

226

CARACTÉRISTIQUES PALÉONTOLOGIQUES DES COUCHES DE TRANSITION WESTPHALIEN A/B DANS LE BASSIN DE CAMPINE (SONDAGE DE PEER KB206), BELGIQUE

Michiel DUSAR¹, Stanislas LOBOZIAK², Maurice STREEL³, Henk W. J. van AMEROM⁴
et Hans G. M. van de LAAR⁵

RÉSUMÉ - Les caractéristiques paléontologiques (macroflores, miospores, palynofaciés et mollusques non-marins) de la transition Westphalien A/B dans le sondage de Peer (KB206) appartenant au Bassin de Campine sont confrontées aux données du paléoenvironnement. Les influences respectives des variations tectoniques et climatiques sur les milieux de dépôt et sur la flore et la faune non-marine sont évaluées.

Macrofloras, Miospores, Palynofaciés, Mollusques non-marins, Transition Westphalien A/B, Bassin de Campine, Belgique

Paleontological characteristics of the Westphalian A/B transitional beds in the Campine Basin (Borehole Peer KB206), Belgium

ABSTRACT - Paleontological characteristics (macrofloras, miospores, palynofaciés and non-marine molluscs) in the Westphalian A/B transitional beds from Borehole Peer (KB206) from the Campine Basin are studied in their paleoenvironmental context. Influences of tectonic and climatic changes on the deposits and on the flora and non-marine fauna are evaluated.

Macrofloras, Miospores, Palynofaciés, Non marine molluscs, Westphalian A/B transition, Campine Basin, Belgium

I - INTRODUCTION

Le sondage KB206 - Peer se prête particulièrement bien à l'étude des couches de transition Westphalien A/B par suite de l'abondance des flores et des faunes non-marines qu'il contient.

La stratigraphie détaillée réalisée par comparaison avec plusieurs sondages voisins permet de considérer comme connu au départ l'âge des sédiments étudiés. L'objectif de ce travail consiste dans l'appréciation de la valeur stratigraphique du matériel identifié en fonction du contexte environnemental.

1. Localisation et échantillonnage (M. Dusar)

Le sondage de recherche KB206 - Peer a été foré en 1992 dans le bassin houiller de Campine, au NE de la Belgique. Il est enregistré aux archives du Service géologique de Belgique sous le N°62 E290, coordonnées Lambert X 224.826, Y 196.069, le niveau zéro étant à +75,36 m.

Les couches d'âge Westphalien ont été traversées entre 802 m (sommet du Carbonifère) et 1348 m (profondeur maximale atteinte par le sondage). Ces couches sont localement recouvertes, dans la zone du

¹ Belgian Geological Survey, Jemmerstraat 13, 1040 Brussels, Belgique.

² Paléobotanique, URA CNRS 1365, Université des Sciences et Technologies de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq, France.

³ Paléontologie, Université de Liège, 7 place du Vingt-Août, 4000 Liège, Belgique.

⁴ Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, De Greiff-Strasse 192, 47710 Krefeld, Allemagne.

⁵ Geological Survey of the Netherlands, Voskuilenweg 131, 6400 AC Heerlen, Pays-Bas.

