

ROYAUME DE BELGIQUE

MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

Administration des Mines - Service Géologique de Belgique
Rue Jenner, 13 - 1040 Bruxelles

**DISTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE
DES MEGASPORES DANS QUELQUES
SONDAGES DE LA REGION NORD-EST
DE LA CAMPINE**

par
P. PIERART

avec la collaboration de
R. PLISNIER et P. POSTIAU

**PROFESSIONAL PAPER 1985/2
N° 215**

DISTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE DES MEGASPORES DANS QUELQUES
SONDAGES DE LA REGION NORD-EST DE LA CAMPINE

par P. PIERART

avec la collaboration de
R. PLISNIER et P. POSTIAU
(Laboratoire de Palynologie,
Université de Mons)

Distribution stratigraphique des Megaspores dans quelques sondages de la région Nord-Est de la Campine

par P. PIERART

avec la collaboration de R. PLISNIER et P. POSTIAU

(Laboratoire de Palynologie, Université de Mons)

RESUME

L'étude des trois sondages 110, 113 et 117 de la Zone de Neeroeteren, située en Campine belge, avait montré l'intérêt systématique et stratigraphique de l'étude des megaspores au niveau du Westphalien C supérieur et probablement du Westphalien D (PIERART 1958, 1962). La synthèse bio et lithostratigraphique du Silésien de la Belgique (PAPROTH et al., 1983) a confirmé ce point de vue pour les megaspores grâce à l'étude du Sondage 146 de Neerlabbeek. Dans cette étude, nous examinons la stratigraphie des megaspores des Sondages 146 (NEERGLABBEEK), 161 (OPGLABBEEK LOUWELSBROEK), 168 (OPOETEREN DEN HOUW) et 148 (KS7) que nous comparons à celle des trois premiers sondages.

Les résultats sont remarquables et permettent de caractériser, dans la plupart des sept sondages, 6 niveaux intéressants, à savoir : la disparition de *Setosisporites praetextus*, le début de *Setosisporites pseudotenuispinosus*, la fin de *Setosisporites pseudotenuisporites*, la fin de *Zonalesporites brasserti*, le début de *Triletisporites tuberculatus* et la fin, y compris un maximum, de *Rotatisporites dentatus*.

Très souvent, la fin de *Zonalesporites brasserti* correspond à la fin de *Setosisporites pseudotenuispinosus* tandis que le maximum et la fin (?) de *Rotatisporites dentatus* est situé un peu au-dessus du début de *Triletisporites tuberculatus* qui est souvent contemporain des Grès de Neeroeteren.

ABSTRACT

The study of three borings (110, 113 and 117 from the "Zone de Neeroeteren") in Belgian Campine, supplied data of great significance concerning the stratigraphical investigations of the megaspores in the Upper Westphalian C and D (PIERART 1958, 1962).

The investigations on the boring 146 in Neerglabbeek yielded the same data concerning the megaspores.

This paper will deal with the stratigraphical distribution of the megaspores found in the borings 146 (Neerglabbeek), 161 (Opglabbeek Louwelsbroek), 168 (Opoeteren den Houw) and 148 (KS7). The results are revealing. The seven borings investigated allow us to characterize six levels with guide megaspores : the disappearance of *Setosisporites praetextus*, the beginning of *Setosisporites pseudotenuispinosus*, the end of *Setosisporites pseudotenuispinosus*, the end of *Zonalesporites brasserti*, the beginning of *Triletisporites tuberculatus* and the end (which represents at the same time the maximum) of *Rotatisporites dentatus*.

It can be noticed that the end of *Zonalesporites brasserti* corresponds to the end of *Setosisporites pseudotenuispinosus*. On the other hand, the maximum and the end (?) of *Rotatisporites dentatus* is situated just above the beginning of *Triletisporites tuberculatus* that is often to be found together with the Neeroeteren sandstone.

1. Introduction

Dans une étude de synthèse sur les subdivisions bio- et lithostratigraphiques du Silésien de la Belgique (1983), nous avons redéfini l'existence de trois zones et d'une interzone à megaspores dans le Westphalien de la Belgique.

- La Zone I ou MGI caractérisée par *Setosisporites praetextus* correspond au Westphalien A et B ainsi qu'à la partie inférieure du Westphalien C (300 à 575 m).
- L'Interzone II ou MGII, située entre la fin de *Setosisporites praetextus* et le début de *Setosisporites pseudotenuispinosus* et dans laquelle apparaît *Rotatisporites dentatus* et persiste *Zonalesporites brasserti*.
- La Zone III ou MGIII est plus ou moins caractérisée par *Setosisporites pseudotenuispinosus*. Ce type de megaspore est toujours présent mais avec des extensions stratigraphiques variables selon les sondages. La disparition de *Setosisporites brasserti*, caractérisée par un grand nombre d'individus, est généralement synchrone de celle de *Setosisporites pseudotenuispinosus*. Un autre événement important caractérise le sommet de la Zone III, c'est la disparition de *Rotatisporites dentatus* également caractérisée par une grande abondance d'individus mais survenant un peu plus haut que la disparition de *S. pseudotenuispinosus* et de *Z. brasserti*. Nous avons choisi comme limite supérieure de la zone III ce niveau de la disparition brutale de *R. dentatus* qui survient un peu après l'apparition de *Triletisporites tuberculatus*.
- La Zone IV ou MGIV commence après la disparition de *R. dentatus* et un peu après l'apparition de *Triletisporites tuberculatus*. La fin de la zone IV n'est actuellement pas connue.

Ce type de distribution indique clairement que des modifications importantes et assez brutales se sont manifestées dans la composition des associations végétales à la fin du Westphalien C et au début du Westphalien D (qui correspond à l'apparition de *Neuropteris ovata* et se situe près de l'extinction de *Setosisporites pseudotenuispinosus* et de *Zonalesporites brasserti*).

L'apparition de *Neuropteris ovata*, les niveaux à *Eusphenopteris striata* et à *Annularia sphenophylloides*, de même que les modifications survenues dans les assemblages de microspores (disparition de *Densosporites*, apparition de *Torisporea*, *Schopfites*, *Thymospora*) confirment ce point de vue.

Certaines megaspores, comme *Tuberculatoisporites eregliensis*, *Valvisisporites appendiculatus*, *V. flavus*, *Bentzisporites tricollinus*, reconnues dans les sondages 110, 113, 117, 146, 148 et 161, ont déjà été signalées dans le Westphalien C et D (DIJKSTRA, 1952).

Dans cette note, nous étudierons les megaspores des nouveaux sondages exécutés dans le Nord-Est de la Campine. Il s'agit des sondages 146 (NEERGLABBEEK), 161 (OPGLABBEEK LOUWELSBROEK), 168 (OPOETEREN DEN HOUW) et 148 (KS7) exécutés par le Service Géologique de Belgique (146, 161 et 168) et les charbonnages de Campine (N.V. Kempense Steenkolenmijnen)(KS7).

Sur la base des répartitions stratigraphiques des megaspores, nous tenterons d'en dégager des corrélations afin de les intégrer dans les résultats obtenus à partir de la flore et de la lithologie.

Nous remercions le Service Géologique de Belgique ainsi que MM. J. BOUCKAERT et M. DUSAR pour leur précieuse collaboration sans laquelle ce travail n'aurait pas été mené à terme. Nous avons particulièrement apprécié les remarques de M. M. DUSAR concernant l'interprétation des données stratigraphiques des sondages 146, 161, 168 et 148. Nos remerciements s'adressent également à la Kempense Steenkolenmijnen et à M. TRICOT qui nous ont permis d'exploiter et d'étudier des échantillons du Sondage KS7. M. TRICOT nous a été également d'un précieux secours dans l'interprétation de ce dernier sondage.

2. Description des megaspores

Tuberculatisporites mamillarius (BARTLETT) POT. et KREMP
sensu DIJKSTRA var. *brevispiculus* (SCHOPF) PIERART
 Pl. 5, fig. 5

Megaspores de 700 à 1800 μm couvertes de verrues de tailles très variables comprises entre 30 et 70 μm de large et 30 et 70 μm de haut.

Remarque : Ce sporotype se présente souvent en association avec *Laevigatisporites glabratus* (Zerndt) Pot. et Kremp. Certains individus à verrues très petites comprises entre 10 et 30 μm de diamètre sur la face distale et de 5 à 10 μm sur les surfaces de contact peuvent être déterminés *Tuberculatisporites mamillarius* var. *brevispiculus* (SCHOPF) PIERART. Les individus munis d'aspérités coniques de 75 à 100 μm de haut et de 70 à 125 μm de large peuvent être déterminés *Tuberculatisporites mamillarius* var. *difficilis* (WICHER) PIERART.

Répartition

Sondage 146 (786, 952, 962, 1034, 1035, 1036, 1037, 1038, 1042, 1046, 1069, 1121, 1188, 1236, 1294, 1297, 1312 m)

Sondage 161 (812, 816, 833, 913, 975, 996, 1018, 1025, 1100, 1121, 1142, 1189, 1224, 1253, 1265, 1291, 1335 m)

Sondage 148 (599, 632, 653, 658, 667, 748, 770, 1056, 1057 à 1060 m)

Sondage 168 (690, 743 à 791, 857, 924, 969, 990, 1013, 1033, 1136, 1144, 1165, 1187, 1211, 1240 m)

Trilethisporites tuberculatus (Zerndt) Pot. et Kremp
Pl. V, fig. 6a, 6b, 7

Megaspores de 1000 à 1600 μm , munies d'arêtes triradiaires de 50 à 200 μm de haut. Surfaces de contact généralement lisses ; faces distales ornées de proéminences hémisphériques de 100 à 200 μm de diamètre (également présents à la périphérie où ils constituent une frange plus ou moins sinusoïdale).

Répartition

- Sondage 146 (785, de 797 à 825, 1036 ?, 1056 m)
- Sondage 161 (813 m)
- Sondage 148 (599 ? m)
- Sondage 168 (760, 791 m)

Lagenicula horrida (ZERNDT)
Pl. II, fig. 13

Megaspore, proche de *L. subpilosa*, caractérisée par des appendices épineux de plus grande taille de 50 à 150 μm de long, rectilignes et moins densément disposés.

Répartition

- Sondage 161 (1311 m)
- Sondage 168 (1013 m)

La présence de ce type de megaspore est tout à fait exceptionnelle dans le Westphalien C supérieur et le Westphalien D.

