

50376
1962
61

UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DES SCIENCES
INSTITUT DE LA HOUILLE

50376
1962
61

DIPLOME D'ÉTUDES SUPÉRIEURES
(Paléobotanique)



Contribution à l'Étude du Terrain Houiller

LES "MEGASPORES" DES ENVIRONS
DE LA PASSEE MARINE DE RIMBERT
DANS LE GROUPE D'AUCHEL-BRUAY
APPLICATIONS STRATIGRAPHIQUES



Soutenu à Lille, Juin 1962

par

Stanislas LOBOZIAK

MEMBRES DU JURY

Monsieur P. CORSIN	Correspondant de l'Institut Président du Jury
Monsieur G. WATERLOT	Examineur
Monsieur J. DANZE	Examineur

Avant d'exposer les résultats de mes travaux, je suis très heureux de remercier Monsieur le Professeur Corsin, Correspondant de l'Institut qui, après m'avoir appris à aimer cette branche de la géologie qu'est la paléobotanique, m'a fait l'honneur de me confier le sujet de ce diplôme et n'a cessé, depuis, de me témoigner une constante et paternelle attention. Qu'il me permette de lui adresser l'expression de ma profonde gratitude.

C'est à Monsieur Danzé, Maître-assistant à la Faculté des Sciences de Lille, que je dois ma formation dans cette science. Il a été pour moi un guide éclairé, accueillant avec sympathie et bienveillance toutes mes sollicitations. Aussi ai-je le vif plaisir de lui exprimer ma reconnaissance.

J'adresse mes respectueux remerciements à Madame Danzé, Assistante à la Faculté des Sciences de Lille, pour son aimable attention et les conseils qu'elle m'a donnés dans l'élaboration des planches de ce diplôme.

Ces travaux n'ont pu être réalisés qu'avec l'accord et la collaboration du Service Géologique des H.B.N.P.C. Il m'est un devoir agréable d'exprimer ma reconnaissance à Monsieur Bouroz, Ingénieur en Chef, Chef du Service Géologique des H.B.N.P.C., qui m'a autorisé à fréquenter le laboratoire de Drocourt, ainsi qu'à Monsieur Dollé, Ingénieur Géologue, qui m'y a accueilli et accordé

toutes les facilités nécessaires à mes recherches.

Merci également à Monsieur Legrand, Chef Géomètre au Groupe d'Hénin-Liétard et à Monsieur Dussard, Géomètre au Groupe d'Auchel-Bruay qui, avec la plus grande amabilité, m'ont fourni les renseignements sollicités et effectué les nombreux prélèvements souhaités.

Monsieur Wannepain, Aide-technicien, m'a apporté une aide très précieuse au cours de mon stage à Drocourt, ce dont je lui sais gré.

Je ne peux oublier les différents services que m'a rendus le Personnel du Laboratoire de l'Institut de Géologie de la Faculté des Sciences de Lille, en particulier Monsieur Prouvot, Dessinateur et Monsieur Leblanc, Photographe, que j'ai souvent mis à contribution.

INTRODUCTION

La Palynologie, science relativement jeune, prend au cours des années, une importance toujours croissante.

Les spores, particulièrement abondantes dans le charbon, présentent des associations homogènes sur de grandes distances et constituent de ce fait des microfossiles de grand intérêt.

La section palynologique du Laboratoire de Paléobotanique de la Faculté des Sciences de Lille a entrepris depuis trois ans, l'étude systématique des veines et des passées du bassin houiller du Nord de la France. L'analyse des prélèvements provenant d'une même "verticale", offre la possibilité d'établir des graphiques de fréquence ou fuseaux dont l'interprétation permet d'aboutir à des considérations stratigraphiques et à une meilleure connaissance du terrain houiller.

Le travail présenté ici est une contribution à cette étude. Il a pour but l'élaboration d'une "verticale" palynologique dans le groupe d'Auchel-Bruay des H.B.N.P.C.

PREMIERE PARTIE

METHODES DE TRAVAIL

- I - PRELEVEMENT OU ECHANTILLONNAGE
- 2 - MACERATION
- 3 - LE TRI

DEUXIEME PARTIE

RAPPEL DES GENERALITES

- I - GENERALITES SUR LES SPORES
- 2 - GENERALITES SUR LES "MEGASPORES"

TROISIEME PARTIE

RESULTATS

- I - EXPOSE DES RESULTATS
- 2 - INTERPRETATION DES RESULTATS
- 3 - CONSIDERATIONS STRATIGRAPHIQUES

PREMIERE PARTIE

METHODES DE TRAVAIL

I - PRELEVEMENT OU ECHANTILLONAGE

II - MACERATION

- But et principe de la macération
- Différentes méthodes de macération
- Méthode bromonitrique de Zetzsche et Kälin

III - LE TRI

METHODES DE TRAVAIL

L'étude de la composition palynologique d'une veine ou d'une passée de charbon se décompose en trois parties : le prélèvement ou échantillonnage, la macération par un oxydant et le tri sous le binoculaire.

I - PRELEVEMENT OU ECHANTILLONNAGE

L'échantillonnage d'une couche de houille consiste à effectuer des prélèvements à travers toute sa hauteur de façon à enlever l'équivalent d'un prisme de charbon à base carrée de 20 cm de côté (°). Les blocs charbonneux débités et recueillis vont servir à la préparation de l'échantillon moyen telle que l'a définie A. LE MERRER (22). Cette technique, utilisée dans les cas généraux, donne un mélange homogène que l'on peut considérer comme représentatif de la veine. Néanmoins elle présente certains inconvénients.

D'une part, la constitution d'un niveau charbonneux a demandé plusieurs milliers d'années. La flore a certainement évolué au cours de cette formation et il est bien évident que la composition palynologique varie du mur au toit d'une veine.

(°) Il est pratiquement impossible de réaliser ce but qui n'est que théorique étant donné les conditions de travail au fond de la mine. Il est nécessaire de consentir à quelques irrégularités dans l'échantillonnage. Cependant l'expérience a prouvé que cette pratique garde son entière valeur.

D'autre part, cette dernière est constituée par une suite de "bancs" d'épaisseur variable. Cette succession de "bancs" présentant des éclats différents, prouve une certaine discontinuité dans leur dépôt. Par exemple, une veine peut présenter, en certains endroits, une alternance de couches de houille et de lits schisteux. L'apparition de ces lits peut s'expliquer par des modifications des conditions écologiques survenues à la suite d'une subsidence ou d'un apport local d'éléments minéraux.

Dans ces cas, une analyse plus détaillée s'impose et l'on procède alors à un échantillonnage fragmenté de la veine, afin d'étudier séparément chacun des lits de charbon la composant. Ce mode de prélèvement s'avère nécessaire dans certaines recherches où les raccords de divers niveaux doivent se faire avec précision ainsi que dans tous les cas où l'observation pétrographique d'une couche de houille montre des variations dans sa constitution.

Quelle que soit la méthode de prélèvement, le ou les échantillons de charbon correspondant à un niveau sont ensuite broyés, tamisés et, quand on se propose d'étudier les "mégaspores", on isole les grains de dimensions comprises entre 5 et 2 mm en vue de l'attaque chimique en macération.

II - MACERATION PAR UN OXYDANT

a) But et principe de la macération

Les spores se trouvent en extrême abondance dans les houilles mates ou semi brillantes. La macération a pour but de séparer ces microfossiles du ciment organique qui les entoure. Cette

pâte ne présente aucune structure organisée ; son origine est une précipitation chimique des substances végétales en solution ou pseudo-solution dans les eaux de la lagune houillère.

Le principe de la macération porte sur une oxydation du charbon qui, au cours de sa fossilisation, a perdu la plus grande partie de son oxygène. Les substances humiques, enveloppant les corps organisés de la houille, se désagrègent et libèrent ainsi les débris végétaux. La récupération des spores repose sur la résistance extraordinaire de leur membrane externe ou exine envers les agents chimiques actuels aussi bien que par rapport aux contraintes de la fossilisation.

b) Différentes méthodes de macération

De nombreuses méthodes de macération furent employées afin d'isoler les spores du charbon. Gumbel (1882) essaya l'acide sulfurique, Thomas (1929) la soude caustique, Raistrick (1934) la pyridine. Ces différentes techniques ne donnèrent pas de grands résultats et furent pratiquement abandonnées. De nos jours, la méthode la plus couramment employée en vue de l'étude des "méga-spores" est celle proposée par Zetzsche et Kälin (1932). Adoptée et légèrement modifiée par Zerndt (1934) elle est admise dans son principe ; néanmoins, la grande variabilité des charbons, leur réaction différente au cours de la macération, obligent à appliquer à cette méthode quelques modifications justifiées par la pratique.

c) Méthode bromonitrique de Zetzsche et Kälin

I) La bromuration :

Le premier temps de l'opération est la bromuration : 3,2 cm³ à 3,4 cm³ de brome sont versés sur 10 grammes de charbon provenant de la fraction de grains comprise entre 5 mm et 2 mm et placés préalablement dans des flacons d'un litre que l'on ferme le plus hermétiquement possible. Ces flacons doivent être secs et propres, la présence d'eau provoquerait une oxydation partielle du charbon (Fuschs 1928) ce qui naturellement doit être évité.

L'action du brome est double ; il s'ajoute et se substitue. Il se fixe sur les valences libres des corps bitumineux, ce qui empêchera plus tard la fixation de l'oxygène sur ces éléments au moment de l'attaque par l'acide nitrique et rendra donc les spores plus résistantes à l'oxydation. Au cours de la substitution, l'hydrogène devient libre et donne avec le brome, l'acide bromhydrique reconnaissable à la formation de fumées de couleur rouge sombre dans les flacons. Une forte pression s'exerce à l'intérieur de ces flacons ; il est nécessaire de les placer verticalement dans une caisse et de bloquer les bouchons à l'aide de vis disposées sur la planche supérieure.

La bromuration dure de 12 à 18 heures, mais elle peut être prolongée de quelques heures dans le cas de charbons très compacts. En effet, la structure propre des molécules empêche la pénétration rapide du brome et atténue son effet. C'est ainsi que des bromurations très prolongées (27 à 41 heures) ont permis d'iso-

ler des "mégaspores" dans des échantillons n'ayant donné aucun résultat à la suite de bromurations plus courtes.

Lorsque les fragments de charbon sont plus ou moins pulvérisés, les flacons sont ouverts et couchés horizontalement afin de chasser les vapeurs.

2) L'oxydation :

On procède ensuite à l'oxydation de l'échantillon par 125 cm³ d'acide nitrique concentré. Cette réaction nécessite un refroidissement continu des flacons ; aussi sont-ils placés dans une cuvette contenant de l'eau et de la glace. Les premiers cm³ d'acide doivent être versés lentement pour amorcer la réaction, le reste doit l'être très rapidement dans le cas des charbons du Nord de la France, alors que pour d'autres charbons il est préférable d'agir très lentement.

La durée de l'oxydation est considérée comme fonction de la teneur du charbon en matières volatiles. Cette théorie présente néanmoins certaines anomalies constatées au cours des différentes analyses réalisées. C'est ainsi que la veine 36 de la fosse 5 de Bruay, titrant 31,5 %, ne fournit que très peu de spores bien que divers essais, quant au temps d'attaque, aient été effectués. La veine 38 (26 %) ainsi que tous les niveaux qui lui sont sous jacents, ne donnent, jusqu'à présent, aucun résultat.

La teneur en matières volatiles d'une veine dépend de la nature des débris végétaux qui l'ont formée, des conditions ayant présidé à leur dépôt ainsi que de leurs transformations chi-

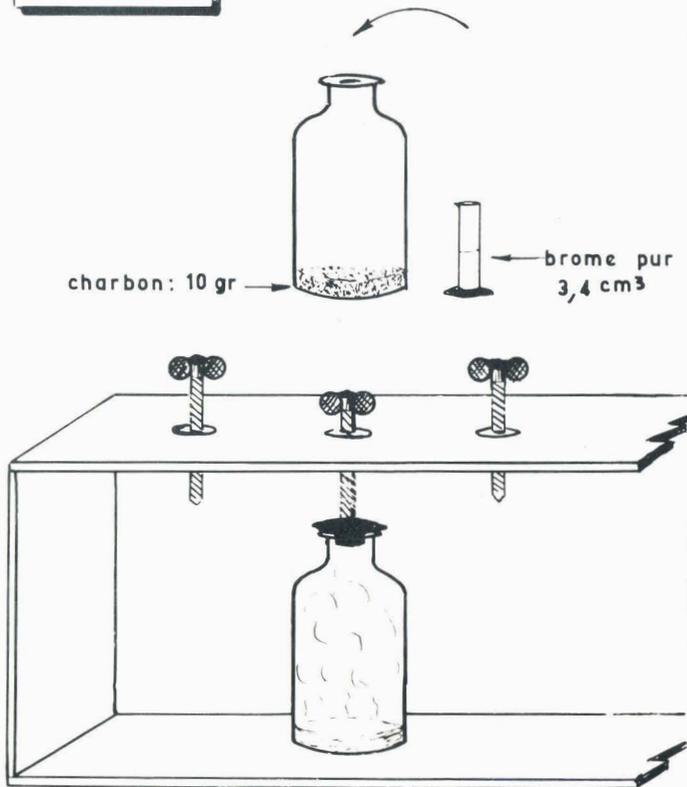
MACÉRATION DES CHARBONS

PL. A

— Méthode de ZETZSCHE et KÄLIN —

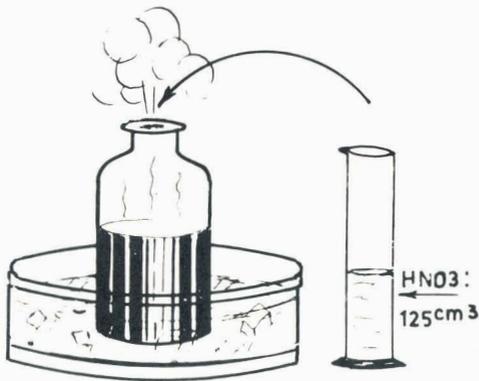
I

BROMURATION



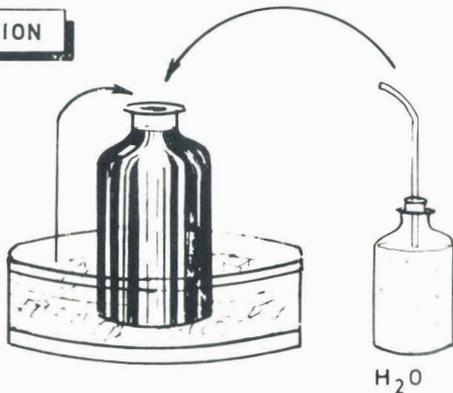
II

OXYDATION



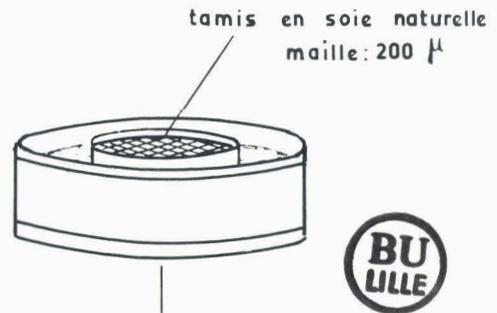
III

NEUTRALISATION



IV

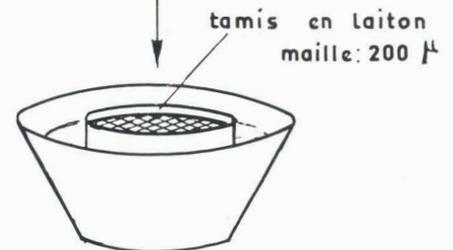
1^{er} LAVAGE



V

DISPERSION DES MATIÈRES HUMIDES

NaOH:
diluée à 10%



VI

2^e LAVAGE



VII

SÉCHAGE

à température
ambiante



miques dans l'eau de la lagune et au cours des temps géologiques. Les houilles de spores et de cutine présentent un pourcentage de produits volatils supérieur à 26 % ; l'absence ou la très faible présence de spores dans ces veines semblent donc provenir de conditions ultérieures au dépôt.