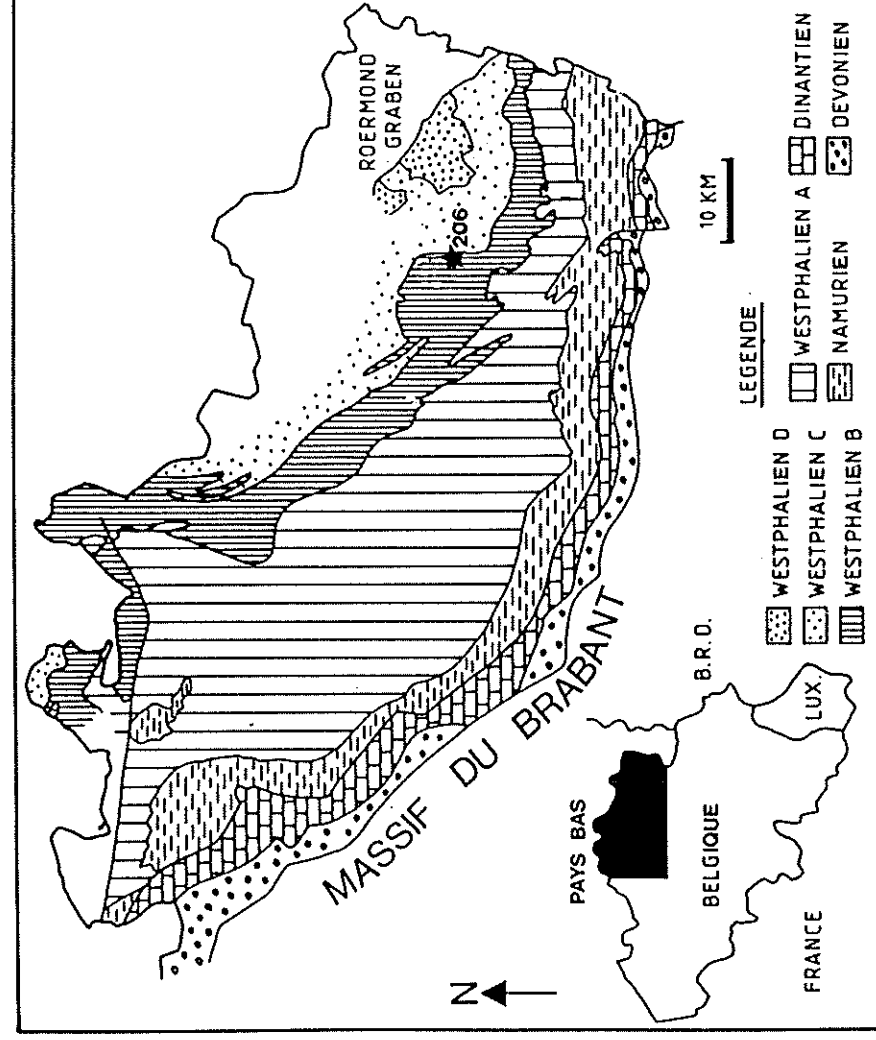


Fig. 1- Carte géologique du sous-sol de la Campine avec la localisation (étoile) du sondage. Campine geological subcropmap with location of borehole.

forage, par des séquences allant du Quaternaire au Crétacé supérieur et par du Permo-Trias. Un carottage continu a été effectué entre 856 m et 1348 m.

Les dépôts houillers du Carbonifère supérieur (Westphalien) s'étendent au-delà des frontières nationales dans les Pays-Bas et en Allemagne. Ils forment une partie du bassin houiller paralaïque du Nord-Ouest de l'Europe et contiennent des couches de houille formées dans un système fluvial (transition de plaine deltaïque inférieure à supérieure) influencé par des fluctuations relatives du niveau de la mer (PAPROTH *et al.*, sous presse).

La structuration des dépôts houillers de Campine s'est effectuée en deux phases majeures : tectonique de blocs asturienne à la fin du Westphalien et soulèvement du massif de Brabant voisin pendant le Jurassique moyen. Vers le Nord, les dépôts houillers sont enfouis hors d'atteinte des travaux miniers dans le graben sismiquement actif de la Ruhr qui joint le fossé du Bas-Rhin aux bassins de l'Ouest des Pays-Bas et du Sud de la mer du Nord.

Le sondage KB206 est implanté dans la partie inexploitée du Bassin de Campine, au Nord de la région minière, plus précisément sur une structure positive le long d'une faille transversale appelée « Donderslag » qui sépare les zones est et ouest du District minier.

2. Lithostratigraphie (M. DUSAR)

L'environnement sédimentaire de ces dépôts houillers est caractérisé par une succession cyclique de charbons, argilites et grès. Des incursions marines occasionnelles et des couches de cendres volcaniques ou « tonsteins » constituent les horizons marqueurs traditionnellement utilisés dans la région. Cependant des fossiles marins indiscutables et des « tonsteins » sont absents dans le sondage KB206. C'est peut-être le résultat de sa situation sur le versant remonté de la faille synsédimentaire de Donderslag. L'interprétation stratigraphique est néanmoins assurée par des corrélations banc par banc avec des sondages carottés voisins (à des distances de l'ordre de 2,5 km), en particulier avec le sondage KB174 - Hechtel Hoef, basées notamment sur des comparaisons entre logs géophysiques. La numérotation des couches de charbon correspond au système en usage dans les mines de Campine (N° KS) (fig. 3). La teneur en charbon est assez élevée, atteignant 6% de la stampe totale après compaction. Dans ce sondage, les couches de charbon potentiellement exploitables représentent 60% de la quantité totale de charbon ; leur épaisseur moyenne atteint 140 cm de charbon pur.