Lagenicula subpilosa (A. Ibrahim) R. Pot. et G. Kremp
Pl. II, fig. 11-15

Megaspores de forme elliptique de 700 à 900 μm de long. Ce type de megaspore est caractérisé par des appendices épineux de 40 à 90 μm de long. Les surfaces de contact sont bien individualisées.

Remarque : Individus assez grands pour l'espèce qui se distingue de *L. horrida* par des appendices plus minces et plus abondants.

Répartition

Sondage 161 (1121, 1311, 1336 m)

La présence de ce type de megaspore est exceptionnelle dans le Westphalien C supérieur et le Westphalien D.

Lagenosporites rugosus (F. Loose) Pot. et Kremp
Pl. III, fig. 1-5

Megaspores de 600 à 900 μm de long sur 200 à 300 μm de long. Hologula assez bien développée laissant entrevoir les trois surfaces de contact finement granuleuses et entrouvertes. Crêtes arquées peu visibles. Exine finement granuleuse, granulations de 5 à 10 μm .

Répartition

Sondage 146 (1035, 60 ; 1037, 90 ; 1038 ; 1042, 98 ; 1140 ;
1294, 90 m)

Sondage 161 (996, 52 ; 1018, 97 ; 1025, 51 ; 1335, 41 m)

Sondage 148 (676, 70 ; 788, 72 m)

Sondage 168 (690, 924, 937, 1006, 1013, 1119, 1175, 1202, 1211,
1223 m)

Setosisporites hirsutus (Loose) Ibrahim

Pl. III, fig. 11a, 11b

Megaspores plus ou moins circulaires de 450 à 550 μm de diamètre. Marques trilettes de 150 μm de long se terminant par une proéminence apicale de 50 à 100 μm de large. Surfaces de contact plus ou moins lisses et plissées. Crêtes arquées visibles. Face distale couverte de nombreuses fibrilles de 50 à 100 μm de long, simples, bifides ou trifides.

Répartition

Sondage 148 (644, 42 m - abondant)

Sondage 168 (1159, 1165, 1202, 1240 m)

Ce type de megaspore est exceptionnel dans le Westphalien C supérieur et le Westphalien D. Sa présence occasionnelle et parfois abondante n'a pas de signification stratigraphique. L'espèce ne semble pas se disséminer facilement. Quand elle est abondante, elle trahit probablement la destruction de megasporanges ayant abandonné sur place de nombreuses megaspores.

Setosisporites pseudotenuispinosus P. PIERART

Pl. I, fig. 1-26b

Megaspores à contour elliptique aplaties en positions proximale-distale et latérale, de 430 à 770 μm de long sur 420 à 580 μm de large (population Neerglabbeek à 1098, 48 m). Arêtes triradiaires plus petites que le rayon de la spore, de 25 à 60 μm d'épaisseur. Crêtes arquées de même épaisseur. Protubérance apicale arrondie ou pointue, en forme de pyramide à plans concaves, pouvant atteindre 150 μm de haut. Surfaces de contact et face distale plus ou moins lisse, très finement granuleuses.

Répartition

Sondage 146 (de 1200 m à 1098 m)

Sondage 161 (de 927 m à 913 m)

Sondage 148 (de 618 m à 617 m)

Sondage 168 (de 887 m à 822 m)

Remarque : Cette espèce est remarquable par sa faible extension stratigraphique. Les fluctuations de son extension sont assez sensibles puisqu'on la trouve dans des zones variant de 2 à 3 m jusqu'à 130 m (Sondage 113).

Valvisisporites westphalensis (D. CH. BHARDWAJ)

Pl. II, fig. 1, 3, 7a et b

Megaspores à contour triangulaire caractérisées par 3 oreilles bien développées pouvant atteindre 100 μm de long et 250 μm de large. Au contact des arêtes triradiaires de 30 à 50 μm d'épaisseur se trouve généralement une proéminence apicale d'environ 50 μm à 80 μm de large. Crêtes arquées formant un bourrelet circulaire. Faces distales et proximales lisses.

Répartition

Sondage 146 (962, 1038, 1043, 1046, 1108, 1109, 1274, 1282 m)

Sondage 161 (1121, 1142, 1224, 1253, 1265, 1311 m)

Sondage 148 (644, 667, 747, 748, 770, 787 m)

Sondage 168 (735, 743, 760, 822, 1013, 1033, 1119, 1136, 1141, 1144, 1187, 1211, 1240 m)

Valvisisporites nigrozonalis (E. Stach et J. Zerndt)

R. Pot. et G. Kremp

Pl. II, fig. 4

Megaspores de 250 à 450 μm de long. Marques triradiaires de 15 à 30 μm d'épaisseur, crêtes arquées plus ou moins visibles. Pas de proéminence apicale.

Répartition

Sondage 146 -

Sondage 161 (991, 1004, 1142, 1176 m)

Sondage 148 (902 m)

Sondage 168 (735, 1076, 1211 m)

Valvisisporites augustae (F. Loose) R. Pot. et G. Kremp

Pl. II, fig. 5-9b

Megaspores subtriangulaires de 700 à 900 μm de diamètre, oreilles pratiquement inexistantes. Arêtes triradiaires épaisses, à profil nettement triangulaire de 50 μm de haut sur 60 à 100 μm de large. Crêtes arquées plus ou moins épaisses souvent prolongées par une frange (50 à 80 μm). Faces proximale et distale finement verruqueuses.

Répartition

Sondage 146 (840, 1035, 1036, 1046, 1057 m - abondant - 1083, 1098, 1153, 1174, 1193, 1262, 1311 m)

Sondage 161 (906, 975, 1033, 1142, 1311 m)

Sondage 148 (599, 618, 657, 670, 770, 787, 788, 1054, 1056, 1057 m)

Sondage 168 (690, 735, 760, 776, 1136, 1141, 1165, 1211 m)

Valvisisporites flavus ? (Stach et Zerndt) Pot. et Kremp
Pl. III, fig. 13-18

Megaspores de 1100 à 1300 μm de large. Arêtes triradiaires épaisses et élevées d'environ 100 à 150 μm de haut. Crêtes arquées aussi bien développées que les arêtes triradiaires. Oreilles non visibles. Faces proximale et distale pratiquement lisses.

Répartition

Sondage 146 (797,75 ; 1056,70 m)

Sondage 161 (906,42 ; 1291,43 m)

Sondage 148 (613,60 ; 618,32 ; 628,23 ; 632,23 ; 740,20 ;
742,85 ; 743,3 m)

Sondage 168 (1091, 1144, 1175 m)

Zonalesporites brasserti (Stach et Zerndt) Pot. et Kremp
Pl. IV, fig. 4a, 4b ; Pl. V, fig. 1a à 4b

Megaspores de 700 à 1900 μm de diamètre (y compris la Zona). Arêtes triradiaires atteignant et débordant plus ou moins sur la zone équatoriale, de 400 à 800 μm de long et de 100 à 250 μm de haut. Zona formées de fibrilles intimement soudées entre elles. Surface distale lisse. Corps de la megaspore de 1000 à 1200 μm .

Répartition

Sondage 146 (1098, 1109, 1282 m)

Sondage 161 (913, 1176, 1224, 1242, 1258, 1265, 1303 m)

Sondage 148 (599, 690, 725, 742 m)

Sondage 168 (760, 822 à 971, 990, 1076, 1119, 1144, 1159, 1187,
1211, 1223, 1240 m)

Triangulatisporites triangulatis (Zerndt) Pot. et Kremp
Pl. III, fig. 13-18

Megaspores de 400 à 500 μm de diamètre. Zone membraneuse (zona) continue, peu fibrilleuse, de 40 à 80 μm de large. Marques trilettes se prolongeant dans la zone. Surfaces de contact fibrillées radialement ; fibrilles se prolongeant jusque dans la zone. Face distale recouverte d'un réticule de mailles circulaires de 25 à 50 μm de diamètre.

Répartition

Sondage 146 (786, 797 à 812, 1035 ?, 1036 ?, 1036, 1040, 1043, 1055, 1056, 1057, 1069, 1095, 1107 à 1108, 1109, 1122 m)

Sondage 161 (090, 977, 996 à 1019, 1035, 1146, 1253, 1305, 1336m)

Sondage 148 (599, 618, 628, 632, 644, 658, 670 à 690, 740, 762, 770 à 771, 870 à 879, 880, 903 à 932 m)

Sondage 168 (690, 718, 743, 776 à 858, 924, 1013 à 1080, 1119 à 1241 m)

Zonalesporites superbus (Bartlett) Karczewska
Pl. IV, fig. 1a, 1b, 2a, 2b

Grandes megaspores de 1500 à 2500 μm . Corona très développée, constituée de très nombreuses fibrilles qui recouvrent également l'entièreté de la face distale. Arêtes triradiaires de 100 à 250 μm de haut.

Répartition

Sondage 146 (1057, 1069 m)

Sondage 161 (1142 m)

Sondage 148 (788, 916 m)

Sondage 168 (760, 857, 1006, 1159, 1175 m)

Rotatisporites dentatus (Zerndt) Dyboba et al.

Pl. IV, fig. 3a, 3b

Megaspores de 950 à 1600 μm . Corona constituée de nombreuses fibrilles rayonnantes, bifurquant et s'anastomosant à la périphérie pour y former une sorte de jante (caractéristique du genre *Rotatisporites*). Face distale recouverte de nombreuses fibrilles rayonnantes se confondant avec celles de la corona. L'anneau externe (jante) de la corona est finement denticulé.

Répartition

Sondage 146 (1036, 1055, 1056, 1057 m)

Sondage 161 (975, 991 m)

Sondage 148 (599, 613, 617, 618, 644 ? m)

Sondage 168 (735, 743, 776, 885 m)

Cystosporites varius (C.A. Wicher) J.J. Dijkstra

Pl. III, fig. 9a, 9b, 10 ?

Megaspores abortives de 300 à 400 μm de long sur 200 à 300 μm de large. Surface de contact occupée par une sorte de gula, particulièrement brillante.

Répartition

Sondage 146 (786 ; 962, 65 ; 1043 ; 1107 ; 1109 ; 1121 m)

Sondage 161 (926, 58 ; 1242 ; 1253 m)

Sondage 148 -

Sondage 168 (718, 1159, 1165 m)

Cystosporites giganteus (Zerndt) Schopf

Pl. III, fig. 6-8

Megaspores abortives de 200 à 300 μm de long sur 150 à 200 μm de large, finement ponctuées. Les surfaces de contact sont irrégulières et ne présentent pas une exine particulièrement brillante.

