

L'utilisation des mégaspores en stratigraphie houillère,

par PIERRE PIÉRART (*).

Les mégaspores fossiles, que l'on peut isoler par oxydation des charbons peu évolués, sont utilisées avec succès depuis plusieurs années en stratigraphie houillère. Nous parlerons spécialement dans cette note des mégaspores, bien que les miospores, qui groupent les microspores, isospores et petites mégaspores, soient également étudiées avec d'excellents résultats par les stratigraphes.

Les mégaspores sont, à l'origine, des cellules groupées en une ou plusieurs tétrades à l'intérieur du mégasporange. Elles se développent en organes relativement complexes dont il ne subsiste généralement à l'état fossile que la membrane externe. Au cours du développement de la mégaspore il se forme un prothalle femelle avec archégones. Ces derniers, fécondés par les anthérozoïdes en milieu aquatique, engendrent les embryons des futures plantes qui émergent hors de la mégaspore grâce aux trois fentes de déhiscence de la marque trilete. La mégaspore est donc un organe de reproduction et de dissémination. Les mégaspores sont plus grandes que les spores mâles ou microspores; elles varient entre 200 microns et plusieurs millimètres; elles sont caractérisées par la marque trilete, indice du groupement en tétrade résultant de la division réductionnelle. Les mégaspores fossiles vidées de leur contenu sont souvent écrasées face proximale contre face distale; reconstituées elles ont la forme d'une pyramide plus ou moins réduite, dont les arêtes forment la marque trilete, limitée vers la base par une surface courbe plus ou moins hémisphérique. Chez les mégaspores fossilisées dans le charbon ou le schiste il ne subsiste plus que la partie externe du sporoderme, c'est-à-dire l'exospore avec parfois la périspore. Assez souvent dans les charbons peu évolués on retrouve la mésospore. Les mégaspores du Carbonifère étaient produites spécialement par les Lépidophytales, presque exclusivement hétérosporées, par les Calamitacées qui peuvent être homosporées ou hétérosporées et rarement par les Sphénophyllales où l'hétérosporie semble exceptionnelle.

(*) Texte remis en séance.

La distribution des mégaspores contenues dans les couches de houille permet de tirer des conclusions stratigraphiques détaillées ou plus générales.

Grâce aux variations quantitatives des espèces et à cause de leur succession au cours de la période carboniférienne, on peut distinguer trois modes d'utilisation des mégaspores en stratigraphie :

1. La corrélation de couches de charbon de part et d'autre d'une faille ou d'une zone de dérangement au sein d'une concession ou, à plus grande distance, entre deux ou plusieurs concessions voisines, ainsi que la détection des dichotomies de couches grâce à l'analyse détaillée de la veine.

2. La corrélation de faisceaux de couches d'après la distribution des espèces. La distinction de zones, d'assises et d'étages, basée sur la présence ou l'absence d'espèces plus ou moins caractéristiques.

3. Le secundo rend possible la comparaison de bassins houillers éloignés d'après la composition en mégaspores, spécialement quand les empreintes de végétaux sont rares ou absentes.

Malheureusement ces comparaisons d'ordre stratigraphique, basées sur l'analyse des spores, sont limitées aux charbons peu évolués. En effet, l'isolement des spores par macération à l'aide d'agents oxydants ne peut se réaliser que sur des charbons titrant au moins 25 % de matières volatiles.

Nous envisagerons dans cette note l'utilisation des mégaspores dans la corrélation de quelques couches de houille en Campine, dans la subdivision de la zone de Neeroeteren en faisceaux de couches, et enfin dans la comparaison des bassins houillers éloignés comme les gisements brésiliens de Rio Grande Do Sul avec celui de la Luena au Katanga.

MÉTHODES DE TRAVAIL.

La saignée complète d'une couche de charbon se fait à partir de fragments épousant plus ou moins la forme d'un parallépipède rectangle d'environ 10 cm de haut. Chaque échantillon est broyé et tamisé afin de recueillir la fraction comprise entre 2 et 5 mm. Après avoir homogénéisé la fraction granulométrique on prélève 10 g pour la macération, quantité généra-

lement suffisante pour obtenir un grand nombre de mégaspores. Grâce à cette méthode on peut évaluer le nombre absolu des mégaspores à chaque niveau de la couche. Sur le diagramme représentant la composition en mégaspores d'une couche nous aurons donc un reflet de la sédimentation des mégaspores au cours de l'édification de la couche. Ce diagramme donne également une représentation qualitative et quantitative absolue de chaque niveau; la somme de chaque type de mégaspore permet en outre d'établir le profil représentatif de la composition globale en mégaspores. On peut utiliser la partie globale du diagramme et le détail, spécialement en cas de dichotomie.

Pour macérer le charbon nous utilisons généralement la méthode de ZETZSCHE. Les temps de macération sont généralement 12 heures pour la bromuration, 5 heures pour l'oxydation à l'acide nitrique concentré et $\frac{1}{2}$ heure pour la dispersion des matières humiques par une solution de potasse à 5 %.

Cette méthode a été partiellement mise en échec lors de l'étude des couches 10 et 11/12 du Charbonnage de Houthalen (Campine). Nous avons dû modifier plusieurs fois la méthode afin de dégager un nombre suffisant de mégaspores déterminables, c'est-à-dire suffisamment propres.

Une première modification a été l'augmentation de la durée d'attaque à l'acide nitrique (24 heures au lieu de 5). L'augmentation de la durée d'attaque à l'acide nitrique diminue la quantité du refus au tamis et dans le cas de la couche 10 (de Houthalen) rend les mégaspores plus propres et donc plus facilement identifiables et, en plus, fait apparaître de nouvelles espèces, spécialement les petites formes comme *Triangulatisporites triangulatus*.

Une deuxième modification, qui semble avoir les mêmes résultats, a été le lavage à l'eau chaude après l'attaque à l'acide nitrique. A la température du laboratoire on utilise de l'eau froide, le mélange étant exothermique. Les essais ayant été effectués en plein air et en hiver, il semble nécessaire d'amorcer la réaction exothermique avec de l'eau plus ou moins chaude. Cette réaction exothermique débarrasse probablement les mégaspores de leur gangue carbonneuse.

Enfin une troisième modification a été rendue nécessaire dans l'étude des deux derniers échantillons de la couche 11/12 (de Houthalen). Nous avons supprimé la bromuration. En effet, pour un des échantillons traité avec le brome le refus au tamis était de 2 g pour 10 g, avec très peu de mégaspores dégagées

et indéterminables. Par contre, le même échantillon traité directement à l'acide nitrique livrait en grande quantité des mégaspores bien propres, débarrassées de leur gangue carbonneuse. La bromuration ne semble donc pas indispensable dans l'étude de certains charbons, au contraire. Ces derniers semblent exceptionnels car généralement la bromuration facilite l'extraction des mégaspores.

Ces constatations imposent une certaine prudence dans l'utilisation des mégaspores en vue de la corrélation des couches de houille. En effet, pour une même couche de charbon, dont la teneur en matières volatiles varie latéralement, il a été nécessaire de modifier les techniques de macération. *Il semble bien que ce soit particulièrement le nombre de spores qui varie suivant la technique utilisée ou suivant l'endroit du prélèvement*, et non les espèces bien que les petites formes puissent échapper. Il faut donc tenir compte de ces remarques dans l'interprétation des diagrammes et s'assurer que les mégaspores sont bien propres, critère de la réussite de la macération. En l'absence de mégaspores après la macération, un examen pétrographique est nécessaire afin de s'assurer de l'absence réelle de spores. Nous avons déjà constaté, précédemment, que l'aspect quantitatif des diagrammes d'une même couche de charbon était variable, sans pour cela modifier la courbe des pourcentages des différentes espèces. Il faut l'attribuer à la constitution très variable du charbon et à une réaction différente de celui-ci lors de la macération, due à sa variabilité ou aux conditions jamais identiques de l'expérience.

Pour terminer signalons que l'oxydation prolongée à l'acide nitrique peut rendre certaines mégaspores transparentes. Cette transparence permet une étude plus détaillée de la mégaspore. Disséquée dans l'eau sous le binoculaire, il est parfois possible d'isoler la mésospore et d'en étudier les caractéristiques morphologiques, parfois utiles dans la délimitation des espèces.

LA CORRÉLATION DES COUCHES DE CHARBON.

En 1955, dans notre étude sur quelques couches de houille du Westphalien B et C aux Charbonnages Limbourg Meuse, nous avons signalé que la composition en mégaspores d'une couche exploitable varie très peu sur une distance de 1 à 2 km.

