

THÈSES

présentées

à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille

pour obtenir le grade de

Docteur Ès-Sciences Naturelles d'Université

par

Yadollah SAHABI

LICENCIÉ ÈS-SCIENCES



1^{re} THÈSE

RECHERCHES

SUR LES

SPORES DES HOUILLES FRANÇAISES

Leurs caractères et leur répartition stratigraphique

2^{me} THÈSE

Propositions données par la Faculté

soutenues le *Novembre 1936*, devant la *Commission d'Examen*



JURY } MM. P. PRUVOST, *President*
P. BERTRAND } *Examineurs*
A. DUPARQUE }



IMPRIMERIE
DOURIEZ BATAILLE

5 Rue Jacq em rs-G 6 6e

LILLE

1936

RECHERCHES
SUR
LES SPORES DES HOUILLES FRANÇAISES

Leurs caractères et leur répartition stratigraphique

THÈSES

présentées

à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille

pour obtenir le grade de

Docteur Ès-Sciences Naturelles d'Université

par

Yadollah SAHABI

LICENCIÉ ÈS-SCIENCES



1^{re} THÈSE

RECHERCHES

SUR LES

SPORES DES HOUILLES FRANÇAISES

Leurs caractères et leur répartition stratigraphique

2^{me} THÈSE

Propositions données par la Faculté

soutenues le 9 Novembre 1936, devant la Commission d'Examen



JURY	}	MM. P. PRUVOST, <i>Président</i>	}	<i>Examineurs</i>
		P. BERTRAND		
		A. DUPARQUE		



IMPRIMERIE
DOURIEZ-BATAILLE

5, Rue Jacquemars-Giélée

LILLE

1936

UNIVERSITÉ DE LILLE — FACULTÉ DES SCIENCES

Doyen :

M. MAIGE, Botanique générale et appliquée

Assesseur :

M. MALAQUIN, Zoologie générale et appliquée

Professeurs Honoraires :

MM. HALLEZ, CHATELET, BARROIS, BRUHAT, FOSSE, PASCAL,
PAUTHENIER, PAILLOT, BEGHIN, CHAZY, PARISELLE, FLEURY

Maître de Conférences honoraire : M. QUINET

Professeurs :

MM. SWYNGEDAUF	Physique et Electricité industrielles.
GAMBIER	Calcul différentiel et intégral.
BERTRAND	Paléobotanique.
LERICHE	Géologie générale et géographie physique.
DEHORNE	Histologie et Embryologie comparées.
PRUVOST	Géologie et Minéralogie.
JOUNIAUX	Chimie analytique et agricole.
CHAUDRON	Chimie appliquée à l'Industrie et à l'Agriculture.
KAMPE DE FERIET	Mécanique des Fluides.
CHAPELON	Analyse supérieure et Calcul des Probabilités.
GALLISSOT	Mathématiques appliquées et Astronomie.
CAU	Physique générale.
LAMBREY	Radiotélégraphie.
PREVOST	Chimie générale.
MAZET	Mécanique rationnelle et Mécanique expérimentale.

Professeurs sans chaire :

MM. DOLLE	Hydrogéologie.
DUPARQUE	Pétrographie des Roches Combustibles.

Maîtres de Conférences :

MM. LEFEBVRE	Chimie de la Houille.
DECARRIÈRE	Chimie générale.
FRANÇOIS	Chimie générale.
HOCQUETTE	Botanique agricole.
ROUELLE	Mécanique physique et Electricité industrielle.
MARTINOT-LAGARDE	Mécanique des Fluides.
ESCLANGON	Physique.

Chargé de Cours :

M. DUTERTRE, Géologie générale et Géographie physique

Secrétaire honoraire : M. LEBRUN

A mon Pays, L'IRAN, et ses Serviteurs



A MA MÈRE ET MA FAMILLE



A MES MAITRES

Monsieur Paul BERTRAND

**Professeur de Paléobotanique à la Faculté des Sciences
de l'Université de Lille**

et

Monsieur Pierre PRUVOST

**Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences
de l'Université de Lille**

INTRODUCTION

Les travaux consacrés à l'étude des spores des plantes fossiles ont pris un grand développement depuis quelques années. Frappé des résultats obtenus en d'autres pays et de l'importance des spores pour l'analyse des charbons, et pour la stratigraphie, M. le Professeur BERTRAND m'a engagé à entreprendre pour la première fois en France, une étude d'ensemble des spores du terrain houiller. M. le Professeur PRUVOST, Directeur de l'Institut de Géologie de la Faculté des Sciences, s'est vivement intéressé à ce projet et m'a prodigué ses encouragements.

Les résultats fructueux obtenus lors de mes séjours dans les laboratoires des Professeurs spécialistes de Cracovie et de Berlin m'ont fourni une préparation solide pour la suite de mes recherches. Celles-ci poursuivies au Laboratoire de Paléobotanique de Lille ont pu combler la lacune qui subsistait dans l'étude morphologique et dans la répartition horizontale des spores entre les bassins houillers de Pologne et d'Allemagne d'une part et ceux d'Angleterre d'autre part.

Nous espérons que dans un avenir prochain, grâce à un effort collectif, on arrivera à tirer parti de la grande valeur des spores en tant que fossiles-guides pour la détermination de l'âge des couches de charbon et pour leur comparaison.

Il est de mon devoir, avant d'entrer dans les détails de mon sujet, de dire mes sentiments de profonde reconnaissance envers M. le Professeur BERTRAND. C'est grâce à ses conseils et à ses avis bienveillants que j'ai pu mener à bien ce travail.

Ma dette est très grande également envers M. le Professeur PRU-

vost qui par ses encouragements et ses renseignements précieux, m'a donné toutes facilités pour poursuivre mes études.

C'est ce maître respecté qui m'a conseillé de faire une étude comparative entre les spores isolées et leurs sections en surface polie, étude particulièrement importante pour la connaissance des détails morphologiques des spores et pour donner une idée sur le genre et l'abondance de ces organismes dans la roche avant la macération.

A cette occasion, je tiens à exprimer ma gratitude à M. le Professeur DUPARQUE qui m'a aidé pour la confection des surfaces polies des échantillons de charbons et pour leur étude dans son laboratoire.

J'exprime ma profonde reconnaissance à M. le Docteur ZERNDT, à M. S. VADZIK, son assistant, et aux autres Membres de son laboratoire pour le bon accueil et les renseignements si précieux qui m'ont été donnés pendant mon séjour à Cracovie.

Je tiens également à présenter ici mes remerciements à M. le Professeur NOWAK, Directeur de l'Institut de Géologie à l'Université de Cracovie et à M. le Professeur SZAFFER, spécialiste des pollens tertiaires, et aux autres savants de l'Université de Cracovie qui m'ont fourni des renseignements d'un haut intérêt.

A Berlin, MM. le Professeur W. GOTHAN, les Docteurs WICHER, HARTUNG et BODE ont bien voulu me guider par leurs conseils techniques ; je leur exprime ici mes sentiments de gratitude.

J'ai contracté une dette de reconnaissance envers tous les Directeurs et Ingénieurs des Houillères françaises, qui, sur la demande de MM. PRUVOST et BERTRAND, ont prélevé avec beaucoup de soin et de précision les échantillons qu'ils ont envoyés pour mes recherches.

Je remercie en particulier, M. CHAVY, Directeur des Mines de Liévin et Président de la Société Géologique du Nord, les Directeurs et Ingénieurs des Mines de Nœux, de Crespin, de Faulquemont, de Roche-la-Molière et Firminy.

Enfin, je désire exprimer ma profonde gratitude à tous les savants et collègues qui m'ont aidé de leurs précieux conseils au cours de mes recherches.

PREMIÈRE PARTIE

APERÇU HISTORIQUE

Il y a un peu plus de 10 ans que quelques spécialistes ont commencé l'étude systématique des spores contenues dans les charbons et ont tenté de les isoler. Auparavant l'aspect irrégulier que ces objets présentent sur les coupes minces, soit en section verticale, soit en section horizontale, avait conduit parfois à des interprétations erronées ; par exemple : en 1883, l'auteur anglais WITHAM les considérait comme représentant des coupes transversales de vaisseaux de Monocotylédones. Plus tard, en étudiant les cônes fructifères de Lépidodendrées, plusieurs savants ont attribué la valeur de sporanges aux macrospores contenues dans ces cônes.

En 1884, REINSCH [22] indiqua la véritable nature des spores dans son travail intitulé « *Micro-palaeophytologie formationis carboniferae* » qui n'est pas d'ailleurs exempt d'erreurs. REINSCH a décrit sous le nom de *Triletes* des corps arrondis, triangulaires ou elliptiques portant trois arêtes radiales ; ces corps sont des spores aplaties par l'effet de la pression due à l'accumulation des sédiments.

En 1886, BENNIE et KIDSTON [2] publièrent une note fondamentale sur quelques types de macrospores recueillis dans les charbons et les schistes bitumineux et sur leurs analogies avec les types actuels.

R. THIESSEN et ses collaborateurs [27] au cours de leur étude microscopique des charbons américains (1923) ont décrit quelques spores.

A partir de 1925 A. DUPARQUE [7] a figuré, en surfaces polies, les sections verticales et horizontales de nombreuses spores dans les charbons du Nord de la France, sans aborder toutefois cette étude au point de vue systématique, ce qui fait l'objet de notre travail.

En 1927, LANGE [16] a de même identifié d'autres types de spores trouvés dans les charbons de Silésie.

A partir de 1927, R. POTONIÉ et ses élèves [18-19-32] d'un côté, E. STACH [28] de l'autre, ont isolé par la méthode de macération dans la liqueur de SCHULZE de nombreux types, susceptibles d'être étudiés par transparence.

En 1930, SLATER, MISS EVANS et EDDY ont à leur tour étudié les spores en pratiquant des sections minces dans les charbons anglais [26].

C'est à la même époque que J. ZERNDT de Cracovie a commencé la publication de ses remarquables travaux sur les macrospores des charbons polonais. Il a isolé par macération des macrospores opaques qu'il a pu étudier et photographier en lumière réfléchie [33-36].

Les photographies qu'il a publiées sont certainement les plus belles figures de spores fossiles qui aient jamais paru. Le réactif oxydant employé par ZERNDT pour l'isolement des macrospores est le mélange de brome et d'acide nitrique fumant. Les effets de ce réactif sur la membrane des spores ont été admirablement étudiés par le biochimiste ZETZSCHE [38] et par ses collaborateurs (1930).

En 1933, A. RAISTRICK et SIMPSON [20] ont publié une note importante sur les microspores des charbons du Northumberland.

CHAPITRE I

TECHNIQUE EMPLOYÉE POUR L'ISOLEMENT DES SPORES

I. — Prélèvement des Echantillons

1° RÉCOLTE DES ECHANTILLONS DANS LA MINE. — Quand on se propose de chercher des spores dans les charbons, il convient de prélever les échantillons :

1° Dans les charbons gras titrant au moins 30 % de matières volatiles ; 2° dans les endroits où les veines ne sont autant que possible, ni disloquées, ni brisées. Quand le charbon a été soumis à des actions mécaniques postérieures à son durcissement, il renferme, malgré son apparence compacte, de multiples fentes imperceptibles, et sous l'effet de la macération, il se désagrège en menus fragments sans qu'on puisse en extraire des macrospores entières, ni y observer aucune structure.

2° CONSTITUANTS DES HOUILLES OÙ IL CONVIENT DE RECHERCHER LES SPORES. — C'est dans les lits de « *Durain* » ou « *houille mate compacte* » très riches en débris végétaux et pauvres en ciment amorphe qu'il convient avant tout de chercher à isoler les spores. Les lits de « *houille semi-brillantes* » ou « *Clarain* » plus riches en ciment amorphe peuvent également contenir d'assez nombreuses spores de même que les *schistes*

bruns bitumineux. Les lits de « *houille brillante* » ou « *Vitrain* » constitués par de la houille amorphe ne contiennent pas de spores, de sorte qu'il convient d'éliminer leurs débris des échantillons que l'on désire macérer.

3° ECHANTILLONNAGE AU LABORATOIRE. — Une partie des échantillons rapportés au laboratoire est réduite en morceaux au moyen d'un marteau. L'on choisit ceux de ces morceaux qui ont entre 5 et 10 mm. de diamètre. J'ai fait quelquefois usage d'un couteau pour casser l'échantillon suivant les bandes de Durain et me débarrasser dans la mesure du possible du Vitrain qui est dépourvu de spores.

II. — Procédés de Macération

1° BUT DE LA MACÉRATION. — Au cours de la fossilisation le charbon a perdu la plus grande partie de l'oxygène qu'il contenait à l'état de tourbe. La macération dans une liqueur oxydante a pour objet de rendre à la substance charbonneuse l'oxygène qu'elle a perdue et de la rapprocher de son état primitif. Sous cette action, les substances humiques qui enrobent les corps organisés contenus dans le charbon se désagrègent et libèrent certains débris végétaux dont on peut étudier la structure et la morphologie.

2° RÉACTIFS EMPLOYÉS. — Les réactifs suivants ont été employés par différents auteurs :

— Liqueur de SCHULZE ($\text{NO}^3 \text{H} + \text{Cl O}^3 \text{K}$).

Acide azotique ($\text{NO}^3 \text{H}$) fumant.

Mélange sulfo-chromique.

— Réactif de HOFMEISTER ($\text{H Cl} + \text{ClO}^3 \text{K}$).

Eau de Javel (mélange d'hypochlorites).

Eau oxygénée ($\text{H}^2 \text{O}^2$).

— Potasse (K. OH). Ammoniaque ($\text{NH}^4 \text{OH}$).

Alcool absolu ($\text{C}^2 \text{H}^5 \text{OH}$).

Diaphanol ($\text{Cl}^2 \text{O} + \text{CH}^3\text{-CO}^2\text{H}$), etc...

Je décrirai d'abord en détail la méthode que j'ai employée pour l'isolement des spores des charbons du Nord de la France, puis je donnerai en annexe quelques notions sur les autres méthodes essayées et qui ne m'ont pas donné d'aussi bons résultats.

III. — Méthode Bromo-nitrique

1° PRINCIPE DE LA MÉTHODE. — Cette méthode consiste à utiliser l'action du brome sur la substance fondamentale de la houille pour isoler les membranes de spores ou de grains de pollen, les cuticules, d'une façon générale : tous les organes plus ou moins cutinisés. La technique proposée par ZETZSCHE [37], auteur de la méthode, a été adoptée avec quelques modifications par le Docteur ZERNDT de Cracovie. Après avoir travaillé sous la direction de ce dernier, j'ai pu appliquer la même méthode aux charbons du Nord de la France, mais j'ai dû naturellement pour réussir adopter de nouvelles modifications, qui m'ont été suggérées par la pratique.

2° PROCÉDÉ OPÉRATOIRE. — 5 grammes de charbon préparés comme il a été dit ci-dessus, c'est-à-dire réduits à l'état de fragments de 5 à 10 mm., sont mis dans un flacon d'un litre à large ouverture, bouché à l'émeri. Le flacon doit être sec et rigoureusement propre.

a) Ajouter 1,5 à 3 cm³ de brome pur dans le flacon (d'une manière générale j'ai mis 2 cm³ pour les charbons de Nœux et de Liévin et 3 cm³ pour ceux de Crespin). La macération dure de 4 à 6 heures ; quand les fragments de charbon sont plus ou moins pulvérisés et quand la couleur rouge sombre de l'intérieur du flacon disparaît (transformation de Br en H Br) on débouche pendant 1/2 heure pour chasser les vapeurs condensées à l'intérieur du flacon.

b) Ajouter alors avec précaution 80 à 120 cm³ d'acide nitrique de poids spécifique 1,49 par portion et pendant 3 h., en agitant légèrement le flacon.

La durée de la macération dans NO³H dépend de la cohérence du

charbon, il faut compter à peu près 20 heures pour les charbons de Liévin et de Nœux et au moins 36 heures, pour ceux de Crespin.

Le degré de macération est atteint quand le liquide devient homogène et huileux.

Il arrive très souvent, à cause de l'irrégularité des fragments de charbon, que certains ne sont pas assez macérés ; il faut alors les soumettre à un nouveau traitement. Pour cela, il faut d'abord diluer, laver et sécher le résidu de la 1^{re} opération, puis recommencer avec seulement quelques gouttes de brôme ou sans brôme, puis avec une quantité moindre d'acide.

Pendant toute la durée de l'opération le flacon est refroidi énergiquement. Il est placé dans une cuve dans laquelle un filet d'eau circule continuellement.

Le flacon est agité souvent, mais doucement avec précaution ; une agitation trop forte risque de casser les ornements des spores et même de briser les parois minces de certaines spores.

Quand la macération est terminée, il faut diluer le contenu du flacon en introduisant de petits morceaux de glace et en remuant constamment. Quand la glace est fondue, le résidu placé sur un tamis en mousseline très fine est lavé sous un tuyau à douche. On obtient ainsi sur le tamis les macrospores et les produits non macérés. Le liquide du premier lavage qui a traversé le tamis, est recueilli dans un flacon ; il servira pour l'isolement et l'étude des microspores.

Le résidu recueilli sur le tamis est séché à la température ordinaire et les macrospores sont triées à l'aide du microscope binoculaire sous un grossissement d'environ 50.

3° MONTAGE. — Pour ne pas perdre les macrospores choisies pour l'étude, on les conserve sur des lames à cuvette ; on peut coller les mégaspores au fond de la cuvette en employant une colle spéciale dont l'indice de réfraction soit voisin de celui du verre (j'ai utilisé pour cela une solution de celloïdine dans le xylol et l'acétate d'amyle). La cuvette est recouverte d'une lamelle protectrice.

4° ISOLEMENT DES MICROSPORES. — Le liquide du premier lavage est conservé pendant 24 heures ; pendant ce temps et dans ce milieu oxydant et acide les corpuscules cutinisés deviennent plus clairs et se déposent au fond du flacon. On peut alors par décantage séparer la majeure partie du liquide surnageant. Les particules sont séparées complètement du liquide par un centrifugeur. Après avoir lavé 2 ou 3 fois, toujours en utilisant le centrifugeur pour recueillir les spores, on ajoute une solution à 8 % de KOH, dans chaque tube de verre. Au bout d'une demi-heure la base a dissous la majeure partie des corpuscules humiques en suspension et libéré les microspores et les microorganismes cutinisés en les rendant plus transparents. Après un lavage 2 ou 3 fois répété, un petit prélèvement de ce résidu est additionné d'une goutte de gélatine glycinée et placé entre lame et lamelle. La préparation est examinée et photographiée par la lumière transmise (Fig. 2-9, pl. IX).

