de l'unité de production de Douai (région médiane du bassin).

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

- 1) COQUEL R. (1971). — Contribution à la connaissance du Westphalien inférieur : les microspores de l'assise de Vicoigne dans l'unité de production de Valenciennes (H.B.N.P.C.). Application stratigraphique. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XCI, p. 65-78, Pl. IV.
- 2) LOBOZIAK S. (1971). — Les micro- et mégaspores de la partie occidentale du Bassin Houiller du Nord de la France. *Palaeontographica*, Bd 132, Abt. B, Lfg. 1-4, p. 1-127, Pl. I-XIII.
- 3) POTONIÉ R. (1960). — Synopsis der Gattungen der *Sporae dispersae* III. Teil: Nachträge *Sporites*, Fortsetzung *Pollenites* mit generalregister zu. Teil I-III. *Beih. Geol. Jb*, Heft. 39, p. 1-189, Pl. I-IX.
- 4) SOYEZ C. (en cours de rédaction). — Extension verticale des mégaspores au Puits du Midi (H.B.N.P.C.). Thèse de 3<sup>me</sup> cycle, Lille.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV

(Les spécimens figurés sont au grossissement  $\times 50$ )

FIG. 1. — *Zonalesporites brasserti* (STACH et ZERNDT)  
POTONIÉ et KRÉMP.

Ech. n° 1827 B 1, passée à 353 m.

La couronne équatoriale forme un anneau continu constitué de fibrilles soudées entre elles.

FIG. 2 à 6. — *Zonalesporites dentatus* (ZERNDT)  
SPINNER.

2. - Ech. n° 1828 B 4, passée à 367 m.

Les fibrilles équatoriales sont longues. Epaises et distinctes à leur base, elles s'enchevêtrent à leur extrémité.

3 à 6. - Ces quatre individus, qui proviennent de la passée à 1 005 m (éch. n° 1854 B 1 à 1854 B 4), présentent le même type de couronne équatoriale. Les fibrilles sont très diversifiées. Certaines sont aussi longues que le rayon du corps central de la mégaspore. Relativement fines de leur base jusqu'aux 2/3 de leur longueur, elles s'élargissent ou se dichotomisent dans leur partie terminale pour constituer une sorte d'anneau continu, mince et dentelé sur son pourtour extérieur (fig. 4 et 6).

Les faces distales sont lisses ou parfois couvertes de fibrilles identiques à celles de la périphérie (fig. 5b et 6b).

**EDITIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

15, Quai Anatole France — PARIS (VII)

C. C. P. PARIS 9061-11

Tél. : 555.26.70

---

P. BORDET, M. COLCHEN, D. KRUMMENACHER,  
P. LE FORT, R. MOUTERDE, M. REMY

## **RECHERCHES GÉOLOGIQUES DANS L'HIMALAYA DU NÉPAL RÉGION DE LA THAKKHOLA**

Une des très rares régions où les Séries Géologiques de l'Asie Centrale peuvent être atteintes et étudiées est la Thakkhola située au Népal, au Nord de la haute chaîne de l'Himalaya, dans la vallée de la Kaligandaki.

Un groupe de géologues y a fait plusieurs missions et présente, dans le mémoire « Recherches Géologiques dans l'Himalaya du Népal, Région de la Thakkhola », l'essentiel des observations scientifiques qui y ont été recueillies.

La série du Tibet débute par un ensemble métamorphique épais de 6 à 10 km, qui repose par un contact anormal sur les Séries Népalaises.

Il supporte en concordance une série paléozoïque complète, riche en fossiles, épaisse de plus de 6 km, puis une série mésozoïque également fossilifère, épaisse de 3 km, qui s'arrête à l'Aptien ; au-dessus repose un conglomérat rouge récent, épais de 1 500 m.

La tectonique de la haute chaîne est décrite dans cette région. L'ensemble est présenté dans la perspective actuelle de la dérive des continents.

Ouvrage in-4° coquille, 280 pages, 87 figures et 2 tableaux in-texte, 3 planches,  
1 carte en couleurs sous pochette, broché.