Les identifications de couches sont possibles car généralement la veine ou une partie de celle-ci est caractérisée par une composition en spores qui la différencie des couches sus-jacentes ou sous-jacentes. La pratique montre que le pourcentage de certaines espèces, contenues dans une veine, varie plus ou moins vite suivant les espèces. Les espèces comme *Setosisporites hirsutus* et *Lagenosporites rugosus* varient généralement au point de vue quantitatif le long de la couche; elles constituent donc des espèces moins utiles dans la comparaison des couches. Par contre, des espèces comme *Tuberculatisporites mamillarius*, *Zonalesporites brasserti*, *Setosisporites praetextus*, *Superbisporites dentatus* et *superbus*, *Cystosporites varius* sont plus précieuses parce qu'elles se retrouvent sur de plus grandes étendues sans pour cela varier beaucoup.

L'on peut donc, grâce aux mégaspores, mettre en corrélation deux couches séparées par une faille. Ce type de corrélation est généralement très facile vu la proximité des deux prélèvements.

Dans ce travail nous avons tenté des corrélations à plus grande distance d'une concession à une autre. En nous servant des tonstein, étudiés principalement par notre collègue JAN SCHEERE, nous avons comparé la couche 70 de Beringen avec les couches 20, 20bis et 21 de Zolder et les couches 10 et 11/12 de Houthalen (Westphalien A, zone de Genk).

Dans le Westphalien C, nous avons comparé la couche G de Zwartberg avec la couche 40 de Limbourg Meuse.

COMPARAISON DE LA COUCHE 70 DE BERINGEN (un prélèvement) AVEC LA COUCHE 20 DE ZOLDER (deux prélèvements).

La comparaison du diagramme de la couche 70 (fig. 1) de Beringen avec les deux diagrammes de la couche 20 (fig. 2 et 3) de Zolder montre clairement que la partie supérieure de la couche 70, soit environ les 150 cm supérieurs, correspond à la couche 20 de Zolder, soit respectivement 144 cm pour le premier prélèvement et 181 cm pour le deuxième prélèvement.

Nous avons déjà publié les deux diagrammes (*in* SCHEERE, 1956) de la partie supérieure de la couche 70 de Beringen et du premier prélèvement de la couche 20 de Zolder. Ces deux diagrammes montraient une identité quasi parfaite malgré

l'éloignement des deux prélèvements séparés par une distance de 5 km. Rappelons que les deux courbes représentant les pourcentages des types de mégaspores sont pratiquement superposables. En outre, trois niveaux étaient repérables sur les diagrammes grâce à l'abondance de *Setosisporites praetextus*, *Zonalesporites brasserti*, *Tuberculatisporites mamillarius* et *Triangulatisporites triangulatus*, qui se succèdent suivant un rythme assez régulier du mur au toit.

Si l'on compare maintenant les trois diagrammes entre eux les conclusions restent les mêmes. Le tableau suivant indique les pourcentages des espèces les plus caractéristiques de la partie supérieure de la couche 70 ⁽¹⁾ et des deux prélèvements de la couche 20.

Espèces les plus caractéristiques et les plus constantes	Couche 70 (Beringen) partie supérieure 147 cm	Couche 20 de Zolder	
		1 ^{er} prélè- vement 144 cm	2 ^e prélè- vement 181 cm
<i>Tuberculatisporites mamillarius</i>	10,1 %	13,0 %	12,5 %
<i>Setosisporites praetextus</i>	12,8 %	10,0 %	11,0 %
<i>Zonalesporites brasserti</i>	30,8 %	16,5 %	27,6 %
<i>Triangulatisporites triangulatus</i>	6,1 %	9,0 %	6,0 %
<i>Superbisporites superbus</i>	0,8 %	3,0 %	3,5 %
<i>Cystosporites giganteus</i>	1,1 %	2,5 %	1,0 %
<i>Cystosporites varius</i>	7,4 %	11,8 %	17,0 %

Ces pourcentages sont fort similaires et permettent une belle corrélation entre trois points relativement éloignés, soit 4.940 m entre la couche 70 de Beringen et le premier prélèvement de la couche 20 de Zolder, 4.800 m entre la couche 70 de Beringen et le deuxième prélèvement de la couche 20 de Zolder et 2.070 m entre les deux prélèvements de la couche 20 de Zolder (voir fig. 7).

(1) La partie supérieure comprend les 12 échantillons supérieurs.

L'analyse détaillée des diagrammes relatifs à la couche 20 (fig. 2 et 3) révèle les correspondances suivantes :

1. L'échantillon 1 du premier prélèvement, compris entre 0 et 16 cm, et les échantillons 1 et 2 du deuxième prélèvement, compris entre 0 et 19 cm, sont caractérisés par un maximum de *Setosisporites hirsutus*, *Tuberculatisporites mamillarius*, *Triangulatisporites triangulatus* et *Cystosporites varius*.

2. Les échantillons 3 et 4 du premier prélèvement, compris entre 24 et 49 cm, et l'échantillon 5 du deuxième prélèvement, compris entre 32 et 42 cm, sont caractérisés par un maximum de *Zonalesporites brasserti*, *Setosisporites praetextus* et de nouveau *Cystosporites varius*.

3. L'échantillon 6 du premier prélèvement, compris entre 61 et 72 cm, et l'échantillon 9 du deuxième prélèvement, compris entre 77 et 87 cm, sont caractérisés par un maximum de *Tuberculatisporites mamillarius* et *Triangulatisporites triangulatus*. Ces maxima sont comparables à ceux observés en 1.

4. L'échantillon 11 du premier prélèvement, compris entre 111 et 118 cm, et les échantillons 15 et 16 du deuxième prélèvement, compris entre 143 et 161 cm, sont caractérisés par un maximum de *Tuberculatisporites mamillarius*, *Triangulatisporites triangulatus*, *Zonalesporites brasserti* et *Setosisporites praetextus*. Il s'agit en somme de l'apparition au même niveau des 2 associations signalées plus haut, c'est-à-dire, d'une part, l'association à *Tuberculatisporites mamillarius* et *Triangulatisporites triangulatus* et, d'autre part, l'association à *Setosisporites praetextus* et *Zonalesporites brasserti*. Ce raccord est confirmé en outre par l'abondance de *Superbisporites superbus* dans l'échantillon 12 du premier prélèvement compris entre 125 et 134 cm et dans l'échantillon 15 du deuxième prélèvement compris entre 154 et 161 cm.

**COMPARAISON DES COUCHES 20bis ET 21 DE ZOLDER
AVEC LA PARTIE INFÉRIEURE
DE LA COUCHE 70 DE BERINGEN.**

La couche 20bis (fig. 4) où nous l'avons prélevée était puissante de 18 cm. Les coordonnées du prélèvement sont à peu près les mêmes que celles du deuxième prélèvement de la couche 20. Il est un peu hasardeux de tenter une corrélation pour une couche aussi mince.

Couches 20 bis. Charbonnages de Helchenen-Zolder (1^{er} Prélèvement) Coordonnées: X = 71.800 Y = 67452
X = 71.765 Y = 67442.

Stérile Charbon en cm	Echantillons		Purssence en cm	Rebus ou Tons	en mg	%	Total des mégaspores		%
	1	2					1	2	
18	1	0 d 3	850						
	2	3 d 14	1 150						
18	Total des mégaspores		976				0,5	27,5	
77	1	0 d 12	1 150						
	2	12 d 22	350						
77	3	22 d 29	350						
	4	23 d 37	750						
77	5	37 d 47	590						
	6	47 d 48	270						
0 77 77	Total des mégaspores		1 797				3,6	20,2	
							2	11	
							1,5	0,5	1,5
							4	0,2	
							2	0,1	
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							4	0,2	4
							1,5	0,8	
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2	2,2
							1,5	0,8	
							4	0,2	4
							2,2	0,2</	

Néanmoins l'échantillon 1 de la couche 20bis (fig. 4) compris entre 0 et 9 cm correspond très bien avec les échantillons 16 et 17 de la couche 70 de Beringen compris entre 180 et 198 cm. Nous y relevons en nombre absolu d'individus les espèces suivantes reproduites au tableau ci-contre.

Espèces caractéristiques	Couche 70 de Beringen		Couche 20bis de Zolder Éch. 1
	Éch. 16	Éch. 17	
<i>Valvisporites nigrozonalis</i>	66	—	27
<i>Setosporites hirsutus</i>	59	199	230
<i>Tuberculatisporites mamillarius</i>	79	266	230
<i>Triangulatisporites triangulatus</i>	118	159	72
<i>Setosporites praetextus</i>	442	359	221

Nous rattachons donc la couche 20bis de Helchteren et Zolder au niveau compris entre 180 et 198 cm de la couche 70 de Beringen.

Néanmoins l'échantillon 2 de la couche 20bis de Zolder compris entre 9 et 18 cm ne correspond à rien.

La couche 21 (fig. 4) de Helchteren et Zolder, puissante de 77 cm à l'endroit où nous l'avons prélevée, se rattache difficilement au point de vue palynologique à la partie inférieure de la couche 70 de Beringen.

Cystosporites varius domine sur toute l'épaisseur de la couche 21; il est absent dans la partie inférieure de la couche 70.