IV. — Autres méthodes de macération

1° MACÉRATION PAR LA LIQUEUR DE SCHULZE ($\text{ClO}^3 \text{K}$ et $\text{NO}^3 \text{H}$). — De nombreux auteurs ont eu recours à ce réactif pour les recherches botaniques et paléobotaniques. Son emploi nécessite un traitement ultérieur par une base : KOH, NH^3 ou par l'alcool, etc. La technique a été décrite à plusieurs reprises ; il faut citer notamment : POTONIE [17-19], ses élèves, JURASKY [12], etc... Je m'abstiens donc d'entrer dans le détail. J'ai employé ce réactif avec les charbons du Nord de la France, mais je n'ai pas obtenu de résultat aussi satisfaisant que par la méthode bromo-nitrique.

Conformément au conseil donné par RAISTRICK [20], j'ai fait un traitement préalable par la pyridine, à froid et à chaud, mais cette méthode ne m'a pas donné de résultats satisfaisants pour les macrospores.

2° MACÉRATION PAR LE MÉLANGE SULFOCHROMIQUE ($\text{Cr}^2 \text{O}^3 \text{K}^2 + \text{SO}^4 \text{H}^2 + \text{H}^2 \text{O}$). — Le durain est la partie la plus réduite du charbon ;

donc il absorbe plus d'oxygène pendant la macération que les autres composants et en particulier que le Vitrain. Si on emploie ce mélange pour la macération on peut déterminer la proportion relative de chaque élément constituant du charbon (Voir W. GOTHAN et R. POTONIE [10] et E. STACH [28]).

Les charbons du Nord de la France traités par ce mélange ne m'ont donné aucun résultat pour les spores.

Toutefois j'ai obtenu un résultat très satisfaisant avec une empreinte carbonisée de plante jurassique que j'ai traitée à froid par ce mélange en éclaircissant finalement par l'ammoniaque [23].

CHAPITRE II

NOTIONS PRÉLIMINAIRES

1°) Développement des spores chez les Ptéridophytes

Au cours du développement quelques cellules internes du sporange se différencient en cellules mères des spores.

Elles subissent une réduction chromatique et se divisent en 4 cellules filles qui ont la valeur de gamètes et qui restent quelque temps accolées en tétrade ; chacune d'elles est une future spore. La division des cellules mères se produit radialement, ou bien les 4 cellules filles occupent les 4 sommets d'un tétraèdre. Dans le premier cas, la spore devient réniforme et chacune est en contact avec 2 de ses voisines. Par suite du développement des 4 spores : les 2 surfaces de contact d'une même spore sont séparées par une arête verticale.

Dans le deuxième cas, les spores filles sont au début tétraédrosphériques et chacune d'elles est en contact avec ses 3 voisines. Il se forme donc 3 arêtes en Y entre les 3 surfaces de contact.

2°) Notions sur la paroi des spores de Cryptogames vasculaires

La membrane des spores a fait depuis longtemps l'objet de recherches de la part des botanistes. En particulier BOWER [5] a donné une explication intéressante au sujet du développement des sporanges

d'*Ophioglossacées*. CAMPBELL, TCHISTIAKOW, MISS LYON ont décrit le développement des membranes sporifères des différentes espèces de Ptéridophytes. Pour bien expliquer ce phénomène si important pour les spores fossiles, il me semble utile de donner quelques détails très brefs sur l'origine et la différenciation de ces membranes chez les quelques espèces vivantes.

A un stade avancé de la différenciation des cellules mères des spores d'*Ophioglossum vulgatum* (Fig. 1), les cellules tabulaires, qui entourent cette masse sporogène et qui tapissent l'intérieur du sporange, perdent leur paroi ; leurs noyaux se fragmentent et se désagrègent. De la sorte ces cellules fusionnent et forment une sorte de gelée que BOWER a appelée *plasmodium*.

Pendant ces transformations les cellules mères de spores ont subi une réduction chromatique et ont donné naissance aux tétrades isolées. Le plasmodium se fragmente et pénètre entre ces corpuscules et sert à les alimenter.

Chez de nombreuses plantes récentes cette substance n'est pas complètement absorbée ; elle reste cutinisée et s'incruste sur la membrane externe de la spore en donnant naissance à une couche nommée *épispore* ou *périspore*.

On peut diviser les Fougères actuelles en 2 groupes suivant la présence ou l'absence d'une périspore. On rencontre cette membrane chez les Aspidiées (Fig. 2) et les Aspléniées. Par contre, les Cyathéacées, Davalliées, Osmondacées, Hyménophyllacées, etc., en sont dépourvues.

A l'intérieur la masse protoplasmique est entourée par une membrane cellulosique difficilement observable à cause de la faiblesse de l'indice de réfraction : c'est l'endospore.

Vers l'extérieur une membrane cutinisée, l'exospore (épispore pour certains auteurs ?) entoure l'endospore. L'exospore cutinisée peut atteindre une épaisseur considérable. Quelquefois une sorte de clivage qui se produit vers l'intérieur donne naissance à une autre membrane

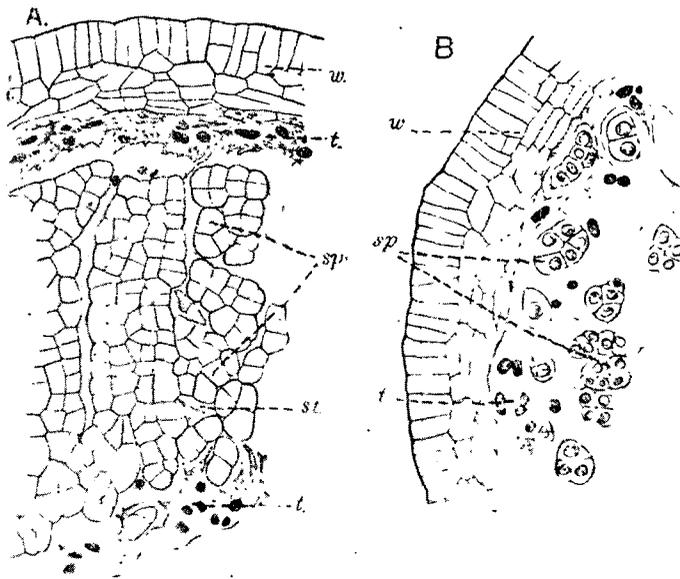


FIG. 1

Ophioglossum vulgatum. — Fragment de sporange montrant les tissus sporogènes à deux états de désintégration :

En A : *plasmodium* (*t*) formé par fusionnement de plusieurs couches des cellules internes de la paroi du sporange et qui commence à s'infiltrer à l'intérieur du tissu sporogène.

st : une des cellules de ce *plasmodium* en voie de désorganisation.

En B : état plus avancé montrant les spores (*sp*) agglomérées ou isolées, plongées dans le *plasmodium* *t*.

w : paroi sporangial (d'après Bower).

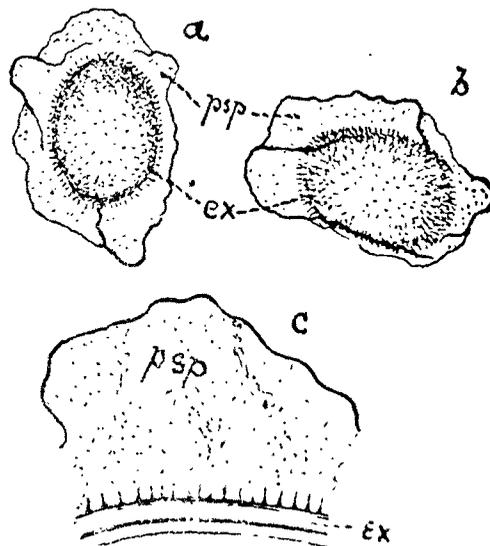


FIG. 2

Spores d'*Aspidium trifoliatum* — a, b : spores mûres avec exospore épineuse (*ex*) et périspore transparente (*psp*) ressemblant à un sac ($\times 500$).
C : partie de l'exospore et de la périspore plus grossie.

(D'après Hannig, dans Bower, p. 429).

cutinisée : la mésospore. Cette dernière membrane est remarquable chez les Sélaginellacées et a été bien étudiée par CAMPBELL [6].

En règle générale les spores qui sont dépourvues de périspore ont une exospore très développée.

Chez les spores fossiles on ne trouve que la partie cutinisée de l'exospore. MM. ZERNDT et WICHER m'ont dit avoir rencontré la mésospore ; je me demande si ce phénomène de clivage vers l'intérieur de l'exospore ne s'est pas produit au cours de la macération.

3°) Isosporie et hétérosporie

Les Cryptogames vasculaires sont isosporées ou hétérosporées : dans le premier cas, la plante ne produit qu'une seule sorte de spores ; telles sont : les Marattiacées et les Ophioglossacées parmi les Fougères ; les Sphénophyllacées ; les Lycopodiacées et les Equisétacées.

Le développement total de la plante se compose de 2 phases : le gamétophyte, issu de la spore et qui formera l'œuf, et le sporophyte issu de l'œuf et qui produira les spores (voir : diagramme n° 1).

REPRODUCTION DES PTÉRIDOPHYTES ISOSPORÉES

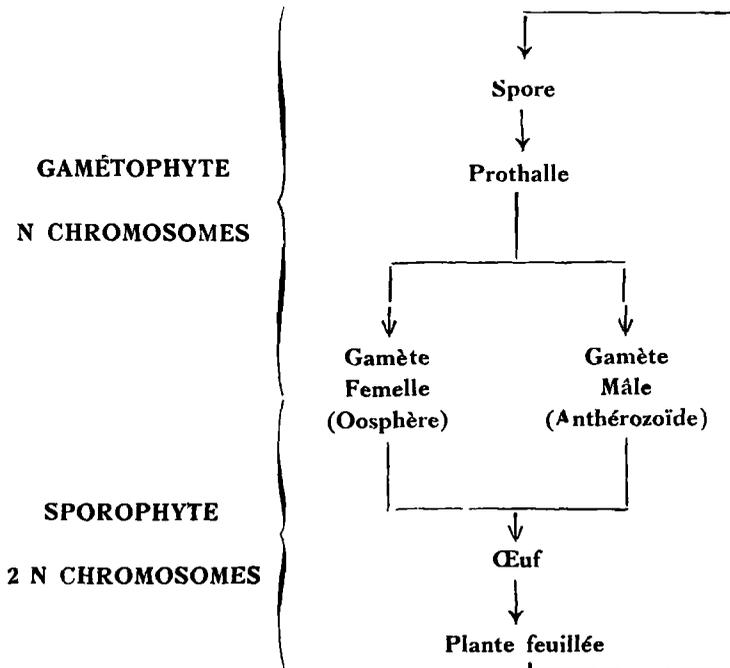


Diagramme n° 1

Dans le deuxième cas, la plante portera deux sortes de spores : mâles et femelles. On peut citer ainsi les Rhizocarpées parmi les Filicales ; les Calamariacées parmi les Equisétales ; les Sélaginellacées, les Lépidodendracées, les Sigillariacées parmi les Lycopodiales.

Ces deux sortes de spores diffèrent par leur taille : la plus petite est la cellule mâle ou *microspore* : en germant elle donne naissance au prothalle mâle. La plus grande appelée macrospore donne naissance au prothalle femelle. C'est en quelque sorte la « spore femelle ».

Ce développement comporte encore 2 phases, mais la phase du gamétophyte est double, ce qui peut se résumer dans le diagramme n° II.

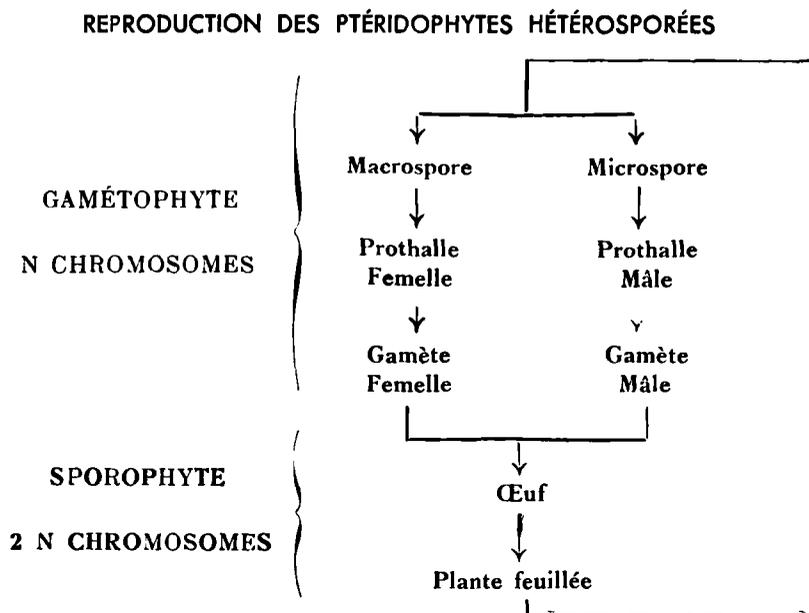


Diagramme n° II

4°) Déhiscence des spores

A la maturité les spores s'ouvrent suivant les arêtes de l'Y pour laisser échapper au dehors leur contenu potoplasmique, qui va former le prothalle. Une fente se produit dans l'exospore suivant chacune des 3 arêtes de l'Y. La déhiscence se produit de l'intérieur vers l'extérieur et de l'intersection des 3 arêtes de l'Y vers la périphérie.

M. DUPARQUE suppose que la déhiscence des spores se produit par l'ouverture d'un clapet à un endroit quelconque peu résistant de la paroi de la spore [7]. En réalité je n'ai jamais observé sur les spores fossiles un cas de déhiscence naturelle autre que suivant les arêtes de l'Y et ce fait est démontré par nos figures (pl. I, fig. 2 ; pl. II, fig. 10 ; pl. III, fig. 1 ; pl. VIII, fig. 10 et 11 ; pl. IX, fig. 1). Les observations des botanistes F. O. BOWER, Ch. BERTEAND, CAMPBELL, faites sur les spores vivantes, confirment ce mode de germination des spores.

5°) Ornements des spores

Le classement et l'étude morphologique des spores fossiles sont basés sur leur ornementation et sur le mode de répartition des ornements sur leur surface.

Il y a lieu, selon moi, de distinguer 2 origines différentes pour ces ornements. Les uns tels que : épines, tubercules, bosselures, etc..., sont d'origine exosporique, c'est-à-dire qu'ils sont produits par une évagination de l'exospore ; de sorte que si par un effet mécanique quelques-uns d'entre eux tombent, on observe une cassure en ce point à la surface de l'exospore (Fig. 7 et 8, pl. II).

Les autres sont d'origine périsporique ; ils sont fixés solidement sur l'exospore, mais ne font pas partie de cette dernière. La chute des ornements de ce genre ne produit pas de cassure à la surface de l'exospore.

Assez souvent, quelques ornements de ce genre sont fixés autour d'une excroissance de l'exospore en forme d'épine, ce qui leur donne une surface d'adhésion plus grande. Par leur chute, les ornements périspériques, laissent visible l'évagination de l'exospore (pl. VI, fig. 1).

C'est dans ce genre d'ornements, qu'il faut classer les filaments plus ou moins anastomosés des types XII, XIII et XIV et aussi la fraise équatoriale que l'on observe dans le type IX.

AUTRES ORNEMENTS. — *a*) Les surfaces de contact des spores sont séparées entre elles par les arêtes de l'Y (ou par la lame verticale dans le cas des spores réniformes). Ces surfaces sont d'ailleurs séparées de la face externe de la spore par 3 crêtes incurvées qui forment très souvent un cercle. La présence de ces arêtes courbes n'est pas générale chez toutes les spores.

b) Les arêtes de l'Y se développent très souvent en formant une sorte de muraille plus ou moins plissée comme dans le cas des spores des types IX, XIII, XIV (Fig. 3, pl. VI, et Fig. 1, pl. VII).

c) La surface de contact est quelquefois lisse, mais très souvent présente un aspect chagriné, rugueux ou pustulé, comme dans le cas des spores des types XV, XVII, etc..., (pl. VIII).

d) A l'intersection des 3 arêtes de l'Y, il se rencontre quelquefois une sorte de protubérance plus ou moins développée. Au moment de la déhiscence, les fentes d'ouverture traversent cette protubérance et la partagent en 3. Les Fig. 10 et 11, Pl. VIII et la Fig. 1, Pl. IX, prises sur une surface polie, le montrent bien aussi.

CHAPITRE III

ORIGINE DES ÉCHANTILLONS DE CHARBON UTILISÉS POUR LA RECHERCHE DES SPORES

Les échantillons de charbon utilisés pour l'étude des spores des plantes paléozoïques proviennent de différentes localités et de différents niveaux stratigraphiques des bassins houillers du Nord et du Pas-de-Calais, et de la région Sarro-Lorraine. Dans les 3 listes suivantes, j'ai résumé tous les renseignements relatifs à la provenance de ces échantillons et j'ai indiqué dans une colonne qui accompagne chaque liste une appréciation de leur richesse en macrospores (Voir les 3 listes des pages 26, 27 et 28).

J'ai prié M. le Professeur BERTRAND de me permettre d'étendre mes recherches aux charbons plus récents, c'est-à-dire d'âge stéphanien du centre de la France. Sur sa demande, la Compagnie des Mines de Roche-la-Molière et Firminy (Loire) a eu l'obligeance de m'envoyer une série d'échantillons prélevés avec soin. Sauf 3 petites macrospores simples que j'ai trouvées dans un des échantillons macérés, mes recherches à ce point de vue n'ont pas donné grand résultat. Une étude en surface

I. — BASSIN HOULLIER DU NORD

COURS #1000	FOSSES	VEINES PAR ORDRE STRATI- GRAPHIQUE	OUVERTURE DES VEINES	Nombre des échantil- lons prélevés	MATIÈRES VOLATILES (%)	HORIZONS STRA- TIGRAPHIQUES	RICHESSE EN MACROSPORES
	Fosse 1	Saint-François	1 m. 90	2	33,4 à 35,4	Westphal. C. Ass. de Bruay	pas très nombreuses, mais apparte- nant à différents types.
	Fosse 2	Veine n° 5	0 m. 95	1	33,4	id.	très rares.
	Fosse 1	Berthe	0 m. 93	1	34	id.	rare.
	Fosse 1	Grande Veine	1 m. 85	1	33,5	id.	nombreuses, différentes espèces.
	Fosse 2	Moreau	1 m. 90	1	30,25	id.	assez abondantes, différentes espèces.
	id.	Pt Moreau	1 m. 35	1		id.	nombreuses, différentes espèces.
	id.	8 bis		1	30,95	id.	nombreuses, différentes espèces.
	id.	Julienne	0 m. 82	1	30,23	id.	nombreuses, différentes espèces.
	id.	Aimée	0 m. 97	1	27,22	id.	assez nombreuses, espèces peu va- riées.
	id.	Laure	1 m. 21	1	29,60	id.	abondantes.
	id.	Lilloise	1 m. 78	1	31,40	id.	nombreuses, différentes espèces.
	id.	Maurice	1 m. 04	1	30,10	id.	très abondantes.
	id.	Hardy	0 m. 68	1	32,44	id.	nombreuses, différentes espèces.
	id.	Carlos	0 m. 70	1	30,70	id.	assez abondantes, différentes espèces.
	Fosse Renard	Renard		1		Niveau marin (entre A et B)	assez rares.
	id.	Lebret		1	29 à 30	Assise de Vicoigne Westphal. A	assez abondantes, différentes espèces.
	id.	Edouard		1		id.	peu nombreuses.