Les séquences houillères sont assignées aux Westphalien A et B. La limite A/B ou Horizon marin de Quaregnon (= Katharina Horizon) peut être identifiée au sommet de la veine KSS1 à la profondeur 1089 m.

La séquence sus-jacente (intervalle 802-1089 m) comprend pratiquement toute la partie inférieure du Westphalien B connue comme « Faisceau d'As (= Essener Schichten) ». On estime que l'Horizon d'Eisden (= Domina Horizon), qui constitue la limite entre la partie inférieure et la partie supérieure du Westphalien B, aurait été atteinte au toit de la première couche de charbon manquante au-dessus des couches carbonifères recoupées par le sondage, soit à la profondeur hypothétique de 790 m. L'horizon supposé marin de Wijshagen, subdivisant le Westphalien B inférieur, peut être corrélié avec le toit de la veine KS45+2, à 921 m.

La séquence sous-jacente (intervalle 1089-1348 m) correspond à la partie supérieure des dépôts du Westphalien A supérieur connue comme « Faisceau de Genk (= Bochner Schichten) ». Dans le Westphalien A supérieur, plusieurs horizons saumâtres sont connus dont l'Horizon Schelpenbed, corrélié avec la veine KSS7/2 à 1140 m, et l'Horizon Vool, corrélié avec la couche de charbon KS70/3 à 1268 m.