Setosporites praetextus est pratiquement absent dans la couche 21 et est très abondant dans toute la partie inférieure de la couche 70.

Tuberculatisporites mamillarius et *Triangulatisporites triangulatus* sont faiblement représentés dans la couche 21; ils sont abondants dans la partie inférieure de la couche 70.

Enfin, le raccord proposé plus haut entre la couche 20bis et le niveau de la couche 70 compris entre 180 et 198 cm rend difficile un raccord entre la couche 21 et la partie inférieure de la couche 70 de Beringen (sur la base des mégaspores).

Tout se présente comme si le sillon inférieur de la couche 70 s'était aminci au cours du wash-out (par érosion ?) pour donner la couche 20bis.

Malgré ces observations il existe une certaine analogie entre les échantillons 19 et 20 de la couche 70 compris entre 225 et 239 cm et les échantillons 4 et 5 de la couche 21 de Helchteren-Zolder compris entre 29 et 47 cm. On y trouve notamment *Laevigatisporites glabratus*, un peu de *Zonalesporites brasserti* et *Triangulatisporites triangulatus*. Cette comparaison reste donc hypothétique. On pourrait, ici, supposer que c'est la couche 21 qui s'est amincie vers l'Ouest à cause du wash-out, ou à cause d'une sédimentation plus faible.

Il serait intéressant de constater si la couche 22 de Helchteren et Zolder se rattache effectivement à la partie inférieure de la couche 70 ou si elle ne se termine pas en coin vers l'Ouest.

Ces difficultés d'explication indiquent que les corrélations sont plus difficiles à établir entre des régions qui ont subi des subsidences différentes, ayant pour conséquence des modifications écologiques et floristiques.

COMPARAISON DE LA COUCHE 20 DE ZOLDER AVEC LES COUCHES 10 ET 11/12 DE HOUTHALEN.

La comparaison de la couche 20 de Zolder avec les couches 10 et 11/12 (fig. 5 et 6) est un peu malaisée probablement à cause de la sédimentation plus importante à Houthalen. Il est néanmoins possible de déceler la même succession rythmique de l'association à *Tuberculatisporites mamillarius* et *Triangulatisporites triangulatus* avec l'association à *Zonalesporites brasserti* et *Setosisporites praetextus*.

L'échantillon 5 du deuxième prélèvement de Zolder compris entre 32 et 42 cm et l'échantillon 5 de la couche 10 de Houthalen compris entre 57 et 75 cm sont caractérisés par un maximum de *Setosisporites praetextus* et *Zonalesporites brasserti*.

L'échantillon 9 du deuxième prélèvement de Zolder compris entre 77 et 87 cm et les échantillons 7 et 8 de la couche 10 de Houthalen compris entre 100 et 127 cm sont caractérisés par un maximum de *Tuberculatisporites mamillarius* et *Triangulatisporites triangulatus*.

La couche 11/12 de Houthalen semble plus difficilement comparable. On y décèle 2 maxima à *Tuberculatisporites mamillarius*, 3 maxima à *Setosisporites praetextus* et 2 maxima à

Couche 10 - Charbonnage de Houthaeten - Coordonnées: X = 77007 Y = 77116

Stérile Charbon en cm	no Echantillons	Présence en cm		Réserve de Tons en mg	Total des Mégaspores 1836	%	Total des Mégaspores 1836	%
		en cm	en mg					
80	1	0 d 8	1250					
	2	0 d 20	440					
	3	2 d 0 d 4	4000					
	4	4 d 4 d 7	1000	1				
	5	57 d 12	430					
	6	7 d 20	1700	3				
	7	100 d 17	330	67				
	8	17 d 21 d 7	330	42				
	9	10 d 10	730	12				
	10	10 d 10	370	12				
70								
60								
50								
40								
30								
20								
10								
0								

FIG. 5.

Couche 11/12. Charbonnage de Houthaëlen. Coordonnées. X = 70.447 Y = 71.536

Stérile Charbon en cm	no Echantillons	Pousseuse en cm	Réf. du forme en mg	%	
				1911-1912	1944
27	1	0 d 12	1000	8	0,5
	2	12 d 27	250	50	28,5
24	3	41 d 23	210	8	0,5
	4	33 d 20	200	76	10,07
42	5	70 d 23	200	79	4,9
	6	701 d 119	1450	5	13,6
22	7	112 d 132	1000	62	35,4
	8	144 d 150	1000	3	1,2
100	9	100 d 113	250	28	1,2
	10	125 d 142	1100	42	1,2
39 103	11	145 d 136	450	14	1,2
	12	116 d 202	250	42	1,2
208	13	116 d 202	250	42	1,2
	14	145 d 136	450	14	1,2
	15	145 d 136	450	14	1,2
	16	145 d 136	450	14	1,2
	17	145 d 136	450	14	1,2
	18	145 d 136	450	14	1,2
	19	145 d 136	450	14	1,2
	20	145 d 136	450	14	1,2
	21	145 d 136	450	14	1,2
	22	145 d 136	450	14	1,2
	23	145 d 136	450	14	1,2
	24	145 d 136	450	14	1,2
	25	145 d 136	450	14	1,2
	26	145 d 136	450	14	1,2
	27	145 d 136	450	14	1,2
	28	145 d 136	450	14	1,2
	29	145 d 136	450	14	1,2
	30	145 d 136	450	14	1,2
	31	145 d 136	450	14	1,2
	32	145 d 136	450	14	1,2
	33	145 d 136	450	14	1,2
	34	145 d 136	450	14	1,2
	35	145 d 136	450	14	1,2
	36	145 d 136	450	14	1,2
	37	145 d 136	450	14	1,2
	38	145 d 136	450	14	1,2
	39	145 d 136	450	14	1,2
	40	145 d 136	450	14	1,2
	41	145 d 136	450	14	1,2
	42	145 d 136	450	14	1,2
	43	145 d 136	450	14	1,2
	44	145 d 136	450	14	1,2
	45	145 d 136	450	14	1,2
	46	145 d 136	450	14	1,2
	47	145 d 136	450	14	1,2
	48	145 d 136	450	14	1,2
	49	145 d 136	450	14	1,2
	50	145 d 136	450	14	1,2
	51	145 d 136	450	14	1,2
	52	145 d 136	450	14	1,2
	53	145 d 136	450	14	1,2
	54	145 d 136	450	14	1,2
	55	145 d 136	450	14	1,2
	56	145 d 136	450	14	1,2
	57	145 d 136	450	14	1,2
	58	145 d 136	450	14	1,2
	59	145 d 136	450	14	1,2
	60	145 d 136	450	14	1,2
	61	145 d 136	450	14	1,2
	62	145 d 136	450	14	1,2
	63	145 d 136	450	14	1,2
	64	145 d 136	450	14	1,2
	65	145 d 136	450	14	1,2
	66	145 d 136	450	14	1,2
	67	145 d 136	450	14	1,2
	68	145 d 136	450	14	1,2
	69	145 d 136	450	14	1,2
	70	145 d 136	450	14	1,2
	71	145 d 136	450	14	1,2
	72	145 d 136	450	14	1,2
	73	145 d 136	450	14	1,2
	74	145 d 136	450	14	1,2
	75	145 d 136	450	14	1,2
	76	145 d 136	450	14	1,2
	77	145 d 136	450	14	1,2
	78	145 d 136	450	14	1,2
	79	145 d 136	450	14	1,2
	80	145 d 136	450	14	1,2
	81	145 d 136	450	14	1,2
	82	145 d 136	450	14	1,2
	83	145 d 136	450	14	1,2
	84	145 d 136	450	14	1,2
	85	145 d 136	450	14	1,2
	86	145 d 136	450	14	1,2
	87	145 d 136	450	14	1,2
	88	145 d 136	450	14	1,2
	89	145 d 136	450	14	1,2
	90	145 d 136	450	14	1,2
	91	145 d 136	450	14	1,2
	92	145 d 136	450	14	1,2
	93	145 d 136	450	14	1,2
	94	145 d 136	450	14	1,2
	95	145 d 136	450	14	1,2
	96	145 d 136	450	14	1,2
	97	145 d 136	450	14	1,2
	98	145 d 136	450	14	1,2
	99	145 d 136	450	14	1,2
	100	145 d 136	450	14	1,2

FIG. 6.

Zonales brasserti correspondant à 2 maxima de *Setosisporites praetextus*.