L'action de l'acide nitrique doit être courte et ne pas excéder une demi-heure pour une bromuration inférieure à 18 heures (la 3^e passée sous la veine 34 de la fosse 3 bis de Bruay fournit 70 spores pour une attaque d'un quart d'heure et 75 spores après une attaque d'une demi-heure).

Le temps d'oxydation doit être en relation avec le temps de bromuration : plus la bromuration est longue, plus le temps d'oxydation peut être prolongé. C'est ainsi qu'une attaque d'une heure est trop forte pour une bromuration de 17 heures alors qu'une attaque d'une demi-heure donne de meilleurs résultats ; du bon équilibre entre ces deux opérations résultera une excellente macération. Une attaque trop longue abîme les spores ; elle peut pourtant être prolongée quelque temps dans les cas de faibles teneurs en matières volatiles afin de dissocier davantage les grains de charbon et faciliter ainsi le tri. (cette marge de prolongation peut être de l'ordre d'un quart d'heure à une demi-heure)

3) La neutralisation :

Quand l'oxydation est terminée, on introduit dans les flacons de petits fragments de glace. Cette opération est destinée à débarasser les spores de leur gangue carbonneuse ; elle

est très exothermique. Il faut prendre soin de ne pas opérer trop rapidement afin d'éviter un très gros réchauffement qui produirait une grande quantité de mousses et d'écume. De l'eau est ensuite additionnée à la préparation pour la diluer.

4) Lavage et dispersion de matières humiques :

Le contenu de chaque flacon est lavé sur un tamis de soie naturelle, à mailles de 0,2 mm que l'on plonge en l'agitant à plusieurs reprises dans un bassin jusqu'à ce que l'écume ait complètement disparu et que l'eau du bassin, continuellement renouvelée, soit claire. Le résidu est alors transféré sur un tamis en laiton, de même maille que l'on trempe dans un bain de soude à 10 %. Ce bain très court (10 secondes environ) est destiné à disperser les matières humiques. La préparation est alors lavée de nouveau.

5) Le séchage :

Le refus au tamis, dans lequel se trouve les "mégaspores" puisque leur taille est supérieure à 200 μ , est ensuite séché à la température ambiante (un séchage trop rapide fendille l'exine des spores). Le résidu séché est placé dans un "pilulier"; il est prêt à l'étude.

Ce procédé avec le brome et l'acide nitrique rend possible d'isoler les "mégaspores" du charbon, de les déterminer et de les compter. Les spores, obtenues dans un bon état, sont propres et bien dégagées. On obtient peu de macérat, donc la concentration des spores est plus élevée et la recherche facilitée.

Néanmoins, pour que cette méthode puisse donner des résultats meilleurs, il faut adapter à chacune des variétés de charbon, des conditions particulières reposant sur leur nature et leur mode de dépôt; c'est ainsi que la bromuration, jugée inutile par certains auteurs, s'avère indispensable pour les charbons du Nord de la France. Son action facilite l'extraction des spores et leur procure une plus grande résistance à l'oxygène. Une macération sans bromuration préalable fournit un refus au tamis très important constitué uniquement de petits amas recouverts d'impuretés de couleur rouille. La trop grande abondance de ces amas non dissociés, fournit une mauvaise interprétation de la composition palynologique d'un niveau, car si les spores de grande taille se dégagent plus facilement, les petites formes restent agglutinées aux impuretés, échappant ainsi au tri. Les spores recueillies, très fragmentaires, présentent une exine rongée, dépourvue de toute ornementation.

III - LE TRI

Le tri s'effectue sous le binoculaire en lumière incidente, avec un grossissement voisin de 25. Outre des "méga-spores", on trouve dans le résidu divers débris de cuticule, de fusain et parfois quelques amas de "microspores" agglutinées ainsi que des sporanges.

Le nombre de "mégasporés" rencontrées par échantillon oscille, habituellement pour les charbons du Nord de la France, aux alentours de 150. Il arrive que cette moyenne soit largement dépassée ; dans ce cas, pour effectuer le comptage systématique des

"mégaspores" on utilise la méthode des quarts qui consiste à partager le contenu du flacon en quatre parties et à examiner l'une d'elles. Le nombre de spores trouvées est ensuite multiplié par quatre.

Les résultats obtenus à la suite de chaque analyse sont traduits en graphiques de pourcentages pour chacune des espèces figurant dans la préparation étudiée. Un premier examen peut ne pas fournir un grand nombre de spores. On effectue alors plusieurs autres analyses avec des temps d'attaque différents mais très voisins. A l'intérieur de chaque espèce le nombre de spores isolées dans les différents essais est additionné ; le pourcentage de présence pour chaque type est calculé d'après la somme obtenue. Le nombre total de spores trouvées au cours des différentes attaques varie, sans que pour cela soient modifiées les proportions relatives de chaque espèce. Comme exemple, je citerai les résultats de deux essais, l'un d'un quart d'heure (442 B I), l'autre d'une demi-heure (442 B 2), portant sur le sillon inférieur de la première passée au mur de la veine 34. Le premier examen révèle 41 spores, le second 92. Les deux graphiques de pourcentages concordent parfaitement (PL. B).

ECHANTILLON MOYEN

ETUDE COMPARATIVE

1^{re} passée au mur de 34^e veine (sillon inférieur)

442 B₁

442 B₂

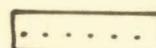
L . GLABRATUS	-	
L . REINSCHI	24	soit 58,5%
V . AUGUSTAE	3	" 7,3%
V . AURITUS	1	" 2,4%
T . TERTIUS	10	" 24,3%
C . VARIUS	-	-
C . GIGANTEUS	1	" 2,4%
Indéterminées	2	" 4,8%

L . GLABRATUS	4	soit 4,3%
L . REINSCHI	48	" 52,3%
V . AUGUSTAE	6	" 6,5%
V . AURITUS	3	" 3,2%
T . TERTIUS	18	" 19,5%
C . VARIUS	6	" 6,5%
C . GIGANTEUS	2	" 2,1%
Indéterminées	5	" 5,4%

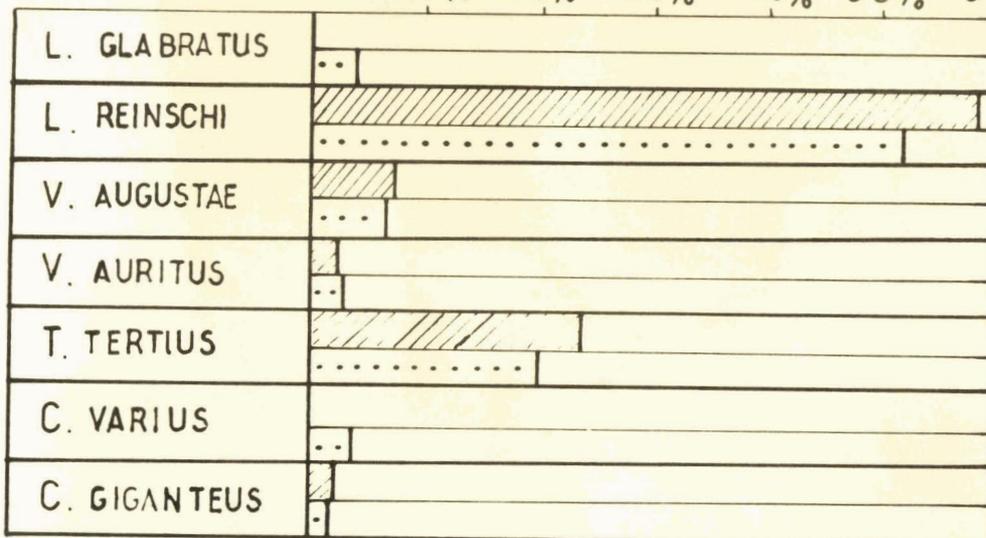
Total : 41

Total : 92

 442 B₁

 442 B₂

10% 20% 30% 40% 50% 60%



DEUXIEME PARTIE

RAPPEL DE GENERALITES

I - GENERALITES SUR LES SPORES

- I - Définition de la spore
- 2 - Origine et division des spores

II - GENERALITES SUR LES "MEGASPORES"

- I - Les "mégaspores" : caractères généraux
- 2 - Principes de détermination des "mégaspores"
- 3 - Classification et détermination des "mégaspores"

RAPPEL DES GENERALITES

I - GENERALITES SUR LES SPORES

1) Définition de la spore :

La spore est l'organe reproducteur des cryptogames vasculaires qui constituaient la grande majorité de la forêt houillère. Ces végétaux appartenait à deux types :

- Le type homosporé
- Le type hétérosporé

- Chez les végétaux homosporés, toutes les spores sont identiques; elles donnent un prothalle sur lequel se forme la différenciation sexuelle. Ce mode de reproduction se rencontre chez la plupart des Ptéridophytes et des Sphénophyllales.

- Chez les végétaux hétérosporés, la différenciation sexuelle intervenant sur la plante même, il se forme des spores mâles et des spores femelles.

2) Origine et division des spores

Les spores proviennent de la différenciation d'une cellule appartenant à la paroi interne du sporange. Cette cellule subit deux divisions successives donnant le plus souvent un groupement de quatre cellules que l'on nomme une tétrade. Si dans cette dernière une cellule est en contact avec ses trois voisines, elle est dite trilète et possède une marque en Y ou arête triradiare ;

si elle ne touche que deux de ses voisines, elle est dite monolète et une seule arête linéaire sépare les surfaces de contact. Les traces d'accolement coïncident toujours avec les fentes de déhiscence de la spore. Il existe toutefois une exception pour l'organe mâle des Préphanérogames qui, bien que possédant de grandes analogies avec les spores des Cryptogames vasculaires, s'en détache par un caractère biologique fondamental, à savoir qu'à l'exemple des pollens actuels, la fente de déhiscence ne correspond pas à la face proximale de la spore, mais y est opposée.

Récemment un nouveau mode d'accolement a été mis en évidence chez les "microspores" carbonifères (J. DANZE, J.P.LAVEINE 1960). Dans la tétrade, les cellules sont disposées deux par deux de façon monolète mais de manière à former une croix. Ces spores, appelées dilètes, présentent une arête longitudinale barrée transversalement et de façon sensiblement perpendiculaire, par une seconde arête.

II - GENERALITES SUR LES "MEGASPORES" (°)

I) Les "mégaspoires" : caractères généraux :

Les "mégaspoires" sont les organes reproducteurs femelles des végétaux hétérospores. Du point de vue pratique, elles groupent toutes les spores dont le diamètre est supérieur à 200 μ .

(°) La différence entre "mégaspoires" et "microspores" ne paraît plus actuellement justifiable. Voir note présentée par P.CORSIN, J.CARETTE, J.DANZE et J.P.LAVEINE, C.R.Ac.Sc., séance du 16.4.1962.

(Ce nombre, choisi arbitrairement, fixe la limite entre les "mégaspores" et les "microspores".)

Les espèces rencontrées au cours des recherches effectuées dans les couches du Bassin du Nord de la France n'ont présenté jusqu'à présent que le type trilète. Leur face proximale, tournée à l'origine vers le centre de la tétrade, présente donc une marque en Y dont les branches se rejoignent dans la région centrale ou apex et dont les extrémités extérieures peuvent, chez certaines espèces, être reliées entr'elles par des bourrelets ou crêtes arquées ; ces dernières délimitent les surfaces de contact.

Par suite de leur dépôt dans les couches charbonneuses et de leur fossilisation, les "mégaspores" ont subi un aplatissement qui dans la plupart des cas, est proximo-distale, ce qui attribue à ces organes une forme pseudo-circulaire.

2) Principes de détermination des "mégaspores" :

Au cours de la fossilisation, les spores ont perdu la matière cellulosique qui constituait leur intérieur ; leur anatomie est donc réduite à une enveloppe externe ou exine sur laquelle repose la classification. En effet, cette dernière se base, non sur l'origine botanique des spores, mais sur des caractères purement morphologiques ; elle ne peut se superposer à celle des empreintes et des fructifications, d'où le nom de sporae dispersae que l'on a donné à ces organismes ; différents types de spores doivent correspondre à plusieurs fructifications. Espérons qu'un jour, il sera possible de les classer suivant un système naturel complet.

Les spores carbonifères constituent donc jusqu'à présent une unité complètement indépendante de la botanique et sont considérées comme des unités morphologiques. Leur forme extérieure diffère suivant l'aplatissement subi au cours de leur fossilisation; leur exine peut être lisse ou garnie d'éléments variables tels que filaments, mamelons, verrues, grains, etc ... La nature de ces ornements, leur abondance ainsi que leur disposition sur le corps de la spore, forment les critères de détermination de cette dernière.

3) Classification et description des "mégaspores" :

La détermination des spores du Carbonifère a permis l'établissement d'une classification (°). J'utiliserai celle de Potonié et Kremp (1955) tout en y incluant une modification apportée par Alpern (1958) qui consiste dans l'introduction des Zonales dans les Trilètes.

Pour éviter toute confusion avec la classification des fructifications, la Commission Internationale de Microflore du Paléozoïque, réunie en mars 1959 à Paris, a remplacé les termes "Groupe", "division", "subdivision" et "série" respectivement par les termes "supraturma", "turma", "subturma" et "infraturma". Seuls les termes "genre" et "série" ont été conservés. (Cependant ces dispositions ne sont plus respectées dans la nouvelle classification citée ci-dessus (°).

(°) Une nouvelle classification générale des spores du Carbonifère au Lias a été proposée par P.CORSIN, J.CARETTE, J.DANZE et J.P.LAVEIN C.R.Ac.Sc., séance du 16.4.1962.

Les "mégaspores" se divisent, pour les spécimens rencontrés dans les charbons du Nord de la France, en deux turmas.

TURMA TRILETES

F) Subturma des Azonotriletes

Les spores de cette subturma ne possèdent aucune ornementation équatoriale. Leur contour est net et régulier.

I - Infraturma des Laevigati

L' exine des Laevigati est lisse ou légèrement ponctuée. Cette infraturma comprend le seul genre Laevigatisporites

Genre Laevigatisporites

Les "mégaspores" de ce genre montrent une surface lisse, une arête triradiaire plus ou moins longue se réduisant parfois à la fente de déhiscence. Leur paroi est généralement épaisse et résistante. J'ai rencontré trois espèces appartenant à ce genre.