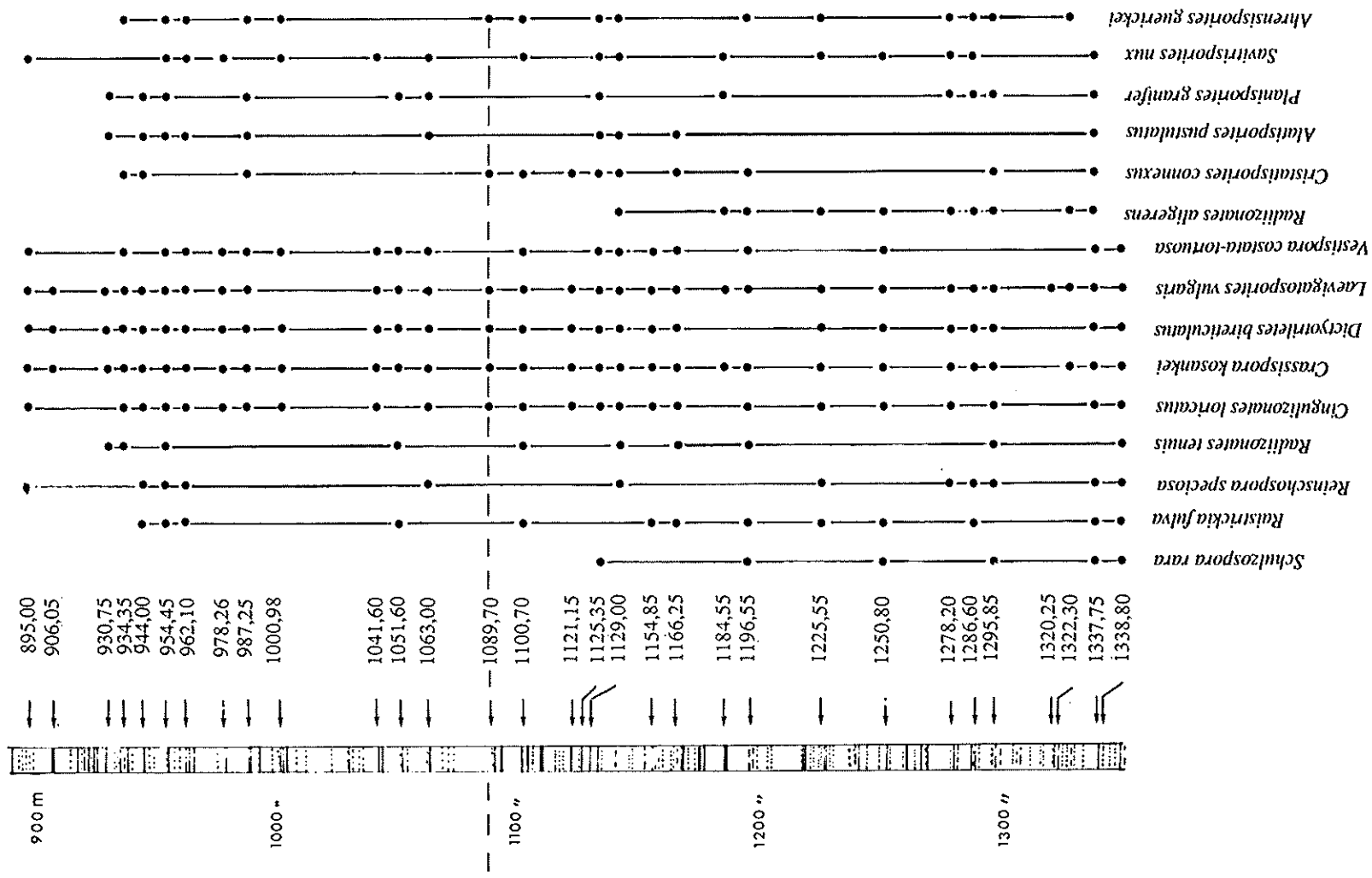
II - DONNÉES PALÉONTOLOGIQUES

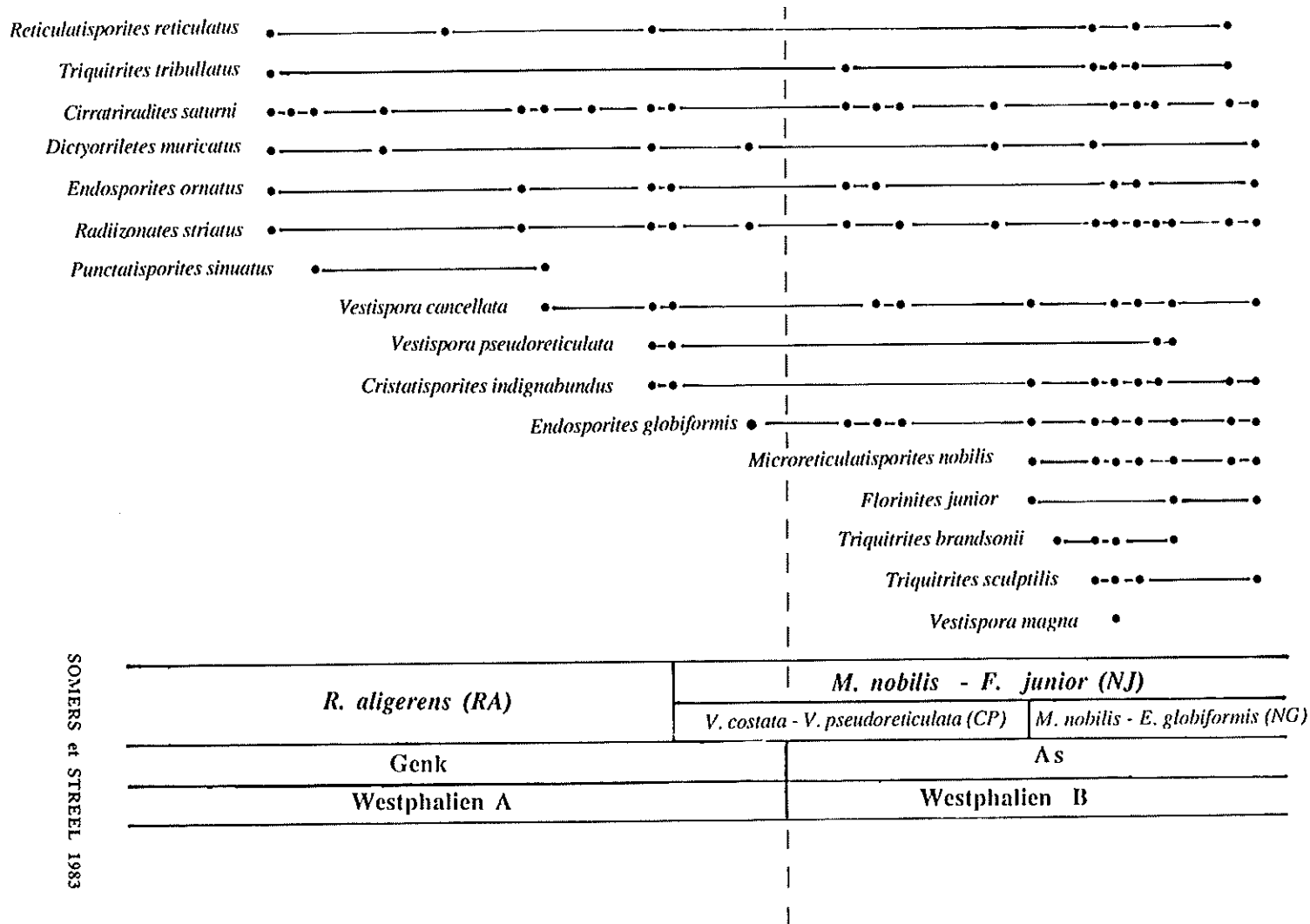
Bien que l'ensemble de la partie carottée du sondage (entre 856 m et 1348 m) ait été étudiée, les figures 2 et 3 (cette dernière en particulier) ne représentent qu'une partie de l'information disponible afin de focaliser l'intérêt sur les couches de transition Westphalien A/B.