Les échantillons 1 et 2 de la couche 11/12 de Houthalen compris entre 0 et 27 cm sont caractérisés par un maximum de *Setosisporites praetextus* et *Zonalesporites brasserti*. On pourrait éventuellement le comparer à l'échantillon 11 du premier prélèvement de la couche 20 compris entre 111 et 118 cm (ce qui correspond plus ou moins aux échantillons 13, 14 et 15 du

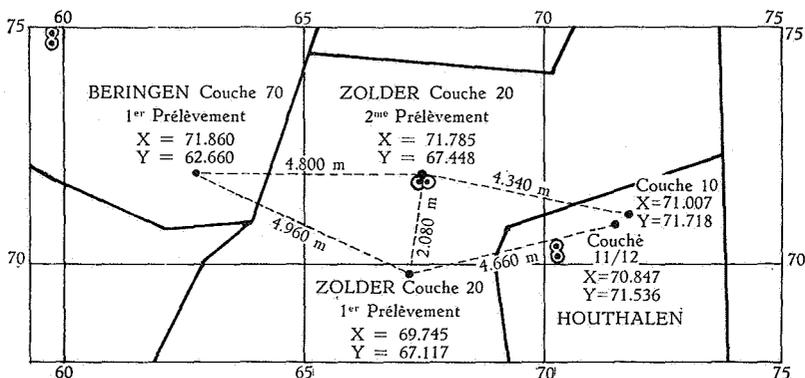


FIG. 7. — Position des prélèvements en couche 70 de Beringen, en couches 20, 20bis et 21 de Zolder et en couches 10, 11/12 de Houthalen.

deuxième prélèvement de la couche 20 compris entre 120 et 154 cm.)

Les échantillons 4 et 5 de la couche 11/12 de Houthalen compris entre 59 et 83 cm sont comparables à l'échantillon 13 du deuxième prélèvement de la couche 20 compris entre 120 et 132 cm. En effet, ils sont caractérisés par un maximum de *Tuberculatisporites mamillarius* précédant une zone à *Cystosporites varius*.

Les échantillons 7 et 8 de la couche 11/12 de Houthalen compris entre 119 et 150 cm correspondent à l'échantillon 11 du premier prélèvement de la couche 20 compris entre 111 et 118 cm. Bref, on a l'impression que les échantillons de 1 à 8 de la couche 11/12 de Houthalen compris entre 0 et 150 cm correspondent en gros aux échantillons de 13 à 16 de la couche 20 (deuxième prélèvement) compris entre 120 et 161 cm.

La sédimentation a donc été plus importante à Houthalen.

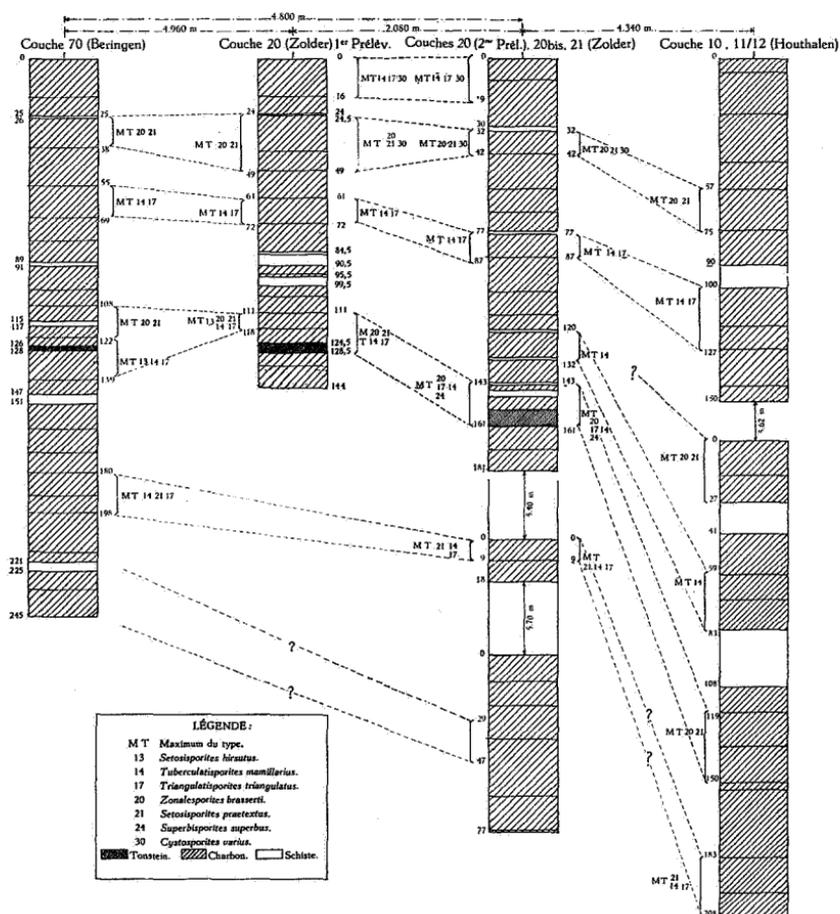


FIG. 8. — Tableau d'ensemble des corrélations entre les couches 70 de Beringen, 20, 20bis et 21 de Zolder et 10, 11/12 de Houthalen.

Enfin les échantillons 11 et 12 de la couche 11/12 de Houthalen compris entre 183 et 208 cm correspondent probablement à l'échantillon 1 de la couche 20bis de Helchteren et Zolder.

La figure 8 résume les corrélations établies entre les couches 70 de Beringen, 20, 20bis et 21 de Zolder et 10, 11/12 de Houthalen.

**COMPARAISON ENTRE LA COUCHE G DE ZWARTBERG
ET LA COUCHE 40 DE LIMBOURG MEUSE.**

La comparaison entre la couche G de Zwartberg et la couche 40 de Limbourg Meuse est difficile probablement à cause de la grande distance des deux prélèvements (environ 13 km).

Certes, il existe quelques analogies entre les deux diagrammes, mais ces derniers n'autorisent pas une corrélation certaine basée sur les mégaspores. L'examen des couches sus-jacentes et sous-jacentes permettra probablement de conclure d'une façon définitive. En particulier on peut remarquer certaines correspondances :

1. Présence de *L. glabratus* au-dessus et en dessous du Tonstein.

2. Présence de *T. mamillarius* sur toute l'épaisseur.

3. Zone à *S. praetextus* au-dessus et en dessous du niveau à Tonstein mais un décalage existe entre les deux diagrammes. Dans le diagramme de la couche G les deux zones à *S. praetextus* sont fort rapprochées du Tonstein, alors que dans la couche 40 ces zones sont éloignées.

4. La présence de *Z. brasserti* dans le haut de la couche 40 sur une épaisseur de 92 cm et dans le haut de la couche G sur une épaisseur de 23 cm semblerait indiquer que la partie supérieure de la couche 40, soit environ 50 à 70 cm, ne correspond pas à la couche G ou que la sédimentation a été plus importante lors du dépôt de la couche 40 (ce qui expliquerait le décalage des 2 zones à *S. praetextus*).

Si l'on compare les deux diagrammes établis d'après les deux prélèvements de la couche 40 des Charbonnages Limbourg Meuse échantillonnés respectivement dans le 1^{er} Bouveau Nord à 600 et le 1^{er} Bouveau Nord à 700 et distants d'environ 850 m, l'on constate une bonne corrélation.

L'échantillon 1 du premier prélèvement compris entre 0 et 9 cm et l'échantillon 1 du deuxième prélèvement compris également entre 0 et 9 cm sont caractérisés par un maximum de *Setosisporites hirsutus* et de *Zonalesporites brasserti*.

Les échantillons 3, 4 et 5 du premier prélèvement compris entre 23 et 52 cm et les échantillons 4, 5 et 6 du deuxième pré-

lèvement compris entre 28 et 61 cm sont caractérisés par *Setosporites praetextus* et en partie par *Valvisporites appendiculatus*.

Enfin, l'échantillon 14 du premier prélèvement compris entre 144 et 156 cm et l'échantillon 13 du deuxième prélèvement compris entre 135 et 142 cm sont caractérisés par l'abondance de *Lagenicula horrida* (1).

On constate également que les corrélations basées sur les spores se superposent exactement avec celles basées sur les tonsteins.

DESCRIPTION DE QUELQUES ESPÈCES.

Au cours de nos recherches stratigraphiques, nous sommes tombés sur des individus difficilement déterminables ou appartenant à des espèces encore mal définies ou peu connues. Nous en donnons une courte description.

De plus nous avons figuré quelques espèces caractéristiques des différents bassins étudiés (voir Pl. I à VI).

Valvisporites flavus (STACH et ZERNDT) POT. et KREMP.

(Pl. I, fig. 1-4.)

Valvisporites flavus (STACH et ZERNDT) POT. et KREMP. — Pot. et KREMP, Palaeontographica, B. 99, Abt. B, S. 95, T. 6, fig. 39 et 42 (1956).

Mégaspores comprimées en position proximale-distale, à contour circulaire subtriangulaire ou subhexagonal, de 950 à 1.250 μ de large. Arêtes triradiaires aussi longues que le rayon de la spore, épaisses et hautes de 100 à 150 μ .

Crêtes arquées formant un bourrelet plus ou moins aplati de 100 μ de large.

Surfaces de contact lisses. Face distale également.

Distribution. — Westphalien B, C et D (?).