C R E S P I N

ANN

II. — BASSIN HOULLER DU PAS-DE-CALAIS

CONCESSIONS	FOSSES	VEINES PAR ORDRE STRATIGRAPHIQUE	OUVERTURE DES VEINES	عدد الممرات	MATIÈRES VOLATILES (%)	HORIZONS STRATIGRAPHIQUES	RICHESSA EN MACROSPORES
LITVIN	Siège 3	Edouard	1 m. 40	3	28 à 33	Ass. de Bruay Westphal. C F. de Dusouich	nombreuses dans échant. du toit et du centre de la veine, différentes espèces. très rares.
	Siège 1	Frédéric	1 m. 20	3		id.	en petit nombre.
	Siège 7	Frédéric	1 m.	3		id.	abondantes.
	Siège 5	Dusouich	2 m. 40	1		id.	très rares.
	Siège 4	Alfred		4			
NORUX	Fosse 7	3 ^e Veine	1 m. 40	1	33 à 38	id.	abondantes, grande taille.
	id.	4 ^e Veine	1 m. 33	7		id.	très abondantes dans les échant. du toit.
	Fosse 4	Veine Y	1 m. 05	6		Faisceau d'Ernestine	assez abondantes dans les échant. du toit.
COURMÉ-LES-BOIS	Fosse 13	Sainte Barbe		4	30 à 31	Faisc. de Dusouich	nombreuses dans les échant. du toit et centre.
	Calonne-Ricouart			1		Westphal. C	très abondantes, différentes espèces.
ELBANGES	Fosse 2	Angélique		1	30,75	Anzin Westphal. B	abondantes différentes espèces.
	La Glaneuse			1		Vicoigne Westphal. A	abondantes différentes espèces.
LIGNY-LES-AIRES	Fosse 2 bis	Célestine		1	18 à 28	Vicoigne Westphal. A	très rares, sinon absentes.
		N° 2		1		id.	très rares, sinon absentes.
BARDIN-QUEM							
BRUAY							

III. — BASSIN SARRO-LORRAIN

CONCESSIONS	FOSSES	VEINES PAR ORDRE STRATIGRAPHIQUE	OUVERTURE DES VEINES	Nombre des concessions	MATIÈRES VOLATILES (%)	HORIZONS STRATIGRAPHIQUES	RICHESSSE EN MACROSPORES
SARRE et MOSELLE	Merlebach	N° 2	7 m. 85	1	35 à 42	Assise de Forbach Westphal. D	abondantes.
	Ste Fontaine	T	1 m. 08	1	33,7	Assise de Sulzbach Westphal. C	très abondantes.
SARRE	Siège Bexbach	Veine 9	Sillon sup ^{re} d'une veine de 3 sillons.	1		Assise de Sulzbach Westphal. C	extrêmement abondantes.
	id.	Veine 14	Sillon moyen d'une veine de 3 sillons.	1	30 à 38	id.	néant.
	Siège Wellesweiler	Nasse	2 m. 20	1		id.	néant.

polie, faite en collaboration avec M. DUPARQUE, a confirmé cette rareté de macrospores. Mais cette étude pétrographique a mis en évidence la présence d'une grande masse de cuticules et de feuilles avec intercalation de lits de microspores. Les résultats de notre étude des houilles en question a été présentée par M. DUPARQUE à la séance du 10 juin 1936 à la Société Géologique du Nord [24]. Toutefois pour montrer les caractères de ces charbons de cuticules, j'ai cru devoir faire figurer trois photographies en surface polie dans les planches 9 et 10.

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE SYSTÉMATIQUE ET MORPHOLOGIQUE DES SPORES DES BASSINS HOUILLERS FRANÇAIS

Les échantillons de charbon qui me sont parvenus des différents bassins houillers : Nord de la France, région Sarro-Lorraine, bassin de la Loire, m'ont fourni 17 types différents de spores. En adoptant la classification de KIRSTON, j'ai pu les diviser en 3 groupes.

1° Groupe des *Laevigati* : spores dont la surface externe est lisse.

2° Groupe des *Zonales* : spores possédant des ornements suivant la zone équatoriale.

3° Groupe des *Apiculati* : spores dont les ornements sont répartis sur toute la surface externe.

J'ai divisé ce dernier groupe en 2 sous-groupes.

1^{er} sous-groupe : *Zonalo-apiculati*, spores ayant à la fois des ornements répartis sur toute la surface, mais plus nombreux et plus développés dans la zone équatoriale. Ces spores forment donc un groupe de passage entre les vraies *zonales* et les *apiculati* proprement dites.

2° sous-groupe : *Euapiculati*. Les ornements sont répartis également sur toute la surface.

La plupart de ces types ont été trouvés aussi dans les bassins houillers d'Allemagne et de Pologne, mais sont différemment nommés par les auteurs qui les ont décrits. Il m'était difficile de savoir quelle dénomination il fallait adopter, et d'autre part, je ne voulais pas modifier une fois de plus toute la nomenclature. Pour tourner la difficulté, je me suis contenté de numéroter les types et de les nommer par le numéro en chiffres romains. En dessous du numéro de chaque type, j'indique entre parenthèses et en italiques les dénominations, s'il en existe, adoptées par d'autres auteurs.

CHAPITRE IV

GROUPE DES SPORES LISSES OU LAEVIGATI

HARTUNG dans son minutieux travail a attribué quelques-unes des spores de ce groupe aux Calamariacées [8]. L'analogie des spores du type I de ce groupe avec celles de *Macrostachya infundibuliformis* que j'ai présentées à la Société Géologique du Nord, séance du 10 juin, est en effet très apparente [23].

Par ailleurs, l'analogie du type 5 que j'ai trouvé dans le Westphalien du bassin sarro-lorrain avec la macrospore de *Selaginella Martensii* SPRING, paraît démontrer qu'il s'agit ici de spores de Lycopodiales.

Le groupe des *Laevigati* englobe des spores sans ornements. Les unes ont une membrane mince (pl. I, fig. 3) qui cause de nombreux plissements même à l'intérieur du sporange ; les autres par contre ont un exosporium très épais (pl. I, fig. 10). Quand la membrane est mince, elle possède souvent un éclat vitreux, c'est le cas des types I et II. J'ai remarqué de très fines granulations et une structure réticulaire qui est probablement d'origine pérисporique, sur quelques spécimens des types III et V (pl. I, fig. 8).

Quelques formes de ce groupe ont des surfaces de contact limitées par des crêtes arquées comme les types II et IV. Les autres en sont dépourvues.

TYPE I

(*Laevigati-Sporites Reinschi* IBRAHIM = type 2 de ZERNDT)

(Fig. 1-4, Pl. I)

Macrospores de tailles très variées, entre 450μ et 1600μ ; paroi très mince, épaisseur moyenne de la paroi mesurée en surface polie : 14μ (fig. 3^t).

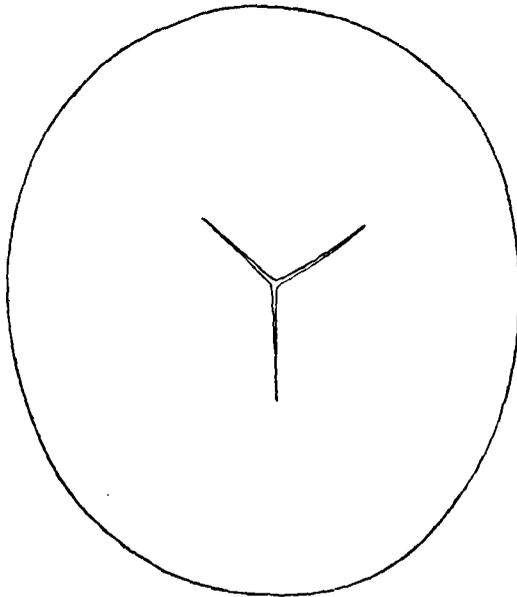


Fig. 3^t

Ces macrospores sont de couleur rouge très sombre tirant sur le noir ; l'éclat vitreux de la paroi est caractéristique de ce type. Les surfaces de contact ne sont pas séparées de la surface libre de la spore, car il n'existe pas de crêtes arquées. M. ZERNDT prétend avoir observé des crêtes arquées, discontinues, visibles sur les photos 11 et 12 de la Pl. 6 de son travail ; je me demande si les

crêtes en question ne sont pas des plissements de la paroi.

Les surfaces de contact sont séparées l'une de l'autre par des arêtes radiaires en Y très minces et assez courtes ; leur longueur moyenne est 90μ et la largeur 10μ . La largeur de ces arêtes diminue de leur intersection vers le bord libre. Dans la fig. 2, pl. I, ces arêtes sont indiquées par les fentes de déhiscence. La fig. 3 montre l'aspect de telles spores en surface polie et en section verticale.

Provenance. — Ce type de spore est fréquent dans les échantillons des veines : Saint-François, 3 bis, Moreau, petit Moreau, Aimée, Lilloise, Grande veine et Carlos de la Compagnie de Crespin et veine Sainte-Barbe de la Compagnie de Courrières. Toutes ces veines appartiennent aux niveaux moyen et supérieur de l'assise de Bruay, Westphalien C.

TYPE II

(Voisin du Type II de KIDSTON et de *Triletes glabratus*, ZERNDT)

(Fig. 5, Pl. I)

Ce sont aussi des spores à paroi très mince, à l'éclat vitreux et de couleur rouge très sombre. Je n'ai pas trouvé la forme circulaire figurée par ZERNDT et par KIDSTON; toutes celles que j'ai observées sont ovales. Ce type est plus petit que le précédent : diamètre moyen 825 μ . Le caractère particulier de ces spores, c'est que les crêtes arquées forment un cercle, qui présente à l'intersection avec les arêtes de l'Y, des étranglements. Ces arêtes s'étendent à peu près sur la moitié du rayon de la face supérieure. Elles sont d'une largeur uniforme sur toute leur longueur (fig. 4^t).

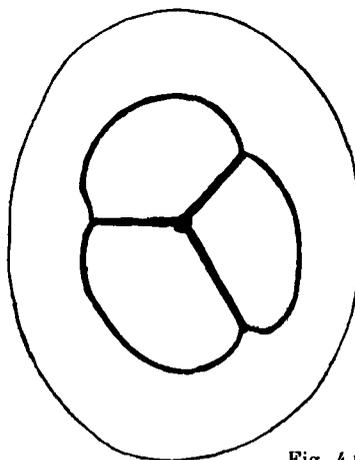


Fig. 4^t

Provenance. — Veines: Saint-François, 8 bis, petit Moreau et Grande veine de Crespin, (Westphalien C).

TYPE III

(Type 11 ZERNDT, *Triletes Nigrozonalis* STACH et ZERNDT)

(Fig. 10, Pl. 1)

Spores toujours de forme arrondie à parois très épaisses (Fig. 10, Pl. I), taille moyenne : 800 μ , de couleur brun foncé dans le Westphalien C du Nord de la France et jaune brun dans les assises C et D du bassin Sarro-Lorrain. Les arêtes de l'Y ont une longueur égale au rayon de la spore ; les surfaces de contact forment donc un cercle égal au plan équatorial. Les crêtes arquées forment aussi un cercle équatorial (fig. 5^t).

Quelques spécimens de ce type surtout ceux d'un âge plus récent : Westphalien D de Merlebach dans le bassin lorrain, ont montré une structure finement granulée et réticulée sur leur surface externe. Je

suppose qu'une très mince membrane périscoprique entourait ces spores et qu'au cours de la fossilisation, elle s'est détruite.

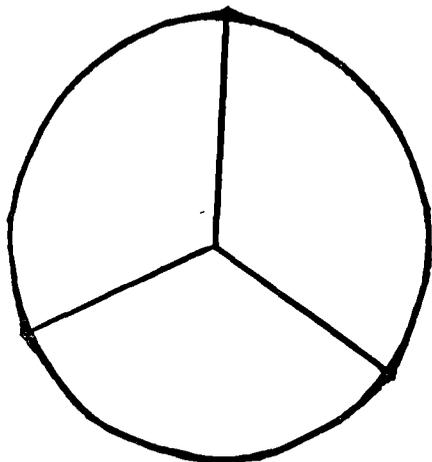


Fig. 5^t

La Fig. 10, Pl. I montre différents aspects en coupe verticale des spores de ce type. On remarque surtout les arêtes en Y et les crêtes circulaires qui se présentent comme un bourrelet. Ce sont des épaisissements de la paroi et non pas des plissements comme certains auteurs le croyaient.

Provenance. — Ce type se rencontre dans les charbons de Crespin, (veines Petit Moreau et Lilloise), de Nœux (Fosse 7, veine 4), de la Clarence et en extrême abondance dans les échantillons de charbon Sarro-Lorrain (veine 9 de Bexbach et veine 2 de Merlebach). L'âge de toutes ces veines est Westphalien C. et D.

TYPE IV

(*Sporites Sylvanus* IBRAHIM = Type 12 de ZERNDT)

(Fig. 1-3, Pl. II)

Spores de taille variant de 550 à 950 μ , forme générale triangulaire ; membrane épaisse (fig. 6^t).

La caractéristique de ce type est le développement de l'exospore le long des 3 arêtes radiaires et des crêtes circulaires. L'épaississement le long des arêtes radiaires n'est pas régulier, de sorte qu'il se produit parfois une sorte de plissement sur les lamelles (Fig. 2, Pl. II), mais ceci n'est pas général. Les crêtes circulaires sont très développées de

sorte que par aplatissement, ces spores peuvent prendre l'aspect *zonales* (ce cas est d'ailleurs rare). Les crêtes circulaires sont plus développées aux extrémités des arêtes de l'Y, d'où la formation triangulaire de la spore.

Provenance. — Ces spores proviennent de la veine Lilloise de Crespin (Westphalien C) et de la fosse la Glaneuse d'Hardinghem (Assise A).

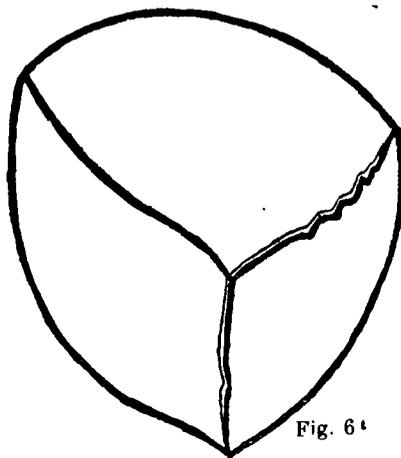


Fig. 6^t

TYPE V SAHABI
(Fig. 4, Pl. II)

Spores de couleur jaune citron ; surface entièrement lisse, pas de crêtes circulaires autour des surfaces de contact. Paroi de la spore assez épaisse ; dimension moyenne = 1260 μ . Les caractéristiques de ce type sont : le développement et le plissement des 3 arêtes radiaires, l'absence de crêtes arquées, l'épaisseur de la paroi et la couleur très claire des spores. Ce type de macrospore offre une ressemblance parfaite avec celle de *Selaginella Martensii* SPRING, lycéopodiâle vivante.

Provenance. — Ce type de spore se rencontre exclusivement dans le Westphalien D de Lorraine : siège Merlebach. veine 2 (fig. 7^t).

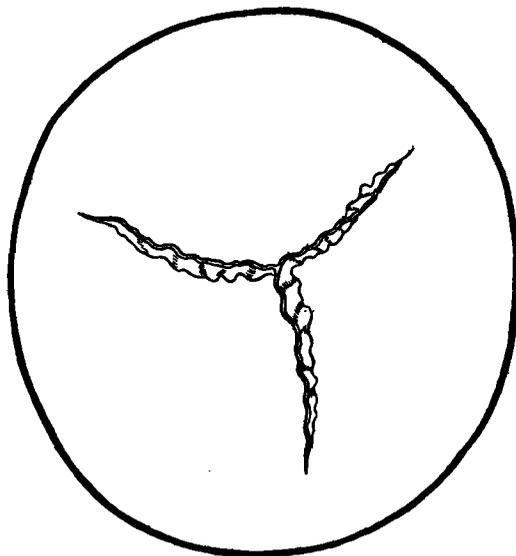


Fig. 7^t

CHAPITRE V

GRUPE DES SPORES A ORNEMENTS ÉQUATORIAUX OU ZONALES

Il s'agit ici de spores pourvues d'ornements répartis suivant la zone équatoriale.

Je crois devoir diviser ce groupe en deux : dans le premier sous-groupe, la zone équatoriale fait partie du corps de la spore, tandis que dans le deuxième sous-groupe, cette zone se détache facilement du disque sporifère.

Nous pouvons donc appeler les représentants du premier sous-groupe : **EXOSPOROZONALES**, et ceux du deuxième : **PÉRISPOROZONALES**.

Premier sous-groupe : EXOSPOROZONALES

TYPE VI

(*Sporites auritus* ZERNDT = *Valvisporites trilobus* IBRAHIM
= *Triletes appendiculatus* Z. K. MASLANKIEWICZOWA)

(Fig. 5, Pl. II)

La zone équatoriale n'a pas la même largeur tout autour de la spore. Elle est plus développée dans les trois coins du disque où les

arêtes de l'Y rencontrent le bord de la spore. L'extrémité de ces arêtes coupe le contour et se prolonge jusqu'au bord libre, ce qui indique de

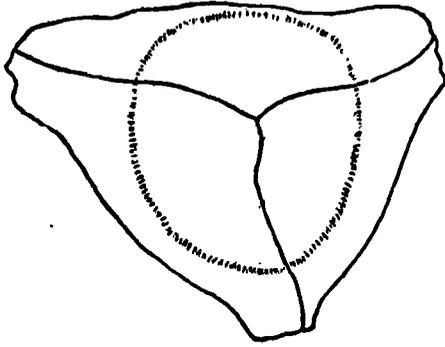


Fig. 8^t

très vastes surfaces de contact entre les spores d'une même tétrade. La longueur de la zone équatoriale est très variable. La paroi est assez mince, plus mince et un peu transparente dans la partie zonale. La couleur est terne. Dimension moyenne de la spore (non compris le prolongement des arêtes), voisine de 740 μ (fig. 8^t).