Laevigatisporites glabratus (Zerndt) Potonié et Kremp

PL. I, fig. 4

Cette "mégaspore" présente une forme arrondie, dont la taille est comprise entre 700 et 1 300 μ . Les lames de l'Y, très en relief, atteignent sensiblement les $\frac{2}{3}$ du rayon du corps de la spore. Elles vont en s'élargissant vers leurs extrémités ; leur point de rencontre est accentué par un tubercule. Les crêtes arquées, d'aspect semblable aux crêtes triradiaires sont circulaires et montrent une légère inflexion au contact de ces dernières.

CLASSIFICATION DES MEGASPORES
— d'après la classification générale de B. ALPERN —

SUPRATURMA (groupe)	TURMA (division)	SUBTURMA (subdivision)	INFRA TURMA (série)	GENRES	
SPORITES	TRILETES	AZONOTRILETES	LAEVIGATI	<u>Nemejisporites</u> <u>Laevigatisporites</u>	
			APICULATI	<u>Tuberculatisporites</u> <u>Colisporites</u> <u>Triletrisporites</u>	
			MURORNATI	microspores uniquement	
		LAGENOTRILETES		<u>Lagenicula</u> <u>Legenoisporites</u> <u>Setosisporites</u>	
			AURITOTRILETES	AURICULATI	<u>Valvisporites</u>
			ZONOTRILETES	CINGULATI	<u>Bentzisporites</u> <u>Zonalesporites</u>
	ZONATI	<u>Triangulatisporites</u> <u>Rotatisporites</u> <u>Superbisporites</u>			
	MONOLETES			microspores uniquement	
	CYSTITES				<u>Cystosporites</u>



L'exine des surfaces de contact et de la face proximale est lisse et épaisse.

Extension verticale (°)

Absente dans le faisceau de Pouilleuse, L. Glabratus apparaît dès la base du faisceau de Six-Sillons. Elle ne se rencontre que très rarement et toujours en faible quantité.

Laevigatisporites primus (Wicher) Potonié et Kremp

PL. I, fig. 3

C'est une "mégaspore" dont la taille varie entre 1 000 et 2 800 μ . Les crêtes triradiaires atteignent la moitié du rayon de la spore ; elles sont minces, s'élargissent légèrement vers leurs extrémités et présentent un léger granule à l'apex. Les crêtes arquées, de forme circulaire, sont moins apparentes que les branches de l'Y. La surface est lisse.

Extension verticale

L. primus n'a été trouvée qu'en de très rares niveaux. Sa présence semble liée à celle de L. reinsehi.

Laevigatisporites reinschi (Ibrahim) Potonié et Kremp

PL. I, fig. 1 et 2

De grande taille (1 000 à 3 000 μ), de contour ovale ou circulaire, cette "mégaspore" possède des crêtes triradiaires

(°) Ces extensions verticales ne sont valables que pour les charbons du bassin houiller du Nord de la France jusqu'à présent étudiés au laboratoire de Paléobotanique de la Faculté des Sciences de Lille

inférieures à la moitié du rayon de la spore et s'amincissant vers leurs extrémités. La marque trilète correspondant avec la fente de déhiscence, les lèvres de l'Y sont parfois écartées et donnent trois petites fentes qui divergent de l'apex (PL. I, fig. I). Les crêtes arquées sont absentes.

Extension verticale

L. reinschi se montre, quoique très timidement, dès la veine 37 qui correspond à la limite inférieure de la série stratigraphique étudiée. Elle apparaît de façon régulière et importante dans le faisceau de Six-Sillons. Sa présence est plus irrégulière dans le faisceau d'Ernestine.

Rapports et différences

L. reinschi diffère de L. primus par l'effacement total des crêtes arquées ainsi que par les branches de l'Y qui, chez L. reinschi, vont en s'amincissant vers leurs extrémités alors qu'elles s'élargissent chez L. primus.

2 - Infraturma des Apiculati

Les "mégaspores" de cette infraturma possèdent une ornementation constituée de grains, verrues, cônes, épines, etc ...

Genre Tuberculatisporites

Les spores de ce genre présentent des formes nombreuses et très différentes ; leur taille varie de 1 000 à 3 000 μ . Leur caractéristique est de montrer une ornementation recouvrant la totalité de la surface de l'exine. La nature des ornements,

leur densité ainsi que leur disposition sur le corps de la spore différencient un certain nombre d'espèces qu'il est très difficile de déterminer totalement ; une révision complète de ce genre est actuellement en cours. Je me contenterai de citer deux espèces que j'ai rencontrées dans mes recherches.

Tuberculatisporites mammilarius Bartlett

PL. II, fig. 3

Cette "mégaspore" possède un contour rond ou ovale dont la taille varie entre 1 200 et 3 000 μ . Les branches de l'Y, généralement couvertes, sont très courtes : elles ne dépassent pas 400 μ . L'ornementation consiste en granules de petite taille répartis de façon désordonnée sur toute la surface de la spore.

Extension verticale

T. mammilarius apparaît de part et d'autre du niveau marin de Rimbert dans des proportions relativement importantes.

Tuberculatisporites difficilis (Wicher) Rtonié et Kremp

PL. II, fig. I et 2

C'est une "mégaspore" de grosseur sensiblement égale à la précédente ; elle possède toutefois une ornementation très différente. Les surfaces de contact présentent des éléments menus qui vont de la verrue au cône tandis que le reste de la spore est couvert de cônes puissants aussi hauts que larges. La limite des surfaces de contact se remarque en comparant la taille de ces ornements.

Extension verticale

T. difficilis présente la même extension verticale que celle de T. mammilarius.

Rapports et différences

T. difficilis diffère de T. mammilarius par son ornementation plus fournie et plus diverse.

II) Subturma des Lagenotriletes

Cette subturma groupe des "mégaspores" présentant un développement plus ou moins important des surfaces de contact. Elle comprend trois genres.

Genre Lagenicula

Le développement très important des surfaces de contact des spores de ce genre détermine un goulot sensiblement égal à la moitié de la longueur de la spore.

Lagenicula horrida Zerndt

PL. III, fig. 2

Quoique le contour équatorial de cette spore soit arrondi, sa forme générale, dont la taille oscille entre 600 et 1 000 μ pour la hauteur, 500 et 800 μ pour la largeur, est elliptique par suite du débordement très important des surfaces de contact. Ces dernières, lisses ou finement verruqueuses, sont délimitées par des crêtes arquées nettement visibles et disposées suivant trois arcs de cercle. Les marques triradiaires font 100 à 300 μ de large.

Le bord équatorial ainsi que la surface distale sont recouverts d'épines recourbées à leur extrémité.

Extension verticale

Inconnue à la base du faisceau de Pouilleuse, L. horrida se montre pour la première fois au mur du niveau marin de Rimbert ; sa présence est importante dans les passées de ce niveau marin. Ses apparitions dans le faisceau de Six-Sillons et dans celui d'Ernestine sont très sporadiques.

Genre Lagenoisporites

Ce genre est caractérisé également par un "goulot" bien développé. Il diffère du précédent par l'absence d'ornementation.

Lagenoisporites nudus Nowak et Zerndt

PL. C, fig. 6

Cette "mégaspore" présente une forme allongée ; sa taille varie de 600 à 400 μ . Le goulot ainsi que les crêtes arquées sont nettement visibles. L'exine, forte et épaisse, montre parfois quelques plis se confondant le plus souvent avec les crêtes arquées.

Extension verticale

L. nudus n'apparaît qu'en de très rares niveaux du faisceau de Six-Sillons.

Lagenosporites rugosus (Loose) Potonié et Kremp

PL. III, fig. I

C'est une "mégaspore" de forme elliptique dont la taille oscille entre 500 et 1 000 μ pour la longueur et 350 à 700 μ pour la largeur. Les surfaces de contact sont peu différenciées les unes des autres. Les marques triradiaires ainsi que les crêtes arquées n'apparaissent pas de façon nette. L'exine n'est recouverte d'aucune ornementation, mais présente de nombreux plis dus à sa faible épaisseur. Cette dernière particularité confère à la spore une couleur brunâtre caractéristique.

Extension verticale

Aperçue dès la base du faisceau de Pouilleuse, L. rugosus s'étend également sur les faisceaux de Six-Sillons et d'Ernestine. Ses apparitions, néanmoins, sont relativement rares et peu importantes.

Rapports et différences

L. rugosus se distingue de L. nudus par une exine beaucoup plus mince et des crêtes arquées très peu visibles.

Genre Setosisporites

Les spores de ce genre montrent une protubérance au point de rencontre des marques de l'Y.

Setosisporites hirsutus (Loose) Ibrahim

PL. I, fig. 5, 6 et 7

Cette "mégaspore", de taille comprise entre 500 et 800 μ , se présente indifféremment suivant un aplatissement proximo-distale (PL. I, fig. 5) ou latéral (PL. I, fig. 6). Les branches de l'Y, légèrement sinueuses, s'élargissent à leur extrémité apicale pour donner une proéminence pouvant atteindre 150 μ . Les crêtes arquées ne sont pas en relief ; elles forment trois arcs de cercle délimitant des surfaces de contact lisses et parfois barrées de plis radiaires. De fines fibrilles recouvrent uniformément la surface distale.

Extension verticale

S. hirsutus se maintient de façon égale dans les faisceaux de Pouilleuse, Six-Sillons et Ernestine. Ses apparitions sont brèves et massives.

Setosisporites praetextus (Zerndt) Potonié et Kremp

PL. I, fig. 8

C'est une "mégaspore" de forme circulaire dont le diamètre oscille entre 800 et 1 800 μ . Les crêtes triradiaires, épaisses et très en relief, atteignent sensiblement le rayon de la spore. Leur point de rencontre est marqué par une proéminence massive en forme de "langue" et s'élevant perpendiculairement au corps de la spore. Les crêtes arquées sont recouvertes par une couronne de fibrilles. La face distale est lisse.

Extension verticale

S. praetextus se montre très irrégulièrement à travers les faisceaux du bassin jusqu'ici étudiés.

Rapports et différences

S. praetextus possède une taille nettement plus importante que celle de S. hirsutus ; ses branches de l'Y ainsi que sa proéminence apicale sont également plus massives. En outre sa surface distale est lisse.

III) Subturma des Auritotrilletes

Les Auritotrilletes ont une ornementation équatoriale très incomplète se situant uniquement dans les prolongements des lames de l'Y sous forme d'"oreilles".

Genre Valvisisporites

Ce genre, caractérisé par la formation d'expansions plus ou moins développées dans le prolongement des lames de l'Y, groupe un certain nombre d'espèces se différenciant par la forme de leurs expansions.

Valvisisporites auritus Zerndt

PL. III, fig. 6

Cette "mégaspore" de taille moyenne (700 à 1100 μ) se présente sous la forme d'un triangle aux côtés convexes et aux sommets prolongés par des expansions semi-circulaires attachées au corps de la spore suivant un angle obtu. Les branches de l'Y se prolongent jusqu'à la base de ces "oreilles". Elles sont bien

marquées et montrent une section subtriangulaire. La surface de la spore est totalement lisse.

Extension verticale

V. auritus traverse de façon sensiblement régulière toute la série stratigraphique du bassin jusqu'alors étudiée.

Valvisisporites westphalensis Bhardwaj

PL. III, fig. 3 et 4

Cette espèce, de taille moyenne (700 à 1 300 μ) montre des "oreilles" également bien développées ainsi qu'une proéminence relativement importante (PL. III, fig. 4) au point de rencontre des branches de l'Y.

Extension verticale

V. westphalensis est présente dans tous les faisceaux jusqu'alors étudiés du bassin.

Rapports et différences

De taille et de forme sensiblement égales, V. westphalensis se distingue de V. auritus par le fait qu'elle possède à l'apex une proéminence apicale.

Valvisisporites augustae (Loose) Potonié et Kremp

PL. III, fig. 7 et 8

C'est une "mégaspore" de forme ovale à subtriangulaire, dont la taille est comprise entre 800 et 1 100 μ . Les crêtes

triradiaires, à section triangulaire (PL. III, fig. 8) se prolongent au-delà du corps de la spore où elles forment trois "pointes". Les crêtes arquées de même section que les branches de l'Y, s'étendent vers l'extérieur de la spore, pour donner une espèce de frange.

Extension verticale

V. augustae est également recueillie à travers toute la série étudiée.

Rapports et différences

V. augustae se distingue de V. auritus et de V. westplalensis par les branches de l'Y à section nettement triangulaire ainsi que par l'absence d'"oreilles" bien développées.

Valwisisporites flavus (Stach et Zerndt) Potonié et Kremp
PL. III, fig. 5

Cette "mégaspore", de contour plus ou moins circulaire, présente une taille plus importante que celle des espèces précédentes : I 100 à I 500 μ . Les branches de l'Y, constituées par des bourrelets arrondis, atteignent l'équateur. Les crêtes arquées, de même importance que les crêtes triradiaires, forment une légère inflexion à leur point de rencontre avec ces dernières.

Extension verticale

V. flavus se rencontre de façon éparse à travers toute la série étudiée.

Rapports et différences

V. flavus diffère de V. augustae par une taille plus importante et des crêtes triradiaires et arquées plus massives. Il se distingue en plus de V. auritus par l'absence d'expansions.

IV - SUBTURMA DES ZONOTRILETES

Les Zonotriletes possèdent une ornementation équatoriale complète.

I - Infraturma des Cingulati

L'ornementation équatoriale de cette infraturma consiste en un "cingulum" épais constitué par une expansion de l'exospore.

Genre Bentzisorites

Les spores de ce genre sont très petites : 300 à 450 μ . Leur "cingulum", très étroit, occupe une position subéquatoriale. Les branches de l'Y sont aussi longues que le rayon de la spore. L'exine est recouverte de papilles.

Bentzisorites tricollinus Zerndt

PL. III, fig. II

C'est une petite "mégaspore" (400 μ environ) ; son contour est ovale à subarrondi. Les branches de l'Y, soulignées par un trait, atteignent l'équateur ; elles s'épaississent légèrement vers leur extrémité centrale. Les surfaces de contact, couvertes de papilles brillantes, renferment chacune une protubérance très nette

caractérisant l'espèce. La frange équatoriale, fine, s'amincit vers la périphérie de la spore. La surface distale présente une ornementation semblable à celle de la surface proximale.

Extension verticale

B. tricollinus se rencontre en de très rares niveaux à l'intérieur des faisceaux de Pouilleuse et de Six-Sillons.

Genre Zonalesporites

Les "mégaspores" de ce genre sont caractérisées par une frange équatoriale importante constituée de fibrilles accolées formant un anneau continu ainsi que par des crêtes triradiaires longues et ondulées.

Zonalesporites brasserti (Stach et Zerndt) Potonié et
PL. III, fig. 9 Kremp

Cette "mégaspore" possède un contour circulaire ; sa taille oscille entre 1 000 et 1 800 μ . Les crêtes triradiaires, droites ou quelque peu ondulées, débordent de la frange constituée de fibrilles soudées entr'elles. Cette frange, située légèrement au-dessus de l'équateur, forme un anneau continu qui peut se détacher facilement du corps de la spore. Les surfaces de contact ainsi que la face distale sont lisses.

Extension verticale

Z. brasserti est présente dans toutes les couches étudiées du faisceau de Pouilleuse ; elle disparaît dans les passées

du niveau marin de Rimbert pour réapparaître massivement en de très nombreux niveaux du faisceau de Six-Sillons. Elle est trouvée également dans toutes les couches du faisceau d'Ernestine.

2 - Infraturma des Zonati

L'ornementation équatoriale des Zonati consiste en une "zona" qui est une expansion formée à la suite d'un effilement de l'exospore.