Répartition

Sondage 146 -

Sondage 161 (813, 96 ; 1004, 79 ; 1311, 69 ; 1336, 91 m)

Sondage 148 -

Sondage 168 (776, 791, 857, 1013, 1144, 1165, 1175, 1211 m)

Etude du Sondage 146 (NEERGLABBEEK)

Le sondage 146 (NEERGLABBEEK) situé à environ 3750 m au nord-ouest du sondage 117 a rencontré les grès de Neeroeteren de 730 à 1034 m de profondeur. L'étude des megaspores (tableau 1) de ce sondage nous montre du bas vers le haut la Zone I, l'Interzone II ou MGII, la Zone III et la Zone IV.

L'Interzone II ou MGII a fourni peu de matériel. On y a néanmoins trouvé quelques *Rotatisporites dentatus* et *Zonalesporites brasserti*. Sa limite inférieure pourrait se situer au niveau 1282 m caractérisé par la dernière apparition de *Setosisporites praetextus* (couche 39) qui semble correspondre au niveau 1216 m (passée au-dessus de 32ter) du sondage 117. Sa limite supérieure pourrait se situer à 1107 m si l'on admet ce niveau comme début de l'apparition de *Setosisporites pseudotenuispinosus*. Ce niveau correspondrait à 1025 m pour le sondage 117, à 936 m pour le sondage 113, à 927 m pour le sondage 161, à 618 m pour le sondage 148 et à 887 m pour le sondage 168.

La Zone III serait comprise entre 1107 m et 1098 m si l'on adopte comme critère l'apparition et la disparition de *Setosisporites pseudotenuispinosus*. Le niveau de 1036 m constitue probablement un meilleur repaire pour le sommet de la Zone III puisqu'il est caractérisé par un maximum de *Rotatisporites dentatus* que l'on retrouve respectivement à 846 m, 735 m, 738-751 m et 631-641 m pour les sondages 117, 168, 113 et 110.

La Zone IV pourrait commencer à 1036 m malgré la présence de *Triletisporites tuberculatus* dès les profondeurs de 1056 m. Ce niveau de 1036 m (max. de *R. dentatus*) nous paraît meilleur parce que plus constant et plus régulier (voir tableau de synthèse des résultats stratigraphiques des sondages du

N.-E. de la Campine). Cette base de la Zone IV caractérisée par la disparition brutale de *R. dentatus* (abondant lors de sa dernière manifestation) est pratiquement suivie immédiatement par les Grès de Neeroeteren (1034 m) dont les couches de houilles sont caractérisées par *Trilestiporites tuberculatus*. Le sommet de la Zone IV est toujours inconnu.

Etude du Sondage 161 (OPGLABBEEK LOUWELSBROEK)

Le sondage 161 a fourni peu de matériel et peu de niveaux caractéristiques. Deux couches (16 et 17) seulement ont permis de trouver *Setosisporites pseudotenuispinosus*. La délimitation de la Zone III n'est donc possible que dans sa partie inférieure en l'absence du maximum à *Rotatisporites dentatus*.

Cette zone à *Setosisporites pseudotenuispinosus* comprise entre 927 et 913 m, correspond donc à la zone comprise entre 1107 et 1098 m dans le sondage 146. Nous constatons l'apparition de *Triletisporites tuberculatus* à 814 m, niveau comparable à 1056 m pour le sondage 146, à 875 m pour le sondage 117, à 762 m pour le sondage 168, à 775 m pour le sondage 113 et à 641 m pour le sondage 110.

Nous renvoyons le lecteur au tableau de synthèse des résultats stratigraphiques obtenus à partir de l'étude des megaspores des sondages du Nord-Est de la Campine.

Etude du Sondage 168 (OPOETEREN DEN HOUW)

La distribution des megaspores macérées à partir des charbons du Sondage 168 est très conforme à celle des sondages 146, 113 et 117.

La limite supérieure de la Zone I n'a pas été reconnue puisque nous n'y avons pas de *Setosisporites praetextus*. Par

contre, la zone à *Setosisporites pseudotenuispinosus*, la disparition de *Zonalesporites brasserti*, le maximum de *Rotatisporites dentatus* et l'apparition de *Trilestisporites tuberculatus* y sont parfaitement perceptibles. Ceci nous permet de situer le sommet de l'Interzone II à 887 m (couche 27) et le sommet de la Zone III à 735 m (le niveau caractérisé par un maximum de *Rotatisporites dentatus*, c'est-à-dire 735 m, étant situé un peu au-dessus de la fin de *Setosisporites pseudotenuispinosus* situé à 823 m). *Triletisporites tuberculatus* apparaît dès 762 m, soit plus bas que le maximum à *Rotatisporites dentatus* (voir tableau de synthèse des résultats stratigraphiques ainsi que le tableau du sondage 168).

Etude du Sondage 148 (KS7)

La distribution stratigraphique des megaspores y est assez conforme à celle des autres sondages. Le maximum à *Rotatisporites dentatus*, situé normalement au-dessus de la fin de *S. pseudotenuispinosus*, n'est pas visible sur ce sondage (*Triletisporites tuberculatus* est absent de même que la fin de *Z. brasserti*).

L'absence de *Setosisporites praetextus* ne nous a pas permis de fixer la limite entre l'Interzone II (MGII) et la Zone I (MGI). Elle devrait se situer vers 800 m si l'on tient compte des sondages 146 et 117 où *Setosisporites praetextus* fait sa dernière apparition environ 200 m avant l'apparition de *Setosisporites pseudotenuispinosus* (voir sondages 146 et 117 et le tableau de synthèse).

En conclusion, le seul niveau qui apparaît avec netteté est la limite entre MGII et MGIII située vers 618 m où la présence de *S. pseudotenuispinosus* ne se manifeste que sur 1 m. Une bonne partie de MGIII manque.

Discussion et conclusions

L'étude de quatre sondages récents (146, 161, 168, 148) comparée à celle de trois anciens (110, 113, 117) du N.-E. de la Campine nous permet de constater une remarquable constance dans l'évolution de la végétation et plus particulièrement d'une de ses composantes, les plantes hétérosporées.

D'abord, il faut souligner l'existence d'une Zone à *Setosisporites pseudotenuispinosus* extrêmement réduite qui se retrouve dans les sept sondages et dont la puissance varie entre 2 m et 125 m.

Presque toujours, la fin de *Zonalesporites brasserti* correspond à la fin de *Setosisporites pseudotenuispinosus*, de même que le maximum et la disparition de *Rotatisporites dentatus* se situe à quelques dizaines de mètres au-dessus de la fin de *Setosisporites pseudotenuispinosus*. Enfin, dans tous les sondages étudiés, l'apparition de *Triletisporites tuberculatus* est liée aux grès de Neeroeteren. Ces quelques événements remarquablement constants dans le N.-E. de la Campine confirment notre proposition de division stratigraphique (Piérart 1984) de la partie supérieure du Westphalien C et de la base du Westphalien D.

La limite Westphalien C/D marquée par l'apparition de *Neuropteris ovata* correspond à notre limite représentée par l'extinction de *Setosisporites pseudotenuispinosus* et de *Zonalesporites brasserti*.

La coupe verticale des 7 sondages de la région Nord-Est de la Campine synthétise les résultats obtenus. Le parallélisme des zones à mégaspores est en conformité avec la sédimentation des Grès de Neeroeteren.

SYNTHESE DES RESULTATS STRATIGRAPHIQUES OBTENUS A PARTIR DE L'ETUDE DES MEGASPORES
DES SONDAGES DU NORD-EST DE LA CAMPINE

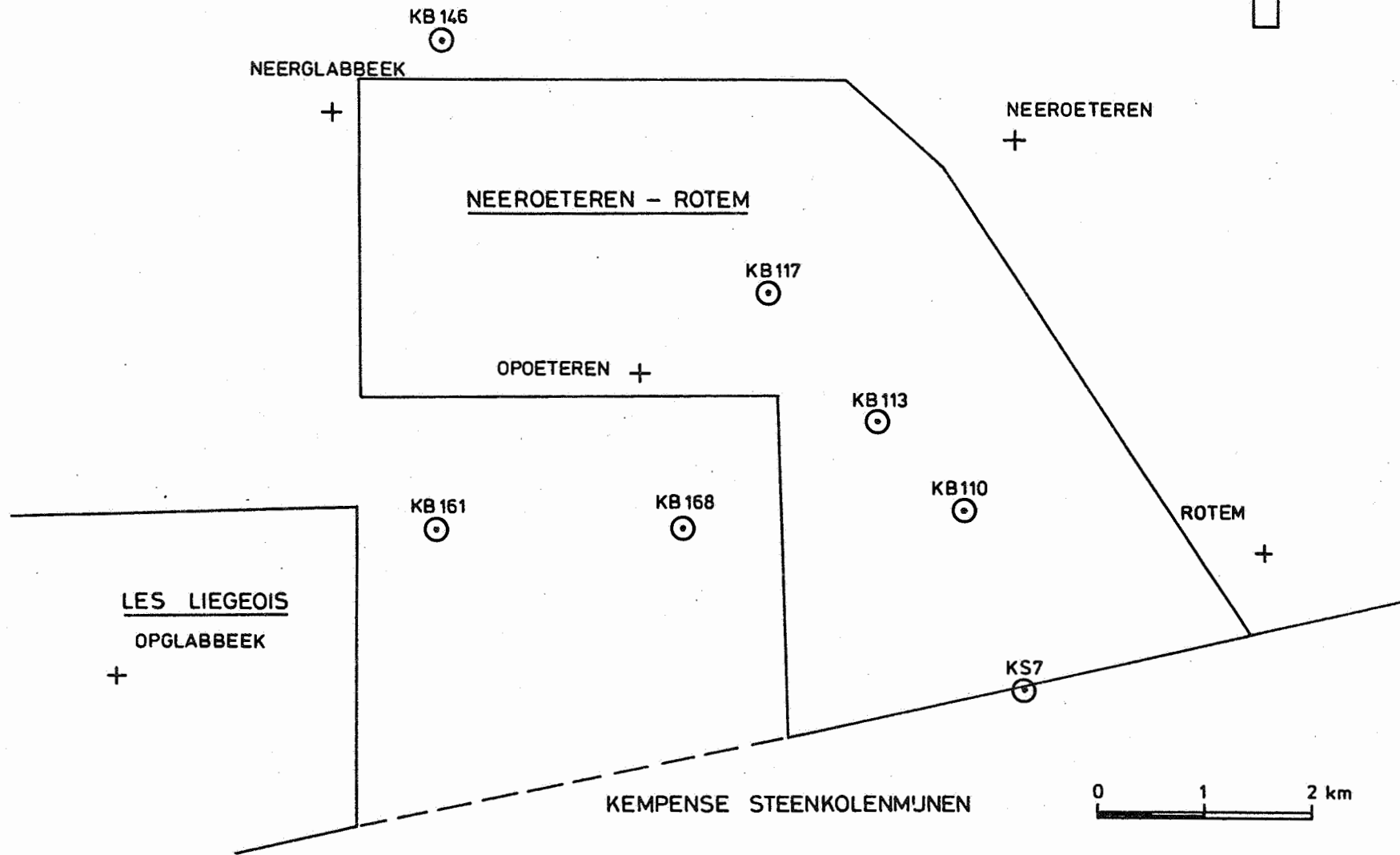
	S. 146	S. 117	S. 161	S. 168	S. 113	S. 110	S. 148 (KS7)
Zone IV	* 1036 (max.R.d.)	846 (max.R.d.)	-	735 (max.R.d.)	738-751 (max.R.d.)	631-641 (max.R.d.)	
	1056 (déb.T.t.)	875 (déb.T.t.)	814 (déb.T.t.)	762 (déb.T.t.)	775 (déb.T.t.)	641 (déb.T.t.)	-
Zone III	1098 (fin Z.b.)	920 (fin Z.b.)	913 (fin Z.b.)	823 (fin Z.b.)	805 (fin Z.b.)	689 (fin Z.b.)	-
	1098 (fin S.ps.)	920 (fin S.ps.)	913 (fin S.ps.)	823 (fin S.ps.)	805 (fin S.ps.)	787 (fin S.ps.)	617 (fin S.ps.)
Inter Zone II	* 1107 (déb.S.ps.)	1025 (déb.S.ps.)	927 (déb.S.ps.)	887 (déb.S.ps.)	936 (déb.S.ps.)	-	618 (déb.S.ps.)
	* 1282 (fin S.pr.)	1216 (fin S.pr.)	-	-	-	-	-
	Remarque : Les sondages 117, 113 et 110 ont déjà été publiés en 1958 par PIERART. Les sondages 146, 161, 168 et 148 sont étudiés dans la présente étude.						
Zone I	Légende : R.d. = <i>Rotatisporites dentatus</i> T.t. = <i>Triletisporites tuberculatus</i> Z.b. = <i>Zonalesporites brasserti</i> S.ps. = <i>Setosisporites pseudotenuispinosus</i> S.pr. = <i>Setosisporites praetextus</i>						