Provenance. — Le spécimen qui m'a servi pour ces mesures provient du mur de la veine 4, fosse 7 des mines de Nœux.

TYPE VII

Voisin de *Sporites rotundus* IBRAHIM

(Fig. 6, Pl. II)

Se distingue du précédent par le développement plus uniforme de la crête équatoriale et par ce que les arêtes Y n'atteignent pas la crête

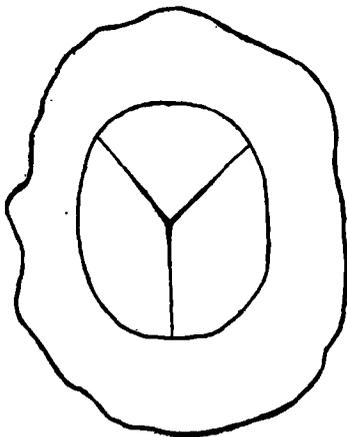


Fig. 9^t

en question. Les surfaces de contact entre les éléments d'une même tétrade sont donc relativement petites. Les spores de ce type sont de petite taille : en moyenne 480 μ , de couleur plus claire que le type précédent, quelquefois rougeâtre. Paroi très mince et très fragile, de sorte qu'il est rare de trouver un spécimen avec sa zone équatoriale entière (fig. 9^t).

Provenance. — Veine Julienne de Crespin (Westphalien C), veine du Soleil des mines de Roche-la-Molière et Firminy (bassin de Saint-Etienne).

TYPE VIII

(Fig. 7-8, Pl. 11)

Macrospore de forme particulière et de couleur très foncée ; caractérisée par le développement énorme de 3 lobes distincts dans la zone équatoriale, qui ont chacun près de 320 μ . Ces lobes ne sont pas situés vis-à-vis des arêtes de l'Y, qui ne dépassent pas le corps de la spore ; ils sont très fragiles (le spécimen figuré par moi a 2 lobes cassés, mais leur emplacement est bien visible).

Provenance. — Veine Dusouich de Liévin, assise de Bruay (Westphalien C).

Deuxième sous-groupe : PERISPOROZONALES

TYPE IX

Triletes circumtextus ZERNDT et *Triletes Brasserti*, STACH et ZERNDT
(Fig. 9 à 11, Pl. II. - Fig. 1 à 7, Pl. III. - Fig. 1 à 5, Pl. IV)

M. ZERNDT a distingué dans ce groupe 2 types différents. La ressemblance des caractères m'a permis de les réunir en un seul.

Ce sont des spores généralement ovales, de tailles très variables, avec une grande extension verticale : depuis la partie moyenne de l'assise de Vicoigne (veine Edouard d'Anzin) jusqu'à la partie supérieure du Westphalien C (mines de Crespin).

L'aspect de la spore, quand la crête équatoriale est conservée, est à peu près triangulaire.

On peut supposer que la crête équatoriale est formée par la soudure de nombreux prolongements. Quelquefois cette soudure n'est pas parfaite et alors il y a des trous sur celle-ci (Fig. 11, Pl. II). On observe très souvent sur cette lame équatoriale des côtes plus ou moins saillantes, qui sont dirigées du corps vers le bord libre (Fig. 9, Pl. II,

Fig. 2, 4 et 7, Pl. III). Quand la crête est tombée toute entière ou en partie l'emplacement de la partie tombée est marqué par une zone chagrinée ou par des tubercules émoussés, servant de points d'adhésion.

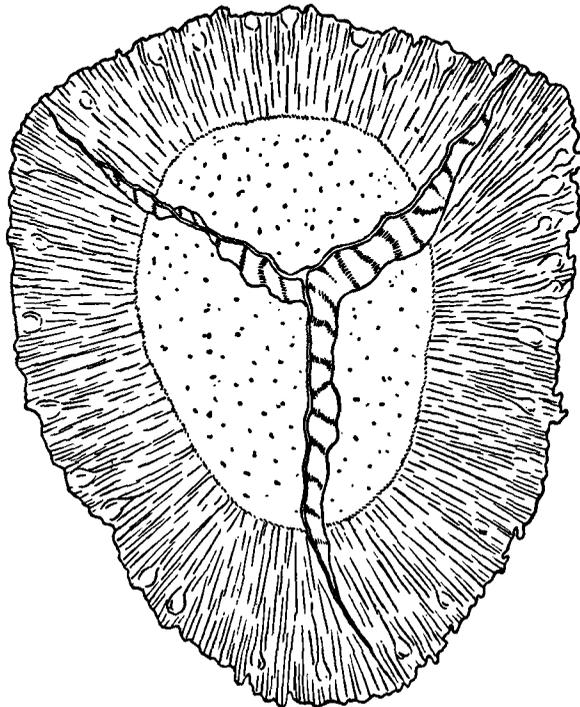


Fig. 10 *

née ou par des tubercules émoussés, servant de points d'adhésion. (Fig. 9-11, Pl. II, Fig. 6, Pl. III, Fig. 1 et 2, Pl. IV). Le bord de la lame équatoriale n'est pas toujours régulier ; il est assez souvent denté et déchiqueté (fig. 10 *).

Les arêtes en Y sont assez variables très souvent elles sont plissées et larges, ou bien au contraire, elles sont droites, dans tous les cas, elles dépassent

le corps de la spore et se prolongent jusqu'au bord libre de la crête équatoriale. Ces spores sont de taille très variable. Parmi les spécimens que j'ai étudiés, la taille varie de 750 μ à 1.900 μ .

Voici quelques mesures moyennes prises sur 6 spécimens de ce type :

Dimension totale de la spore avec la crête équatoriale	1.480 μ
Dimension totale de la spore sans la crête équatoriale	1.250 μ
Longueur des lamelles en Y	810 μ
Largeur des lamelles en Y	85 μ
Largeur de la crête équatoriale	290 μ
Epaisseur de la crête équatoriale	120 μ

La couleur varie du rouge au brun noir.

Ce type de spore s'observe fréquemment en surface polie. En section verticale, il se présente comme une baguette effilée à ses deux extrémités (Fig. 10, Pl. II ; Fig. 1 et 5, Pl. III).

Provenance. — Comme je l'ai dit plus haut, ce type de spore s'observe dans les différents niveaux et localités du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais, par exemple : Westphalien C : Mines de Crespin, Veines Julienne, Laure, Hardy et Carlos. — Westphalien B : Ligny-les-Aires, Veine Angélique. — Westphalien A : Mines d'Anzin, Veines Lebret et Edouard ; Mines d'Hardinghem, fosse la Glaneuse.

TYPE X

Triletes triangulatus ZERNDT

(Fig. 6-11, Pl. IV)

Spores de très petite taille ne dépassant pas $560\ \mu$, caractérisées par leur face externe réticulée. Leur forme normale est triangulaire, mais dans les gisements sous l'effet de la pression, elles sont quelquefois arrondies ou ovales. Crête équatoriale peu développée, en moyenne $80\ \mu$ de largeur, cependant plus développée dans les 3 coins, d'où la forme triangulaire. Cette lame est souvent transparente à cause de sa faible épaisseur. Elle a une bordure lisse ou crénelée. Arêtes en Y très minces et se prolongeant jusqu'au bord libre de la lame équatoriale. Les surfaces de contact ont aussi un aspect réticulé comme la face libre (fig. 11^t).

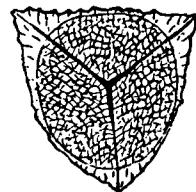


Fig. 11^t

Provenance. — Ce type a été trouvé dans presque toutes les veines étudiées de la Compagnie de Crespin et dans les veines Edouard et Frédéric et veine 4, fosse 7, de Nœux.

TYPE XI

Triletes praetextus ZERNDT

(Fig. 12-13, Pl. IV)

Spores de forme particulière, facile à reconnaître, de couleur rouge noir ; dimension moyenne : 1.340μ ; surfaces de contact lisses ou très finement pustulées ; sur l'intersection des arêtes Y se développe une protubérance qui a à peu près 240μ de base et 140μ de hauteur. Arêtes en Y droites, épaisses aux environs de la protubérance médiane ; leur

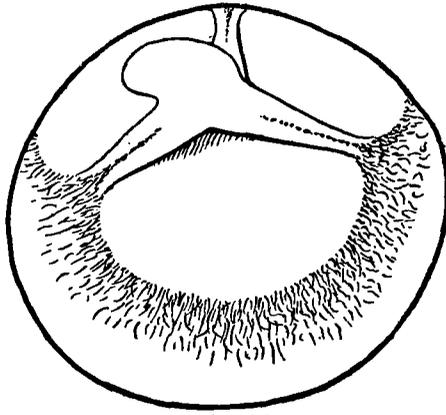


Fig. 12 t

épaisseur diminue vers la périphérie. Cette disposition des arêtes et de la protubérance médiane donne un aspect sphéro-conique à la spore. Les surfaces de contact ne sont pas séparées du reste de la spore, par des crêtes circulaires, mais au pourtour de ces surfaces se développent de nombreux poils courts et brillants, à reflet vitreux. Ces poils

sont répartis suivant une zone équatoriale et font défaut sur le reste de la face libre. Quand ces poils sont tombés, leur emplacement est marqué par de petits tubercules. Cette région poilue a environ 480μ de largeur (fig. 12 t).

Provenance. — Seule la veine Angélique de la fosse 2 des mines de Ligny-les-Aires m'a fourni ce type de spore. Cet horizon appartiendrait au Westphalien B.

CHAPITRE VI

GROUPE DES SPORES A ORNEMENTS RÉGULIÈREMENT RÉPARTIS OU APICULATI

Les spores de ce groupe ont des ornements répartis sur toute la surface.

Comme je l'ai dit au début de ce chapitre, on peut diviser ce groupe en 2 sous-groupes nettement différents.

1° *Zonalo-apiculati* : en même temps que les ornements sont répartis sur toute la surface, ils sont plus développés et plus nombreux dans la partie équatoriale de la spore. En se basant sur le dernier caractère, M. ZERNDT a classé ces spores parmi les vraies zonales.

2° *Eu-apiculati* : Dans ce sous-groupe les ornements sont répartis également sur toute la surface libre de la spore.

Premier sous-groupe : **ZONALO-APICULATI**

TYPE XII

Voisin de *Triletes rotatus* BARTLETT

(Fig. 1-11, Pl. V)

Spores de couleur rouge brun et très foncé. Les ornements de ces spores sont des sortes de prolongements, qui bifurquent plusieurs fois. Ces prolongements sont de couleur plus claire que la surface de la

spore ; ils ont un éclat vitreux. Dans la zone équatoriale ils sont plus nombreux et plus longs ; après 2 ou 3 bifurcations, ils s'anastomosent en donnant une sorte de lame perforée autour de la spore (*l. e.* dans les figures 1-2-3, Pl. V). L'ensemble de cette disposition rappelle celle

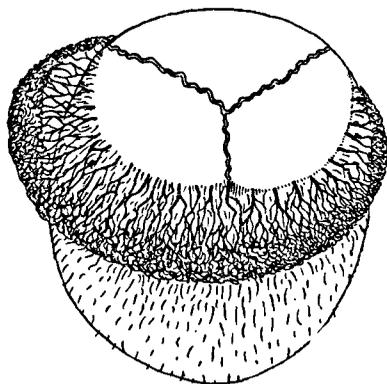


Fig. 13.

d'une roue avec ses rayons. La taille moyenne de ces prolongements est de 230μ . En partant de la zone équatoriale, les ornements deviennent moins longs et moins nombreux vers l'extrémité distale des arêtes de l'Y.

Ces ornements sont très fragiles ; leur emplacement est toujours marqué par un très petit tubercule émoussé (fig. 13 t).

La teinte claire et la caducité de ces ornements montrent bien qu'ils n'appartiennent pas à l'exospore, mais à la périspore.

Les arêtes de l'Y sont plissées, mais sont très minces et peu développées. Les surfaces de contact sont lisses. La taille moyenne de ces spores est de 860μ . L'exospore est assez épaisse.

Provenance. — Spores se rencontrant uniquement dans les échantillons provenant de la partie moyenne et du toit de veine 4, fosse 7 et veine Y, fosse 4 de la concession de Nœux.

TYPE XIII

(Fig. 1 à 4, Pl. VI)

Spores ovalaires. Couleur allant du jaune brun jusqu'au brun très foncé. Taille moyenne: 1.640μ . Caractère particulier: surfaces de contact lisses et assez larges, s'étendant sur la moitié de la spore, nettement délimitées par la zone occupée par les prolongements. Les arêtes de l'Y forment une sorte de muraille plissée ; elles ont quelques fois 120μ de

hauteur; elles ne dépassent pas la zone de contact. Les ornements sont répartis sur toute la face libre de la spore; ils sont plus nombreux et plus longs dans la zone équatoriale, leur couleur est plus claire avec éclat vitreux. La base de ces prolongements équatoriaux est assez épaisse et mesure à peu près 20 μ . L'exospore est assez épaisse (fig. 14^t).

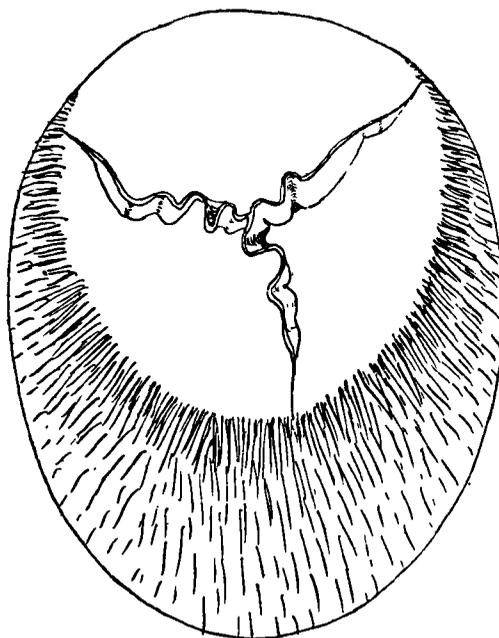


Fig. 14^t

Provenance. — Ce genre de spores présente une répartition horizontale très large dans le Westphalien C. Elles se rencontrent en très grande abondance dans les échantillons provenant des Mines de la Clarence (fosse Ricouart) et de la région Sarro-Lorraine (Sainte-Fontaine, veine T). Elles se rencontrent aussi dans quelques veines de Crespin (Grande Veine et Carlos).

TYPE XIV

(Type 24 de ZERNDT et *Sporites clavatopilosus* de WICHER)

(Fig. 5 à 7, Pl. VI ; Fig. 1-3, Pl. VII)

Les spores de ce type sont les plus grandes que nous avons rencontrées au cours de nos recherches.

Habituellement elles sont rondes ; il y en a aussi de forme ovale. Elles mesurent fréquemment 1.900 μ (corps de la spore sans les prolongements). La paroi de la spore est brune plus ou moins foncée, mais les prolongements sont rouges avec éclat vitreux. Ceux-ci sont répartis sur toute la face externe de la spore et aussi sur les surfaces de contact.

Ces ornements sont plus minces à la base que dans notre type XIII, mais ils sont beaucoup plus allongés, enchevêtrés et anastomosés

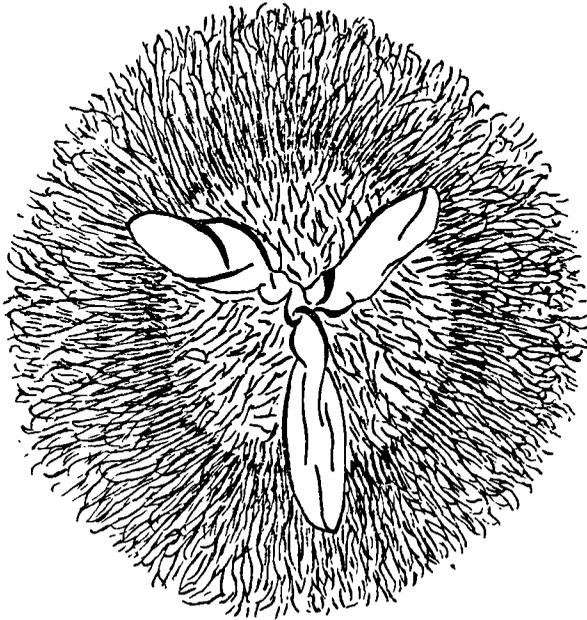


Fig. 15^t

(Fig. 3, Pl. VII donne une idée de l'allongement de ces prolongements). Les arêtes de l'Y sont aussi plissées, mais ce plissement est plus marqué près de leur intersection où elles sont plus minces et pas aussi larges. Quand les prolongements sont tombés, la surface de la spore est entière-

ment couverte de tubercules émoussés, qui marquent leur emplacement. L'exospore est assez épaisse (fig. 15^t).

Provenance. — Ce type de spore provient de Hardingham, fosse la Glaneuse (Westphalien A); des veines Carlos et Hardy de Crespin, de la veine T de Sainte-Fontaine, et en très grande abondance de la 3^e veine, fosse 7 de Nœux (Westphalien C).

Deuxième sous-groupe : EU-APICULATI

TYPE XV

(Type XIV de ZERNDT = *Triletes tuberculatus* IBRAHIM)

(Fig. 4-5, Pl. VII ; Fig. 1-2, Pl. VIII)

Macrospore de couleur variée: jaune brun jusque rouge noir; taille

comprise entre 602 et 1.400 μ . Surface externe recouverte uniformément par des tubercules épineux mesurant en moyenne 70 μ à la base et 40 μ de hauteur. Les surfaces de contact sont rarement lisses, plus souvent pustulées, plutôt étroites, mal délimitées, en raison de l'absence de crêtes arquées ; les arêtes de l'Y sont minces et peu allongées. L'exospore est très mince et très fragile (Fig. 16 †).

Provenance. — Hardingham et veine Leuret d'Anzin (Westphalien A), Veine Carlos de Crespin (Westphalien C).

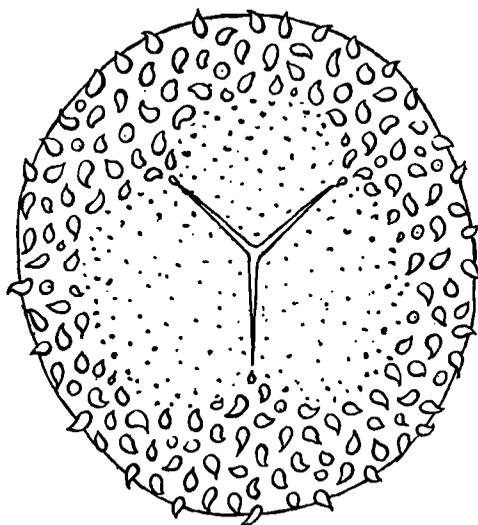


Fig. 16 †

TYPE XVI

Triletes tuberculatus ZERNDT

(Fig. 3-4, Pl. VIII)

Exospore assez épaisse mesurant environ 28 μ dans les endroits non épaissis ; de couleur sombre, brun noirâtre.