Genre Triangulatisporites

Les "mégaspores" de ce genre sont de petite taille : 400 à 600 μ . Leur contour forme un triangle aux côtés convexes. Les arêtes triradiaires, nettes et légèrement ondulées, se terminent sur le bord extérieur de la "zona" et la dépassent parfois pour donner trois petites "pointes" débordant de la frange. Les surfaces de contact présentent une infragranulation. La "zona" est finement striée et transparente. L'ornementation très particulière de la face distale permet de distinguer quatre espèces.

Triangulatisporites triangulatus (Zerndt) Potonié et Krem

PL. C, fig. 2

La face distale est couverte d'un réseau de mailles polygonales et irrégulières. Ces mailles, non jointives, sont séparées les unes des autres par des espaces plus ou moins importants.

Triangulatisporites tertius Potonié et Kremp

PL. C, fig. 4 - PL. III, fig. 10

La face distale présente également un réseau de mailles. Celles-ci sont jointives et montrent un contour géométrique plus ou moins régulier. Leur nombre est inférieur à 12 le long d'un diamètre.

Triangulatisporites regalis (Ibrahim) Potonié et Kremp

PL. C, fig. 3

Cette espèce comporte les mêmes caractéristiques que l'espèce précédente. Toutefois le nombre de mailles sur un diamètre est supérieur à 12.

Triangulatisporites zonatus (Ibrahim) Potonié et Kremp

PL. C, fig. 5

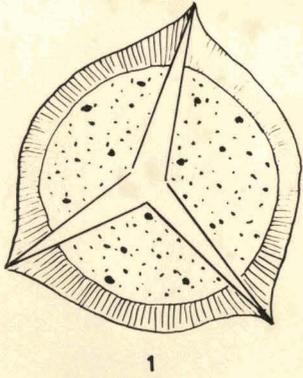
La face distale ne possède pas de reticulum mais présente une infragranulation.

Extension verticale

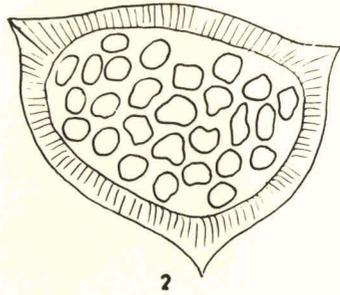
Les spores du genre Triangulatisporites se rencontrent régulièrement dans toutes les couches jusqu'ici étudiées dans le bassin.

Genre Superbisporites

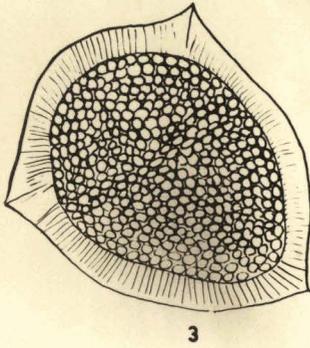
Il possède une ornementation équatoriale composée de fibrilles brillantes et anastomosées entr'elles.



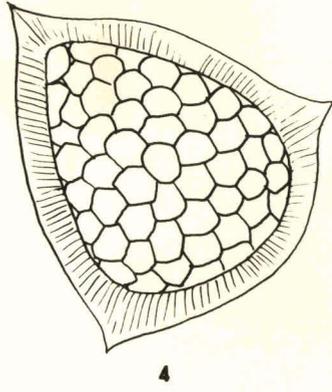
1



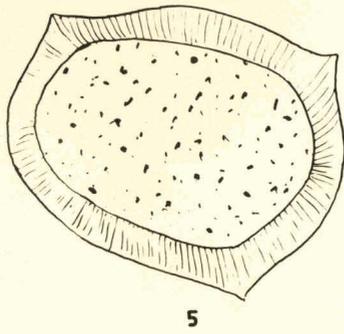
2



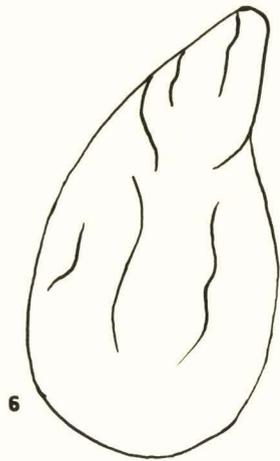
3



4



5



6



Superbisporites dentatus (Zerndt) Potonié et Kremp

C'est une "mégaspore" à contour ovale dont le diamètre est compris entre 900 et 1 500 μ . Les arêtes triradiaires, sinueuses et hachées, atteignent le bord interne de la couronne équatoriale. Les surfaces de contact, généralement lisses, sont parfois garnies de pustules brillantes relativement nombreuses dans la partie centrale de la spore. La "zona" est constituée de fibrilles longues, disposées irrégulièrement et enchevêtrées les unes aux autres. Des fibrilles de même ordre recouvrent entièrement la face distale.

Extension verticale

Trouvée en très petite quantité au sommet du faisceau de Pouilleuse, S. dentatus ne semble prendre sa véritable expansion que dans le tiers supérieur du faisceau de Six-Sillons.

Superbisporites superbus (Bartlett) Potonié et Kremp

PL. IV, fig. I

Cette espèce est plus grande que la précédente : 1 500 à 2 500 μ . Les marques triradiaires sont massives, surélevées et sinueuses ; la "zona" est formée de fibrilles anastomosées entr'elles, se confondant le plus souvent avec celles de la face distale. Les surfaces de contact sont également couvertes de fibrilles ; mais celles-ci sont moins fortes que celles de la surface distale.

Extension verticale

S. superbus apparaît dans les trois faisceaux étudiés dans des proportions relativement peu importantes.

Rapports et différences

S. superbus est très voisine de S. dendatus. Toutefois elles'en distingue par une taille plus grande, des crêtes tri-radiaires nettement plus fortes ainsi que par la présence de fibrilles sur les surfaces de contact.

TURMA CYSTITES

Dans la tétrade, une seule spore arrive à maturité ; les trois autres demeurent abortives. Ces dernières présentent une proéminence apicale nettement plus développée que celle de la spore fertile, formée de grains brillants bien différenciés. Cette turma ne comprend que le seul genre Cystosporites.

Genre Cystosporites

Les spores abortives de ce genre sont caractérisées par la présence d'une proéminence apicale, une taille relativement petite et une exine épaisse.

Je n'ai pas rencontré de spores fertiles qui se caractérisent au contraire par une taille nettement plus grande et une exine fine et souvent plissée.

Cystosporites varius (Wicher) Dijkstra

PL. IV, fig. 2 et 3

La spore abortive possède une forme très irrégulière

pouvant atteindre 500 à 1 000 μ . L'apex est constitué par une proéminence formée de grains brillants ; les spores abortives sont accolées entr'elles par cette excroissance (PL. IV, fig. 3). L'exine, lisse et d'aspect terne, présente parfois quelques plis radiaires.

Extension verticale

C. Varius se rencontre fréquemment dans les trois faisceaux jusqu'ici étudiés dans le bassin.

Cystosporites giganteus Zerndt

PL. IV, fig. 4

La spore abortive présente une forme irrégulière dont la taille oscille entre 350 et 700 μ . Elle possède à l'apex une marque trilète visible et des crêtes arquées fortes et nettes. Son exine est épaisse et lisse.

Extension verticale

C. giganteus apparaît de façon faible et irrégulière dans les trois faisceaux.

Rapports et différences

Tout comme C. varius, C. giganteus présente une forme irrégulière, une exine lisse et épaisse. Cependant elle se distingue de cette dernière espèce par l'absence à l'apex d'une excroissance granuleuse ainsi que par la présence de crêtes arquées fortes et bien visibles.

TROISIEME PARTIE

RESULTATS

I - EXPOSE DES RESULTATS

- I - Situation de la "verticale" étudiée
- 2 - Composition palynologique des niveaux étudiés

II - INTERPRETATION DES RESULTATS

- I - Etablissement des fuseaux
- 2 - Etude des fuseaux
- 3 - Considérations stratigraphiques

RESULTATS

I - EXPOSE DES RESULTATS

I) Situation de la "verticale" étudiée

La succession verticale des veines que j'ai étudiées dans ce travail, se situe dans le groupe d'Auchel-Bruay. Ce groupe forme l'extrême pointe ouest du grand gisement houiller du Nord de la France (°).

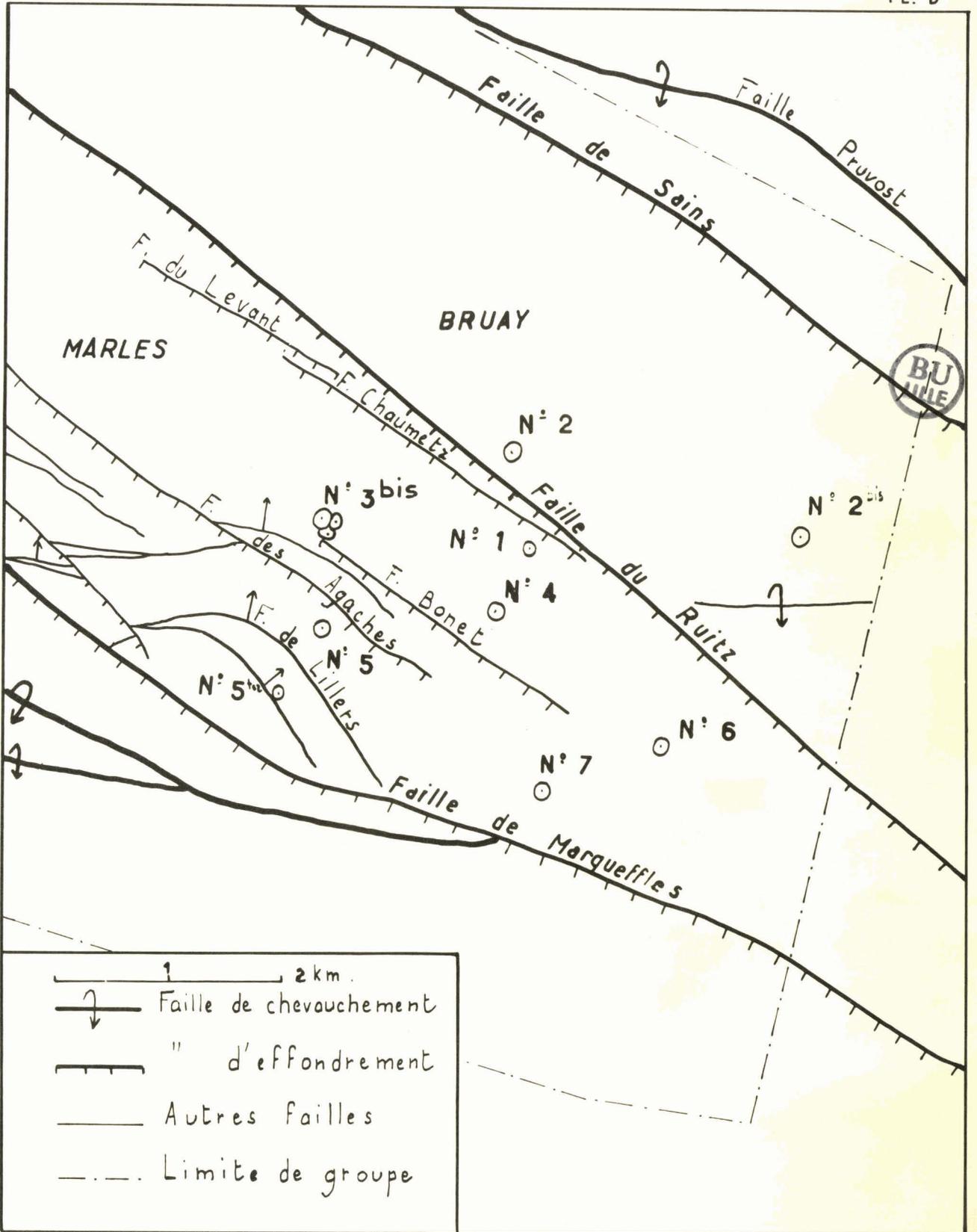
Les prélèvements proviennent des fosses 5 et 3 bis de Bruay. Ces deux sièges se trouvent à l'intérieur d'une unité tectonique déterminée par deux failles d'effondrement :

- au Nord-Est : la faille du Ruitz,
- au Sud-Ouest : la faille de Marqueffles.

Une petite faille, la faille des Agaches, sépare le puits 5 du puits 3 bis distants environ de 1 km.

Du point de vue stratigraphique, les niveaux étudiés se répartissent sur une hauteur de 200 m de part et d'autre de la passée marine de Rimbert qui représente la limite entre l'assise d'Anzin et celle de Bruay. Par suite de l'arrêt des travaux dans certaines bowettes, quelques niveaux ne sont plus visibles : c'est ainsi que cinq passées situées au toit de la veine 35 n'ont pu

(°) Ce groupe est le résultat d'une fusion récente des précédents groupes d'Auchel et de Bruay.



faire l'objet d'échantillonnage.

Les examens palynologiques portent sur vingt prélèvements qui intéressent tous les dépôts de houille rencontrés et accessibles dans la zone de terrain entreprise. Ces dépôts se divisent en deux catégories bien distinctes suivant les épaisseurs qu'ils présentent:

- est appelée veine toute couche de charbon possédant une ouverture suffisante pour permettre son exploitation. Elle peut être entièrement charbonneuse ou se composer de plusieurs sillons d'épaisseur variable, séparés par des intercalaires plus ou moins schisteux,
- est appelée passée, tout dépôt dont l'ouverture est inférieure à la limite d'exploitation.
- 7 niveaux étudiés sont sous-jacents à la passée marine de Rimbart.
- 2 sillons intéressent cette passée.
- II niveaux lui sont sus-jacents.