Bibliographie

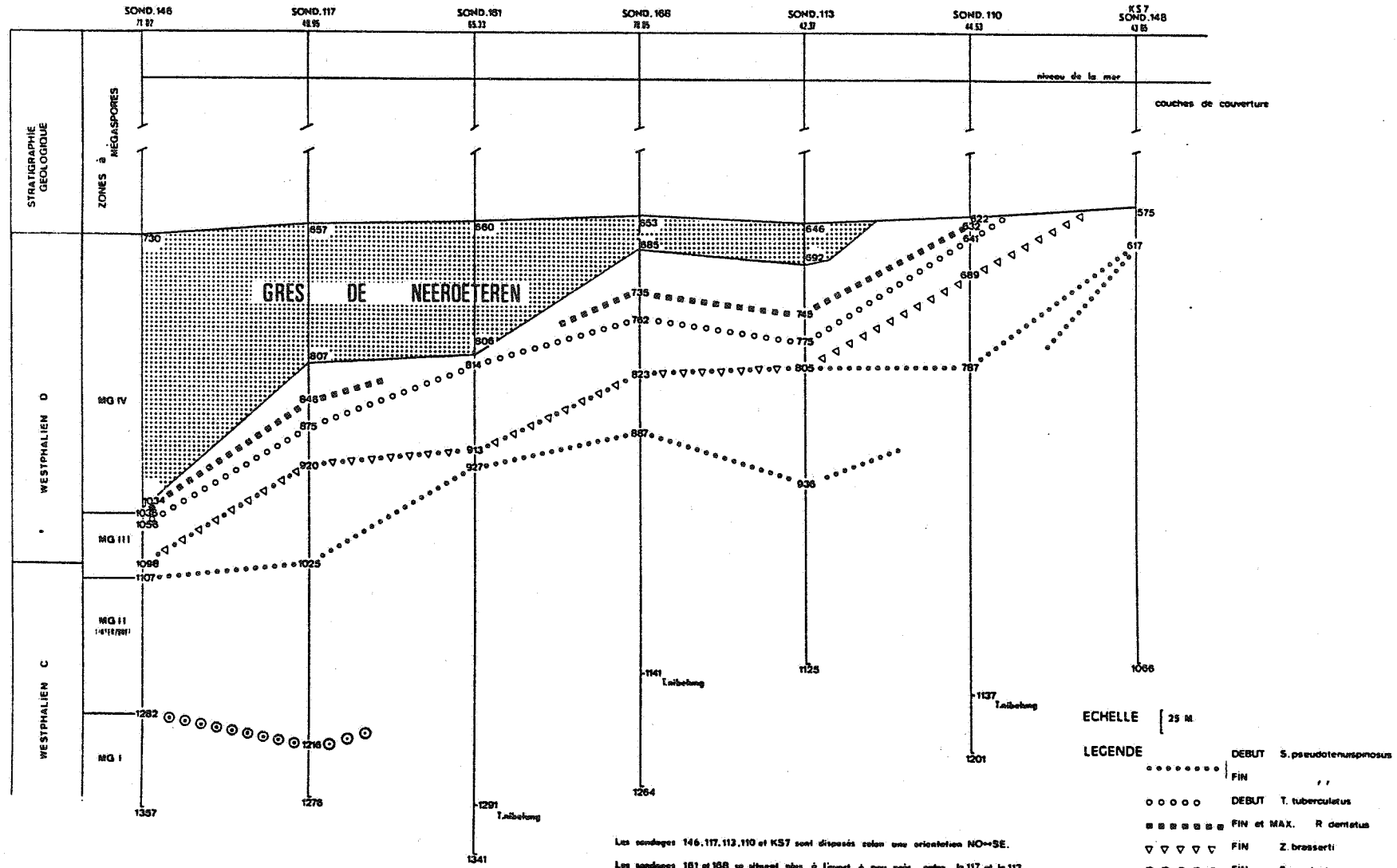
1. BOONEN, P., DUSAR, M. et SOMERS, Y. *De Steenkoolverken-
ningsboring Opglabbeek - Louwelsbroek (Boring 161 van
het Kempens Bekken)*. Ann. Mines Belg. (sous presse).
2. DIJKSTRA, S.J. *New Carboniferous megaspores from Turkey*.
Ann. Mag. Nat. Hist., London, ser. 12, vol. 5,
p. 102-104, pl. VII and VIII (1952).
3. DIJKSTRA, S.J. *The stratigraphical value of megaspores*.
C.R. IIIe Congr. Strat. Geol. Carbon. HEERLEN 1951,
Maestricht, t. I, p. 163-168, pl. 5 et 6 et fig. 3-9
de pl. 7 (1952).
4. DIJKSTRA, S.J. *Megaspores of the Turkish Carboniferous
and their stratigraphical value*. Int. Geol. Congr.
Report XVIIIth Session London 1948, London, Part X,
Proc. of Section J, p. 11-17 (1952).
5. DIJKSTRA, S.J. *The megaspores of the Westphalien D and C*.
Meded. Geol. Stichting, Maestricht, Nieuwe serie,
n° 8, p. 5-11, 2 pl. (1955).
6. DYBOVA-JACHOWICZ, S. et al. *Revision des Megaspores à Corona
du Carbonifère*. Institut Geologiczny, T. LXXXI, 47 p.,
34 pl. (1977).
7. DUSAR, M. et HOULLEBERGHS, E. *De steenkoolverkenningsboring
van Neerglabbeek (Boring 146 van het Kempens Bekken)*.
Ann. Mines Belg., p. 913-1003 (1981).
8. DUSAR, M. *Exploration for coal in the Belgian Campine*.
Public. Natuurhist. Gen. Limburg, XXXII, 1-4,
p. 27-39 (1982).

9. PAPROTH et al. *Bio- and Lithostratigraphic subdivisions of the Silesian in Belgium, a review.* Ann. de la Soc. Geol. Belg., T. 106, p. 241-283 (1983).
10. PIERART, P. *Note préliminaire sur les Megaspores du Westphalien C supérieur en Campine belge.* Paläont. Z., Stuttgart, Bd 31, H. 1-2, p. 46-52 (1957).
11. PIERART, P. *Palynologie et Stratigraphie de la Zone de Neeroeteren (Westphalien C supérieur) en Campine belge.* Publ. Ass. Etud. Paléont., Bruxelles, 30, 112 p., 19 Pl. (1958).
12. PIERART, P. *Observations sur la Palynologie du Westphalien B et C de la partie occidentale du Massif du Borinage.* Centre Nat. Geol. houill., 5, p. 103-110 (1962).
13. PIERART, P. *Synopsis des megaspores du Westphalien de la Belgique.* Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., T. 95, p. 231-245, 4 Pl. (1963).
14. PIERART, P. (en coll. avec DYBOVA et al.) *Révision des megaspores à Corona du Carbonifère.* Institut de Géologie, Varsovie, T. LXXXI, 7 f., 34 Pl. (1977).
15. STOCKMANS, F. et WILLIERE, Y. *Sondages n° 113 (NEERHEIDE) et n° 117 (DE HOEVEN) à Neeroeteren.* Service Géologique de Belgique. Professional paper n° 11 (1975).

LOCALISATION DES SONDAGES



COUPE VERTICALE DE 7 SONDAGES DE LA REGION NORD-EST DE LA CAMPINE



Les sondages 146, 117, 113, 110 et KS7 sont disposés selon une orientation NO-SE.
 Les sondages 181 et 188 se situent plus à l'ouest à peu près entre le 117 et le 113.