Caractère particulier: surface libre et crêtes arquées garnies de gros tubercules ou bosselures qui proviennent de l'épaississement de l'exospore. Ces tubercules mesurent environ 140 μ de base et 60 μ de hauteur ; ils sont en petit nombre. Sur les trois crêtes arquées qui forment un cercle équatorial, ces tubercules ont

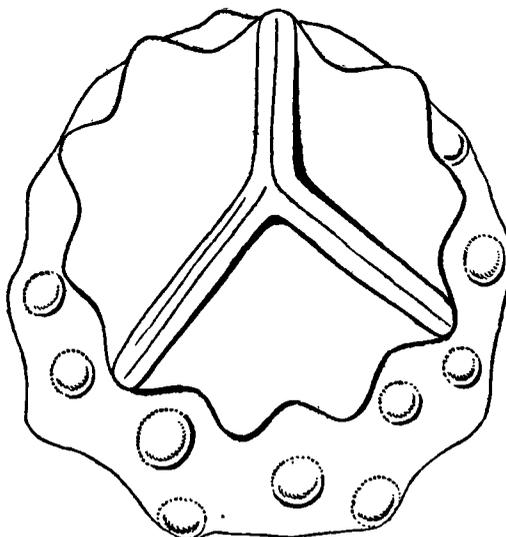


Fig. 17 †

l'aspect des dents d'une roue d'engrenage. Les arêtes en Y sont aussi épaissies, mais plutôt d'une manière uniforme; elles ne portent pas de tubercules. Leur longueur est égale au rayon de la spore. Les surfaces de contact sont dépourvues d'ornements; elles sont lisses et bien limitées (fig. 17 t).

Provenance. — Veine Frédéric, siège 7 de Liévin et veine 4, fosse 7 de Nœux.

TYPE XVII

Triletes tenuispinosus ZERNDT

(Fig. 5-10, Pl. VIII)

Macrospore de couleur jaune verdâtre, de taille moyenne 800 μ . A l'intersection des trois arêtes de l'Y se trouve une protubérance assez développée. Les arêtes sont assez minces et onduleuses, mesurant 260 μ de longueur environ. Elles ont à peu près la même épaisseur sur toute

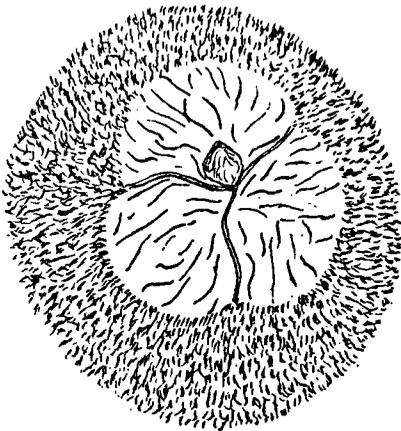


Fig. 18 t

leur longueur. Les surfaces de contact sont lisses, mais parcourues par des sillons incurvés qui leur donnent un aspect chagriné. Au pourtour de la surface libre poussent de petits poils assez transparents, répartis uniformément sur toute la surface externe de la spore (fig. 18 t).

De nombreuses spores de ce type, examinées sur des sections verticales polies, ont montré : leur protubérance, leurs formations piliformes, leurs fentes de déhiscence. La Fig. 10, Pl. VIII, et surtout les Fig. 11 et 12 plus grossies, montrent la protubérance sectionnée par une fente de déhiscence.

Provenance. — Macrospores caractéristiques du gisement d'Hardinghem, fosse la Glaneuse (Westphalien A).

CONCLUSIONS

L'étude systématique des macrospores extraites des charbons nous permet d'énoncer des conclusions générales sur leur répartition horizontale et verticale dans les bassins houillers français. En comparant avec les données des autres auteurs, nous pouvons généraliser et étendre nos résultats aux bassins houillers des autres pays.

I. — Distribution géographique

Voici un résumé de la répartition horizontale des macrospores décrites plus haut dans les différentes localités du bassin du Nord de la France et du bassin Sarro-Lorrain.

- Type I. — Mines de Crespin (Nord) et Courrières (P.-de-C.).
- » II. — Crespin.
 - » III. — Fosse de Calonne Ricouart de la Clarence (P.-de-C.) et bassin Sarro-Lorrain.
 - » IV. — Crespin et Hardingham (P.-de-C.).
 - » V. — Merlebach (Lorraine).
 - » VI. — Fosse 7 de Nœux (P.-de-C.).
 - » VII. — Crespin (Nord), Roche-la-Molière et Firminy (Loire).
 - » VIII. — Fosse 5 de Liévin (P.-de-C.).

- Type IX. — Crespin (Nord), Anzin (Nord), fosse la Glancuse d'Hardingham (P.-de-C.).
- » X. — Crespin (Nord), Liévin (P.-de-C.).
 - » XI. — Fosse 2 de Ligny-les-Aires (P.-de-C.).
 - » XII. — Fosses 7 et 4 de Nœux (P.-de-C.).
 - » XIII. — Crespin, Courrières, La Clarence et Sainte-Fontaine (Lorraine).
 - » XIV. — Nœux, Crespin, Hardingham et Sainte-Fontaine (Lorraine).
 - » XV. — Crespin, Hardingham et Anzin.
 - » XVI. — Nœux et Liévin (P.-de-C.).
 - » XVII. — Hardingham (P.-de-C.).

Les types I, III, IV, VI, VIII, IX, X, XIII, XV et XVI ont été trouvés aussi dans les bassins houillers d'Allemagne (Ruhr) et de Pologne.

BENNIE et KIDSTON ont montré la présence des types II, IX et XVI, etc... dans les charbonnages d'Ecosse. Récemment M. SCHOPF a reconnu les types I, IX et X dans le bassin de l'Illinois.

II. — Valeur stratigraphique des Macrospores

On peut distinguer, d'après nos observations et d'après leur comparaison avec celles faites par les autres spécialistes :

1° *des types de spores à extension verticale très grande, se rencontrant par exemple dans toute l'épaisseur du Westphalien.*

Ce sont les macrospores des types IV, IX et XV que nous avons observées dans les divisions A, B et C de cet étage.

2° *des types de spores paraissant localisées dans l'assise C du Westphalien.*

Ce sont les types I, II, III, V, VI, VIII, X, XII, XIII, XIV et XVI.

Notons que le type III a une extension plus élevée : il monte jusqu'au niveau du Westphalien D de Lorraine. Le type VII s'élève de même jusque dans le Stéphanien.

3° des types de spores rencontrées dans le Westphalien inférieur et moyen (A et B).

En effet les types XI et XVII ne dépassent pas les zones inférieures. Le premier a été rencontré dans l'assise d'Anzin (Westphalien B) à Ligny-les-Aires, et le second dans l'assise de Vicoigne (Westphalien A) d'Hardingham.

M. ZERNDT n'avait trouvé le type XVII que dans les couches les plus récentes de la « série artificielle » du gisement polonais, tandis que nous l'avons rencontré exclusivement dans la partie inférieure du Westphalien du Nord de la France.

III. — Répartition des macrospores dans un faisceau homogène de couches de charbon

Les échantillons étudiés ont été recueillis aux mines de Crespin. Ils nous ont fourni une très grande variété de macrospores, en quantité plus ou moins importante.

Ces échantillons ont été prélevés dans une série de veines stratigraphiquement superposées (un pour chaque veine). Grâce à cette circonstance, nous avons pu tenter d'analyser de plus près le détail de leur répartition, approximativement sur une même verticale, dans une série continue de couches appartenant au Westphalien C.

Le diagramme ci-joint nous indique les variétés de macrospores trouvées dans chaque veine et leur variation quantitative.

Une réserve cependant s'impose relativement aux conclusions que l'on pourrait tirer de ces observations.

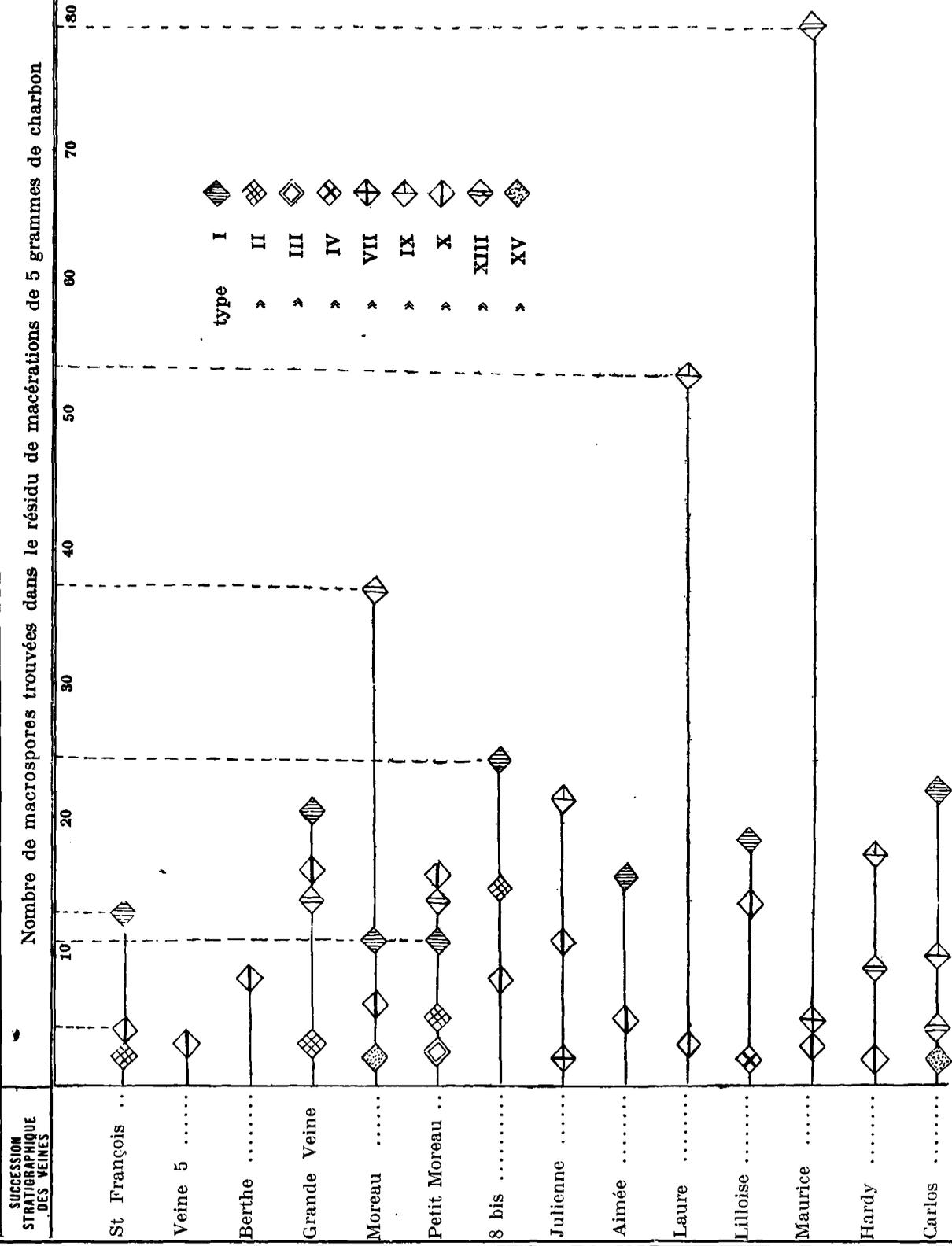
Ce diagramme représente simplement les variétés de spores ren-

contrés dans chaque échantillon étudié, de façon à rendre compte de leur abondance dans le dit échantillon.

Pour pouvoir généraliser et étendre ces conclusions à toute l'épaisseur de la veine de houille et surtout aux différents points de cette veine, il faudrait multiplier les observations. Une étude complète exigerait un prélèvement sur toute l'épaisseur de chaque veine et en plusieurs endroits, mais cela aurait demandé un temps considérable et nous ne disposions que de quelques mois.

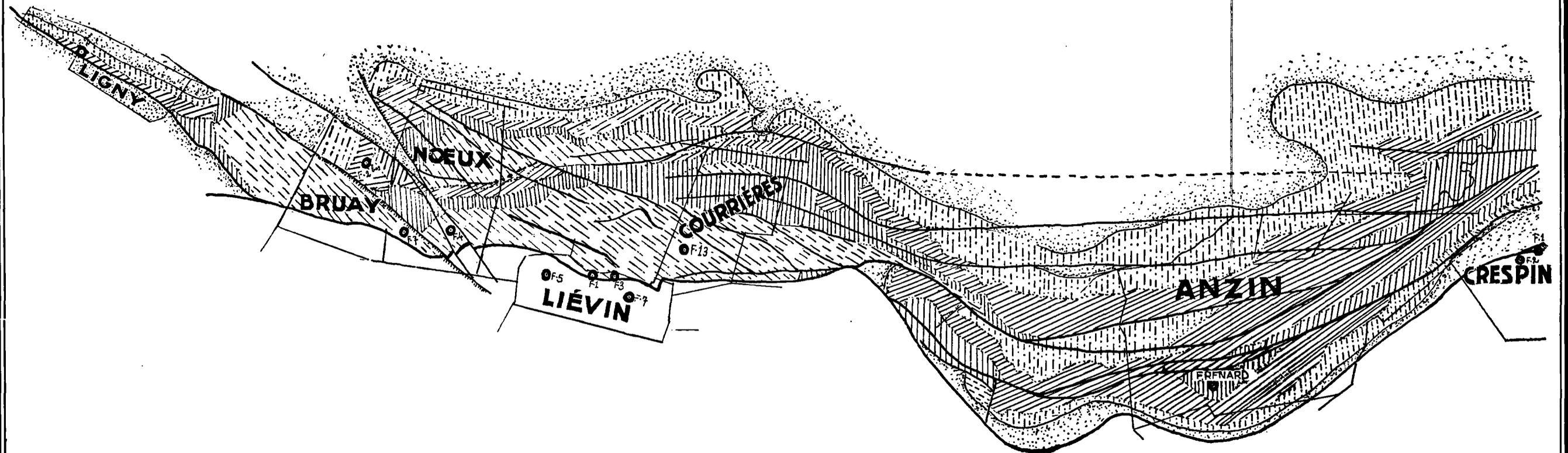
Néanmoins l'analyse que nous présentons, malgré son caractère fragmentaire, offre cet intérêt de mettre en évidence la remarquable permanence de certains types de spores (type X), tandis que d'autres semblent disparaître de certains niveaux pour réapparaître à d'autres.

MINES DE CRESPIN



CARTE GÉOLOGIQUE DU BASSIN HOULLER DU NORD DE LA FRANCE

montrant les points où les échantillons ont été prélevés pour la recherche des spores



LÉGENDE

- Faïlle
- Limite des Concessions
- Fosses où ont été prélevés les échantillons.

- Assise de Bruay=
westphalien C
- Ass. d'Anzin=west B
- Ass. de Vicoigne=west A
- Ass. de Flines=namurien
- Calcaire carbonifère

ÉCHELLE $\frac{1}{300.000}$

BIBLIOGRAPHIE

1. BARTLETT H. — *Fossils of the carboniferous coal pebbles of the glacial drift at Ann Arbor.* — Papers Mich. Acad. sc., 9, 1928.
2. BENNIE G. and KIDSTON R. — *On the occurrence of spores in the carboniferous formation of Scotland.* — Proc. Roy. Phys. Soc., 1886, Vol. 9.
3. BERTRAND P. — *Conférences de Paléobotanique.* — 1926, Paris, Librairie Eyrolle.
4. BONNIER G. et LECLERCQ DU SABLON. — *Cours de Botanique.* — 1931, Paris, pp. 1423-1426.
5. BOWER F. O. — *Primitive land plants.* — London, 1935, pp. 395-396 et 428-431.
6. CAMPBELL D. H. — *Studies on the gametophyte of SELAGINELLA.* — Ann. of. Bot., Vol. XVI, n° LXIII, septembre 1902.
7. DUPARQUE A. — *Structure microscopique des charbons du Bassin Houiller du Nord et du Pas-de-Calais.* — Mém. Soc. Géol. du Nord, T. XI, 1934.
8. HARTUNG W. — *Die Sporenverhältnisse der Calamariaceen.* — Arb. aus dem Institut für Paläobotanik und Petrographie, 1933, Vol. 3.
9. HOFMEISTER W. — *Germination, development and fructification of the higher Cryptogamia.* — 1862, London.
10. GOTHAN W. und POTONIE. — *Lehrbuch der Paläobotanik.* — 1919, Berlin.
11. IBRAHIM A. — *Sporenformen des Aegirhorizonts des Ruhr Reviers.* — Diss. Tech. Hochsch., Berlin, 1933.
12. JURASKY K. A. — *Die Mazérationsmethoden in der Paläobotanik.* — Handb. der Biolog. Arbeitsmethoden Abt. 9, Teil 4, 1931, Leipzig.

13. KIRCHHEIMER F. — *Die Erhaltung der Sporen u. Pollenkörner in den Kohlen, sowie ihre Veränderungen durch Aufbreitung.* — Botanisches Archiv., 1933, Bd. 35.
14. KIRCHHEIMER F. — *Die Korrosion des Pollens.* — Beihefte zum Botanischen Centralblatt, Bd. LIII, 1935, Abt. A.
15. KOWALEWSKA-MASLANKIEWICZOWA Z. — *Megasporys Z Pokladu Elzbieta.* — Acta Soci. Botanic. Polon. Vol. 9, 1932.
16. LANGE Th. — *Die Bedeutung der Sporen für die Stratigraphie des Karbons.* — Oberschl. Berg. u. Hütt. Ver., Bd. 66, Vol. VI, 1927.
17. LOOSE F. — *Sporenformen aus dem Flöz Bismarck des Ruhrgebietes.* — Arb. a. d. Inst. Paläobotanik, vol. 4, Berlin, 1934.
18. POTODIÉ R. — *Einführung in die allgemeine Kohlenpetrographie.* — Berlin, 1924, pages 122-131.
19. POTONIE R., IBRAHIM A. et LOOSE F. — *Sporenformen a. d. Flözen Agir u. Bismarck des Ruhrgebietes.* — Neues Jahrb. für Miner., etc., Bd. 67, Abt. B. 1932.
20. RAISTRICK A. and SIMPSON J. — *The microspores of some Northumberland coals, and their use in the correlation of coal seams.* — Trans. Inst. Min. Eng. 1933, Vol. 85, part. 4, pp. 225-235.
21. RAISTRICK A. — *The correlation of coal seams by microspore content.* — Trans. Ins. Min. Eng. Vol. 88, part. 3, pp. 142-153.
22. REINSCH P. — *Micro-Palaeophytologia Formationis carboniferae.* — Erlangen et London, 1884.
23. SAHABI Y. — *Quelques méthodes d'étude des empreintes carbonisées des végétaux fossiles.* — Ann. Soc. Géol. du Nord, T. LXI, 1936.
24. SAHABI Y. et DUPARQUE A. — *Structure microscopique des houilles de la compagnie de Roche-la-Molière et Firminy (Loire).* — Ann. Soc. Géol. du Nord, T. LXI, 1936.
25. SCHOPF J. C. — *The Paleobotanical significance of plant structure in coal.* — Transactions of the Illinois state Academy of science, Vol. 28, N° 2, 1936.
26. SLATER L., EVANS M. M. and EDDY G. — *The significance of spores in the correlation of coal seams.* — Dep. Sc. and Ind. Res., Fuel Res., Survey paper n° 17, 1930.
27. SPRUNK G. C. and THIESSEN R. — *Spores of certain american coals.* — Fuel, 1932, Vol. XI, pages 360-370.