2) Composition sporologique des niveaux étudiés

Fosse 5

Les prélèvements effectués à la fosse 5 de Bruay se limitent à trois veines et deux passées. Ces dépôts sont situés dans le faisceau de Pouilleuse de l'assise d'Anzin qui correspond dans notre bassin au Westphalien B supérieur. Ils sont disposés entre la veine 37 et la veine 35. Les formations charbonneuses antérieures

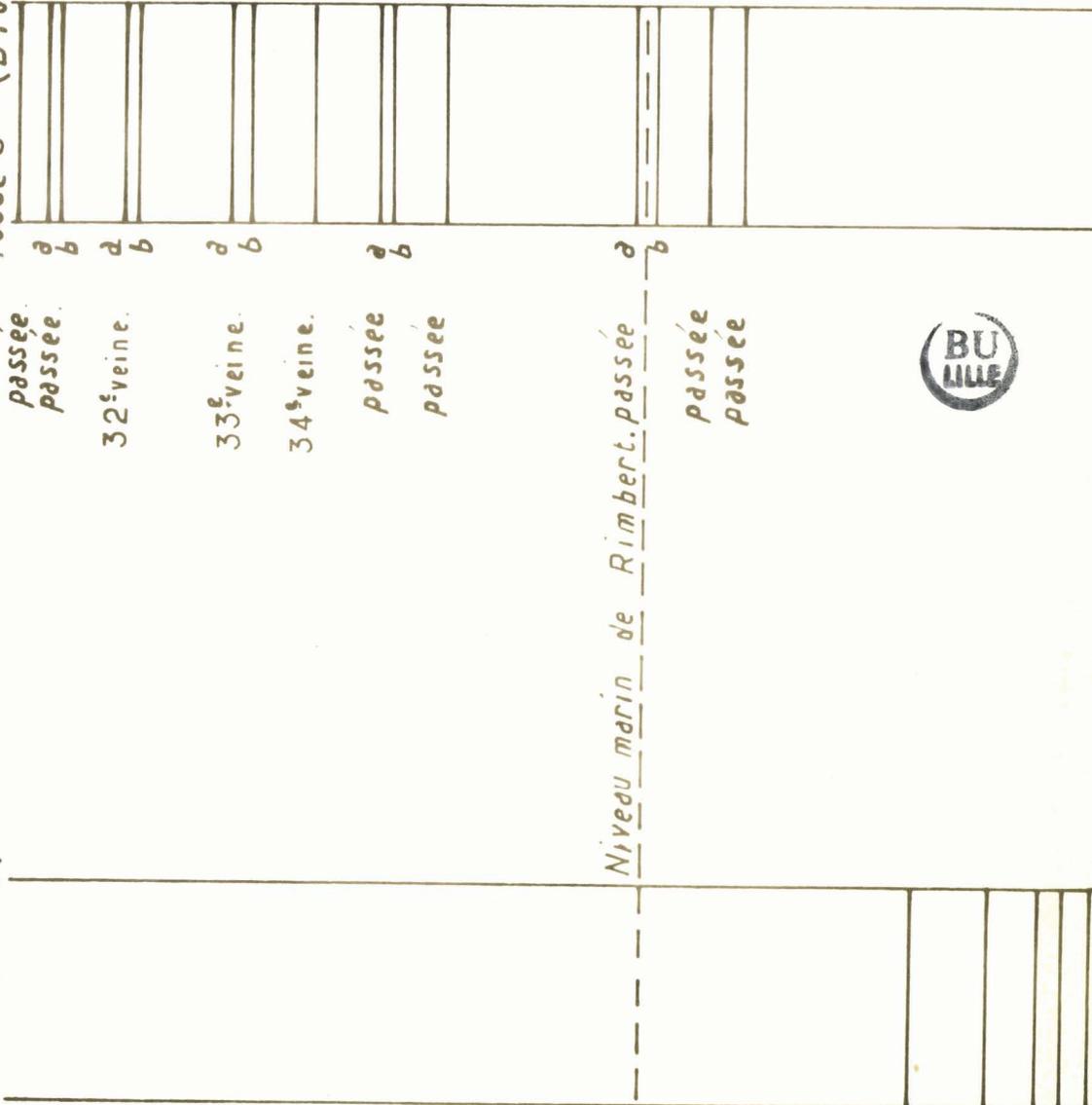
REPARTITION DES VEINES ETUDIÉES

— niveaux étudiés.

GRUPE: AUCHEL - BRUAY

fosse 5 (Brudy)

fosse 3 bis (Brudy)



35^e veine

passee

36^e veine,

passee

37^e veine

passee
passee

32^e veine.

33^e veine.

34^e veine.

passee

passee

Niveau marin de Rimbert. passee

passee

passee



à la veine 37 ont été recueillies ; leur étude n'a donné aucun résultat par suite de leur pauvreté en matières volatiles. Les niveaux supérieurs à la veine 35 ne sont plus accessibles.

La faible teneur en matières volatiles de certaines couches m'a obligé d'effectuer plusieurs analyses des "Echantillons moyens". Les spores obtenues au cours de ces différentes analyses sont totalisées et les pourcentages calculés d'après le nombre global obtenu.

I) Veine 37

N° de l'Echantillon : 56 - N° d'analyse : 56 B3.

La veine 37 est dominée par le genre Triangulatisporites dont le pourcentage dépasse la moyenne (55,5 %). Vient ensuite le genre Tuberculatisporites (11,1 %). Les autres espèces présentées se répartissent comme suit :

<u>V. augustae</u>	: 9,2 %
<u>C. Varius</u>	: 4,6 %
<u>Bentzisporites tricollinus</u>	: 3,7 %
<u>Z. brasserti</u>	: 3,7 %
<u>L. reinschi</u>	: 2,8 %
<u>S. praetextus</u>	: 2,8 %

2) Passée au mur de la veine 36

N° de l'échantillon : 5I - N°s des analyses : 5I BI, 5I B5.

S. hirsutus, non représentée dans la veine 37, appa-

raît brusquement à ce niveau dans des proportions extrêmement importantes (79,1 %). Le genre Tuberculatisporites (12,6 %) suit en seconde position. Les autres "présences" n'ont qu'un rôle accessoire

<u>V. augustae</u>	: 2,2 %
<u>Triangulatisporites</u>	: 2,2 %
<u>Z. brasserti</u>	: 1,5 %

3) Weine 36

N° de l'échantillon : 53 - N°s des analyses : 53 B3, B4, B5, B6.

Le genre Triangulatisporites passe de nouveau par un maximum dans cette veine. Toutefois, son pourcentage (37 %) est nettement inférieur à celui rencontré dans la veine 37. Ce genre est talonné par le genre Tuberculatisporites (23 %), Z. brasserti (15 %) et C. varius (8 %). Aux côtés de ces spores, nous trouvons également :

<u>L. rugosus</u>	: 4 %
<u>V. augustae</u>	: 4 %
<u>L. reinschi</u>	: 3 %

4) Passée au toit de la veine 36

N° de l'échantillon : 48 - N°s des analyses : 48 BI, 48 B9.

Nous remarquons la nouvelle et brusque apparition de S. hirsutus (41,3 %) qui vient largement en tête dans la distribution de cette passée. V. augustae (18,1 %) et Tuberculatisporites (16,5 %) suivent avec des pourcentages sensiblement égaux. Viennent ensuite :

<u>Triangulatisporites</u>	: 5,8 %
<u>Z. brasserti</u>	: 2,4 %
<u>V. auritus</u>	: 2,4 %
<u>L. reinschi</u>	: 2,4 %
<u>V. flavus</u>	: 2,4 %
<u>C. varius</u>	: 1,6 %

5) Veine 35

N° de l'échantillon : 4I3 - N°s des analyses : 4I3

B5, B6, B7.

La veine 35 ne révèle que 6 espèces. Celles-ci sont :

<u>Z. brasserti</u>	: 41,3 %
<u>Triangulatisporites</u>	: 37,6 %
<u>V. augustae</u>	: 6,4 %
<u>Tuberculatisporites</u>	: 4,5 %
<u>S. hirsutus</u>	: 4,5 %
<u>S. superbus</u>	: 1 %

Fosse 3 bis

Les échantillons prélevés à la fosse 3 bis l'ont été au fur et à mesure que s'est effectué l'approfondissement de ce puits. Leur ensemble intéresse 15 couches réparties sur une hauteur de 120 m, de la 3ème passée sous Rimbert à la passée au mur de la veine 3I : 3 passées font partie du Westphalien B ; les autres niveaux sont situés dans le faisceau de Six-Sillons qui correspond à la base du Westphalien C dans le bassin du Nord et du Pas-de-Calais.

6) 3e Passée sous Rimbert

N° de l'échantillon : 47I - N° d'analyse : 47I BI.

A l'encontre de la veine 35, la 3ème passée sous Rimbert fournit 10 espèces. Nous y remarquons une nouvelle explosion de S. hirsutus (55 %) ainsi que la présence dans des proportions relativement élevées de S. superbus (14,1 %). Les fluctuations du genre Triangulatisporites continuent : cette spore n'atteint à ce niveau que 7,2 %. Figurent également dans cette passée :

C. varius : 6,9 %

V. augustae : 4,7 %

S. dentatus : 4 %

L. reinschi : 1,9 %

Z. brasserti : 1,8 %

V. auritus : 1,2 %

C. giganteus : 1 %

7) 1ère passée sous Rimbert

N° de l'échantillon : 470 -- N°s des analyses : 470 B1.
470 B2.

S. hirsutus (39,8 %) se maintient en tête dans cette passée ; C. varius (23,4 %) vient en seconde position tout en atteignant son maximum. Signalons une légère "hausse" de Triangulatisporites (11,7 %) ainsi que la première apparition de L. horrida (10,9 %). A ces spores s'adjoignent :

C. giganteus : 9,3 %

V. auritus : 2,3 %

8) Rimbert (sillon inférieur)

N° de l'échantillon : 469 -- N° d'analyse : 469 B3.

La composition palynologique du sillon inférieur de la passée marine de Rimbert n'est constituée que de 4 espèces.

L. horrida (58 %) en est le chef de file. Les trois autres espèces sont :

<u>Triangulatisporites</u>	: 24,3 %
<u>C. giganteus</u>	: 5,8 %
<u>Bentzisporites tricollinus</u>	: 1,30 %

9) Rimbert (sillon supérieur)

N° de l'échantillon : 468 - N°s des analyses :
468 B3, B4.

Le genre Triangulatisporites (35,3 %) et L. horrida (31,3 %) dominant dans ce sillon avec des pourcentages sensiblement identiques. A ces spores sont associées :

<u>C. varius</u>	: 13,3 %
<u>L. rugosus</u>	: 8,3 %
<u>Bentzisporites tricollinus</u>	: 4 %
<u>V. auritus</u>	: 2,6 %
<u>C. giganteus</u>	: 1,3 %

10) 3ème passée sous la veine 34

N° de l'échantillon : 443 - N°s des analyses :
443 B2, 443 B3.

Très nette dominance de Z. brasserti (57,2 %) qui, absente dans les environs immédiats de Rimbert, prend soudain un très grand développement dans cette passée. Les autres espèces présentes atteignent un pourcentage inférieur à 10 %. Ce sont :

<u>Triangulatisporites</u>	: 8,9 %
<u>V. augustae</u>	: 6,9 %
<u>V. westphalensis</u>	: 6,2 %
<u>L. reinschi</u>	: 3,4 %
<u>S. hirsutus</u>	: 3,4 %

<u>C. varius</u>	: 2,7 %
<u>S. superbus</u>	: 2 %
<u>L. nudus</u>	: 1,3 %

II) Ière passée sous la veine 34 (sillon inférieur)

N° de l'échantillon : 442 - N°s des analyses :
442 BI, 442 B2.

Peu d'espèces dans ce sillon caractérisé par la présence marquante de L. reinschi (54,1 %) et par une nouvelle remon-
tée du genre Triangulatisporites (21 %). Les autres spores sont :

<u>V. augustae</u>	: 6,7 %
<u>C. varius</u>	: 4,5 %
<u>L. glabratus</u>	: 3 %
<u>V. westphalensis</u>	: 3 %
<u>C. giganteus</u>	: 2,2 %

I2) Ière passée sous la veine 34 (sillon supérieur)

N° de l'échantillon : 44I - N° d'analyse : 44I B2.

Ce sillon, dominé encore plus nettement par L. reinschi (63,1 %), renferme les mêmes spores que le sillon inférieur, dans des proportions toutefois différentes.

<u>Triangulatisporites</u>	: 8,5 %
<u>C. varius</u>	: 6 %
<u>V. augustae</u>	: 4,8 %
<u>L. glabratus</u>	: 4,8 %
<u>Tuberculatisporites</u>	: 4,2 %
<u>C. giganteus</u>	: 3 %
<u>V. westphalensis</u>	: 1,8 %

I3) Veine 34

N° de l'échantillon : 440 - N° d'analyse : 440 B2.

Z. brasserti, absente dans la lière passée de cette veine, atteint de nouveau à ce niveau une valeur élevée (68,9 %).

A cette espèce, sont associées les spores suivantes :

<u>Triangulatisporites</u>	: 17 %
<u>S. hirsutus</u>	: 3,7 %
<u>L. reinschi</u>	: 1,9 %

I4) Veine 33 (sillon inférieur)

N° de l'échantillon : 439 - N° d'analyse : 439 BI.

Z. brasserti passe ici par son maximum le plus important (80 %). Les "comparses" sont :

<u>Triangulatisporites</u>	: 9 %
<u>L. reinschi</u>	: 1,8 %
<u>V. augustae</u>	: 1,8 %
<u>C. giganteus</u>	: 1,8 %

I5) Veine 33 (sillon supérieur)

N° de l'échantillon : 438 - N° d'analyse : 438 BI.

Si V. auritus (30,9 %) arrive en lière position dans ce sillon, il faut également noter la présence assez marquante du genre Triangulatisporites (20 %), L. reinschi (14,5 %) et C. varius (10,9 %). Notons encore :

<u>V. westphalensis</u>	: 9,9 %
<u>Z. brasserti</u>	: 5,6 %
<u>C. giganteus</u>	: 3,6 %
<u>L. glabratus</u>	: 1,8 %
<u>S. praetextus</u>	: 1,8 %

I6) Veine 32 (sillon inférieur)

N° de l'échantillon : 437 - N°s des analyses :
437 BI, B2, B3.

L. horrida, abondamment représentée dans les environs de la passée marine de Rimbert, réapparaît à ce niveau avec un pourcentage égal à 30,5 % qui la porte en tête de la distribution. Viennent ensuite ;

<u>Tuberculatisporites</u>	: 19,1 %
<u>L. reinschi</u>	: 14,40 %
<u>C. varius</u>	: 8,6 %
<u>S. praetextus</u>	: 5,5 %
<u>V. westphalensis</u>	: 2,4 %
<u>V. auritus</u>	: 2,4 %
<u>V. augustae</u>	: 2,4 %
<u>Triangulatisporites</u>	: 2,4 %
<u>C. giganteus</u>	: 1,2 %
<u>S. hirsutus</u>	: 1,2 %



I7) Veine 32 (sillon supérieur)

N° de l'échantillon : 436 - N° d'analyse : 436 B2.

La spore rencontrée le plus souvent est S. hirsutus (45,2 %) ; vient ensuite Z. brasserti (24,8 %). Les autres espèces sont réparties suivant des pourcentages différents mais inférieurs à 10 %.

<u>S. praetextus</u>	: 8,2 %
<u>Triangulatisporites</u>	: 8,2 %
<u>S. superbus</u>	: 5,4 %
<u>Tuberculatisporites</u>	: 1,9 %
<u>V. auritus</u>	: 1,9 %

I8) 2ème passée au toit de la veine 32 (sillon inférieur)

N° de l'échantillon : 435 - N° d'analyse : 435 B2.

Z. brasserti (54,8 %) domine à nouveau dans ce sillon. Lui sont associées les espèces suivantes :

<u>Triangulatisporites</u>	: 9,7 %
<u>L. reinschi</u>	: 4,4 %
<u>Tuberculatisporites</u>	: 4,4 %
<u>L. nudus</u>	: 4,4 %
<u>S. praetextus</u>	: 3,5 %
<u>V. augustae</u>	: 2,6 %
<u>V. auritus</u>	: 2,6 %



I9) 2ème passée au toit de la veine 32 (sillon supérieur)

N° de l'échantillon : 434 - N°s des analyses :
434 BI, 434 B2.

Ce sillon est caractérisé par l'association des espèces suivantes :

<u>L. reinschi</u>	: 33,8 %
<u>Z. brasserti</u>	: 19 %
<u>V. auritus</u>	: 14,5 %

A ces spores s'ajoutent :

<u>Triangulatisporites</u>	: 7,2 %
<u>C. varius</u>	: 4,8 %
<u>V. westphalensis</u>	: 2,5 %
<u>V. flavus</u>	: 1,6 %

20) 1ère passée sous la veine 3I

N° de l'échantillon : 433 - N° d'analyse : 433 B2.