SONDAGE 161 OPCIABEEK - LONNELSBROEK

Zones à Mégaspores			
MG II	MG III	Couches	Profondeurs
6a	6a	812,50- 812,75	1
6b	6b	813,96- 814,10	1
7	7	816 - 816,15	1
15	15	833,22- 833,36	1
16	16	906,42- 909,11	1
17	17	913,32- 914,13	2
19b	19b	926,58- 927,59	2
		975 - 977,32	1
		981,18- 992,15	1
		996,52- 998,17	2
		1004,79-1005,08	2
		1011,96-1012,24	1
		1018,97-1019,06	1
		1023,51-1026,22	1
		1033,65-1035,19	5
		1100,88-1101,38	5
		1142,32-1146,56	1
		1176,26-1177,50	1
		1189,26-1191,83	2
		1222,79-1225,10	2
		1242,60-1243,90	4
		1253,61	2
		1258,01-1262,20	7
		1263,13	2
		1291,43-1293,69	5
		1301,73-1303,20	1
		1311,69-1315,92	2
		1335,41	3
		1356,91	4
60b	60b		
		Laevigatisporites glabratus	1
		Tuberculatisporites mammillarius	1
		Tuberculatisporites eregliensis	1
		Trilethisporites tuberculatus	2
		Lagenicula horrida	1
		Lagenicula subpilosa	1
		Lagenosporites rugosus	1
		Setosporites hirsutus	1
		Setosporites praetextus	1
		Setosporites pseudotenuispinosus	1
		Valvisporites westphalensis	1
		Valvisporites appendiculatus	1
		Valvisporites nigrozonalis	2
		Valvisporites augustae	1
		Valvisporites flavus	1
		Valvisporites verrucosus	1
		Valvisporites sp.	1
		Bentziaporites tricollinus	3
		Bentziaporites cf. bentzii ?	1
		Zonalesporites brasserti	5
		Triangulatisporites triangulatus	1
		Zonalesporites superbus	1
		Rotatisporites dentatus	1
		Cystosporites varius	1
		Cystosporites giganteus	4
		Cystosporites verrucosus	1
		Triletes sp.	1
		Calamospora sp. ?	1
		Schopfipollenites ellipsoïdes	1
		Nombre de mégaspores pour 10 g de charbon	13
			4
			2
			11
			3
			25
			4
			5
			5
			21
			1
			15
			4
			12
			9
			30
			3
			7
			16
			48
			110
			4
			7
			7
			11
			11
			11

Zones à Mégaspores		Profondeurs		Couches		MC III		MC II		MC I		Nombre de mégaspores pour 10 g de charbon	
1	599,20-599,50	5	5										13
2	599,50-599,70	3	3										59
3	599,70-599,90	20	20										28
4	613,60-613,80												5
5	613,80-614,00												2
6	617,92-618,12												101
7	618,12-618,32												133
8	618,32-618,52												70
9	618,52-618,72	4	4										12
10	618,72-618,92												9
11	618,92-619,12												4
12	628,23-628,35	87	87										32
13	628,35-628,50	4	4										4
14	632,23-632,37												1
15	632,37-632,51	4	4										9
16	632,52-632,65												6
17	644,11-644,28												21
18	644,42-644,56												201
19	653,66-653,73	2	3										25
20	657,75-657,79												5
21	658,25-658,44	17	17										56
22	658,66-658,78	5	5										10
23	667,52-667,61	2	34										38
24	670,71-670,75	4	4										20
25	676,70-676,89												4
26	690,50-690,70												3
27	690,70-690,90	17	17										2
28	706,38-706,64												1
29	719,71-719,89	17	17										2
30	725,30-725,54												2
31	725,54-725,78	27	27										6
32	730,81-731,00												6
33	731,01-731,05	6	6										7
34	740,20-740,40												5
35	742,85-743,16	1	1										4
36	743,31-743,56	4	4										12
37	747,60-747,72	1	1										4
38	748,01-748,10	57	2										4
39	762,19-762,35	2	2										4
40	762,35-762,41												4
41	770,67-770,89	4	4										31
42	770,89-771,01	2	2										7
43	771,20-771,50	4	4										14
44	787,89-788,12												2
45	788,12-788,35	17	17										1
46	788,35-788,58	3	3										6
47	788,72-788,88	2	2										8
48	799,41-799,52	10	10										20
49	819,65-820,00												12
50	820,00-820,16	3	3										25
51	820,30-820,50	1	1										1
52	820,85-821,02												7
53	827,92-828,12	4	4										5
54	834,42-834,53	3	3										14
55	869,30-869,46	5	5										4
56	870,02-871,19	2	2										24
57	870,24-870,42	20	20										26
58	870,42-870,60	10	10										1
59	879,28-879,48												17
60	879,68-879,88	10	10										19
61	879,88-880,16	12	12										10
62	888,10-888,33	7	7										2
63	902,60-902,69	17	17										6
64	903,42-903,59	37	37										14
65	903,59-903,76	8	8										42
66	903,76-903,81	40	40										59
67	909,23-909,30	5	5										31
68	916,76-916,95	30	30										33
69	916,97-917,13	30	30										1
70	917,18-917,31												6
71	931,67-931,94	4	4										16
72	932,00-932,28	10	10										13
73	932,43-932,51	8	4										21
74	965,51-965,61	1	1										5
75	967,72-967,87												5
76	992,15-992,35	4	4										7
77	1017,38-1017,42	5	5										5
78	1054,38-1054,70	1	1										13
79	1056,04-1056,22	8	8										8
80	1056,22-1056,40	40	40										54
81	1056,40-1056,58	5	5										13
82	1057,09-1057,27	2	10										17
83	1057,27-1057,45	5	5										11
84	1060,00-1060,18	20	20										48

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE I

Setosisporites pseudotenuispinosus P. PIERARTMicroscopie optique (grossissement x 50)

- Fig. 1 : Sondage 146, couche 18b (1098,48)
Fig. 2 : Sondage 146, couche 18b (1098,48)
Fig. 3 : Sondage 146, couche 18b (1098,48)
Fig. 4a : Sondage 146, face proximale de la megaspore (1098,48)
Fig. 4b : Face distale de la même megaspore
Fig. 5 : Sondage 146, couche 18b (1098,48)
Fig. 6 : Sondage 146, couche 18b (1098,48)
Fig. 7 : Sondage 146, couche 18b (1098,48)
Fig. 8 : Sondage KS7, couche 9
Fig. 9 : Sondage 161, couche 16
Fig. 10 : Sondage 161, couche 16
Fig. 11 : Sondage 161, couche 16
Fig. 12 : Sondage 161, couche 16
Fig. 13 : Sondage 161, couche 16
Fig. 14a: Sondage 161, couche 16, face proximale de la megaspore
Fig. 14b: Face distale de la même megaspore
Fig. 15 : Sondage 161, couche 16
Fig. 16a: Sondage 161, couche 16, face proximale de la megaspore
Fig. 16b: Face distale du même échantillon
Fig. 17a: Sondage 161, couche 16, face proximale de la megaspore
Fig. 17b: Face distale de la même megaspore
Fig. 18 : Sondage 146, couche 18b (1098,48)

Microscopie électronique à balayage (grossissement x 65)

- Fig. 19 : Sondage 146, couche 18b (1098,48)
Fig. 20 : Sondage 146, couche 18b (1098,48)
Fig. 21 : Sondage 146, couche 18b (1098,48)
Fig. 22 : Sondage 146, couche 18b (1098,48)
Fig. 23 : Sondage 146, couche 18b (1098,48)
Fig. 24 : Sondage 146, couche 18b (1098,48)

Fig. 25 : Sondage 146, couche 18b (1098,48)

Fig. 26a: Sondage 146, couche 18b (1098,48)

Fig. 26b: Détail de la même megaspore (grossissement x 130)

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE II

Valvisisporites westphalensis D. Ch. Bhardwaj

- Fig. 1 : Sondage 161, couche 52c, face proximale
 Fig. 2a : Sondage 161, couche 40, face proximale
 Fig. 2b : Sondage 161, couche 40, face distale de la même
 megaspore
 Fig. 3 : Sondage 161, couche 56, face distale

Valvisisporites westphalensis ? D. Ch. Bhardwaj ?

- Fig. 7a : Sondage 146, couche 14 (1057) face proximale
 Fig. 7b : Sondage 146, couche 14 (1057) face distale

Valvisisporites nigrozonalis (E. Stach & J. Zerndt)
 R. Pot. & G. Kremp

- Fig. 4 : Sondage 161, couche 20

Valvisisporites augustae (F. Loose) R. Pot. & G. Kremp

- Fig. 5 : Sondage 161, couche 40
 Fig. 6 : Sondage 161, couche 22
 Fig. 8 : Sondage 161, couche 40
 Fig. 9a : Sondage 161, couche 6a, face proximale de la megaspore
 Fig. 9b : Sondage 161, couche 6a, face distale de la même
 megaspore

Lagenicula subpilosa (A. Ibrahim) R. Pot. & G. Kremp

- Fig. 11a: Sondage 161, couche 36, face proximale de la megaspore
 Fig. 11b: Sondage 161, couche 36, face distale de la même
 megaspore
 Fig. 12 : Sondage 161, couche 36
 Fig. 14a: Sondage 161, couche 56, face proximale de la megaspore
 Fig. 14b: Sondage 161, couche 56, face distale de la même
 megaspore
 Fig. 15a: Sondage 161, couche 56, megaspore comprimée latéralement
 Fig. 15b: Sondage 161, couche 56, megaspore comprimée latéralement
 mais vue de l'autre côté

Lagenicula horrida ? J. Zerndt ?

Fig. 13 : Sondage 161, couche 56

(Grossissement x 50)

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE III

Lagenosporites rugosus (F. Loose) R. Pot. & G. Kremp

- Fig. 1 : Sondage 146, couche 12 (1035,60)
Fig. 2a: Sondage 146, couche 12 (1035,60) megaspore comprimée
latéralement
Fig. 2b: Sondage 161, couche 21, megaspore comprimée latéralement
mais vue de l'autre côté
Fig. 3 : Sondage 161, couche 21
Fig. 4 : Sondage 161, couche 21
Fig. 5 : Sondage 161, couche 21

Cystosporites giganteus (J. Zerndt) J.M. Schopf

- Fig. 6 : Sondage 146, couche 12 (1035,60) vue latérale
Fig. 7a: Sondage 146, couche 12 (1034,70) vue latérale
Fig. 7b: Sondage 146, couche 12 (1034,70) idem mais autre côté
Fig. 8 : Sondage 161, couche 6b, face proximale

Cystosporites varius (C.A. Wicher) S.J. Dijkstra

- Fig. 9a: Sondage 161, couche 50, face proximale
Fig. 9b: Sondage 161, couche 50, face distale

Cystosporites varius ? (C.A. Wicher) S.J. Dijkstra ?