**PRIX : 139,80 F T.T.C.**

## MEMOIRES DE LA SOCIETE GEOLOGIQUE DU NORD

<b>Tome I :</b>	
MÉMOIRE N° 1. - Ch. BARROIS, <i>Recherches sur le terrain crétacé de l'Angleterre et de l'Irlande</i> , 1876.	120,00 F.
MÉMOIRE N° 2. - P. FRAZER, <i>Géologie de la partie Sud-Est de la Pensylvanie</i> , 1882. ....	92,00 F.
MÉMOIRE N° 3. - ZEILLER, <i>Mémoire sur la flore houillère des Asturies</i> , 1882. ....	12,00 F.
<b>Tome II. —</b> Ch. BARROIS, <i>Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice</i> , 1882 ..	épuisé
<b>Tome III. —</b> Ch. BARROIS, <i>Faune du Calcaire d'Erdray</i> , 1889 .....	épuisé
<b>Tome IV :</b>	
MÉMOIRE N° 1. - J. GOSSELET, <i>Etude sur les variations du Spirifer Verneuhli (se vend séparément)</i> 1894 .....	31,00 F.
MÉMOIRE N° 2. - L. CAYEUX, <i>Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires</i> .	épuisé
<b>Tome V. —</b> M. LERICHE, <i>Contribution à l'étude des Poissons fossiles du Nord de la France et des régions voisines</i> , 1906. ....	épuisé
<b>Tome VI :</b>	
MÉMOIRE N° 1. - P. BERTRAND, <i>Etude du stipe de l'Adelophyton jutleri</i> B. Renault, 1907 .....	20,00 F.
MÉMOIRE N° 2. - J. GOSSELET, Ch. BARROIS, M. LERICHE, A. CRÉPIN, P. PRUVOST, G. DUBOIS, <i>Description de la faune siluro-dévonienne de Liévin</i> , 1912-1920. Fascicule 1 .....	épuisé
Fascicule 2 .....	78,00 F.
MÉMOIRE N° 3. - V. COMMONT, <i>Saint-Acheul et Montières : Notes de Géologie, de Paléontologie et de Préhistoire</i> , 1909. ....	épuisé
<b>Tome VII :</b>	
MÉMOIRE N° 1. - P. BERTRAND, <i>Etude des Stipes d'Asterochloena laxa</i> Stenzel, 1911. ....	36,00 F.
MÉMOIRE N° 2. - A. CARPENTIER, <i>Contribution à l'étude du Carbonifère du Nord de la France</i> , 1913.	épuisé
<b>Tome VIII :</b>	
MÉMOIRE N° 1. - G. DUBOIS, <i>Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France</i> , 1923.	épuisé
MÉMOIRE N° 2. - Ed. LEROUX, <i>Le tunnel de l'Ave Maria. Observations géologiques et hydrologiques sur le plateau et la falaise au Sud de Boulogne-sur-Mer</i> , 1929. ....	65,00 F.
<b>Tome IX :</b>	
MÉMOIRE N° 1. - G. DUBAB, <i>Etude sur le Lias des Pyrénées françaises</i> , 1925. ....	épuisé
MÉMOIRE N° 2. - DOM GÉGOIRE FOURNIER et P. PRUVOST, <i>Description des poissons élasmo-branchés du marbre noir de Denée</i> , 1926. ....	58,00 F.
<b>Tome X :</b>	
MÉMOIRE N° 1. - A. CARPENTIER, <i>La flore wealdienne de Féron-Glaçon (Nord)</i> , 1927. ....	épuisé
MÉMOIRE N° 2. - J.W. LAVERDIÈRE, <i>Contribution à l'étude des terrains paléozoïques des Pyrénées occidentales</i> , 1931. ....	84,00 F.
<b>Tome XI. —</b> A. DUPARQUE, <i>Structure microscopique des charbons du Bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais</i> , 1934. ....	épuisé
<b>Tome XII. —</b> M <sup>ll</sup> D. LE MAÎTRE, <i>Etude sur la Faune des Calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis</i> , 1934. ....	109,00 F.
<b>Tome XIII. —</b> P. BRICHE, P. DANZÉ-COBSIN et J.P. LAVEINE, <i>Flore infraliasique du Boulonnais (Macro- et Microflore)</i> , 1963. ....	110,00 F.
<b>Tome XIV. —</b> G. WATERLOT, <i>Les Gigantostacés du Siluro-Dévonien de Liévin</i> , 1966. ....	52,00 F.

### ESQUISSE GEOLOGIQUE DU NORD DE LA FRANCE

par J. GOSSELET

Fascicule I. — Terrains primaires (textes et planches) .....	épuisés
Fascicule II. — Terrains secondaires > .....	épuisés
Fascicule III. — Terrains tertiaires > .....	épuisés
Fascicule IV. — Terrains quaternaires > .....	16,00 F.
<hr style="width: 20%; margin: 10px auto;"/>	
<i>Carte géologique du Département du Nord au 1/320 000<sup>e</sup></i> (par MM. J. GOSSELET, M. LERICHE, H. DOUXAMI) .....	26,00 F.

Les membres bénéficient d'une réduction de 20 % sur un exemplaire de chacune de ces publications.  
Les prix sont augmentés des frais de port et d'emballage quand les volumes ne sont pas pris directement au dépôt.

# SOMMAIRE

Tome XCII

1<sup>er</sup> trimestre

---

	Pages
Paule CORSIN et M.J. LEMOS DE SOUSA. — Sur la découverte de deux fossiles dans le Carbonifère de São Pedro da Cova (Portugal) .....	9
A.F. DE LAPPARENT et M. LYS. — Etude du Permien et esquisse géologique de la région de Khwahan (Province du Badakhchan, Afghanistan septentrional) .....	13
P. TSOFLIAS. — Esquisse structurale d'un secteur du Péloponnèse septentrional (Massif du Panachaique et partie nord du Massif de l'Olonos, Grèce) ....	23
Ch. DUPUIS. — Relations entre les grands ensembles structuraux du complexe granitique de Ploumanach-Ile Grande (Côtes-du-Nord), leur radioactivité et leur thermoluminescence naturelle .....	29
S. LOBOZIAK. — Contribution à la connaissance du Westphalien inférieur : les mégaspores de la bowette Sud à 248 de la fosse St Mark de l'unité de production de Valenciennes des H.B.N.P.C. ....	41