28. STACH E. — *Kohlenpetrographisches Praktikum*, Berlin, 1928.
 29. STACH E. — *Lehrbuch der Kohlenpetrographie*, 1935, Berlin.
 30. THOMAS H. H. — *On some methods in palaeobotany*. — *The new Phytologist*, Vol. XI, N° 4, 1912, London.
 31. WEILER J. F. — *The reaction of bromine with a coking coal, including a study of its unsaturation*. — *Fuel*, 1935, Vol. XIV, n° 7, pages 190-196.
 32. WICHER C. — *Sporenformen der Flammkohle des Ruhrgebietes*. — *Arb. a. d. Institut f. Paläobotanik und Petrographie der Brennsteine*, Vol. 4, page 183.
 33. ZERNDT J. — *Triletes giganteus, eine Mégaspore a. d. Karbon*. — *Bull. Acad. Pol., Série B. I.*, 1930.
 34. ZERNDT J. — *Mégasporen aus einem Flöz in Libiaz (Stéphanien)*. — *Bull. Acad. pol., Série B. I.*, 1930.
 35. ZERNDT J. — *Mégasporen aus dem Zwickauer und Lugau-ölsnitzer karbon*, — *Jahrb. F. Berg. u. Hüttenwesen in Sachsen*, 1932.
 36. ZERNDT J. — *Les mégaspores du bassin houiller polonais*. — *Première partie, Com. des pub. silésiennes, Cracovie*, 1934.
 37. ZETZSCHE-KALINE. — *Eine Methode zur Isolierung des polimer bitumens aus kohlen*. — *Braunkohle* 1932, pp. 345-351.
 38. ZETZSCHE F. und VICARI H. — *Untersuchungen über die Membran der Sporen und Pollen*. ... *Helv. chimica, acta.*, Vol. XIV, 1930.
-

TABLE DES MATIÈRES

	PAGES
<i>Introduction</i>	9
PREMIÈRE PARTIE	
<i>Aperçu Historique</i>	11
CHAPITRE I	
Technique employée pour l'isolement des spores	13
I. — Prélèvement des échantillons	13
II. — Procédés des macérations	14
III. — Méthode Bromo-nitrique	15
IV. — Autres méthodes de macérations	17
CHAPITRE II	
Notions préliminaires	19
1° Développement des spores chez les Ptéridophytes	19
2° Notions sur la paroi des spores de Cryptogames vasculaires	19
3° Isosporie et hétérosporie	21
4° Déhiscence des spores	22
5° Ornaments des spores	23
CHAPITRE III	
Origine des échantillons de charbon utilisés pour la recherche des spores	25
DEUXIÈME PARTIE	
<i>Etude systématique et morphologique des spores des bassins houillers français.</i>	31
CHAPITRE IV	
Groupe des spores lisses ou Laevigati	33

CHAPITRE V

Groupe des spores à ornements équatoriaux ou zonales	39
Premier sous-groupe : Exosporozonales	39
Deuxième sous-groupe : Périssporozonales	41

CHAPITRE VI

Groupe des spores à ornements régulièrement répartis ou Apiculati	45
Premier sous-groupe : Zonalo-Apiculati	45
Deuxième sous-groupe : Eu-Apiculati	48
<i>Conclusions</i>	51
<i>Bibliographie</i>	57

EXPLICATION DES PLANCHES

Sauf indication contraire, toutes les photographies ont été exécutées au grossissement 50

Définition des termes employés

Face supérieure ou face interne : face de la spore occupée par les 3 surfaces de contact.

Face externe ou face inférieure : face opposée aux 3 surfaces de contact.

Aplatissement horizontal : aplatissement parallèle à l'équateur.

Aplatissement latéral : aplatissement parallèle à l'axe vertical.

Aplatissement oblique : aplatissement tel que le point d'intersection des 3 arêtes de l'Y est rejeté excentriquement.

PLANCHE I



PLANCHE I

TYPES I, II et III

TYPE I

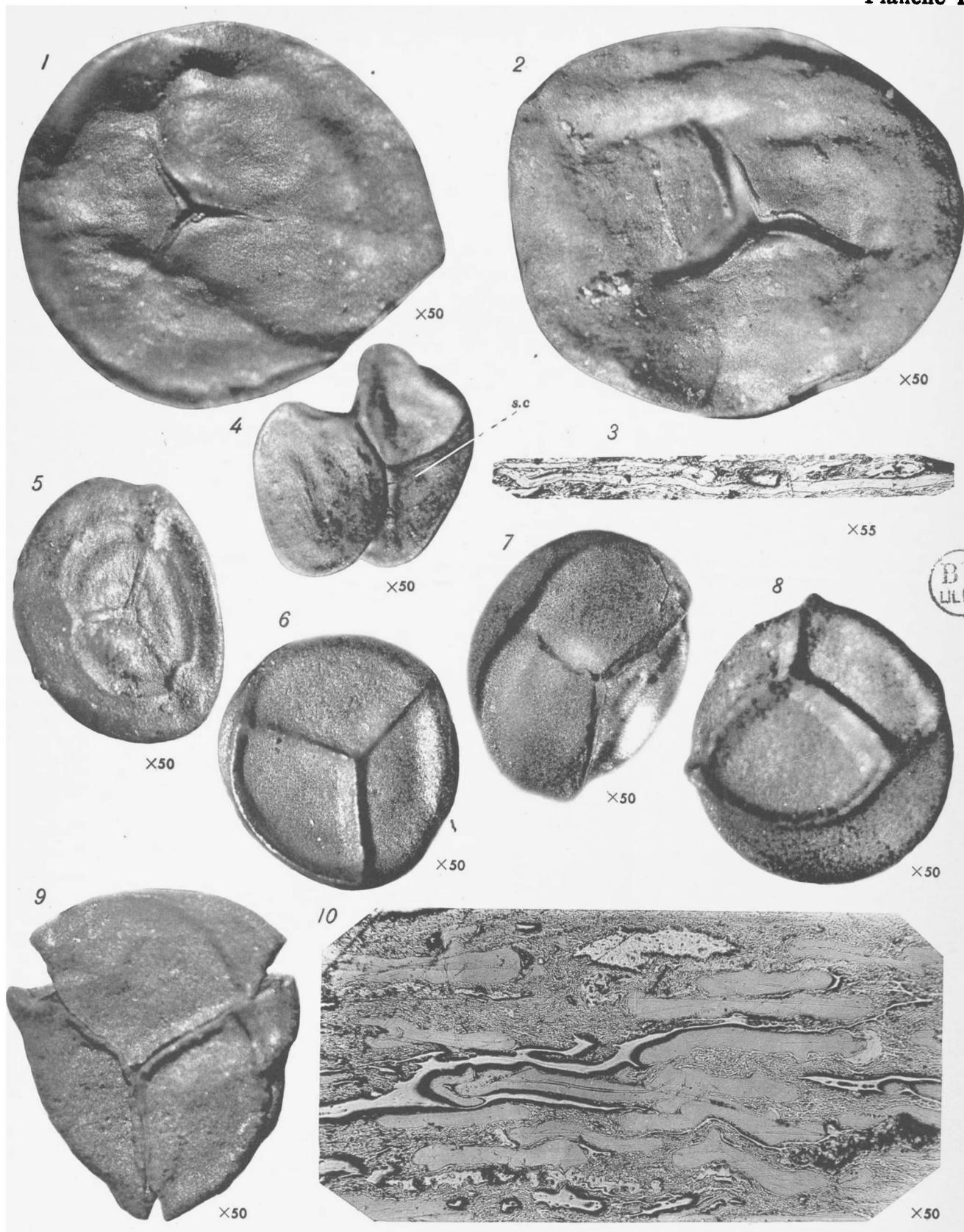
- Fig. 1.* — Macrospore aplatie horizontalement.
ORIGINE : Veine Moreau, Fosse 2 de Crespin (Nord).
- Fig. 2.* — Autre spécimen du même type, montrant les fentes de déhiscence suivant les arêtes de l'Y.
MÊME ORIGINE.
- Fig. 3.* — Section verticale en surface polie d'un spécimen du même type, montrant la minceur de la paroi.
ORIGINE : Grande Veine de Crespin.
- Fig. 4.* — Tétrade, composée d'éléments de petite taille.
s. c., face de contact de la 4^e spore qui est tombée.
ORIGINE : Veine Carlos, Fosse 2 de Crespin.

TYPE II

- Fig. 5.* — Macrospore aplatie horizontalement.
ORIGINE : Grande Veine, Fosse I de Crespin.

TYPE III

- Fig. 6, 7, 8 et 9.* — Différents modes d'aplatissement de macrospores appartenant au type III. — Celle de la Fig. 9 montre les 3 arêtes de l'Y.
ORIGINE : Veine 9 de Bexbach (Sarre).
- Fig. 10.* — Coupes verticales de spores du type III, vues en surface polie.
MÊME ORIGINE.
-



Macrospores des types I, II et III.

PLANCHE II



PLANCHE II

TYPE IV

- Fig. 1.* — Spécimen comprimé obliquement.
ORIGINE : Veine Lilloise, Fosse 2 de Crespin.
- Fig. 2 et 3.* — Macrospores aplaties horizontalement.
ORIGINE : Hardingham, Fosse la Glaneuse.

TYPE V

- Fig. 4.* — Macrospore aplatie un peu obliquement.
ORIGINE : Veine 2 de Merlebach, assise de Forbach (Lorraine).

TYPE VI

- Fig. 5.* — Macrospore aplatie horizontalement.
ORIGINE : Veine 4, fosse N° 7 de Nœux.

TYPE VII

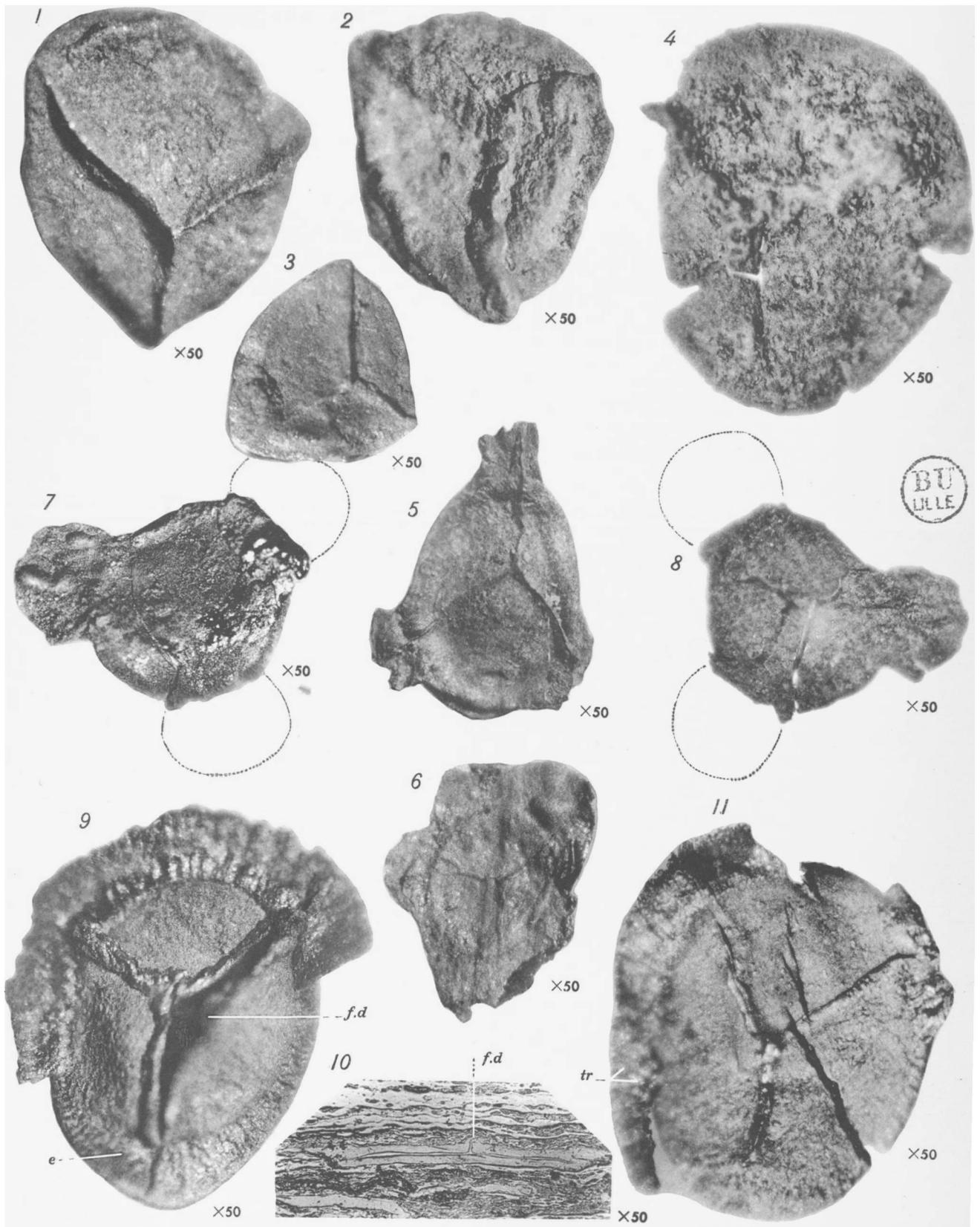
- Fig. 6.* — Macrospore aplatie horizontalement.
ORIGINE : Veine Julienne, puits 2 de Crespin.

TYPE VIII

- Fig. 7.* — Face externe d'une macrospore ; 2 des lobes sont cassées, mais leur emplacement est net.
ORIGINE : Veine Dusouich de Liévin.
- Fig. 8.* — Face supérieure de la même macrospore. L'arête de gauche coupée par une cassure est peu visible.

TYPE IX

- Fig. 9.* — Macrospore aplatie horizontalement ; une partie de la fraise équatoriale est tombée : son emplacement est visible en *e*. La fente de déhiscence *f. d.* a suivi 2 des arêtes de l'Y.
ORIGINE : Veine Laure de Crespin.
- Fig. 10.* — Section verticale d'une macrospore du même type en surface polie.
f. d., fente de déhiscence vue en section verticale et plus visible sur la fig. I, pl. III, à un grossissement plus fort.
MÊME ORIGINE.
- Fig. 11.* — Macrospore aplatie horizontalement, ayant perdu une partie de sa fraise équatoriale — *tr.*, trous visibles sur la fraise équatoriale.
ORIGINE : Veine Julienne de Crespin.
-



Macrospores des types IV, V, VI, VII, VIII et IX.

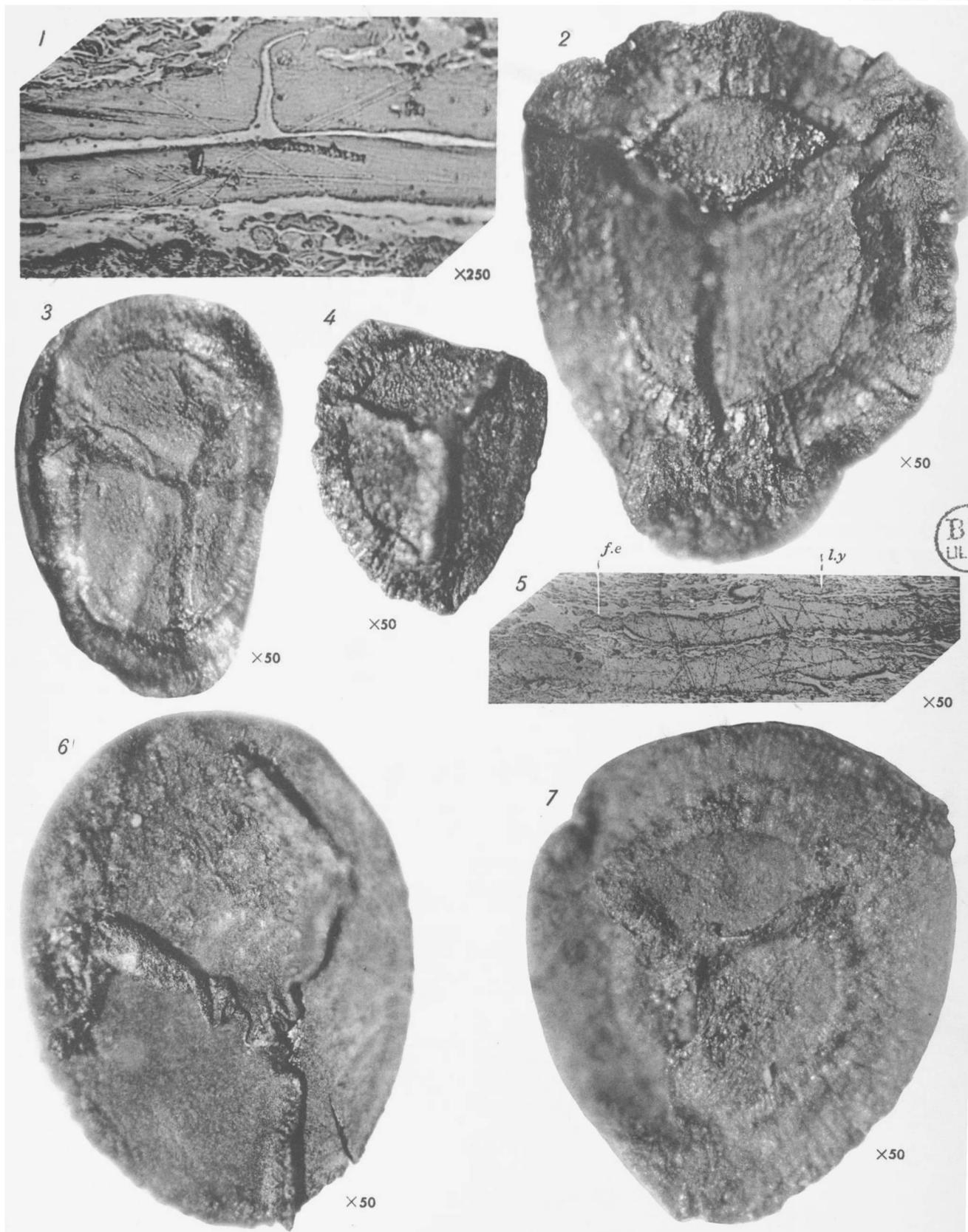
PLANCHE III

—

PLANCHE III

MACROSPORES DU TYPE IX (SUITE)

- Fig. 1.* — Détails de la Fig. 10, pl. II au grossissement 250.
- Fig. 2.* — Grande macrospore *zonale*, aplatie horizontalement.
ORIGINE : Veine Carlos, puits 2 de Crespin.
- Fig. 3.* — Macrospore aplatie obliquement, mais avec fraise équatoriale entière.
ORIGINE : Veine Julienne de Crespin.
- Fig. 4.* — Petite macrospore du même type.
ORIGINE : Veine Laure de Crespin.
- Fig. 5.* — Section verticale d'une macrospore *zonale* à frange équatoriale (*f. e.*)
et avec arêtes de l'Y (*l. y.*) développées.
ORIGINE : Hardingham, Fosse la Glaneuse.
- Fig. 6.* — Macrospore *zonale* dépourvue de sa fraise équatoriale et avec arêtes de
l'Y très plissées. L'aplatissement est un peu oblique.
ORIGINE : Veine Hardy de Crespin.
- Fig. 7.* — Macrospore *zonale* portant de petites côtes visibles sur sa fraise. Aplatissement un peu oblique.
ORIGINE : Veine Julienne, Puits 2, de Crespin.
-



Macrospores du type IX (suite).