- Fig. 10 : Sondage 161, couche 6b

Setosporites hirsutus (F. Loose) A. Ibrahim

- Fig. 11a: Sondage KS7, couche 25, face proximale
Fig. 11b: Sondage KS7, couche 25, face distale

Valvisisporites flavus ? (E. Stach & J. Zerndt)

R. Pot. & G. Kremp ?

- Fig. 12a: Sondage 161, couche 50, face proximale
Fig. 12b: Sondage 161, couche 50, face distale

Triangulatisporites triangulatus (J. Zerndt) R. Pot. & G. Kremp

Fig. 13a : Sondage 161, couche 23, face proximale

Fig. 13b : Sondage 161, couche 23, face distale

Fig. 14 : Sondage 161, couche 51a, face proximale

Fig. 15 : Sondage 161, couche 51a, face proximale

Fig. 16 : Sondage 161, couche 60b, face proximale

Fig. 17 : Sondage 117, couche 25, face proximale

Fig. 18a : Sondage 117, couche 25, face proximale de la
megaspore

Fig. 18b : Sondage 117, couche 25, face distale de la megaspore

(Grossissement x 50)

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE IV

Zonalesporites superbus (H.H. Bartlett) Karczewska

Fig. 1a : Sondage 161, couche 40, face proximale de la megaspore

Fig. 1b : Sondage 161, couche 40, vue interne de la face
proximale de la même megaspore

Fig. 2a : Sondage 161, couche 55, face proximale de la megaspore

Fig. 2b : Sondage 161, couche 55, face distale de la megaspore

Rotatisporites dentatus (J. Zerndt) Dybova & al.

Fig. 3a : Sondage 146, couche 14 (1056,25) face proximale

Fig. 3b : Sondage 146, couche 14 (1056,25) face distale

Zonalesporites brasserti (E. Stach & J. Zerndt)

R. Pot. & G. Kremp

Fig. 4a : Sondage 161, couche 40, face proximale

Fig. 4b : Sondage 161, couche 40, face distale

(Grossissement x 50)

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE V

Zonalesporites brasserti (Stach & Zerndt) R. Pot. & G. Kremp

Fig. 1a : Sondage 161, couche 50, face proximale de la megaspore

Fig. 1b : Sondage 161, couche 50, face distale de la même
megaspore

Fig. 2a : Sondage 161, couche 50, face proximale

Fig. 2b : Sondage 161, couche 50, face distale

Fig. 3 : Sondage 161, couche 52c, face distale

Fig. 4a : Sondage 161, couche 51b, face proximale

Fig. 4b : Sondage 161, couche 51b, face distale

Tuberculatisporites mamillarius (H.H. Bartlett)

R. Pot. & G. Kremp

sensu S.J. Dijkstra

var. *brevispiculus* (Schopf) Piérart

Fig. 5 : Sondage 146, couche 25b (1188,25) face proximale

Triletisporites tuberculatus (J. Zerndt) R. Pot. & G. Kremp

Fig. 6a : Sondage 161, couche 6b, face proximale

Fig. 6b : Sondage 161, couche 6b, face distale

Fig. 7 : Sondage 110, couche 1, face proximale

(Grossissement x 50)

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE VI

Sondage 168 (OPOETEREN DEN HOUW) Grossissement x 50

Setosisporites pseudotenuispinosus P. Piérart

Fig. 1 : couche 18

Fig. 2 : couche 18

Fig. 3 : couche 18

Fig. 4 : couche 18

Setosisporites hirsutus (F. Loose) A. Ibrahim

Fig. 5 : couche 60a

Fig. 6 : couche 69

Cystosporites varius (C.A. Wicher) S.J. Dijkstra

Fig. 7 : couche 5

Bentziaporites tricollinus (J. Zerndt) R. Pot. & G. Kremp

Fig. 8 : couche 41

Lagenosporites rugosus (F. Loose) R. Pot. & G. Kremp

Fig. 9 : couche 41

Fig. 10 : couche 40a, tétrade

Triangulatisporites triangulatus (J. Zerndt) R. Pot. & G. Kremp

Fig. 11 : couche 5

Lagenicula horrida J. Zerndt

Fig. 12 : couche 41

Zonalesporites superbus (H.H. Bartlett) Karczewska

Fig. 13 : couche 62a

Sondage 168 (OPOETEREN DEN HOUW) Grossissement x 50 (suite)

Zonalesporites brasserti (E. Stach & J. Zerndt)

R. Pot. & G. Kremp

Fig. 14 : couche 23

Rotatisporites dentatus (J. Zerndt) Dybova et al.

Fig. 15a: couche 9, face distale

Fig. 15b: couche 9, face proximale

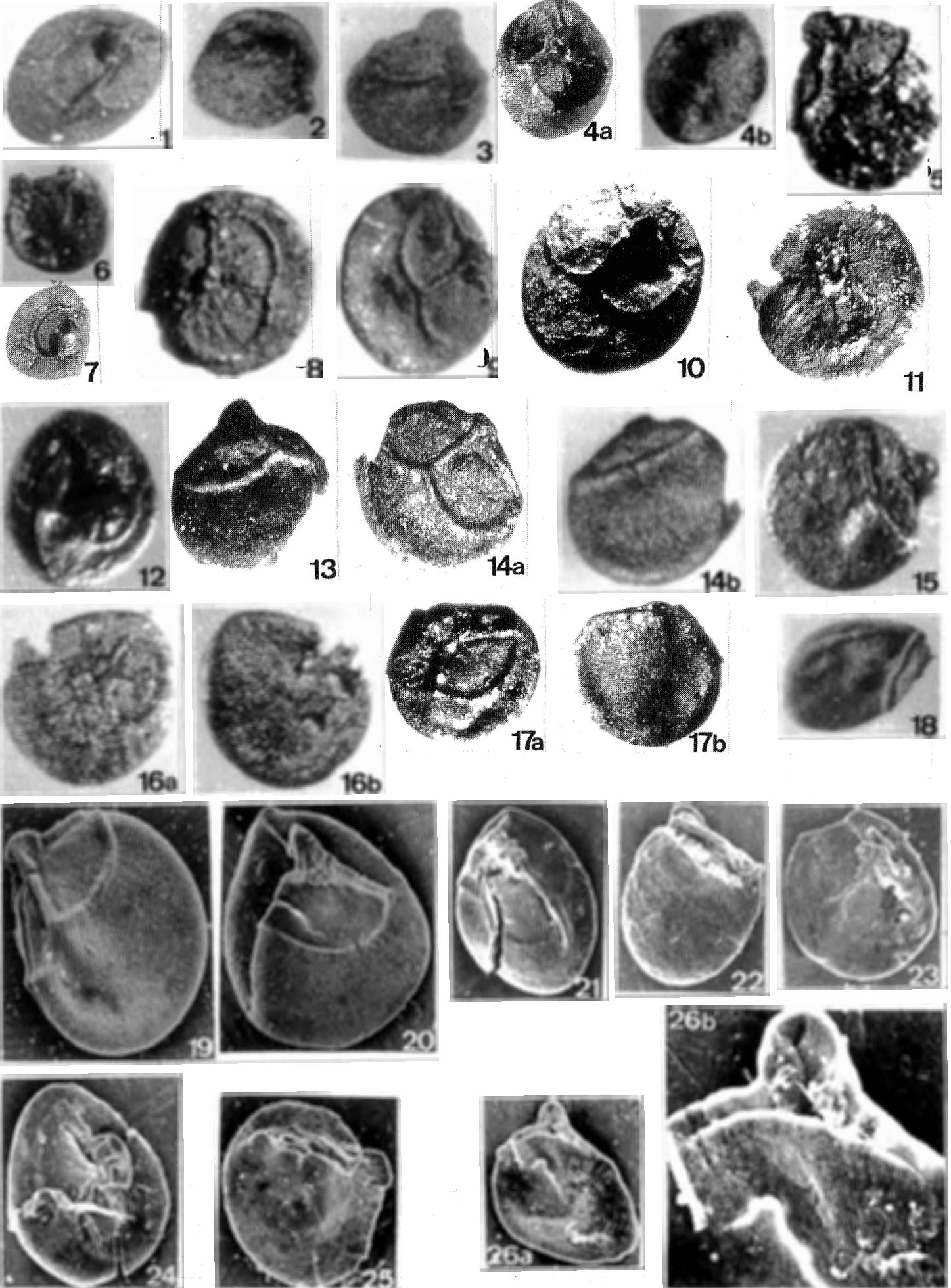
Triletisporites tuberculatus (J. Zerndt) R. Pot. & G. Kremp

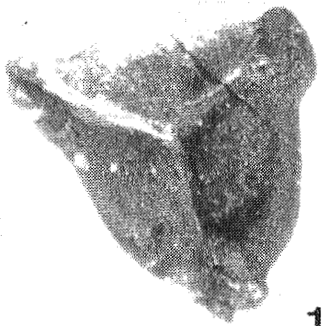
Fig. 16a': couche 2, face distale

Fig. 16a": couche 2, face distale (lumière #)