Cette passée renferme un grand nombre de spores

diverses dont le chef de file est le genre Triangulatisporites (30,20 %). Ses suivants sont :

<u>L. reinschi</u>	: 28,9 %
<u>Z. brasserti</u>	: 15,7 %
<u>C. giganteus</u>	: 4,6 %
<u>V. auritus</u>	: 4,6 %
<u>L. glabratus</u>	: 1,9 %
<u>C. varius</u>	: 1,9 %
<u>L. rugosus</u>	: 1,2 %
<u>V. augustae</u>	: 1,2 %
<u>V. flavus</u>	: 1,2 %



II - INTERPRETATION DES RESULTATS

Le travail pratique présenté dans la partie précédente donne les compositions palynologiques des couches étudiées. Il trouve sa véritable valeur dans l'interprétation des résultats obtenus, laquelle se traduit par la construction de diagrammes de corrélations permettant d'établir des comparaisons entre des niveaux situés sensiblement sur le même horizon stratigraphique et de fuseaux ou diagrammes d'extension verticale qui représentent les variations de fréquence de chaque espèce sur une hauteur déterminée.

I) Etablissement des fuseaux

L'établissement des fuseaux consiste à porter en abscisse les noms des "mégaspores" et, en ordonnée les niveaux étudiés ; chaque espèce est représentée par un vecteur horizontal

de longueur proportionnelle au pourcentage rencontré et dont on relie les extrémités à l'intérieur d'une même colonne.

J'ai rencontré dans les divers échantillons 24 espèces réparties en II genres. Certaines espèces, morphographiquement voisines, ont été groupées dans un fuseau commun, car si la détermination des "mégaspores" bien conservées est relativement aisée, il n'en est pas de même pour les exemplaires moins bons et les fragments dont il faut tirer parti.

C'est ainsi que L. primus et L. reinschi ont été groupées car je les ai rencontrées sous plusieurs formes intermédiaires qu'il est très difficile d'apprécier.

La multiplicité de la nature des ornements des espèces de Tuberculatisporites m'a incité à les grouper sous le nom de genre.

V. westphalensis se distingue de V. auritus par le fait qu'elle possède une protubérance apicale ; cette dernière n'est pas toujours visible ; aussi les deux espèces ont-elles été placées dans une seule colonne.

Il en a été de même pour V. augustae et V. flavus qui présentent des formes très voisines se différenciant uniquement par la section de leurs crêtes triradiaires et arquées.

Les espèces de Triangulatisporites ont également été rassemblées sous le nom de genre par suite de la difficulté d'obtenir des critères précis pour leur détermination.

J'ai tenu à tracer les colonnes des "mégaspores" non rencontrées au cours de cette étude mais présentes de façon certaine dans les charbons du bassin du Nord, ceci dans le but de permettre toute comparaison avec les "fuseaux" figurant dans les ouvrages précédents (7) (32) et de faciliter les corrélations latérales futures entre deux "verticales" appartenant à des groupes miniers différents.

2) Etude des fuseaux

Si nous examinons le tableau des fuseaux (PL. F), nous remarquons trois catégories de spores :

- celles existant de façon sensiblement constante sur une certaine hauteur,
- celles à présence discontinue parmi lesquelles il serait judicieux de distinguer :
 - celles à grande importance numérique,
 - celles apparaissant en très faible quantité.

Tous les fuseaux sont interrompus sur une hauteur de 50 m environ, entre la veine 35 et la 3ème passée sous Rimbert par suite de l'arrêt des travaux du fond, ce qui a rendu impossible l'échantillonnage de 5 passées.

a) Les spores à présence continue sur une certaine hauteur

Les spores de Triangulatisporites mises à part, aucune autre espèce ne donne un fuseau continu sur toute la hauteur des niveaux étudiés. Cependant l'existence constante dans plusieurs

couches consécutives de L. primus et L. reinschii d'une part, de V. auritus et V. westphalensis d'autre part, ainsi que de C. varius fournit des fuseaux intéressants par leur grande étendue verticale.

Le genre Triangulatisporites se rencontre à tous les niveaux. Son fuseau très suggestif par la succession de "noeuds" et de "ventres" qu'il présente, est susceptible d'interprétations stratigraphiques précises. L'alternance rapide et presque régulière des maximums et des minimums se remarque nettement entre les veines 35 et 37. Ces deux niveaux ainsi que la veine 36 atteignent des pourcentages supérieurs à 37 % tandis que ceux des deux passées situées de part et d'autre de la veine 36 sont inférieurs à 5,8 %. Ces brusques variations donnent 3 ventres parfaitement différenciés pouvant donner lieu à des repères bien définis.

Les variations de Triangulatisporites persistent également dans la partie supérieure de la "verticale" ; mais moins brutales, elles procurent au fuseau un profil effilé et plus régulier. Nous y notons 6 ventres.

- Le premier, qui est également le plus important (35,3 %), intéresse le sillon supérieur de la passée marine de Rimbert. Les fréquences rencontrées dans les couches antérieures à ce ventre décroissent régulièrement pour atteindre 7,2 % dans la 3ème passée sous Rimbert. Il est à supposer que les spores Triangulatisporites sont présentes dans les passées sous-jacentes à ce dernier niveau dans des proportions que l'on peut considérer, en nous référant à ce que l'on connaît, comme inférieures à 10 %.

- Les autres ventres, à l'exception du 6e qui intéresse la passée sous la veine 3I (30,2 %), sont moins caractéristiques car leurs pourcentages peu élevés (inférieurs à 20 %) ne tranchent pas suffisamment sur ceux des noeuds (environ 10 %).

Le groupe L. primus et L. reinschi fait quelques timides apparitions dans la partie relative au Westphalien B. Il s'installe définitivement dans la 3e passée sous la veine 34 et explose brutalement dans le sillon inférieur de la Ière passée de cette même veine (54,1 %) ; son pourcentage augmente encore dans le sillon supérieur (63,1 %). Le fuseau subit alors un étranglement très accentué dans la veine 34 (1,9 %) et le sillon inférieur de la veine 33 (1,8 %) ; il reprend une ampleur relative dans le sillon supérieur de cette dernière couche (14,5 %), garde les mêmes proportions dans la partie inférieure de la veine 32 (14,2 %) pour disparaître dans le sillon supérieur où il se poursuit par des traits pointillés, ce qui indique que la présence de ces spores est simplement supposée. Il acquiert de nouveau un brusque élargissement dans le sillon supérieur de la passée au toit de la veine 32 (33,8 %) ; cette largeur est maintenue dans la passée sous la veine 3I (28,9 %).

Le fuseau de ce groupe est scindé en trois tronçons bien distincts d'autant plus importants qu'ils sont séparés par des noeuds réguliers et peu étendus.

Le diagramme du groupe V. auritus et V. westphalensis continu depuis la 3ème passée sous Rimbert, présente quelque intérêt par trois apparitions successives à des intervalles sensiblement réguliers.

La première (6,2 %) intéresse la 3ème passée sous la veine 34 ; la seconde, qui est la plus importante par son pourcentage élevé (30,9 %), se situe dans le sillon supérieur de la veine 33, tandis que la troisième (14,5 %) affecte le sillon supérieur de la 2ème passée au toit de la veine 32.

Ces trois paliers constituent les seules valeurs intéressantes dans un diagramme dont le profil linéaire indique des proportions inférieures à 5 %.

C. varius apparaît dès la base de la "verticale". A l'instar de Triangulatisporites son fuseau s'étend sur toute la hauteur des niveaux étudiés. Mais si la présence des spores de ce dernier genre a été vérifiée de façon certaine dans toutes les couches, celle de C. varius n'est que supposée en certains endroits ce qui se traduit par des liaisons incertaines représentées par des traits pointillés.

Le diagramme de C. varius n'atteint pas une ampleur importante. Son plus grand pourcentage (23,4 %) intéresse la 1ère passée sous Rimbert. Ce ventre, nettement marqué, présente un gros intérêt car il situe le sommet du Westphalien B.

Le reste du fuseau ne montre aucune caractéristique appréciable. C. varius atteint encore deux maximums dans la partie supérieure à la passée marine de Rimbart. Les proportions relativement basses de ses ventres (inférieures à 14 %) donnent au fuseau un profil de fusée étroite à trois étages.

b) Les spores à présence discontinue

Les spores à présence discontinue, à l'encontre de celles étudiées dans le paragraphe précédent, par leurs apparitions sporadiques et brèves aboutissent à la construction de fuseaux constitués de figures géométriques dispersées tout le long de la colonne et reliées entr'elles par des raccords hypothétiques.

Ces spores se divisent en deux catégories :

- d'une part celle dont l'apparition brutale et massive des espèces fournit des pourcentages importants. Ces apparitions forment des niveaux repères valables,
- d'autre part, celle qui groupe les espèces se présentant en faible quantité et constituant le cortège des spores accessoires

- 3 espèces entrent dans la première catégorie. Ce sont :

Zonalesporites brasserti

Setosisporites hirsutus

Lagenicula horrida

Zonalesporites brasserti est recueillie dans toutes les couches situées sous la 3ème passée sous Rimbart (compte-tenu de la présence de niveaux inaccessibles). Les noeuds et les ventres

du fuseau concernant cette portion, accentués et nettement différenciés, le rendent particulièrement intéressant.

Absente dans les environs de la passée marine de Rimbert, Zonalesporites brasserti prend soudain un très grand développement, environ 40 m au-dessus, dans la 3ème passée au mur de la veine 34 (57,2 %), mais disparaît aussi brusquement dans la passée supérieure séparée de la précédente par quelques 15 m de stamper. La veine 34, située plusieurs mètres au-dessus de la passée, voit une nouvelle explosion de l'espèce (68,9 %) qui atteint son maximum dans le sillon inférieur de la veine 33 (80 %), maximum aussitôt suivi d'une extinction presque complète. Le fuseau devient ensuite virtuel sur 10 m environ ; il réapparaît dans la partie supérieure de la veine 32 (24,8 %) et persiste dans les couches sus-jacentes dans des proportions variées et relativement hautes.

Les apparitions sporadiques et massives de Zonalesporites brasserti donnent un diagramme scindé en plusieurs parties susceptibles chacune de fournir d'amples renseignements à la stratigraphie houillère.

Le diagramme de Setosisporites hirsutus se divise en quatre tronçons très distincts les uns des autres :

- Le premier, linéaire, intéresse la passée sous la veine 36 ; son pourcentage élevé (79,1 %) laisse supposer un brusque développement des individus ayant fourni cette espèce.
- Le second, très proche du premier, a l'aspect d'un cône dont l'ouverture (41,3 %) se situe dans la passée au toit de la veine 36

et la pointe (4,5 %) au niveau de la veine 35.

- Le troisième débute à la 3ème passée sous Rimbert (55 %), se termine dans la 1ère passée de ce même niveau (39,8 %) ce qui lui donne la forme d'un trapèze.
- Le quatrième se localise dans la veine 32 (45,2 %) dans le sillon supérieur.

Signalons également une faible présence de S.hirsutus dans la veine 34 (3,7 %) ainsi que dans la 3ème passée sous cette même veine (3,4 %).

Setosisporites hirsutus représente le type même de l'espèce repère. Son fuseau, virtuel sur la presque totalité de sa longueur, est entrecoupé de ventres dûs à des épanouissements massifs et brefs de l'espèce qui permettent à la stratigraphie de tirer d'importantes conclusions et à la paléobotanique d'acquérir de très intéressants renseignements quant à la formation et à la localisation des massifs de végétation.

Le diagramme de Lagenicula horrida est également scindé en plusieurs parties. Cette espèce a été rencontrée dans quatre prélèvements. Sa présence dans des proportions toujours élevées en fait à l'instar de S. hirsutus un microfossile de grand intérêt.

Lagenicula horrida caractérise les passées du niveau marin de Rimbert où son apparition aussi importante que variée, éclipse les autres constituants. Cette espèce se montre pour la première fois dans la 1ère passée sous Rimbert (10,9 %) ; son pourcentage augmente dans le sillon inférieur de Rimbert où il atteint

68 %. L'amorce d'une baisse se manifeste dès le sillon supérieur de ce même niveau (31,3 %) : la régression est totale dans les couches sus-jacentes.

Cette spore réapparaît brusquement dans le sillon inférieur de la veine 32 (30,5 %, mais disparaît aussi rapidement.

- La seconde catégorie comprend toute une série d'espèces constituant le cortège des espèces accessoires dont les diagrammes, quoique peu caractéristiques, peuvent, dans certains cas, confirmer les renseignements fournis par les spores essentielles.

Le genre Tuberculatisporites, présent dans les couches recueillies du Westphalien B dans des proportions sensiblement constantes d'où peu intéressantes, disparaît dans les environs immédiats de Rimbert pour réapparaître de façon très désordonnée à partir du sillon inférieur de la lière passée sous la veine 34. Signalons tout de même une forte présence dans le sillon inférieur de la veine 32 (19,1 %).

Le groupe V. augustae et V. flavus est recueilli çà et là sur toute la hauteur de la "verticale" ; son pourcentage le plus important (6,9 %) se situe dans la 3ème passée sous la veine 34.

Superbisporites superbus apparaît 4 fois dans des proportions toujours modestes. La 3ème passée et la lière passée sous Rimbert étant toutes deux caractérisées par un fort pourcen-

tage de S. hirsutus, la présence relativement élevée (19,1 %) de S. superbus dans la 3ème passée pourrait la différencier de la 1ère passée.

Cystosporites giganteus, non rencontrée dans les niveaux inférieurs de la série stratigraphique étudiée, montre une zone de fréquence continue dans les environs de Rimbert. Au-dessus de ce niveau, elle apparaît de façon irrégulière et faible.

En plus des espèces précitées, nous remarquons cinq autres représentées par des fuseaux composés de points éparpillés çà et là dans la colonne. Leurs pourcentages, toujours inférieurs à 5 %, ne présentent aucun intérêt.

Laevigatisporites glabratus se rencontre dans trois couches entre la passée sous la veine 34 et la passée sous la veine 31.

Lagenosporites nudus est présente dans la 3ème passée sous la veine 34 ainsi que dans le sillon inférieur de la passée au toit de la veine 32.

Setosisporites praetextus a été recueillie dans la veine 37 ainsi que dans les couches comprises entre le sillon supérieur de la veine 33 et le sillon inférieur de la passée au toit de la veine 32.

Lagenosporites rugosus peut être trouvée dans trois niveaux : la veine 36, le sillon supérieur de la passée marine de Rimbert, la passée au mur de la veine 31. Son extension, tout comme

celle de S. praetextus intéresse la presque totalité de la "verticale".

Bentzisorites tricollinus est localisée dans les deux sillons de la passée marine de Rimbert ainsi que dans la veine 37.

Superbisporites dentatus n'a été trouvée que dans la 3ème passée sous Rimbert et ceci en très faible quantité.

Colisporites, Trilestisporites, Tuberculatus, Setosisporites pseudotenuispinosus, Valvisisporites nigrozonalis, ainsi que Rotatisporites rotatus n'ont été recueillies dans aucun niveau.

3) Considérations stratigraphiques

De l'examen de ces fuseaux, il apparaît que les "mégaspores" constituant les "bons" fossiles sont celles qui présentent un profil continu composé par une alternance rapide et régulière de noeuds et de ventres ou celles qui, par leurs apparitions, massives et brutales sur une faible épaisseur, fournissent des diagrammes scindés en plusieurs tronçons nettement différenciés.