Les données paléontologiques ci-dessous sont décrites stratigraphiquement du bas vers le haut.

1. Macroflore (H.W.J. VAN AMERON) (fig. 3)

De la base du sondage jusqu'au niveau 1095,55 m, on a trouvé une flore typique du Westphalien A. Jusqu'à 1207,00 m, elle est bien caractérisée par *Eusphenopteris hollandica*, *Karinopteris acuta* et une lycophyte assez exceptionnelle *Omphalophloios cyclostigma* (al. *anglicus*), mais la présence de *Lyginopteris hoeninghausii*, notamment à 1095,55 m, est particulièrement significative. On notera aussi l'apparition d'exemplaires bien conservés de *Neuropteris bourzoi* entre 1111,26 et 1111,60 m. L'espèce commence dans le Westphalien A supérieur en Allemagne du Nord-Ouest et en France. Elle est représentée jusqu'au Westphalien B moyen en Allemagne (JOSTEN, 1991) et est présente dans la partie basale du Westphalien B en France (LAVENE, 1967). L'acmé d'autres espèces, comme *Mariopteris muricata* entre 1180 et 1170 m ou *Karinopteris daviesi* à partir de 1099,40 m, permet des corrélations avec le Westphalien A du Nord de la France et de l'Allemagne du Nord-Ouest (*K. daviesi* est connu dès la couche KS68 dans le sondage voisin KB174, M. FAIRON-DEMARRET, communication personnelle).





SOMERS et STREEL 1983

Fig. 2- Distribution stratigraphique des miospores du Westphalien dans le sondage de Peer. Stratigraphic distribution of the Westphalian miospores in borehole Peer.

La macroflore du Westphalien B est représentée dans le sondage par l'apparition de *Linopteris neuropteroides* à 1005,65 m et de *Mariopteris nervosa*, *Neuropteris cf. hollandica* et *Sphenopteris cf. douvillei* plus haut. *Paripteris pseudogigantea* qui apparaît dans le sondage tout près du niveau de Quaregnon a été trouvé dès la couche KS68 dans le sondage voisin KBI74 (M. FAIRON-DEMARET, communication personnelle).

2. Palynofaciès des argilites (J.G.M. VAN DE LAAR) (fig. 3)

L'analyse du palynofaciès de nombreux échantillons montre que l'environnement de dépôt ne présentait qu'une variabilité limitée. Seuls des palynofaciès de marais ont été rencontrés dans l'échantillonnage systématique d'argilites prélevées dans le toit des couches de charbon pour l'étude des miospores dans l'intervalle repris sur la figure 3. On reconnaît cependant deux types en fonction de différences probables dans la stabilité du plan d'eau (terminologie de WHITAKER, 1984 ; voir aussi VAN DE LAAR et FERMONT, 1990).

Type XV B (marais, plan d'eau stable) (Pl. I)

Le matériel ligneux a été dégradé par l'action des bactéries et transformé en matière organique amorphe. La couleur brune, typique (à la fois des palynomacéraux et des sporomorphes), suggère que les processus diagenétiques secondaires ultérieurs ont eu peu d'effet.

Les assemblages de miospores sont souvent dominés par *Crassispora kosankei*.

Type XV BD (marais, plan d'eau instable)

Ce type est semblable au précédent en ce qui concerne le contenu en macéraux, mais tous les macéraux ont été dégradés et assombrés, suggérant des processus diagenétiques secondaires efficients.