Fig. 16b : couche 2, face proximale

Fig. 17 : couche 12-13

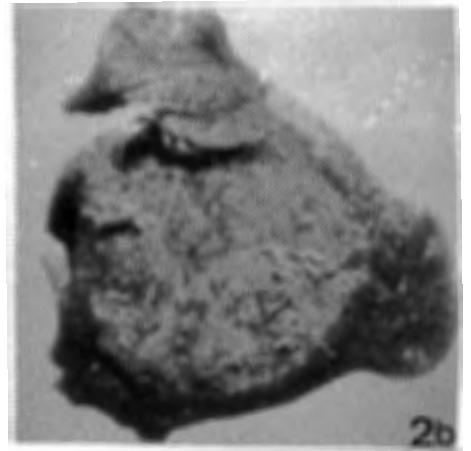




1



2a



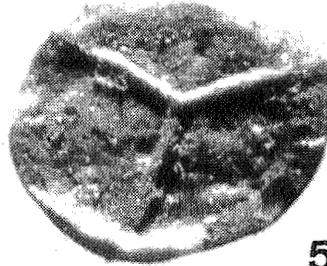
2b



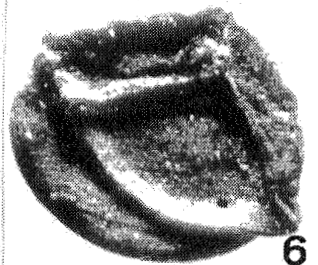
3



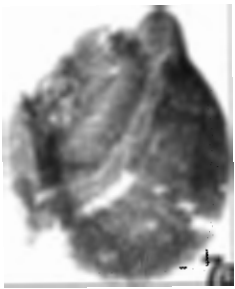
4



5



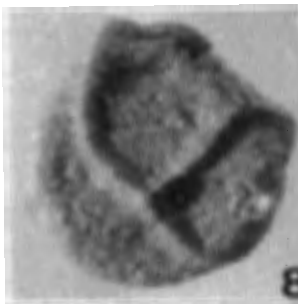
6



7a



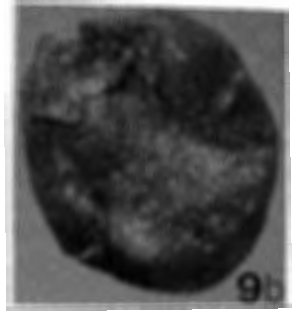
7b



8



9a



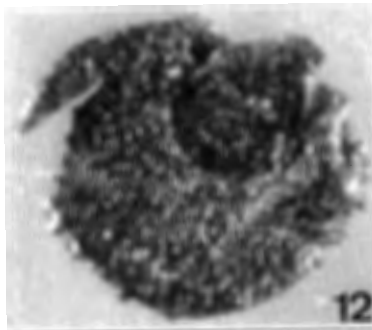
9b



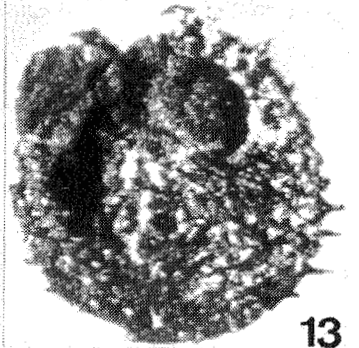
11a



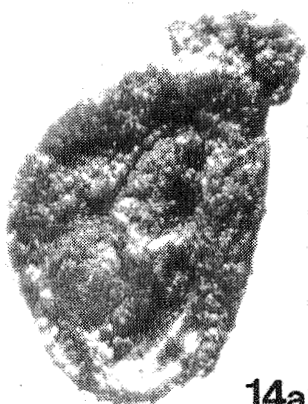
11b



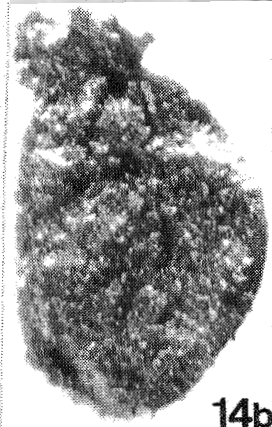
12



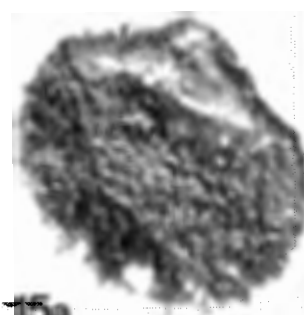
13



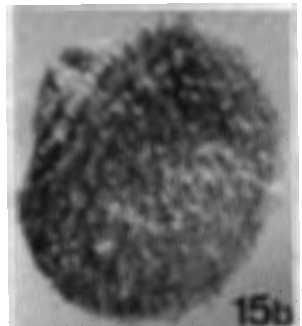
14a



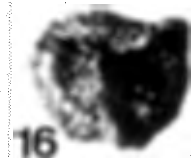
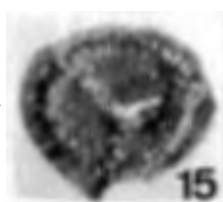
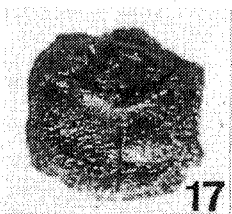
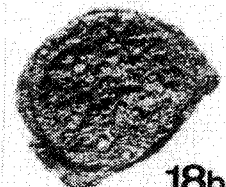
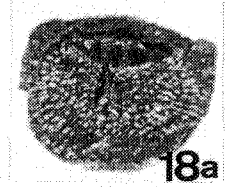
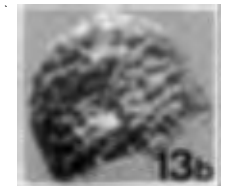
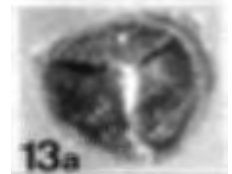
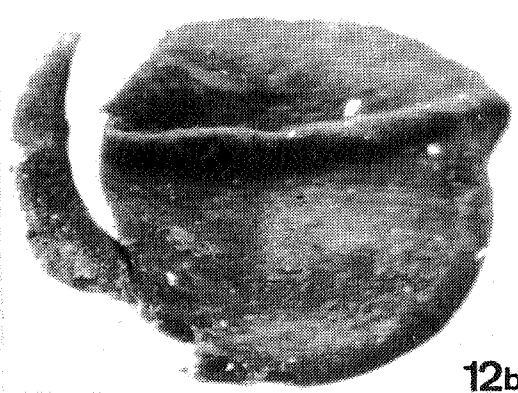
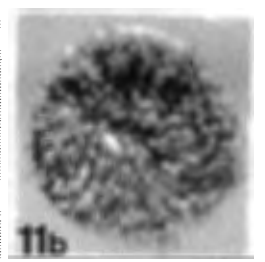
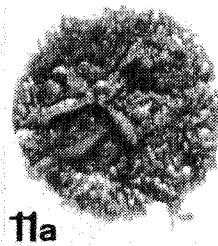
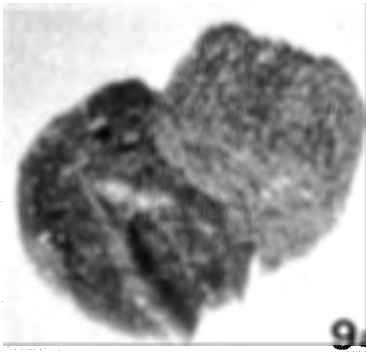
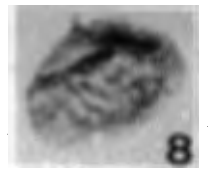
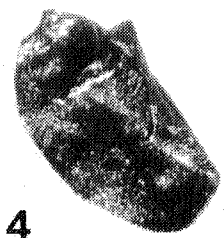
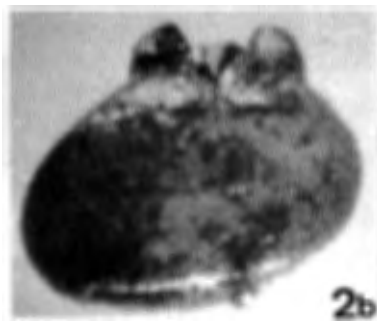
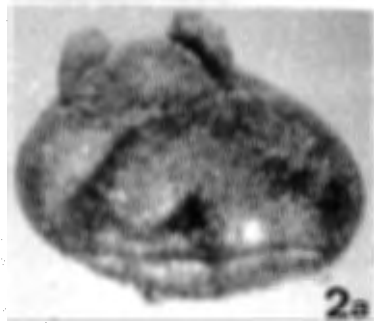
14b