PLANCHE IV



PLANCHE IV

MACROSPORES DU TYPE IX (SUITE)

Fig. 1 et 2. — 2 Macrospores aplaties obliquement et débarrassées de leur fraise équatoriale.

e, emplacement de ces fraises tombées.

ORIGINE : Veine Hardy (fig. 1) et veine Laure (fig. 2) de la concession de Crespin.

Fig. 3. — Macrospore aplatie horizontalement.

ORIGINE : Veine Laure de Crespin.

Fig. 4. — Face inférieure d'un fragment de macrospore. — *f. e.* frange équatoriale. — *c. s.* corps de la spore.

ORIGINE : Veine Edouard d'Anzin.

Fig. 5. — Macrospore *zonale*, aplatie latéralement.

l. y., arête de l'Y.

s. c., surface de contact.

f. e., frange équatoriale.

ORIGINE : Veine Julienne de Crespin.

TYPE X

Fig. 6 à 9. — 4 petites macrospores montrant sur leur face supérieure les arêtes de l'Y et un reticulum.

ORIGINE : milieu de la veine Edouard de Liévin.

Fig. 10. — Une spore du même type montrant sa face externe.

MÊME ORIGINE.

Fig. 11. — Macrospore du même type montrant sa face externe.

f. e., fraise équatoriale finement réticulée.

c. s., corps de la spore, aussi réticulé.

ORIGINE : Veine Maurice de Crespin.

TYPE XI

Fig. 12. — Macrospore aplatie horizontalement.

p. r., protubérance médiane.

ORIGINE : Veine Angélique de Ligny-les-Aires.

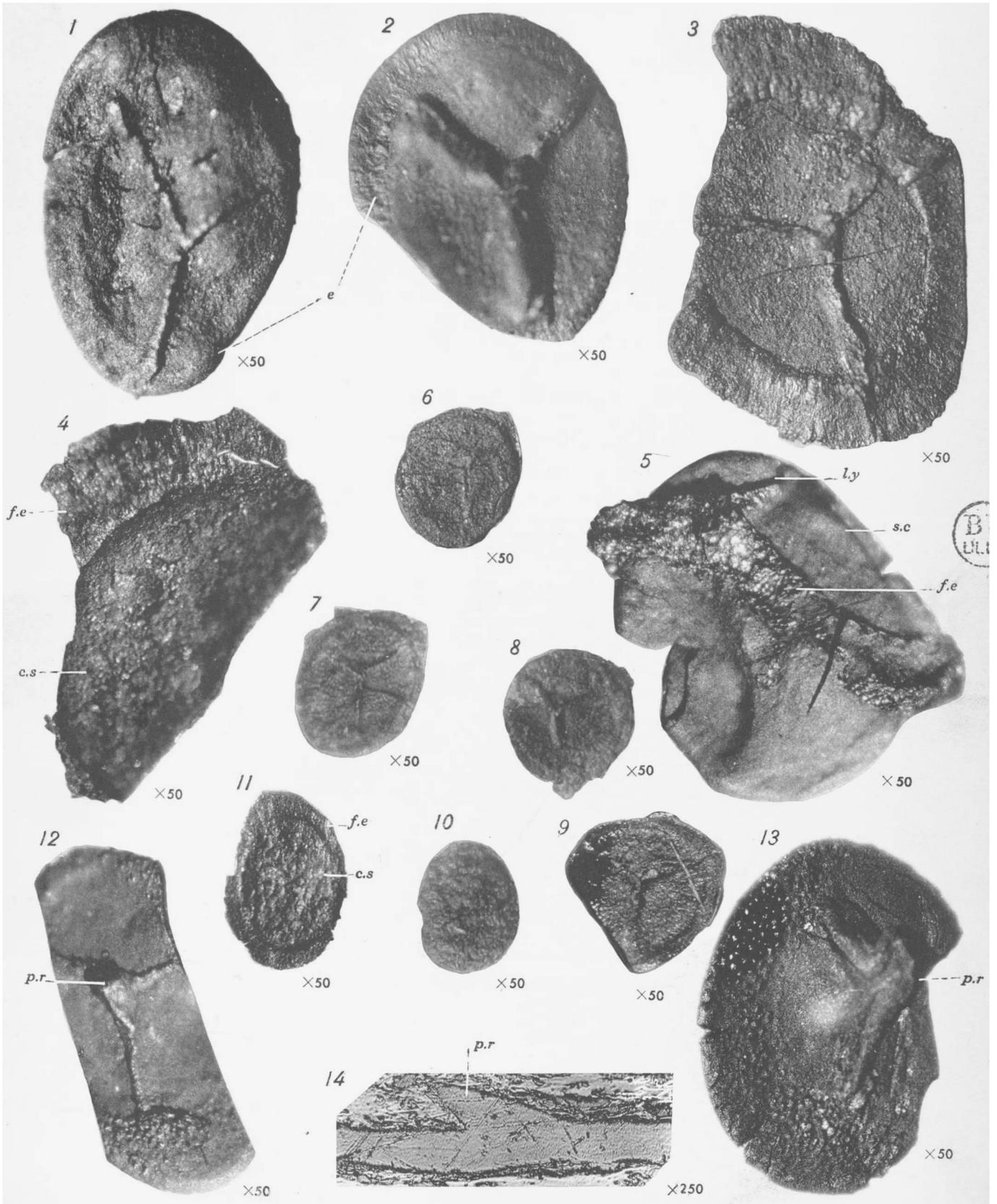
Fig. 13. — Même type, mais aplati latéralement.

ORIGINE : Veine Angélique de Ligny-les-Aires.

Fig. 14. — Aspect d'une telle spore en section verticale et en surface polie.

p. r., protubérance.

MÊME ORIGINE.



Macrospores des types IX, X et XI.

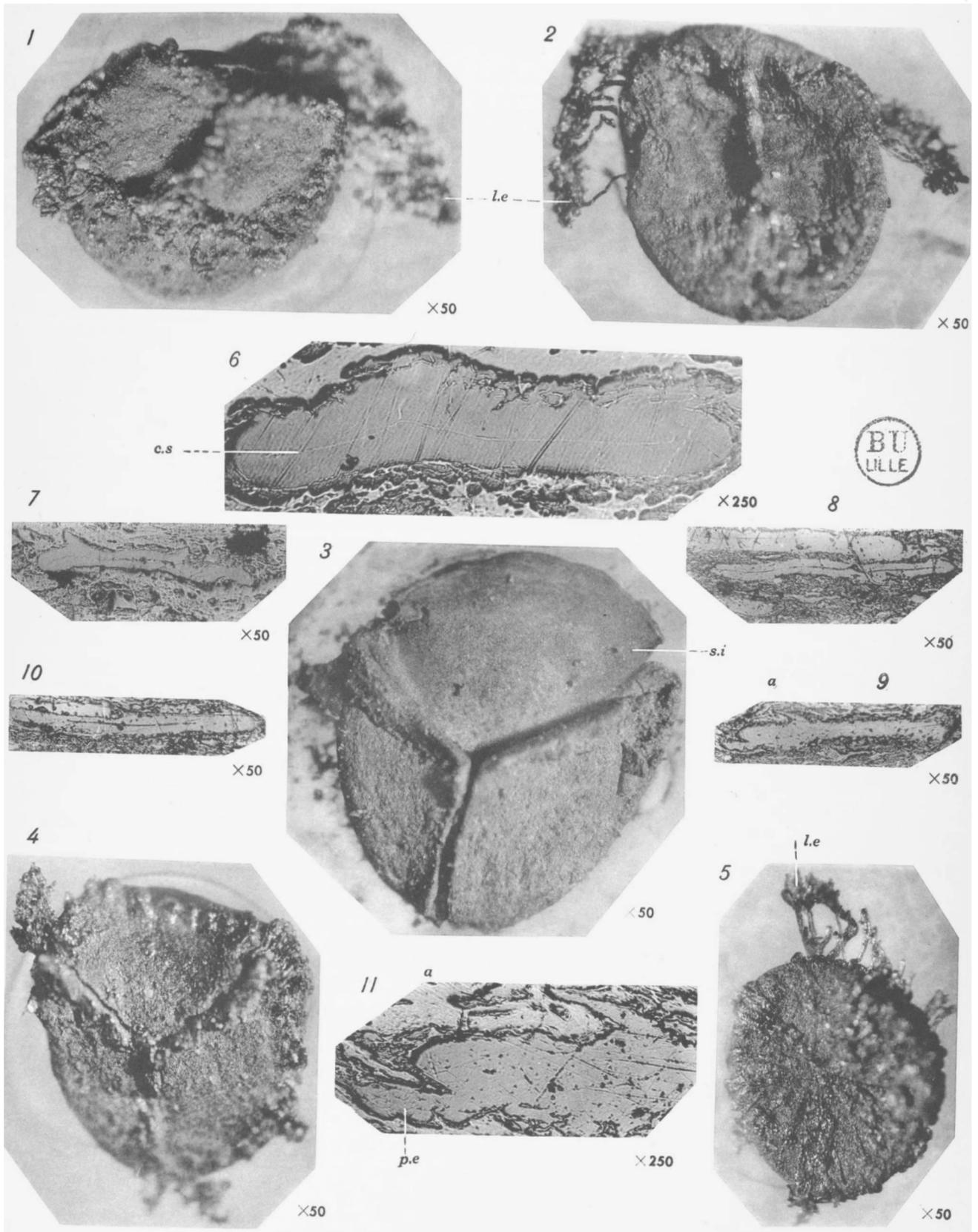
PLANCHE V

—

PLANCHE V

MACROSPORES DU TYPE XII

- Fig. 1 et 2.* — Macrospores aplaties latéralement et un peu obliquement.
l. e., lame équatoriale spongieuse.
ORIGINE : Veine 4, Fosse 7 de Nœux.
- Fig. 3.* — Macrospore aplatie horizontalement et fendue suivant les 3 arêtes de l'Y. Une partie de la paroi de la spore est enlevée et laisse apparaître la surface interne (*s. i.*) de la paroi.
ORIGINE : Veine Carlos de Crespín.
- Fig. 4.* — Macrospore, face supérieure présentant les 3 arêtes de l'Y plissées.
ORIGINE : Veine 4, Fosse 7 de Nœux.
- Fig. 5.* — Face externe d'une spore du même type.
l. e., lame équatoriale spongieuse.
MÊME ORIGINE.
- Fig. 6.* — Section verticale d'une spore du même type en surface polie,
c. s., cavité interne de la spore.
Les petits prolongements sont également répartis tout autour de la spore
ORIGINE : Veine 4, Fosse 7 de Nœux.
- Fig. 7-10.* — Différents aspects du même type de spore en surface polie.
MÊME ORIGINE.
- Fig. 11.* — Extrémité de la spore de la fig. 9 au grossissement 250.
p. e., prolongements équatoriaux groupés et vus en coupe verticale
MÊME ORIGINE.
-



Macrospores du type XII.

PLANCHE VI



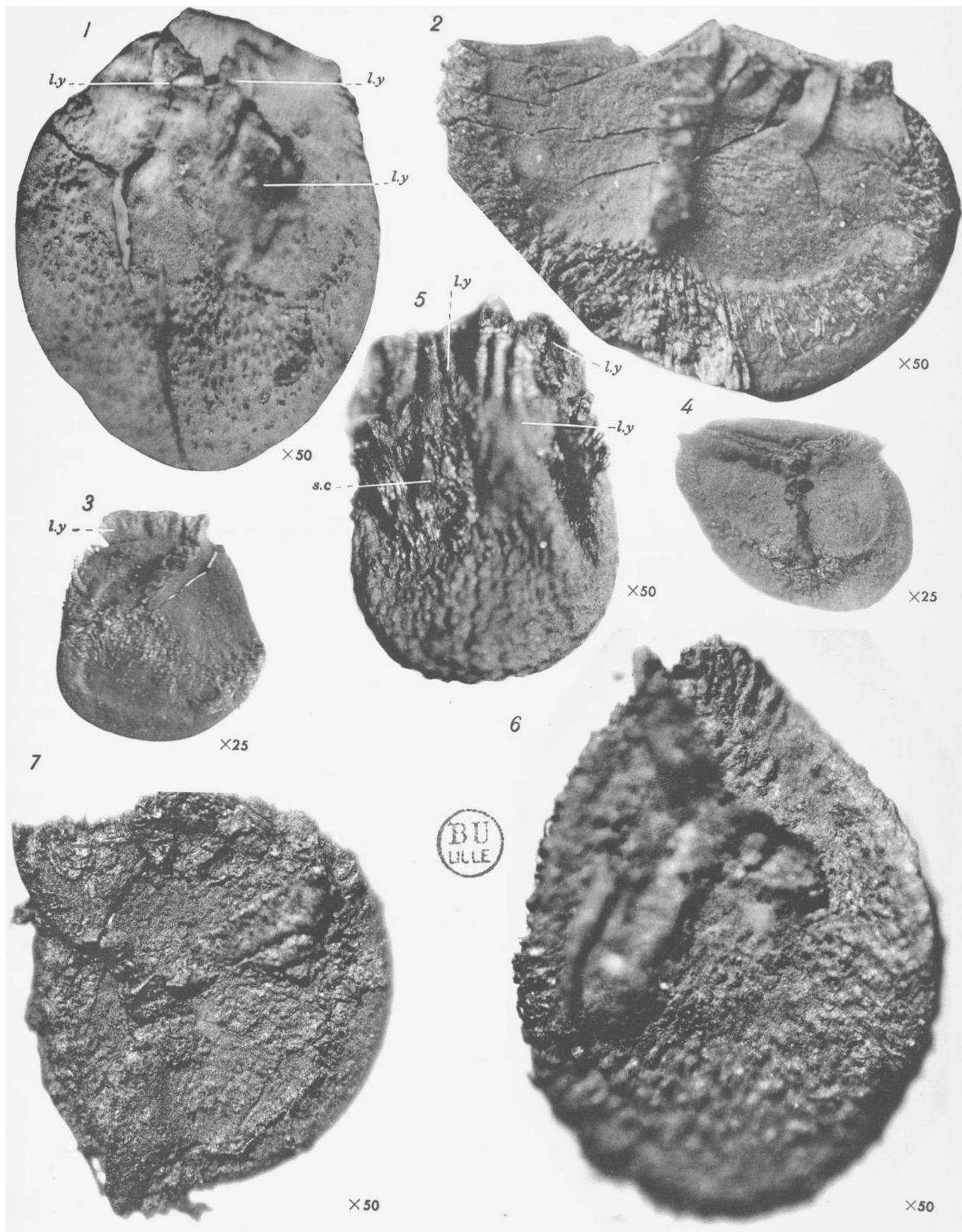
PLANCHE VI

MACROSPORES DU TYPE XIII

- Fig. 1.* — Macrospore aplatie latéralement.
l. y., les 3 arêtes de l'Y qui sont très floues. Les petits tubercules disséminés sur la surface libre de la spore sont les emplacements des prolongements tombés au cours de la macération.
ORIGINE : Veine Carlos de Crespin.
- Fig. 2.* — Macrospore comprimée latéralement. Les surfaces de contact sont bordées par la zone des émergences et par les arêtes de l'Y très plissées.
ORIGINE : Veine T de Sainte-Fontaine (Lorraine).
- Fig. 3.* — Macrospore aplatie latéralement, montrant la hauteur des arêtes de l'Y,
l. y.
- Fig. 4.* — Macrospore aplatie horizontalement obliquement.
ORIGINE : Fosse Calonne-Ricouart de la Clarence.

TYPE XIV

- Fig. 5.* — Macrospore aplatie latéralement.
l. y., arêtes de l'Y. — *s. c.*, surfaces de contact.
MÊME ORIGINE.
- Fig. 6.* — Grande macrospore aplatie latéro-horizontalement.
ORIGINE : Veine Hardy, Fosse 1 de Crespin.
- Fig. 7.* — Macrospore aplatie horizontalement et un peu oblique.
ORIGINE : Hardingham, Fosse la Glaneuse.
-



Macrospores des types XIII et XIV.

PLANCHE VII



PLANCHE VII

MACROSPORES DU TYPE XIV (SUITE)

Fig. 1. — Grande macrospore aplatie horizontalement portant des émergences allongées sur toute sa surface.

ORIGINE : 3^e Veine, Fosse 7 de Nœux.

Fig. 2. — Face inférieure d'une spore du même type.

MÊME ORIGINE.

Fig. 3. — Extrémité de la coupe verticale d'une macrospore, vue en surface polie.

A son extrémité libre un long prolongement épaissi se soude à d'autres prolongements.

ORIGINE : Veine T de Sainte-Fontaine (Lorraine).