Laevigatisporites glabratus (ZERNDT) POT. et KREMP

f. **trilinguatus** f. nov.

(Pl. IV, fig. 13.)

Forme juvénile de *Laevigatisporites glabratus* caractérisée par trois appendices en forme de langue prenant naissance sur les

(1) Cette espèce est généralement localisée à la base de la couche.

surfaces de contact et dirigées vers le sommet de la mégaspore. La valeur systématique de ce nouveau groupe est douteuse; nous n'en avons trouvé qu'un individu bien caractérisé. La découverte de nouveaux individus bien différenciés justifierait une nouvelle espèce.

Lieu de récolte. — Zolder, couche 20, deuxième prélèvement, niveau 1.

Lagenosporites rugosus (LOOSE) POT. et KREMP.

(Pl. IV, fig. 15 et 16.)

Lagenosporites rugosus (LOOSE) POT. et KREMP. — POT. et KREMP, Palaeontographica, B. 98, Abt. B, S. 122, T. 4, fig. 22 (1955).

DYKSTRA (1946) a déjà insisté sur la variabilité de cette espèce, au sein de laquelle il distingue 3 formes.

Les individus que nous avons trouvés à Beringen et à Zolder sont quelque peu intermédiaires entre *Lagenicula subpilosa* et *Lagenosporites rugosus*. Ils sont de grande taille, allant de 750 à 1.200 μ de large. La membrane est densément recouverte de punctuations ou de fibrilles pouvant atteindre 15 à 30 μ de haut. Nous la considérerons comme une forme particulièrement bien développée de *L. rugosus*.

Remarque. — Cette forme est plus proche de *L. rugosus* que de *L. subpilosa*; elle ressemble plus à *Lagenosporites spinuliformis* BHARDWAJ et KREMP qu'à *Triletes subpilosus* f. *major* DIJKSTRA.

Nous aurions plutôt tendance à considérer nos individus comme une variété *spinuliformis* de *L. rugosus*, variété qui serait synonyme de l'espèce de BHARDWAJ et KREMP.

Superbisporites superbus ? (BARTLETT) POT. et KREMP.

(Pl. III, fig. 9 et 10; Pl. IV, fig. 14.)

Superbisporites superbus (BARTLETT) POT. et KREMP. — POT. et KREMP, Palaeontographica, B. 99, Abt. B, S. 138 (1956).

Les échantillons que nous avons figurés ressemblent étrangement à *Superbisporites dentatus*. Les marques triletes sont

cependant assez hautes et se prolongent jusque dans la frange équatoriale. Étant donné leur petite taille nous les considérons comme des formes jeunes de *Superbisporites superbus*. Les quelques individus que nous avons trouvés varient entre 1.000 et 1.300 μ de large; ils étaient associés à des *Zonalesporites brasserti* et des *Setosisporites praetextus*.

Microsporites radiatus (IBRAHIM) DIJKSTRA.

(Pl. IV, fig. 11 et 12.)

Microsporites radiatus (IBRAHIM) DIJKSTRA. — POT. et KREMP, Palaeontographica, B. 99, Abt. B., p. 157, T. 20, fig. 449 et 450 (1956).

Miospores de grande taille se retrouvant parfois en compagnie des mégaspores dans le refus au tamis. De 250 à 400 μ de large; corps de la spore trilete entouré d'un vaste sac aérifère. Probablement synonyme de *Microsporites karczewskii*.

Distribution. — Du Namurien A au Westphalien B.

COMPARAISON DE FAISCEAUX DE COUCHES ET CARACTÉRISATION DE ZONES.

L'étude d'un grand nombre de couches permet d'établir une stratigraphie basée sur la disparition ou l'apparition d'espèces. Le Westphalien C supérieur se prête bien à ce genre d'étude. L'étude des sondages, en particulier, permet, même quand le carottage du charbon est mauvais, d'établir des échelles stratigraphiques fort intéressantes et même des corrélations de couches particulières.

L'étude des trois grands sondages de recherche forés dans la concession de Neeroeteren, à savoir les sondages 110 (Schootshei), 113 (Neerheide) et 117 (De Hoeven), nous a permis de confirmer l'âge Westphalien C supérieur et de plus de subdiviser la zone de Neeroeteren en 3 faisceaux grâce à la présence d'espèces caractéristiques. Cette zone est caractérisée par 3 espèces abondantes : *Superbisporites dentatus* (Pl. VI), *Triletisporites tuberculatus* (Pl. VI) et *Setosisporites pseudotenuispinosus*.

L'ordre d'apparition de ces espèces et leur distribution particulière permet d'établir la subdivision suivante :

Zone de Neeroeteren (~ 600 m.)	}	III	Faisceau caractérisé par <i>Superbisporites dentatus</i> et <i>Trilethisporites tuberculatus</i>	} environ 150 m.
		II	Faisceau caractérisé par <i>Zonalesporites brasserti</i> , <i>Setosisporites pseudotenuispinosus</i> et <i>Superbisporites dentatus</i>	} environ 150 m.
		I	Faisceau caractérisé par <i>Zonalesporites brasserti</i> et <i>Superbisporites dentatus</i>	} au moins 200 m.

Nous renvoyons le lecteur à la publication in extenso de cette étude parue dans les mémoires de l'Association pour l'Étude de la Paléontologie et de la Stratigraphie houillères.

COMPARAISON DES BASSINS HOUILLERS ÉLOIGNÉS.

La comparaison des bassins houillers plus ou moins éloignés est souvent facilitée quand l'examen des mégaspores et des miospores est possible. La stratigraphie des spores distribuées dans les charbons de l'Europe commence à être bien connue; elle permet des corrélations souvent fort précises principalement au niveau du Westphalien. Dans le Carbonifère inférieur également, l'on trouve des mégaspores caractéristiques mais variables suivant les bassins (DIJKSTRA). Les comparaisons peuvent s'étendre à tout l'hémisphère boréal, c'est ainsi que l'on a trouvé des espèces identiques en Europe et en Amérique du Nord (ARNOLD, SCHEMEL, etc.). La corrélation des bassins houillers, basée sur l'examen des spores, devient encore plus intéressante quand les empreintes des végétaux rares ou absents rendent les comparaisons difficiles.

La comparaison des gisements houillers de Rio Grande Do Sul (Brésil) avec ceux de la Luena (Katanga) constitue un bel exemple de comparaison à grande distance.

En 1895, dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, ZEILLER signalait déjà que la flore houillère de Rio Grande Do Sul était constituée d'éléments propres à la flore à *Glossopteris* plus des éléments de l'hémisphère boréal comme *Lepidophloios laricinus*, *Lepidodendron pedroanum*, des Sigillaires et enfin des mégaspores qui caractérisent les houilles formées

principalement par les Lépidoxytales. Cette association mixte permettait d'attribuer à ces gisements un âge permien. DIJKSTRA a récemment décrit une série de mégaspores des mêmes bassins brésiliens et les a comparées avec celles des charbons indous. Peu d'espèces étaient identiques ou semblables.

Grâce à des charbons récoltés aux charbonnages de la Luena (Katanga) ⁽¹⁾ nous avons trouvé des associations de mégaspores très semblables à celles trouvées par DIJKSTRA dans les gisements de Rio Grande Do Sul.

Parmi les espèces les plus communes, trouvées dans les charbons de la Luena, nous citerons *Triletes endosporitiferus* PREM SINGH (= *Duosporites congoensis* HOEG) (Pl. V, fig. 18, 20, 22) commun à l'Inde, l'Afrique et le Brésil, et synonyme de *Triletes nitens* DIJKSTRA, *Triletes trivedii* DIJKSTRA (Pl. V, fig. 19) également commun à l'Inde, l'Afrique et le Brésil, *Triletes tenuis* DIJKSTRA, *Triletes brasiliensis* DIJKSTRA (Pl. V, fig. 21) et *Triletes furcatus* DIJKSTRA (Pl. V, fig. 17) espèces communes au Brésil et au Katanga. Les miospores semblent avoir une répartition plus vaste puisque nous avons trouvé des espèces appartenant aux genres *Pityosporites*, *Nuskoisporites* et *Luechisporites* connus de l'Australie. Citons notamment *Nuskoisporites* (?) *gondwanensis* BALME et HENNELY, *Granulatisporites trisinus* BALME et HENNELY, *Punctatisporites gretensis* BALME et HENNELY, *Calamospora diversiformis* BALME et HENNELY, *Luechisporites* (?) cf. *amplus* BALME et HENNELY, *Vestigisporites* sp., etc. Ces genres semblent avoir été retrouvés par POTONIÉ et KLAUS dans des dépôts salins alpins datant du Permien ou du Triasique, ce qui confirmerait peut-être l'extension vers le Nord de certains éléments de la flore à *Glossopteris*.