La distribution de ces deux types de palynofaciès (fig. 3) peut être corrélée avec la répartition des macéraux dans les couches de charbon sous-jacentes. Le type XV B, à palynomacéraux et sporomorphes bruns, est caractérisé par des charbons riches en exinite tandis que le type XV BD, à macéraux dégradés et assombrés, est caractéristique des charbons appauvris en exinites, parfois enrichis en minéraux (communication FERMONT et JEGERS, Heerlen). Cette distinction dépend très probablement du mode de formation et de développement des tourbières à l'origine des couches de charbon. En effet, le palynofaciès de type XV B surmonte les couches de charbon les plus homogènes, considérées comme les plus stables et déposées en forme de dôme, tandis que le palynofaciès de type XV BD surmonte les couches hétérogènes, considérées comme les plus instables et déposées sous forme aplanée. Le palynofaciès XV B devient prépondérant à partir de la limite Westphalien A/B, ce qui semble accompagner la transition d'un dépôt de plaine deltaïque inférieure, sous influence permanente des inondations et donc humide, au dépôt de plaine deltaïque supérieure, plus saisonnier (PAPROTH *et al.*, sous presse). Ce changement de nature écologique, qui précède immédiatement la limite Westphalien A/B, coïncide avec un seuil de houillification de valeur régionale.

3. Miospores des argilites (S. LOBOZIAK, M. STREEL et J.G.M. VAN DE LAAR)

Aucun palynomorphe marin n'a été observé. Les miospores dans la plupart des cas se sont révélées nombreuses et diversifiées. Du point de vue quantitatif, elles sont largement dominées par *Lycospora pusilla* ainsi que par les *Densosporites* spp. et les *Florinites* spp.

Les taxons repris sur la figure 2 correspondent aux espèces dont la systématique est bien définie, essentiellement à morphologie élaborée, parfaitement identifiables et donc d'une valeur taxonomique reconnue. L'essentiel de ces espèces sont des miospores index ou caractéristiques des palynozones de référence des bassins houillers ouest-européens (CLAYTON *et al.*, 1977) et en particulier du Bassin de Campine (SOMERS, 1971, tabl. 58 et 59 ; SOMERS et STREEL *in* PAPROTH *et al.*, 1983, fig. 11) (Pl. II et III).

Trois zones peuvent être définies à partir de leur distribution (fig. 2).