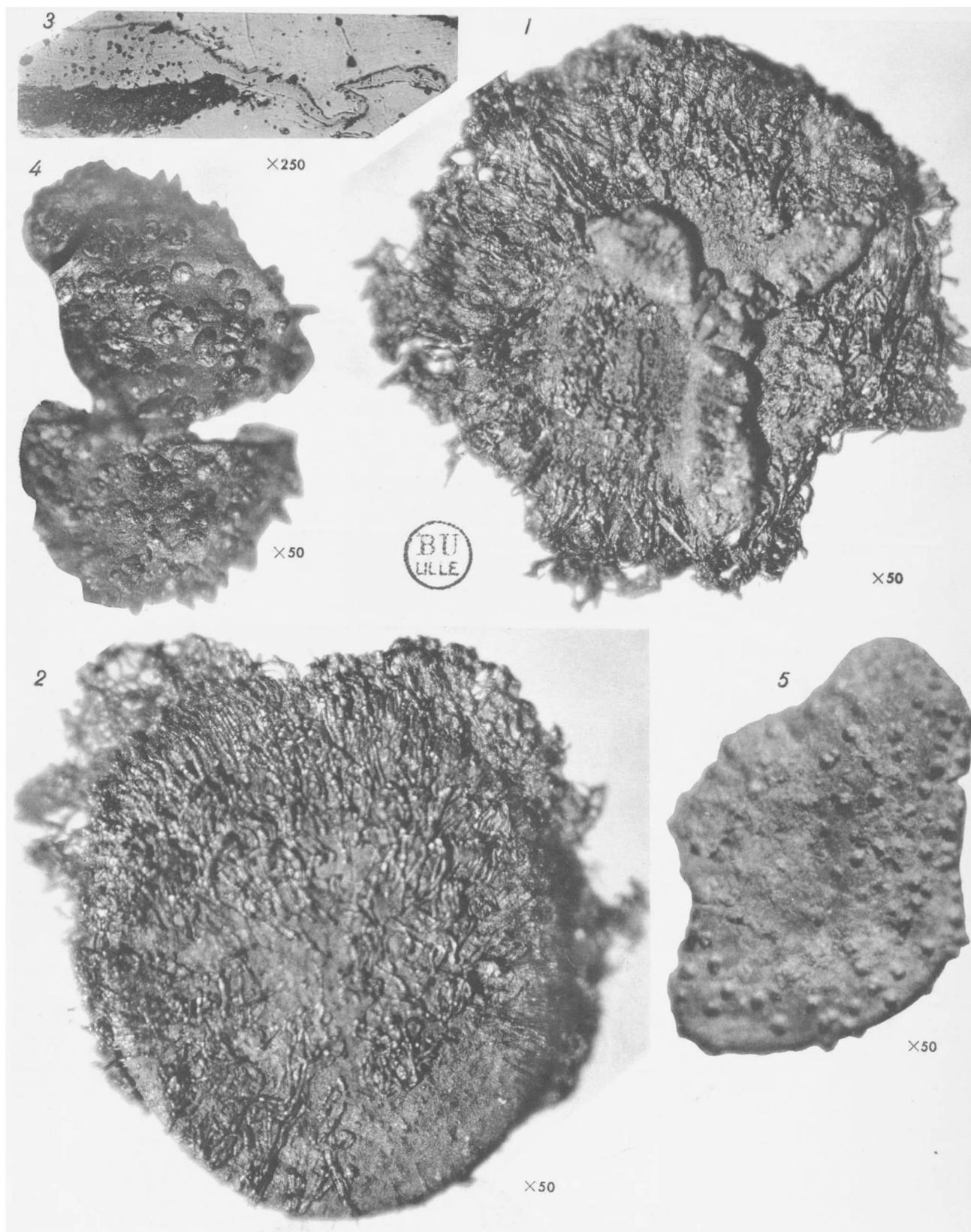
TYPE XV

Fig. 4. — Fragment de macrospore, portant des tubercules épineux.

ORIGINE : Veine Leuret d'Anzin (assise d'Anzin).

Fig. 5. — Un autre fragment du même type de spore.

ORIGINE : Hardingham, Fosse la Glaneuse.



Macrospores des types XIV et XV.

PLANCHE VIII



PLANCHE VIII

MACROSPORES DU TYPE XV (SUITE)

- Fig. 1.* — Macrospore épineuse, aplatie horizontalement et un peu obliquement.
s. c., surfaces de contact pustulées.
f. d., large fente de déhiscence ayant suivi les arêtes de l'Y.
ORIGINE : Mine d'Hardinghem.

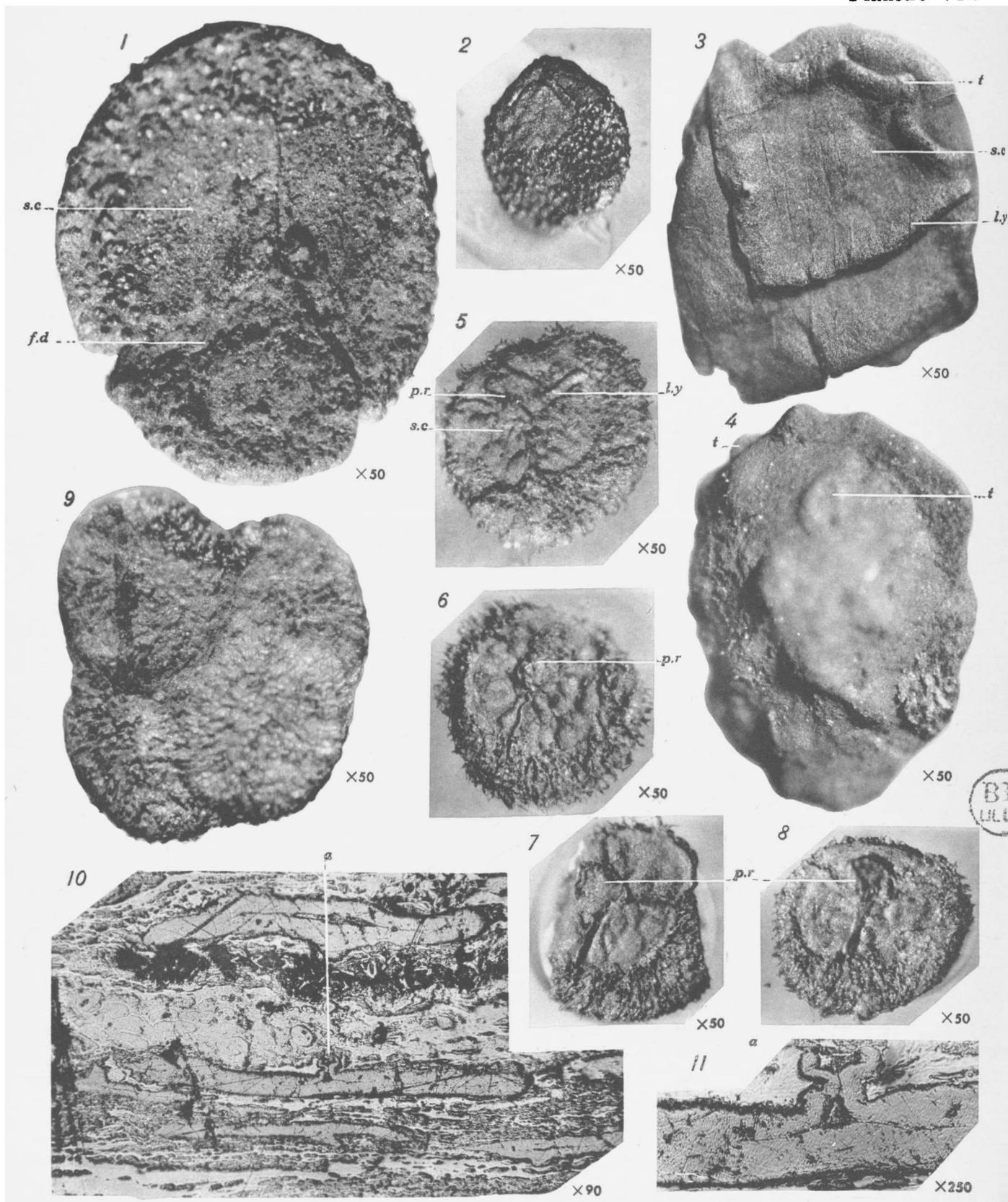
- Fig. 2.* — Petite macrospore, aplatie latéralement.
ORIGINE : Veine Carlos, Fosse N° 1 de Crespin.

TYPE XVI

- Fig. 3.* — Macrospore aplatie obliquement.
t., gros tubercules répartis sur la face externe de la spore.
l. y., arêtes de l'Y, droites et dépourvues de tubercules.
s. c., surfaces de contact.
ORIGINE : Veine 4, Fosse 7 de la Compagnie de Nœux.
- Fig. 4.* — Face externe du même type de spore, garnie de tubercules *t.*
ORIGINE : Veine Frédéric, Siège 7 de Liévin.

TYPE VII

- Fig. 5 à 8.* — Différents aspects de macrospores,
pr., protubérance
s. c., surfaces de contact chagrinées et sillonnées.
l. y., arêtes de l'Y courbées.
ORIGINE : Hardinghem.
- Fig. 9.* — 4 spores de même type accolées en tétrade.
MÊME ORIGINE.
- Fig. 10.* — Plusieurs spores du même type vues en surface polie. La protubérance médiane (*pr*) et les arêtes de l'Y sont visibles en section sur chacun des spécimens.
- Fig. 11.* — Partie *a* de la fig. 10, photographiée au grossissement 250 pour montrer l'ouverture de la protubérance au cours de la déhiscence de la spore.
-



Macrospores des types XV, XVI et XVII.

PLANCHE IX



PLANCHE IX

Fig. 1. — Section transversale d'une macrospore du type XVII dont la protubérance médiane est encore traversée par la fente de déhiscence.

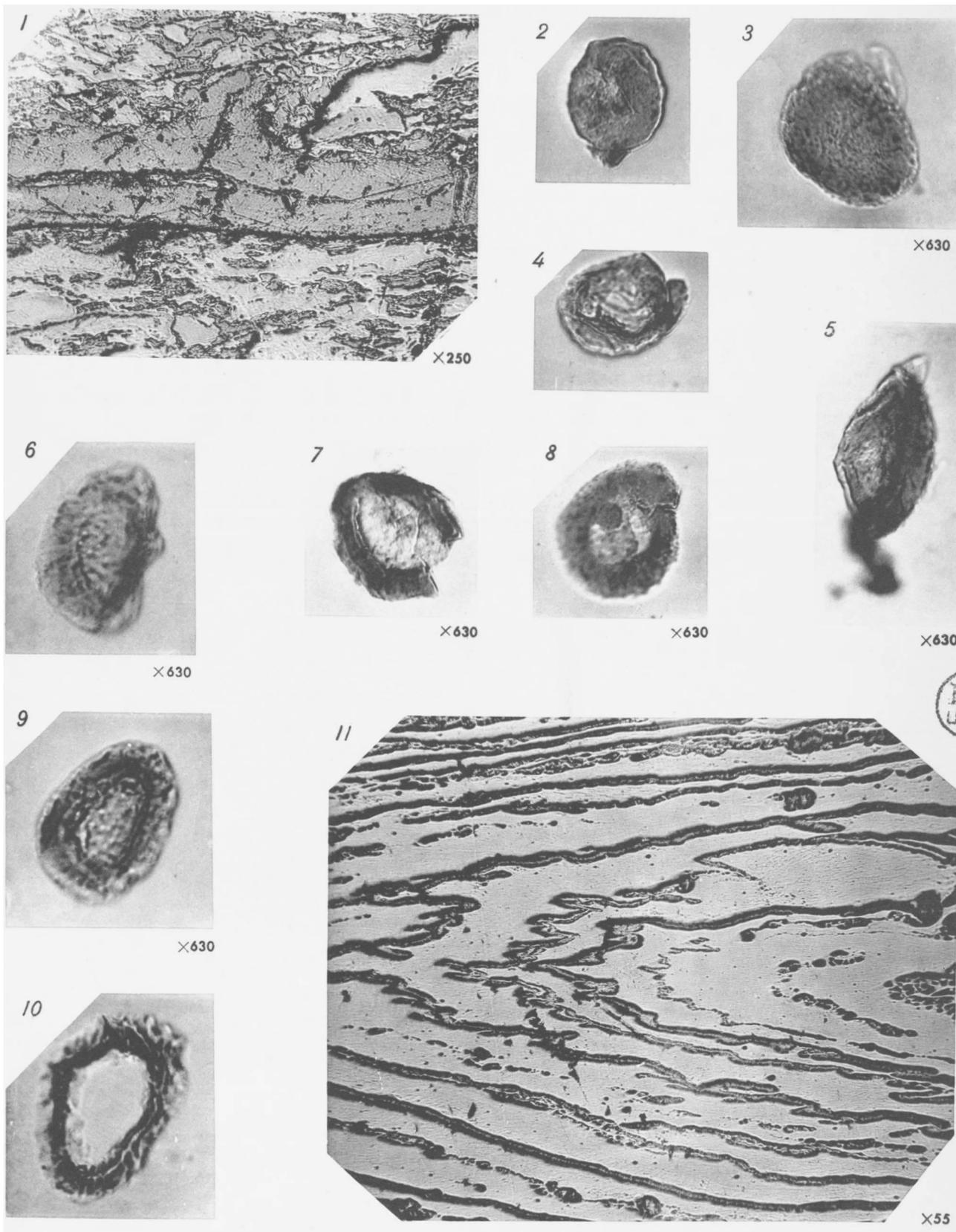
ORIGINE : Hardingham, fosse la Glaneuse.

Fig. 2-9. — Différents aspects de microspores réticulées et zonales au grossissement 630.

ORIGINE : Veine 4, Fosse 7, de Nœux.

Fig. 10. — Section verticale en surface polie qui montre l'empilement de cuticules, vraisemblablement l'extrémité d'un bourgeon terminal.

ORIGINE : Veine Soleil, puits Montferrad des mines de Roche-la-Molière et Firminy (Loire).



2 à 10. Microspores isolées.
1. Macrospore. — 11. Bourgeon en surface polie.

PLANCHE X



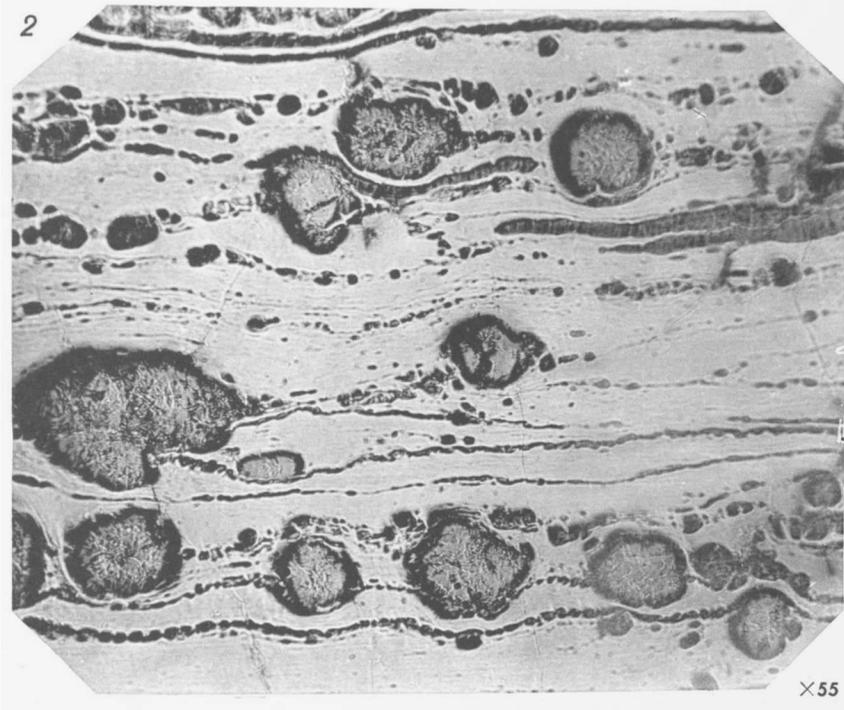
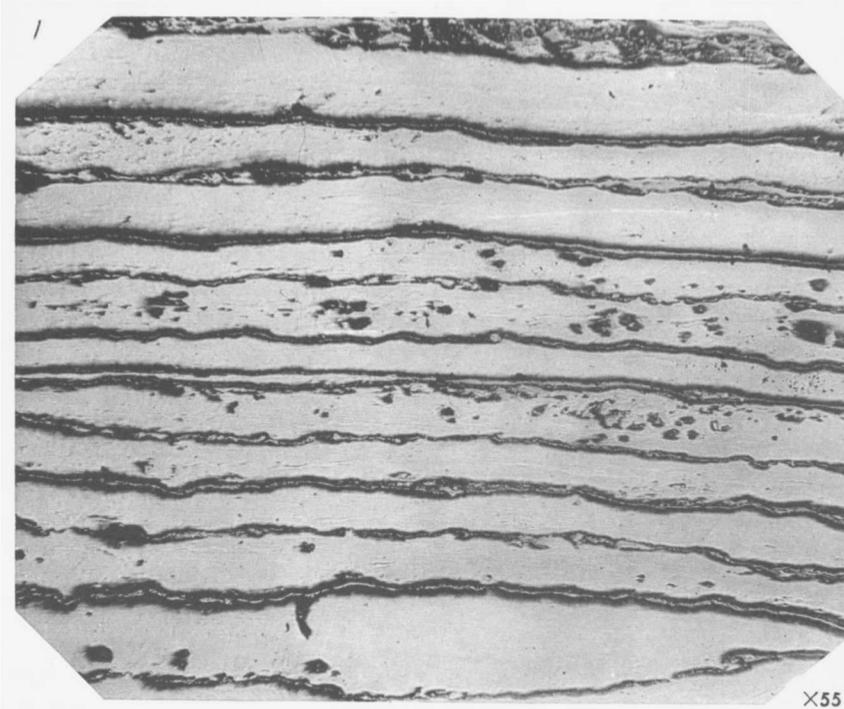
PLANCHE X

Fig. 1. — Empilement de cuticules.

ORIGINE : Veine du Soleil, puits Monterrad des mines de Roche-la-Molière
et Firminy (Loire). X. 55.

Fig. 2. — Cuticules qui ont pris l'aspect ondulé par le développement postérieur
des grains de carbonate de fer. X. 150.





1. Empilement de cuticules.
2. Cuticules et grains carbonatés tardifs.

SECONDE THÈSE

Propositions données par la Faculté

1° Les gisements de charbons de l'Iran.

2° Les caractères pétrographiques des charbons de spores. Leur importance et leur mode de répartition dans le gisement belgo-français.

Vu et Approuvé,
Lille, le 15 octobre 1936.
A. MAIGE.

Vu et permis d'imprimer,
Lille, le 16 octobre 1936.
Le Recteur de l'Académie de Lille,
A. CHATELET.