Les charbons de la Luena et de Rio Grande Do Sul sont donc fort semblables au point de vue des mégaspores. On peut même assurer que les charbons du Katanga ont une plus grande ressemblance (au point de vue mégaspores) avec ceux du Brésil qu'avec ceux de l'Inde étudiés par SURANGE et ses collaborateurs. Signalons également que l'origine des mégaspores trouvées au Brésil et en Afrique est plus facilement explicable qu'aux Indes grâce à la présence de Lépidoxytales. *Triletes furcatus* DIJKSTRA appartient au genre *Setosisporites* de même que *Triletes brasi-*

(1) Nous remercions les charbonnages de la Luena qui ont bien voulu nous transmettre des échantillons de charbon. L'étude palynologique de ces charbons paraîtra ultérieurement.

liensis DIJKSTRA appartient très vraisemblablement au genre *Lagenosporites*; ces deux genres sont typiques de l'hémisphère boréal. On peut donc présumer que ces deux espèces sont issues de *Lepidophytales*. Les autres espèces de mégaspoires (*T. endosporitiferus*, *T. trivedii*, *T. tenuis*) semblent appartenir au genre *Duosporites* (= *Biharisporites* POTONIÉ, 1956), genre austral dont l'origine est encore mystérieuse. Des recherches dans les bassins houillers du Katanga devraient normalement mettre à jour une flore à Lépidophytales associée à la flore à *Glossopteris* comme au Brésil et en Afrique du Sud. Il serait également intéressant de rechercher l'extension de cette flore mixte vers le Sud et spécialement dans le continent antarctique où l'on a signalé une flore à *Glossopteris* et le genre *Pityosporites*.

ASSOCIATION
POUR L'ÉTUDE DE LA PALÉONTOLOGIE
ET DE LA STRATIGRAPHIE HOULLÈRES.

BIBLIOGRAPHIE.

- ARNOLD, CH. A., 1950, Megaspores from the Michigan Coal Basin. (*Contrib. Mus. Paleont. Univ. Michigan, Ann Arbor*, vol. VIII, n° 5, pp. 59-111, 18 pl.)
- BALME, B. E. and HENNELLY, J. P. F., 1955, Bisaccate Sporomorphs from Australian Permian Coals. (*Aust. J. Bot.*, Melbourne, vol. 3, n° 1, pp. 89-98, 6 pl.)
- 1956, Monolete, Monocolpate, and Alete Sporomorphs from Australian Permian Sediments. (*Ibid.*, Melbourne, vol. 4, n° 1, pp. 54-67, 3 pl.)
- 1956, Trilete Sporomorphs from Australian Permian Sediments. (*Ibid.*, Melbourne, vol. 4, n° 3, pp. 240-260, 10 pl.)
- DELMER, A., 1949, Présentation d'un nouvel état du tableau stratigraphique des sondages, avalereses et travers-bancs du bassin houiller de la Campine. (*Ann. Soc. géol. Belg.*, Liège, t. LXXII, pp. B 469-473.)
- DIJKSTRA, S. J. and VAN VIERSEN TRIP, P. H., 1946, Eine monographische Bearbeitung des karbonischen Megasporen. (*Meded. geol. Sticht.*, Maastricht, ser. C-III-1, n° 1, 101 p., 16 pl.)
- DIJKSTRA, S. J., 1952, The stratigraphical value of megaspores. (*C. R. III^e Congr. Strat. Géol. Carbonif. Heerlen 1951*, Maastricht, t. I, pp. 163-168, 3 pl., 2 tabl.)
- 1955, La corrélation des veines de charbon par les mégaspoires. (*Publ. Ass. Étud. Paléont.*, Bruxelles, n° 21, pp. 105-118, 2 fig., 2 tabl., pl. A.)
- 1955, The Megaspores of the Westphalian D and C. (*Meded. geol. Sticht.*, Maastricht, nieuwe serie, n° 8, pp. 5-11, 2 pl.)
- 1955, Some Brazilian megaspores, Lower Permian in age, and their comparison with Lower Gondwana spores from India. (*Ibid.*, Maastricht, nieuwe serie, n° 9, pp. 5-10, 4 pl.)

- HØEG, O. A., BOSE, M. N. and MANUM S., 1955, On Double Walls in Fossil Megaspores, with Description of *Duosporites congoensis* n. gen., n. sp. (*Nytt Magasin Bot.*, Oslo, vol. 4, pp. 101-107, 1 fig., 2 pl.)
- HOFFMEISTER, W. S., STAPLIN, FR. L. and MALLOY, R. E., 1955, Mississippian Plant Spores from the Hardinsburg Formation of Illinois and Kentucky. (*J. Paleont.*, Tulsa, Okla., vol. 29, n° 3, pp. 372-399, 4 fig., pl. 36-39, 2 tabl.)
- 1955, Geologic Range of Paleozoic plant spores in North America. (*Micropaleontology*, New York, vol. 1, n° 1, pp. 9-27, 4 pl.)
- KLAUS, W., 1955, Über die Sporendiagnose des deutschen Zechsteinsalzes und der alpinen Salzgebirges. (*Z. deutsch. geol. Ges.*, Hannover, Bd 105 [Jahrg. 1953], Teil 4, S. 776-788, 3 Abb. und 2 Taf.)
- KREMP, G., 1952, Sporen- Vergesellschaftungen und Mikrofaunen-Horizonte im Ruhrkarbon. (*C. R. III^e Congr. Strat. Géol. Carbonif. Heerlen 1951*, Maestricht, t. I, pp. 347-357, 8 text-fig., pl. 15 [fig. 1-20].)
- NOËL, R., 1957, Un niveau de tonstein dans la Couche 12 du Charbonnage de Houthalen. (*Ann. Soc. géol. Belg.*, Liège, t. LXXXI, pp. B 115-124, 4 pl.)
- PIÉRART, P., 1955, Les mégaspores contenues dans quelques couches de houille du Westphalien B et C aux Charbonnages Limbourg Meuse. (*Publ. Ass. Étud. Paléont.*, Bruxelles, n° 21, pp. 123-142, pl. B-F et tabl.)
- 1957, Note préliminaire sur les mégaspores du Westphalien C supérieur en Campine belge. (*Paläont. Z.*, Stuttgart, Bd 31, Heft 1-2, S. 46-52.)
- 1958, Contribution à l'étude des spores et pollens de la flore à *Glossopteris* contenus dans les charbons de la Luena (Katanga). (*Mém. Inst. Roy. Col. Belge*, sous presse.)
- PIÉRART, P. et DELMER, A., 1958, Palynologie et stratigraphie de la zone de Neeroeteren (Westphalien C supérieur) en Campine belge. (*Publ. Ass. Étud. Paléont.*, Bruxelles, n° 30.)
- POTONIE, R., 1956, Synopsis der Gattungen der *Sporae dispersae*. I. Teil. (*Beih. Geol. Jb.*, 23, 103 S., 11 Taf.)
- POTONIE, R. und KLAUS, W., 1954, Einige Sporengattungen des alpinen Salzgebirges. (*Geol. Jb.*, Hannover, Bd 68, S. 517-546, 11 Abb. und Taf. 10.)
- POTONIE, R. und KREMP, G., 1955-1956, Die *Sporae dispersae* des Ruhrkarbons. (*Palaeontographica*, Stuttgart, Bd 98, Abt. B, S. 1-136; Bd 99, Abt. B, S. 85-191; Bd 100, Abt. B, S. 65-121.)
- SCHAEERE, J., 1954, Contribution à l'étude des Tonstein du Terrain houiller belge. (*Publ. Ass. Étud. Paléont.*, Bruxelles, n° 19, 38 p., 3 pl., 3 fig., 1 tabl.)
- 1956, Nouvelle contribution à l'étude des Tonstein du Terrain houiller belge. (*Ibid.*, Bruxelles, n° 26, 54 p., 5 pl.)
- SCHEMEL, M. P., 1950, Carboniferous Plant Spores from Daggett County, Utah. (*J. Paleont.*, Tulsa, Okla., vol. 24, n° 2, pp. 232-244, 3 fig., pl. 39-40.)
- SEWARD, A. C., 1914, Antarctic fossil plants. (*Nat. Hist. Report British Ant. Exp. 1910*, Geol., t. I, 49 p.)
- STASSEN, P. et DELMER, A., 1950, Ébauche d'une carte du réseau hydrographique en Campine au temps de la formation d'une couche de houille. (*Ann. Mines Belg.*, Bruxelles, t. XLIX, 6^e livr., pp. 777-783, 2 pl.)

SURANGE, K. R., PREM SINGH and SRIVASTAVA, P. N., 1953, Megaspores from the West Bokaro Coalfield (Lower Gondwanas) of Bihar. (*The Palaeobotanist*, Lucknow, vol. 2, pp. 9-17, 5 pl.)

ZEILLER, R., 1895, Note sur la flore fossile des gisements houillers de Rio Grande do Sul (Brésil méridional). (*Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris, 3^e série, t. XXIII, pp. 601-629, 19 fig., pl. VIII-X.)