L. primus et L. reinschi, V. auritus et V. westphalensis ainsi que les espèces de Triangulatisporites, par leurs fuseaux continus, S. hirsutus, L. horrida et Z. brasserti, par leurs grosses et brèves présences, représentent les "mégaspores" caractéristiques de la "verticale" étudiée. L'étude de leurs zones de fréquence permet d'établir les quelques considérations suivantes :

- la présence de part et d'autre de la passée marine de Rimbart de toutes les espèces rencontrées au cours de cette étude à l'exception de L. glabratus et L. nudus uniquement recueillies dans le Westphalien C,
- la ressemblance entre les profils palynologiques de Z. brasserti et de Triangulatisporites dans la zone de terrain comprise entre la veine 35 et la passée au mur de la veine 36. Cette parfaite coexistence laisse supposer une similitude d'adaptation aux conditions de milieu, des individus ayant fourni ces deux espèces. Toutefois, il est à remarquer que cette perfection d'adaptation n'est plus visible dans les niveaux situés au-dessus de la passée marine de Rimbart,
- l'importance de S. hirsutus comme repère stratigraphique pour les passées de la partie supérieure du Westphalien B ainsi que pour la passée sous la veine 36,
- l'apparition de L. horrida dans la passée sous Rimbart et sa prédominance très nette dans les deux sillons de la passée marine de Rimbart,
- l'absence de S. hirsutus, Z. brasserti du groupe L. primus et L. renschi ainsi que du genre Tuberculatisporites dans ces mêmes sillons,
- les proportions écrasantes de Z. brasserti dans la veine 34 et dans le sillon inférieur de la veine 33,
- la présence dans la 3ème passée sous Rimbart de S. dentatus dont la limite inférieure d'extension verticale était jusqu'alors

fixée dans la veine Sainte-Barbe du groupe d'Auchel, c'est-à-dire dans le Westphalien C inférieur (32).

CONCLUSION

De cette étude, consacrée aux méthodes de préparation des divers prélèvements en vue de leur analyse, ainsi qu'à l'inventaire des "mégaspores" contenues dans les couches situées de part et d'autre de la passée marine de Rimbert au Groupe d'Auchel-Bruay, il apparaît que :

- En ce qui concerne la macération des échantillons, la méthode bromonitrique de Zetzsche et Kälin est la plus efficace pour nos charbons mais qu'elle nécessite quelques modifications dictées par la composition même de ces charbons et les conditions de leur dépôt. Ces diverses modifications, qu'il m'a semblé judicieux d'apporter, s'appliquent aux temps de bromuration et d'oxydation. C'est ainsi qu'une bromuration de 12 à 18 heures a été jugée suffisante, mais que cette durée peut être prolongée de quelques heures dans les cas de charbons très compacts. Quant à l'attaque par un oxydant, celle-ci ne doit pas excéder une certaine limite, laquelle limite a été considérée être en relation avec la durée de la bromuration.
- En ce qui concerne l'étude palynologique des prélèvements effectués, celle-ci a permis l'élaboration de 16 fuseaux parmi lesquels certains se sont montrés intéressants parce que susceptibles de déterminer une veine et de constituer des niveaux repères qui, je l'espère, s'avèreront utiles à la stratigraphie houillère,

complétant ainsi le travail à grande échelle que s'est imposée la section palynologique du Laboratoire de Paléobotanique de la Faculté des Sciences de Lille. C'est ainsi que trois niveaux semblent facilement identifiables :

- le niveau marin de Rimbert, caractérisé par la forte présence de L. horrida et l'absence totale des espèces S. hirsutus, Z. brasserti, L. prinus, L. reinschi ainsi que du genre Tuberculatisporites, par ailleurs relativement abondants dans les couches immédiatement inférieures ou supérieures à ce niveau,
 - la veine 34 et le sillon inférieur de la veine 33 marqués par l'extrême abondance de Z. brasserti,
 - la passée sous la veine 36 qui renferme un pourcentage très important de S. hirsutus.
-

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

- 1 - ALPERN B. (1958) - Essais de corrélations par la palynologie des couches de charbon Stéphanien recoupées par 4 sondages dans la région de Lons-le-Saunier. Revue de l'Ind.minérale, n° spécial, pp. 16-31.
- 2 - ALPERN B. (1959) - Contribution à l'étude palynologique et pétrographique des charbons français. Thèse d'état, Paris.
- 3 - BOUROZ A. (1940) - Faciès et massifs de végétation dans la formation houillère du Nord de la France. Thèse d'état, Lille.
- 4 - BOWER F.O. (1894) - Studies in the morphology of spore producing members. Phil.Transact.R.Phil.Soc., vol.185, London.
- 5 - CARETTE J., CAYEUX J., DANZE J., LAVEINE J.P., LE MERRER A., VIGREUX S. (mai 1960) - Les spores de l'assise de Bruay dans l'ouest du bassin du Nord et du Pas-de-Calais. Ann.Soc.Géol. France, fasc.5, 7e série, t.II, pp. 552 à 565.
- 6 - CARETTE J. (1960) - Etude des mégaspores de l'assise de Bruay à Bruay. Dipl.Etud.Sup., Lille.
- 7 - CARETTE J. (1960) - Corrélations palynologiques (mégaspores) entre les différents niveaux du Westph.C inférieur pour les groupes de Bruay et de Béthune (Noeux). Thèse de 3e cycle, Lille.

- 8 - DANZE J. (1958) - Premier inventaire des spores de l'assise de Bruay à Bruay. Bull.Soc.Bot.Nord de la France, T.II, n° 4, pp. 165 - 172.
- 9 - DANZE J. et VIGREUX S. (1959) - Distribution verticale des mégaspores de l'assise de Bruay à Bruay. Bull.Soc.Bot.Nord de la France, T.XIII, pp. 130 - 139.
- 10 - DANZE J. et LE MERRER A. (1960) - Une nouvelle variété de L. glabratus (Zerndt) Potonié et Kremp, sensu Dijkstra. Ann.Soc. geol. du Nord, T.LXVII, pp. 203 - 212.
- 11 - DANZE J. et LAVEINE J.P. (1960) - Sur un mode d'accolement des spores, dans la tétrade, nouveau pour les spores paléozoïques C.R.Ac.Sc., t.250, pp. 4427 - 4428.
- 12 - DIJKSTRA S.J. (1946) - Eine monographische Bearbeitung des Karbonischen Megasporen. Mededel.Geol.Stichting, série C, III, I, n° I
- 13 - DIJKSTRA S.J. (1955) - La corrélation des veines de charbon par les mégaspores. Publ.Ass.Etud.Paléont., Bruxelles n° 21, hors série.
- 14 - DIJKSTRA S.J. (1955) - The megaspores of the Westphalian D and C. Mededel.Geol.Stichting, Nieuve serie, n° 8.
- 15 - DIJKSTRA S.J. (1950) - Lower Carboniferous Megaspores. Mededel Geol.Stichting, Nieuve serie, n° 10.
- 16 - DIJKSTRA S.J. (1957) - Lower Carboniferous megaspores from the Moscow Basin. Mededel.Geol.Stichting, Nieuve serie, n° 11.

- I7 - DUPARQUE A. (1934) - Structure microscopique des charbons du Bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais. Mem.Soc.Geol.du Nord, T.XI, Lille.
- I8 - ERDTMANN G. (1954) - An introduction to pollen analysis. The Chronica Botanica Co, Waltham, Mass., U.S.A.
- I9 - IBRAHIM A. (1933) - Sporenformen des aegishorizonts des Ruhr Raviers. Diss.Tech.Hochsch, Berlin.
- 20 - LANGE Th. (1927) - Die Bedeutung der sporen für die Stratigraphie des Karbons. C.R.I Congr.Stratig.Carb., Heerlen.
- 21 - LAVEINE J.P. (1960) - Recherche et étude des microspores de la partie inférieure de l'assise de Bruay. Dipl.Etud.Sup., Lille.
- 22 - LE MERRER A. (1959) - Recherche et étude des mégaspores de la partie inférieure de l'assise de Bruay. Dipl.Etud.Sup., Lille.
- 23 - LOOSE F. (1934) - Sporenformen aus dem Flöz Bismarck des Ruhrgebietes. Arb.d.Inst.Palaöbotanik, vol.4, Berlin.
- 24 - PIERART P. (1955) - Les mégaspores contenues dans quelques couches de houille du Westphalien B et C aux Charbonnages Limbourg-Meuse. Publ.Ass.Etud.Paleont., Bruxelles n° 21, hors série.
- 25 - PIERART P. (1956) - Quelques mégaspores contenues dans les charbons stéphanien des bassins de Blanzey et Decazeville. Bull.Soc.Belge de Géol.de Paleont.et d'hydrol., T LXIV, fasc.3 et dernier.

- 26 - PIERART P. (1958) - Palynologie et stratigraphie de la zone du Neeroteren (Westphalien C supérieur) en Campine belge. Publ. Ass. Etud. Paleont., Bruxelles n° 30.
- 27 - PIERART P. (1958) - L'utilisation des mégaspores en stratigraphie houillère. Bull. Soc. Belge de Géol. de Paleont. et d'hydrol., Bruxelles T LXVII.
- 28 - POTONIE P. et KREMP G. (1955) - Die Sporea dispersae des Ruhr Karbons. Paleontographica, Band. 98, Teil I, II, III, Stuttgart.
- 29 - SAHABI Y. (1936) - Recherches sur les spores des houilles françaises. Leurs caractères et leur répartition stratigraphique. Thèse d'université, Lille.
- 30 - SCHEMEL M.P. (1950) - Carboniferous plant spores from Daggett County. Journ. Of. Paleont., vol. 24.
- 31 - VIGREUX S. (1960) - Etude des mégaspores de l'assise de Bruay au groupe d'Auchel. Dipl. Etud. Sup., Lille.
- 32 - VIGREUX S. (1960) - Inventaire des mégaspores du Westphalien C inférieur dans le groupe d'Auchel. Interprétations stratigraphiques. Thèse de 3e cycle, Lille.
- 33 - WICHER C. (1952) - Sporenformen der Fiammkohle des Ruhrgebietes. Arb. d. Inst. f. Paläobotanik und Petrographie der Brennstein, vol. 4, page 183.
- 34 - ZERNDT J. (1934) - Les mégaspores du bassin houiller polonais Ie partie. Acad. Polonaise de Sc. et des Lettres - Comité des publ. Silésiennes, travail geol. n° I.

- 35 - ZERNDT J. (1937) - Les mégaspores du bassin houiller polonais, 2e partie. Acad. Polonaise des Sc. et des Lettres - Comité des publ. Silésiennes, travail geol. n° 2.
- 36 - ZETSCHÉ F. et KALIN O. (1931) - Zur Autoxydation des sporopollenine. Helv. Chim. Acta., vol. 14.
- 37 - ZETSCHÉ F. et KALIN O. (1932) - Eine Methode zur Isolierung des Polymerbitumens (Sporenmembranen, Kutikulen usw) aus Kohlen. Braunkohle, n° 31.

PLANCHES PHOTOS

Les photos des 4 planches ont été effectuées au
Laboratoire de Paléobotanique de la Faculté des Sciences de Lille
Par Monsieur Leblanc. Elles sont toutes au grossissement 50.

PLANCHE I

Fig. 1 et 2 : Laevigatisporites reinschi (Ibrahim) Potonié et Kremp.

Fig. 1 : Face proximale d'une "mégaspore" dont la fente de déhiscence est ouverte.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis, 2e passée au toit de la veine 3I (sillon supérieur).

Assise : Bruay, faisceau de Six-Sillons.

Collection : Labo. Paléobot., Fac.Sc.Lille, sect. Palyn., essai n° 434 B3.

Fig. 2 : Face proximale d'un autre échantillon. La marque en Y, courte, est soulignée par un bourrelet ; l'apex présente un léger tubercule.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis, 1e passée au mur de la veine 3I.

Assise : Bruay, faisceau de Six-Sillons.

Collection : Labo. Paléobot., Fac.Sc.Lille, sect. Palyn., essai n° 433 B2.

Fig. 3 : Laevigatisporites primus (Wicher) Potonié et Kremp
Face proximale d'une "mégaspore". Les marques triradiaires, bien visibles, s'élargissent vers leurs extrémités ; les crêtes arquées, apparentes, présentent une légère inflexion à leur point de rencontre avec ces dernières.

: Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis,
Ile passée au mur de la veine 34.
Assise : Bruay, faisceau de Six-Sillons.
Collection : Labo.Paléobot., Fac.Sc.Lille, sect.
Palyn., essai n° 433 B2.

Fig. 4 : Laevigatisporites glabratus (Zerndt) Potonié et Kremp
Face proximale montrant les trois surfaces de contact,
le tubercule central ainsi que les crêtes arquées
nettement visibles.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis,
Ile passée sous la veine 31.
Assise : Bruay, faisceau de Six-Sillons.
Collection : Labo.Paléobot., Fac.Sc.Lille, sect.
Palyn., essai n° 433 B2.

Fig. 5,6,7 : Setosisporites hirsutus (Loose) Ibrahim

Fig. 5 : Cette "mégaspore", présentant un aplatissement pro-
ximo-distal, laisse apercevoir quelques légers bour-
relets sur ses surfaces de contact.

Fig. 6 : Spore aplatie suivant une position latérale.

Fig. 7 : Amas de "mégaspores".

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis,
veine 32 (sillon supérieur).
Assise : Bruay, faisceau de Six-Sillons.
Collection : Labo.Paléobot., Fac.Sc.Lille, sect.
Palyn., essai n° 436 B2.

Fig. 8 : Setosisporites praetextus (Zerndt) Potonié et Kremp.

Cette "mégaspore" aplatie suivant une position proximo-distale, montre une volumineuse proéminence apicale, des crêtes triradiaires importantes ainsi qu'une couronne de fibrilles disposées légèrement au-dessus de l'équateur.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis, veine 32.

Assise : Bruay, faisceau de Six-Sillons.

Collection : Labo. Paléobot., Fac. Sc. Lille, sect. Palyn., essai n° 436 B2.



BU
LILLE

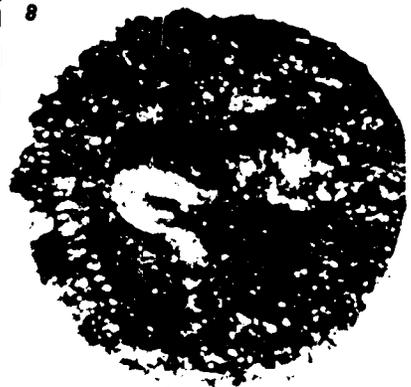


PLANCHE II

Fig. I et 2 : Tuberculatisporites difficilis (Wicher) Potonié et Kremp.

Fig. Ia : Face proximale d'une "négaspore" ; les surfaces de contact présentent une ornementation légère constituée de grains tandis que le contour équatorial est garni de cônes. La fente de déhiscence est ouverte.

Fig. Ib : Face distale de la même spore dont l'ornementation consiste en cônes identiques à ceux de la face proximale.

Fig. 2a : Face proximale d'une autre spore, de taille inférieure à celle de l'échantillon précédent.

Fig. 2b : Face distale de la même spore ; cette face montre 3 plis.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis, veine 32 (sillon inférieur).