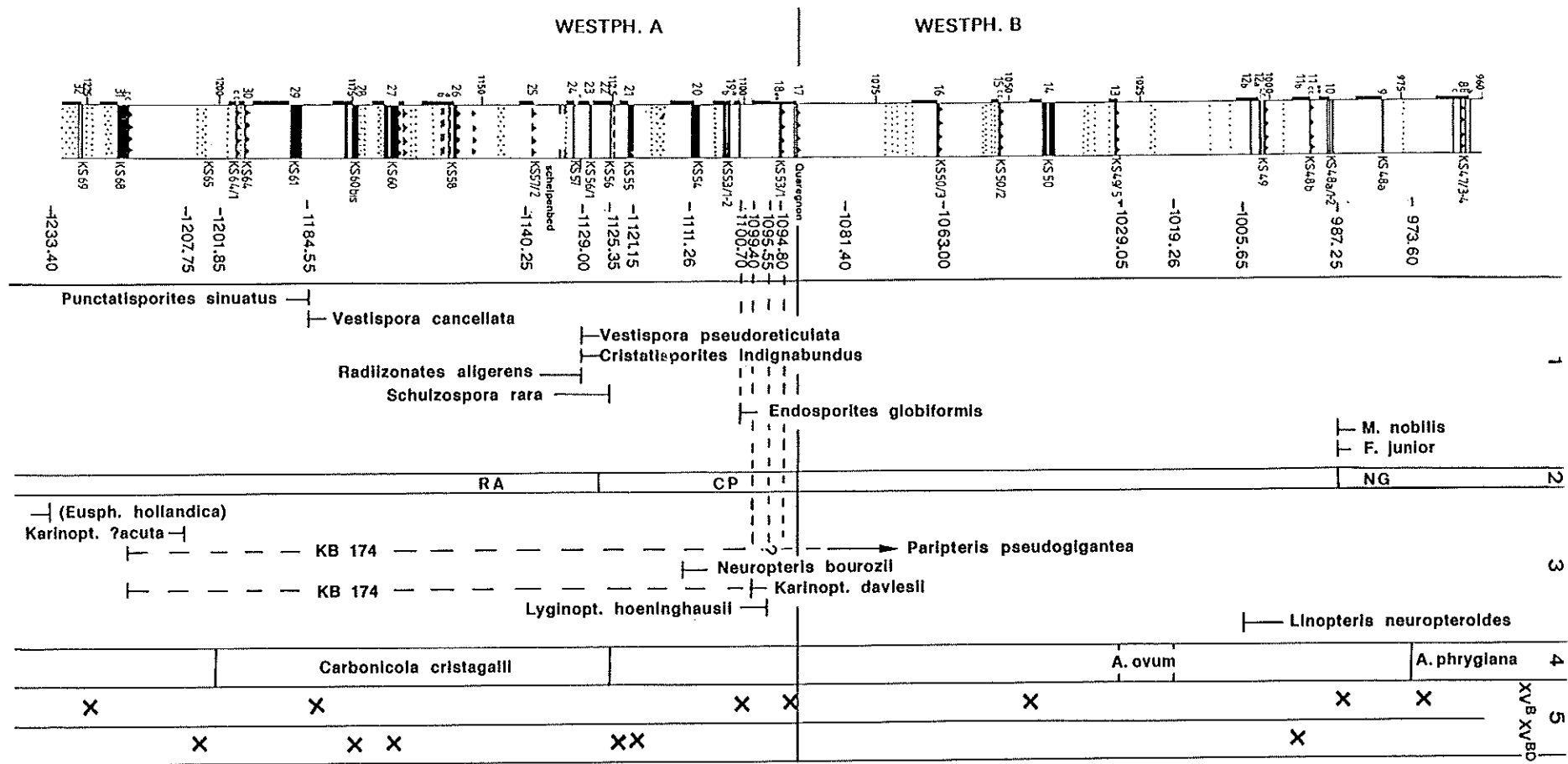


Fig. 3- Caractéristiques paléontologiques des couches de transition Westphalien A/B dans le sondage de Peer. Palaeontological characteristics of the Westphalian A/B transitional beds in borehole Peer.

1. Apparition ou disparition des principales espèces de miospores. 2. Zonation des miospores (voir fig. 2). 3. Apparition ou disparition des principales espèces de mégaflore. 4. Zonation de mollusques non-marins. 5. Palynofaciès (voir texte).

1. First or last occurrence of the main species of miospores. 2. Miospore zonation (see fig. 2). 3. First or last occurrence of the main species of megaflore. 4. Non-marine mollusc zonation. 5. Palynofacies (see text).

La zone inférieure (jusqu'au niveau 1129,00 m inclus) se caractérise par la présence conjointe de *Radizonates aligerens* et de *Schulzospira rara*. Dans la biozonation du bassin campinois, elle correspond à la Zone R. *aligerens* (RA) qui intéresse, à l'exception de son sommet, la presque totalité du Faisceau de Genk (Westphalien A sup.).

La zone moyenne (de 1125,35 m à 1000,98 m) se caractérise par une diversification des formes avec opercule appartenant au genre *Vestispora* et par l'absence des espèces index de la zone sous-jacente. Elle correspond, dans la biozonation du bassin campinois, à la Zone V. *costata* - V. *pseudoreticulata* (CP). *Endosporites globiformis* apparaît 11 m sous l'Horizon de Quaregnon qui marque la limite Westphalien A/B. La Zone CP concerne donc l'extrême sommet du Faisceau de Genk et une grande partie du Faisceau d'As (Westphalien B inf.).

La zone supérieure (de 987,25 m au sommet de l'intervalle étudié, à 895,00 m) se caractérise par la présence de *Microreticulatisporites nobilis*, *Florinites junior*, *Triquitrites brandsonii* et *T. sculptilis*. Elle correspond dans la biozonation du bassin campinois à la Zone M. *nobilis* - E. *globiformis* (NG) qui concerne la partie supérieure du faisceau d'As.

4. Mollusques non-marins (H. W. J. VAN AMEROM)

Des mollusques non-marins ont été identifiés dans un nombre restreint de niveaux reflétant des environnements aussi bien d'eau douce que saumâtres. La biozonation classique basée sur des assemblages a été identifiée et l'essentiel en est repris ici (voir aussi PAPROTH *et al.*, sous presse, où l'interprétation paléocéologique est plus élaborée).