— 1898, Sur la découverte, par M. AMALITZKY, de *Glossopteris* dans le Permien supérieur de Russie. (*Bull. Soc. bot. Fr.*, Paris, t. 45 [ou 3^e série, t. V], pp. 392-396.)

PLANCHE I

PLANCHE I.

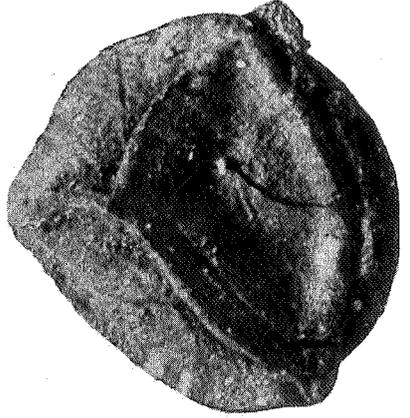
Valvisporites flavus (STACH et ZERNDT) POT. et KREMP.

- FIG. 1. — Face proximale : $1150 \mu \times 1100 \mu$ (photo 465).
Limbourg Meuse, Couche 40, premier prélèvement, niv. 8.
- FIG. 2. — Face proximale : $1000 \mu \times 950 \mu$ (photo 462).
Même provenance.
- FIG. 3. — Face proximale : $1150 \mu \times 1100 \mu$ (photo 467).
Même provenance.
- FIG. 4. — Face proximale : $1100 \mu \times 950 \mu$ (photo 461).
Même provenance.

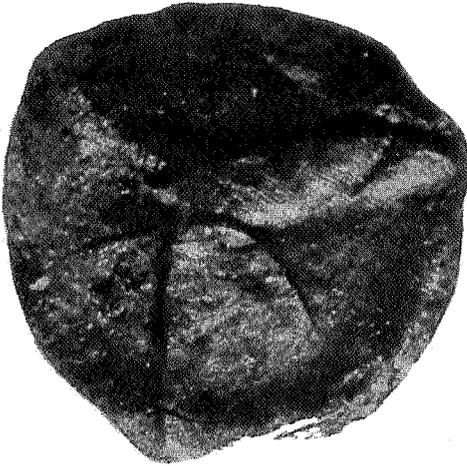
Toutes les photos sont au grossissement $\times 50$.



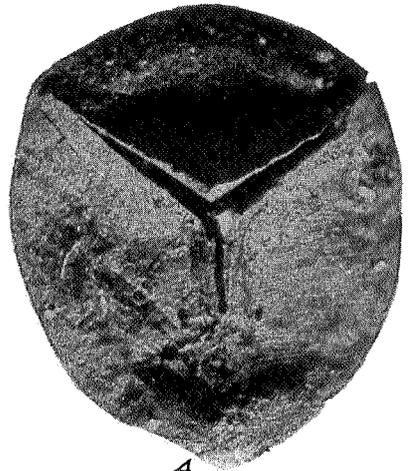
1



2



3



4

PLANCHE II

PLANCHE II.

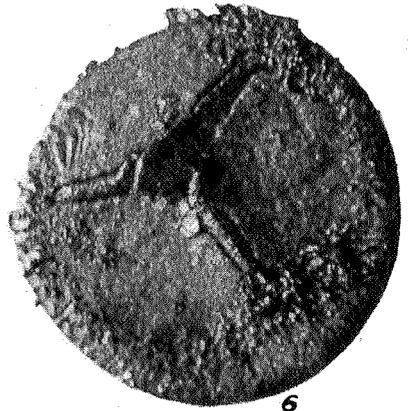
Setosisporites praetextus (ZERNDT) POT. et KREMP.

- FIG. 5. — Face proximale : 1000 μ \times 950 μ , photo 136 (2^e série).
Zolder, Couche 20, deuxième prélèvement, niv. 10.
- FIG. 6. — Face proximale : 1000 μ \times 1000 μ , photo 138 (2^e série).
Zolder, Couche 20, deuxième prélèvement, niv. 14.
- FIG. 7. — Face proximale : 1250 μ \times 1180 μ , photo 35 (2^e série).
Beringen, Couche 70, premier prélèvement, niv. 16 (180-191 cm).
- FIG. 8. — Face proximale : 1200 μ \times 1000 μ , photo 135 (2^e série).
Zolder, Couche 20, deuxième prélèvement, niv. 10.

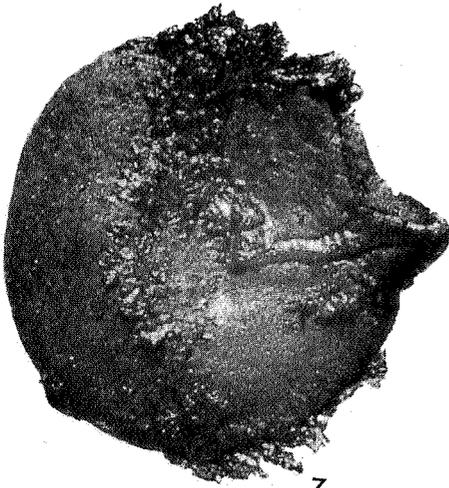
Toutes les photos sont au grossissement $\times 50$.



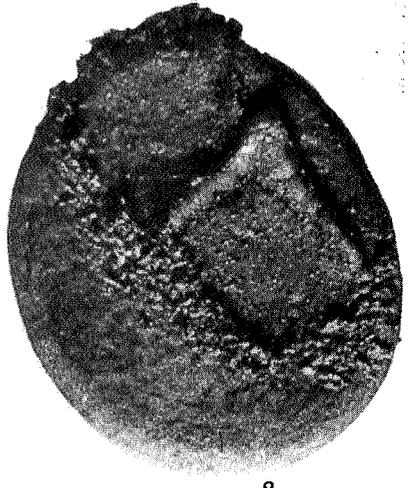
5



6



7



8

PLANCHE III

PLANCHE III.

Formes jeunes de **Superbisporites superbus ?** (BARTLETT) POT. et KREMP.

- FIG. 9. — Face proximale : $1200 \mu \times 1300 \mu$, photo 483.
Houthalen, Couche 10, premier prélèvement, niv. 2.
- FIG. 9b. — Face distale : $1200 \mu \times 1300 \mu$, photo 483 B.
Même provenance.
- FIG. 10. — Face proximale : $1200 \mu \times 1000 \mu$, photo 485.
Même provenance.
- FIG. 10b. — Face distale : $1200 \mu \times 1000 \mu$, photo 485 B.
Même provenance.

Toutes les photos sont au grossissement $\times 50$.

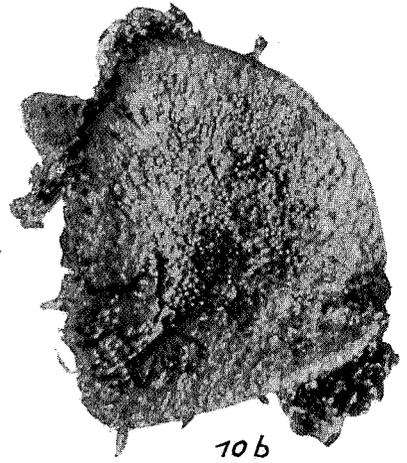
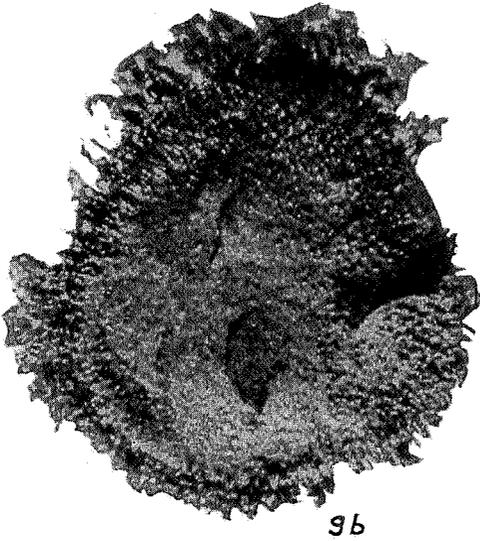
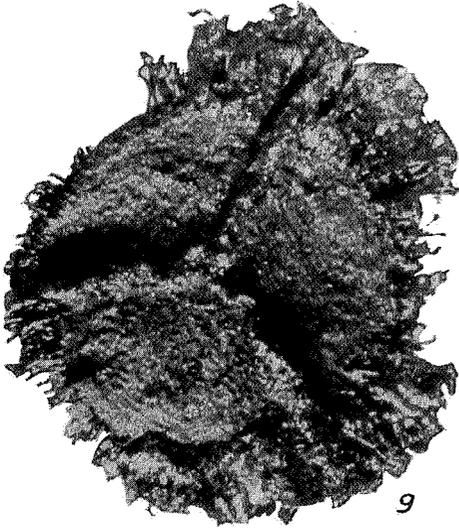
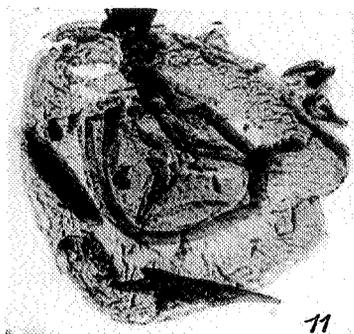


PLANCHE IV

PLANCHE IV.