Assise : Bruay, faisceau de Six-Sillons.

Collection : Labo. Paléobot., Fac. Sc. Lille, sect. Palyn., essai n° 437 B2.

Fig. 3 : Tuberculatisporites mammilarius. Bartlett.

Fig. 3a : Face proximale couverte de granules de faible épaisseur. La fente de déhiscence est ouverte.

Fig. 3b : Face distale du même échantillon ; même ornementation.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis, 2e passée au toit de la veine 32.

Assise : Bruay, faisceau de Six-Sillons.
Collection : Labo.Paléobot., Fac.Sc.Lille, sect.
Palyn., essai n° 435 B2.



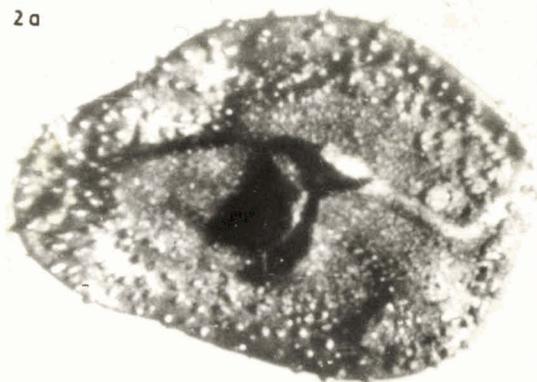
1a



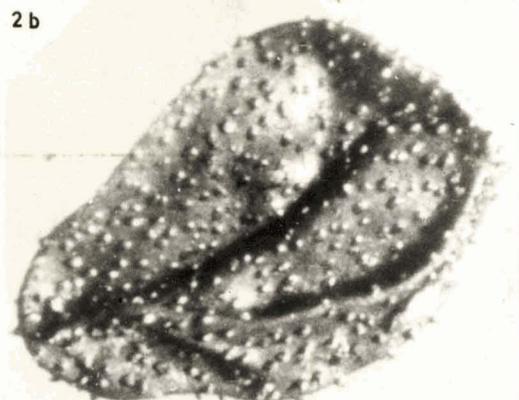
1b



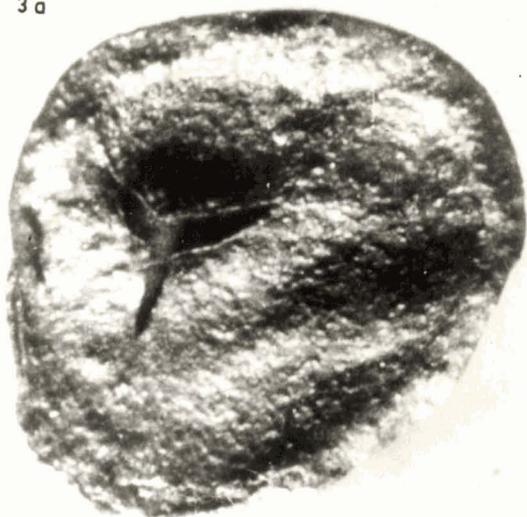
2a



2b



3a



3b

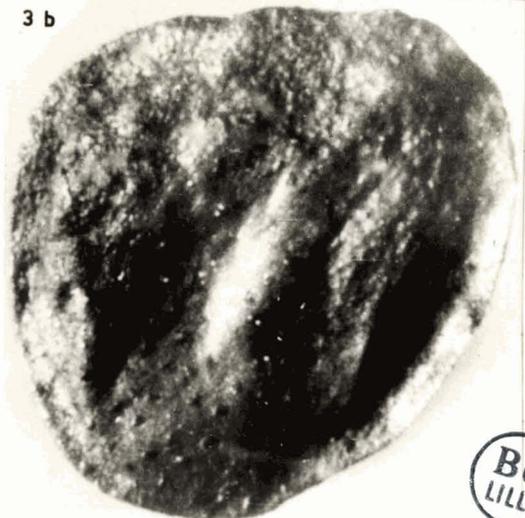


PLANCHE III

Fig. I : Lagenosporites rugosus (Loose) Potonié et Kremp.
"Mégaspore" aplatie latéralement.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis,
passée marine de Rimbert (sillon supé-
rieur).

Assise : Limite entre le Westphalien B (Anzin) et
le Westphalien C (Bruay).

Collection : Labo. Paléobot., Fac. Sc. Lille, sect.
Palyn., essai n° 468 B3.

Fig. 2 : Lagenicula horrida. Zerndt.

"Mégaspore" vue latéralement. Les surfaces de contact
sont finement verruqueuses tandis que le reste de la
spore est recouvert d'épines dont l'extrémité est
recourbée.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis, pas-
sée marine de Rimbert (sillon supérieur).

Assise : Limite entre le Westphalien B (Anzin) et
le Westphalien C (Bruay).

Collection : Labo. Paléobot., Fac. Sc. Lille, sect. Palyn.,
essai n° 468 B3.

Fig. 3 et 4 : Valvisporites westphalensis. Bhardway.

Fig. 3 : On remarquera sur cet échantillon, les arêtes trira-
diaires se prolongeant jusqu'à la base des oreilles,
les crêtes arquées bien nettes situées en position
sub-méridienne ainsi que les oreilles fortement déve-
loppées.

Fig. 4 : "Mégaspore" montrant l'importance de la proéminence apicale.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis, 2e passée au toit de la veine 32 (sillon supérieur).

Assise : Bruay, faisceau de Six-Sillons.

Collection : Labo.Paléobot., Fac.Sc.Lille, sect. Palyn., essai n° 434 B2.

Fig. 5 : Valvisisporites flavus (Stach et Zerndt) Potonié et Kremp.

Vue latérale d'une "mégaspore" dont les lames de l'Y et les crêtes arquées sont nettement définies et se présentent sous forme de bourrelets.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis, 2e passée au toit de la veine 32 (sillon supérieur).

Assise : Bruay, faisceau de Six-Sillons.

Collection : Labo.Paléobot., Fac.Sc.Lille, sect. Palyn., essai n° 434 B1.

Fig. 6 : Valvisisporites auritus Zerndt.

Les branches de l'Y se prolongent à l'intérieur des oreilles, lesquelles forment un angle obtu avec le corps de la spore.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis, 1e passée au mur de la veine 34 (sillon supérieur).

Assise : Bruay, faisceau de Six-Sillons.
Collection : Labo.Paléobot., Fac.Sc.Lille, sect.
Palyn., essai n° 44I BI.

Fig. 7 et 8 : Valvisporites augustae (Loose) Potonié et Kremp.

Fig. 7 : Spore aplatie en position proximo-distale ; les crêtes arquées s'étalent vers l'extérieur où elles forment une sorte de frange.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis, veine 32 (sillon inférieur).

Assise : Bruay, faisceau de Six-Sillons.
Collection : Labo.Paléobot., Fac.Sc.Lille, sect.
Palyn., essai n° 437 B2.

Fig. 8 : Ce spécimen montre des lames de l'Y à section très tranchantes, se prolongeant légèrement au-delà du corps de la spore où elles forment trois petites expansions.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 5, passée au toit de la veine 36.

Assise : Anzin, faisceau de Pouilleuse.
Collection : Labo.Paléobot., Fac.Sc.Lille, sect.
Palyn., essai n° 48 B4.

Fig. 9 : Zonalesporites brasserti (Stach et Zerndt) Potonié et Kremp.

"Mégaspore" aplatie dans une position intermédiaire entre les positions proximo-distale et latérale.

Les surfaces de contact sont verruqueuses ; la frange équatoriale est constituée de fibrilles soudées entr'elles.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis, 2e passée au toit de la veine 32 (sillon supérieur).

Assise : Bruay, faisceau de Six-Sillons.

Collection : Labo.Paléobot., Fac.Sc.Lille, sect. Palyn., essai n° 435 B2.

Fig. IO : Triangulatisporites tertius. Potonié et Kremp.

Fig. IOa : Face proximale d'une "mégaspore".

Fig. IOb : Face distale de la même spore montrant des mailles jointives.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 5, veine 35.

Assise : Anzin, faisceau de Pouilleuse.

Collection : Labo.Paléobot., Fac.Sc.Lille, sect. Palyn., essai n° 413 B5.

Fig. II : Bentzisorites tricollinus. Zerndt.

On distingue très nettement les protubérances à l'intérieur des surfaces de contact.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 5, veine 36.

Assise : Anzin, faisceau de Pouilleuse.

Collection : Labo.Paléobot., Fac.Sc.Lille, sect. Palyn., essai n° 53 B6.

1



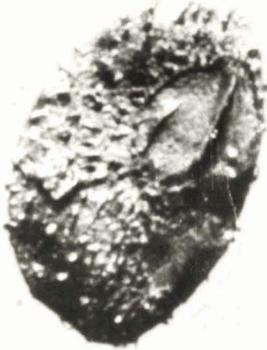
3



4



2



5



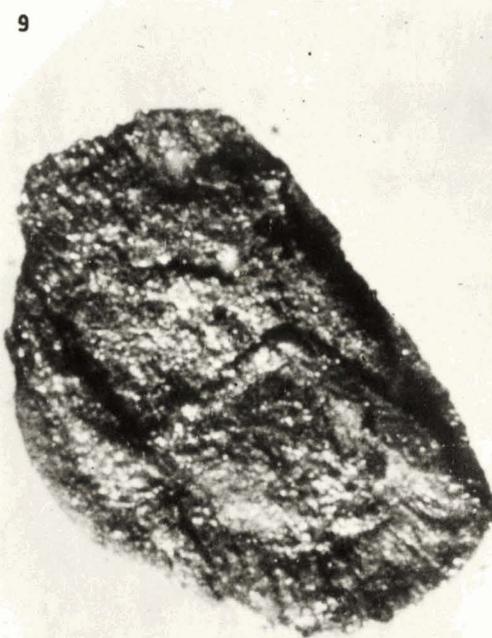
6



7



9



10a



8



10b



11



PLANCHE IV

Fig. I : Superbisporites superbus (Bartlett) Potonié et Kremp.

Fig. Ia : Face proximale d'une "mégaspore" ; les branches tri-radiaires montrent de gros bourrelets. Les surfaces de contact ainsi que le pourtour équatorial sont recouverts de fibrilles enchevêtrées les unes aux autres.

Fig. Ib : Face distale du même échantillon ; son ornementation consiste en fibrilles rayonnantes.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis, veine 32 (sillon supérieur).

Assise : Bruay, faisceau de Six-Sillons.

Collection : Labo. Paléobot., Fac. Sc. Lille, sect. Palyn., essai n° 436 B2.

Fig. 2 et 3 : Cystosporites varius (Wicher) Dijkstra.

Fig. 2 : Vue latérale d'une "mégaspore" ; la proéminence apicale présente une taille importante.

Fig. 3a : Triade de spores abortives.

Fig. 3b : Autre face de la triade.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis, veine 32 (sillon inférieur).

Assise : Bruay, faisceau de Six-Sillons.

Collection : Labo. Paléobot., Fac. Sc. Lille, sect. Palyn., essai n° 437 BI.

Fig. 4 : Cystosporites giganteus Zerndt.

"Mégaspore" aplatie latéralement ; on remarquera les

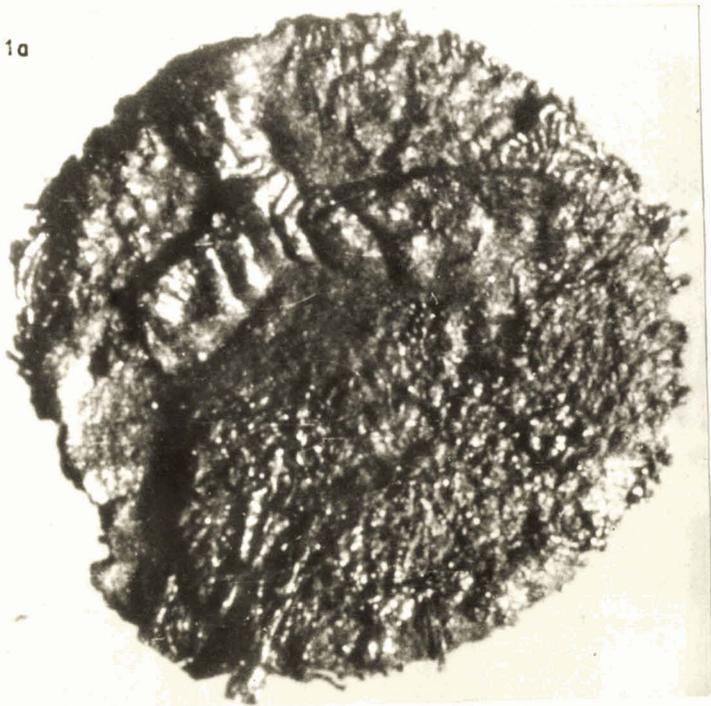
crêtes arquées très renforcées.

Origine : Groupe d'Auchel-Bruay, Fosse 3 bis,
Ie passée au mur de la veine 34
(sillon supérieur).

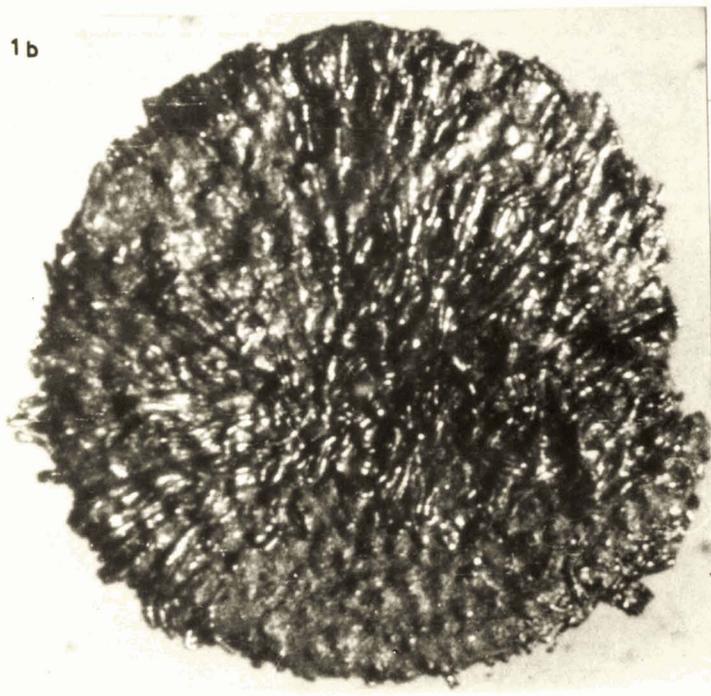
Assise : Bruay, faisceau de Six-Sillons.

Collection : Labo. Paléobot., Fac. Sc. Lille, sect.
Palyn., essai n° 44I B2.

1a



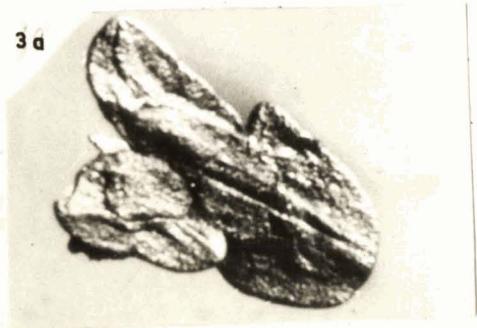
1b



2



3a



3b



4



BIBLIOTHEQUE INTERUNIVERSITAIRE
SECTION DE SCIENCES
LILLE