15a



15b



17

14

15

16

18a

18b

1

2a

2b

3

4

5

6

7a

7b

8

9a

9b

10

11a

11b

12b

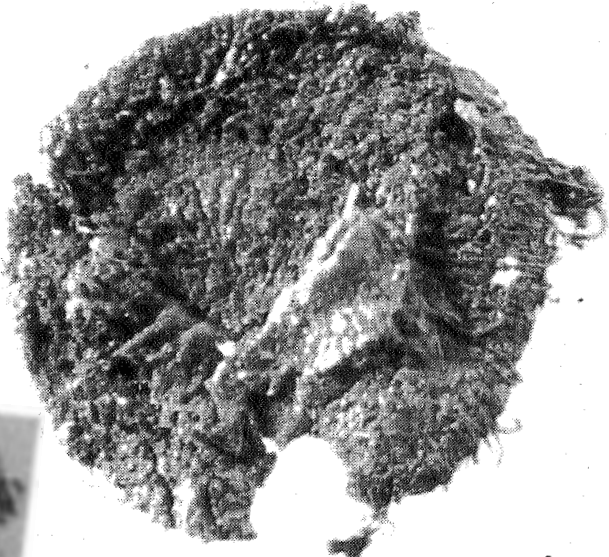
13a

13b

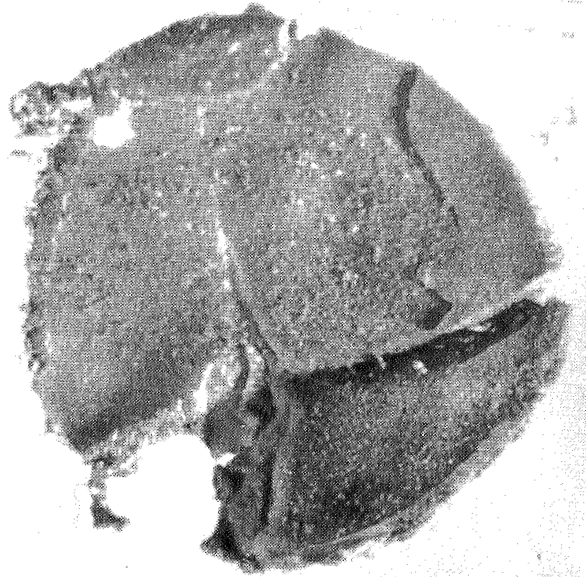
12a

18a

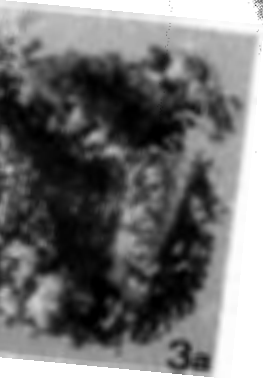
18b



1a



1b



3a



2a



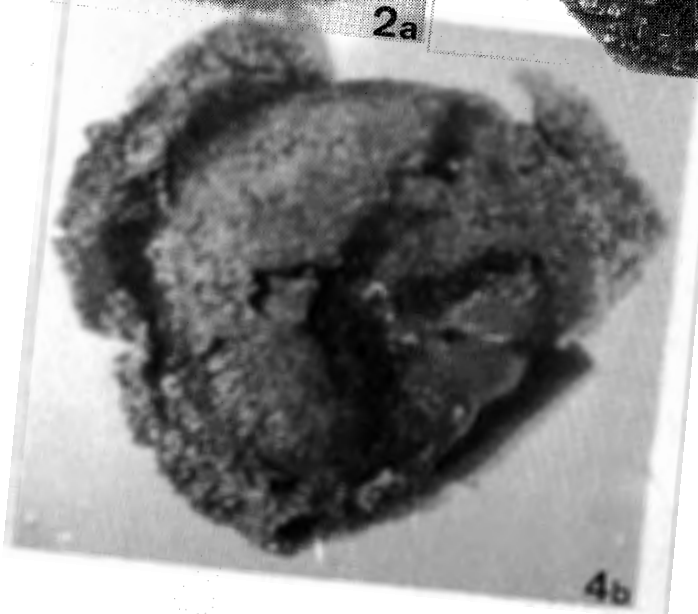
2b



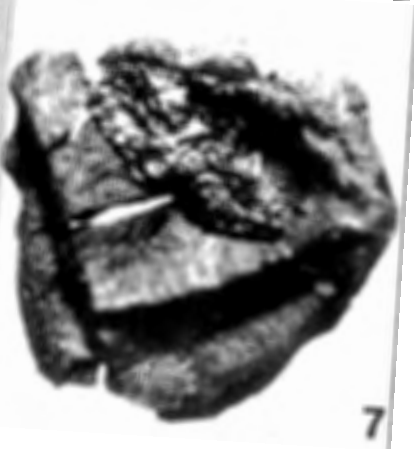
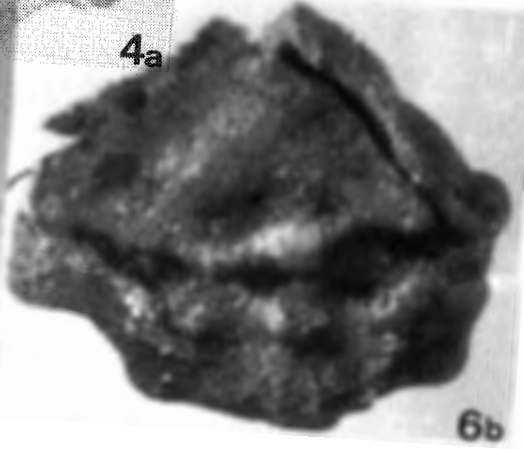
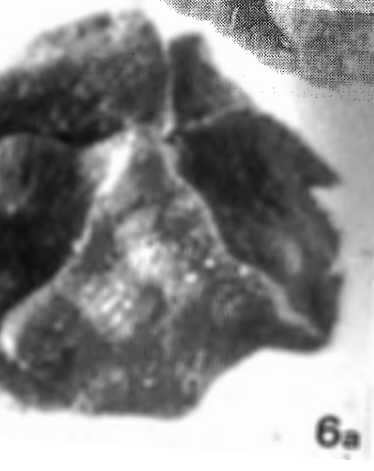
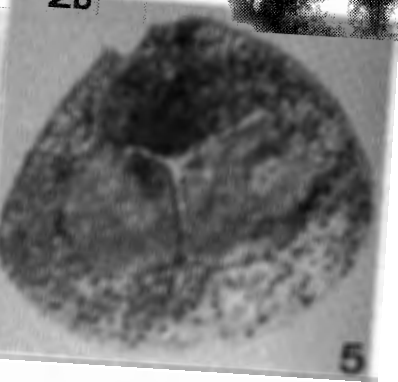
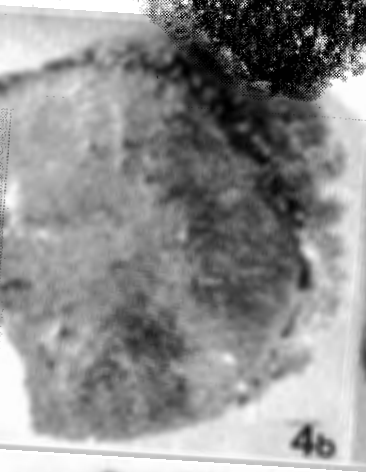
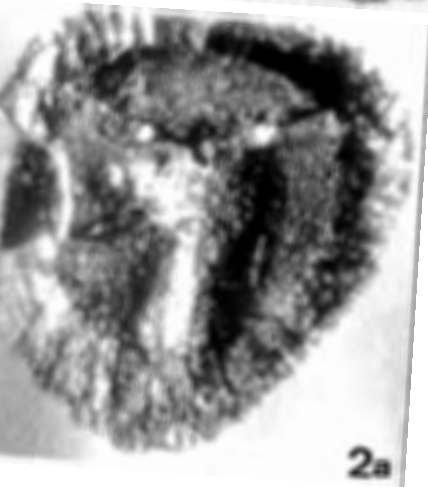
3b

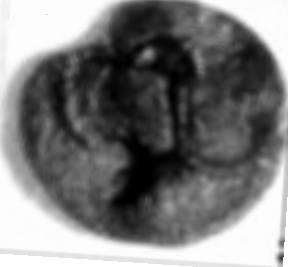
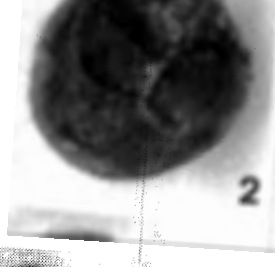


4a



4b

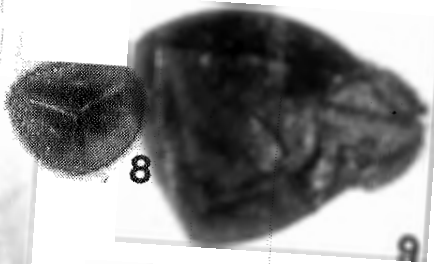




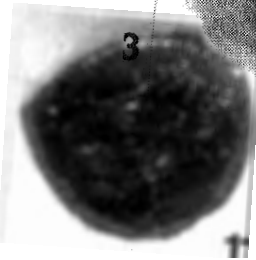
5



7



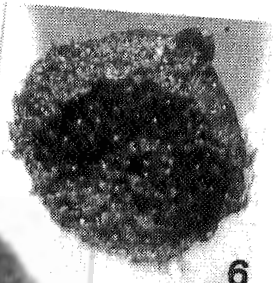
8



9



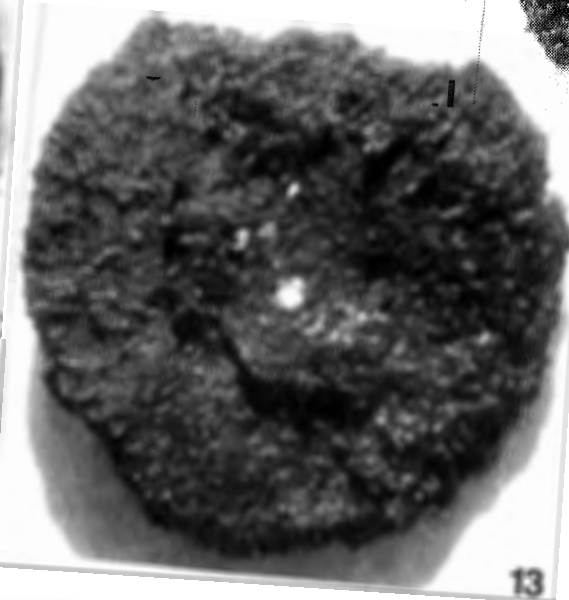
10



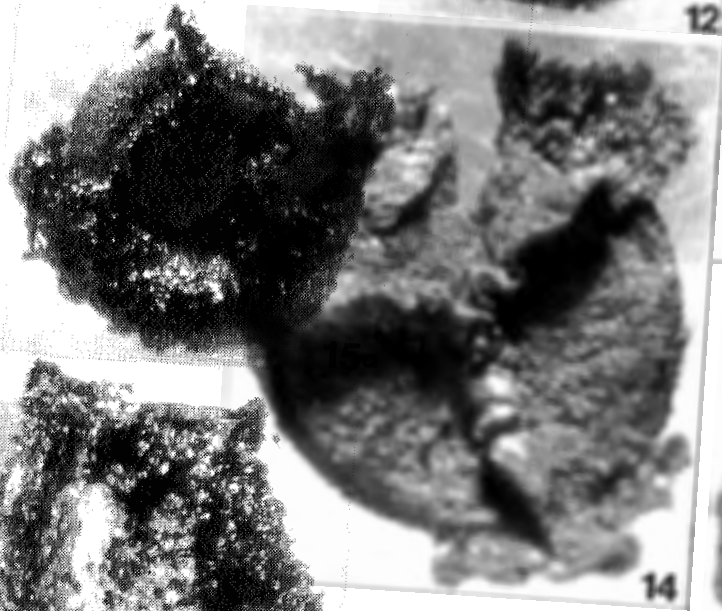
11



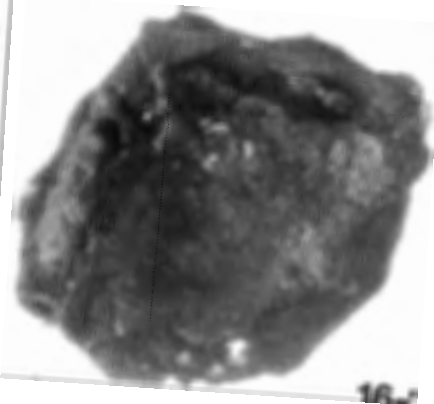
12



13



14



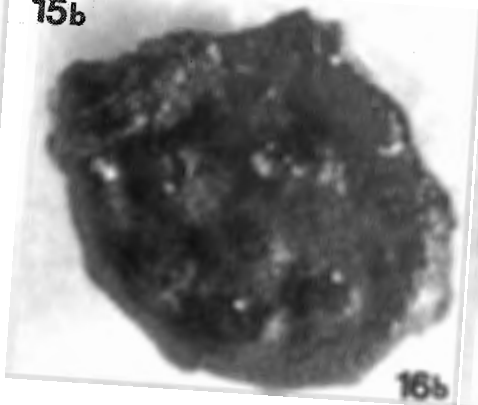
15a



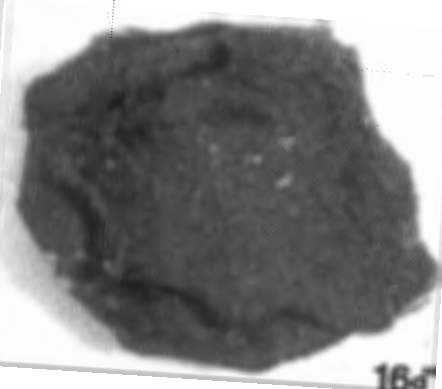
15b



16a



16b



16c

16d