- FIG. 11. — **Microsporites radiatus** (IBRAHIM) DIJKSTRA.
Film 35, photo 21, prép. 300 : 97,5/12,5.
Zolder, Couche 20, premier prélèvement, niv. 2.
Vu par transparence. $300\ \mu \times 260\ \mu$ (G. $\times 150$).
- FIG. 12. — **Microsporites radiatus** (IBRAHIM) DIJKSTRA.
Film 36, photo 21, prép. 301 : 111,6/32.
Zolder, Couche 20, premier prélèvement, niv. 2.
Vu par transparence. $300\ \mu \times 360\ \mu$ (G. $\times 150$).
- FIG. 13. — **Laevigatisporites glabratus** (ZERNDT) POT. et KREMP f. **trilinguatus** f. nov.
Face proximale : $975\ \mu \times 980\ \mu$, photo 130 (2^e série).
Zolder, Couche 20, deuxième prélèvement, niv. 1.
- FIG. 14. — Forme jeune de **Superbisporites superbus** ? (BARTLETT) POT. et KREMP.
Face proximale : $900\ \mu \times 700\ \mu$.
Houthalen, Couche 10, premier prélèvement, niv. 2.
- FIG. 15. — **Lagenosporites rugosus** (LOOSE) POT. et KREMP.
Vue latérale : $800\ \mu \times 740\ \mu$, photo 30 (2^e série).
Zolder, Couche 20, premier prélèvement, niv. 2 (16-24 cm).
- FIG. 16. — **Lagenosporites rugosus** (LOOSE) POT. et KREMP.
Vue latérale : $900\ \mu \times 840\ \mu$, photo 120 (2^e série).
Zolder, Couche 20, deuxième prélèvement, niv. 8.

Toutes les photos sont au grossissement $\times 50$ sauf les photos 11 et 12 qui sont au grossissement $\times 150$ et en lumière transmise.



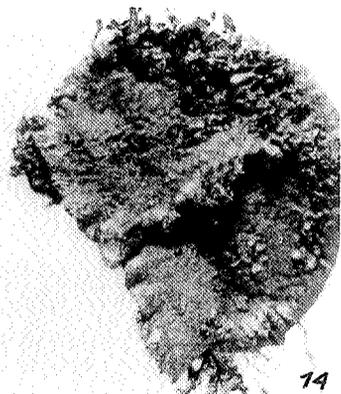
11



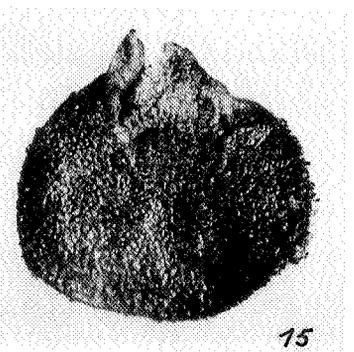
12



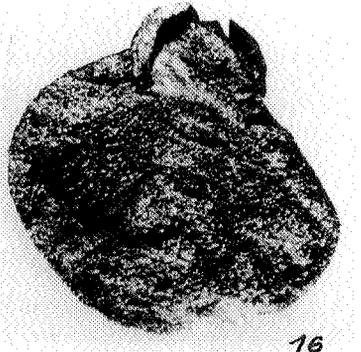
13



14



15



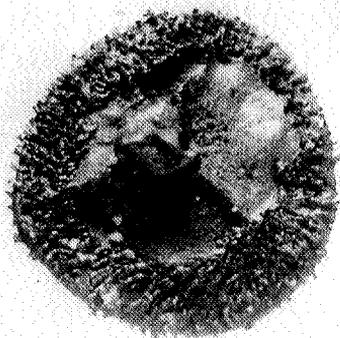
16

PLANCHE V

PLANCHE V.

- FIG. 17. — **Triletes (Setosisporites) furcatus** DIJKSTRA.
Face proximale : 830 μ \times 830 μ , photo 498.
La Luena, Couche 3, niv. 5.
- FIG. 18. — **Triletes (Duosporites) endosporitiferus** PREM SINGH (= **Duosporites congoensis** HOEG).
Film 75, photo 33.
Kisulu.
Vue par transparence : 360 μ \times 360 μ (G. \times 150).
- FIG. 19. — **Triletes (Duosporites) trivedii** DIJKSTRA.
Face proximale : 380 μ \times 380 μ , photo 412.
La Luena, Couche 1, niv. 1.
- FIG. 20. — **Triletes (Duosporites) endosporitiferus** PREM SINGH (= **Duosporites congoensis** HOEG).
Face proximale : 450 μ \times 500 μ , photo 440.
La Luena.
- FIG. 21. — **Triletes (Lagenosporites) brasiliensis** DIJKSTRA.
Face proximale : 1070 μ \times 870 μ , photo 414.
La Luena, Couche 1, niv. 1.
- FIG. 22. — **Triletes (Duosporites) endosporitiferus** PREM SINGH (= **Duosporites congoensis** HOEG).
Face proximale : 510 μ \times 500 μ , photo 439.
La Luena.

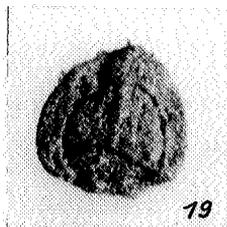
Toutes les photos sont au grossissement \times 50 sauf la photo 18 qui est au grossissement \times 150 et en lumière transmise.



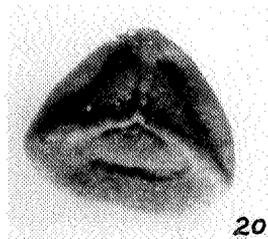
17



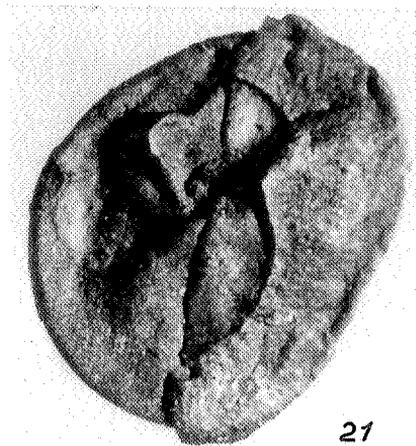
18



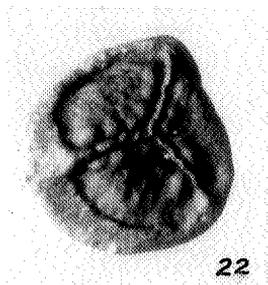
19



20



21



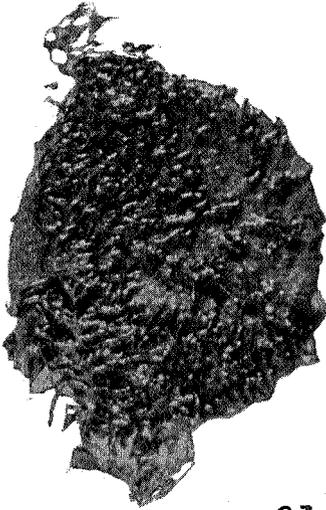
22

PLANCHE VI

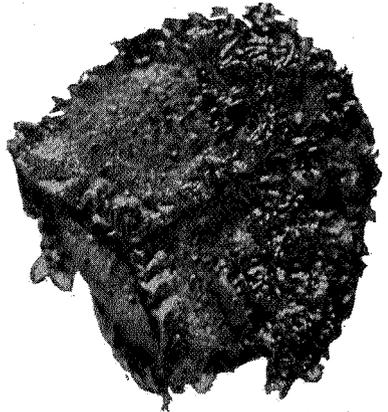
PLANCHE VI.

- FIG. 23. — **Superbisporites dentatus** (ZERNDT) POT. et KREMP.
Corps de la spore : $950\ \mu \times 800\ \mu$; spore totale $1300\ \mu$, photo 361.
Sondage 113, Couche 4.
- FIG. 24. — **Superbisporites dentatus** (ZERNDT) POT. et KREMP.
Corps de la spore : $800\ \mu$ à $870\ \mu$; spore totale, $1000\ \mu$ à $1050\ \mu$,
photo 363.
Sondage 113, Couche 4.
- FIG. 25. — **Triletisporites tuberculatus** (ZERNDT) POT. et KREMP.
Face distale : $1560\ \mu \times 1370\ \mu$; mamelon $200\ \mu$ à $250\ \mu$, photo
350 B.
Sondage 113, Couche 1.

Toutes les photos sont au grossissement $\times 50$.



23



24



25