Les faunes des niveaux étudiés entre 1201,85 et 1140,00 m appartiennent, par la présence de *Carbonicola oslancis*, à la faune à *Carbonicola cristagalli*, typique de la partie la plus inférieure de la Zone *Modiolaris* inférieure du Westphalien A. L'acmé de ces assemblages à *Carbonicola* se situe au niveau repère Schelpenbed.

Ensuite les faunes à mollusques se raréfient ou deviennent indéterminables, tout d'abord dans les dépôts marécageux de la partie supérieure du Westphalien A, ensuite dans un environnement marqué par l'invasion d'eaux marines dans la partie inférieure du Westphalien B. Les faunes ont pu gagner des milieux moins marqués par des conditions écologiques adverses, soit en aval du bassin au sommet du Westphalien A, soit en amont à la base du Westphalien B.

Entre 1028,27 m et 1019,26 m les assemblages de mollusques non-marins se réinstallent et on se trouve déjà dans la Zone *Modiolaris* supérieure, avec les formes *Anthracosia ovum* - *A. aquilina*, dont la base régionale pourrait cependant descendre jusqu'au niveau marin de Quaregnon.

Entre 973,60 m et 940,75 m les faunes à *Anthracosia phrygiana* caractérisent la partie la plus élevée de la Zone *Modiolaris* supérieure.

La base de la Zone *Similis pulchra* inférieure apparaît au sommet du sondage à 862,60 m.

III - INTERPRÉTATION

L'Horizon marin de Quaregnon, à la limite Westphalien A/B, délimite deux mégacycles, passant d'un environnement marécageux prédominant à une inondation maximale par une incursion marine temporaire. Cette transition coïncide avec une raréfaction momentanée des dépôts de charbons.

De l'ensemble des observations tirées ci-dessus de l'évolution des différents groupes fossiles (dont les résultats principaux sont repris sur la figure 3), il apparaît incontestablement que les changements majeurs de l'environnement de dépôt documentés par les flores et les faunes ne coïncident pas exactement avec l'Horizon de Quaregnon, c'est-à-dire avec la limite Westphalien A/B, mais précèdent en général cet événement. De plus,

quels que soient les groupes fossiles, ces changements apparaissent étalés dans le temps. On pourrait en conclure que l'événement marqué par l'Horizon marin de Quaregnon est sans incidence directe sur l'évolution de ces groupes d'organismes non-marins.

La substitution des assemblages à *Carbonicola* par ceux à *Anthracosia* bien connue aux alentours de la limite Westphalien A/B reflète peut-être une première indication d'un changement de l'environnement, probablement sous l'influence de l'évolution tectono-climatique de l'avant-pays varisque. En effet, le soulèvement graduel de la chaîne varisque dès la limite Westphalien A/B est indiqué par une augmentation du gradient hydraulique et une granulométrie croissante des sédiments (PAPROTH *et al.*, sous presse). Effectivement, l'acmé de l'assemblage à *Carbonicola*, immédiatement suivi de leur disparition, est connu dans l'ensemble du Bassin de Campine et même dans d'autres bassins houillers paraliés d'Europe occidentale, au même niveau stratigraphique (représenté en Campine par le niveau repère Schelpebed). Il est difficile donc d'y voir un phénomène écologique purement local.

Ce changement est suivi, vers 1125 m, d'une limite palynologique majeure (RA/NJ) fondée tout autant sur la disparition que sur l'apparition, presque simultanée mais apparemment selon une séquence connue (STREEL et LOBOZIAK, 1991, fig. 1), de taxons caractéristiques. Cette limite est observée non seulement dans l'ensemble des bassins houillers du Nord-Ouest de l'Europe mais même dans l'ensemble des bassins euraméricains (où elle est d'ailleurs souvent interprétée abusivement comme marquant la limite Westphalien A/B). Elle correspond à peu près à l'apparition d'*Endosporites globiformis* (vers 1100 m dans le sondage KB206).

C'est aussi vers 1100 m, juste en dessous de la limite Westphalien A/B, dans des palynofaciès de type XV B dominés par *Crassispora kosankei*, que disparaît *Lyginopteris*, un genre cosmopolite des marais tourbeux et d'autres habitats humides.

Malheureusement, on connaît mal la relation entre les *spores dispersae* qui caractérisent la limite RA/NJ et les végétaux qui les ont produites. En revanche, on sait qu'*Endosporites* est disséminée par une lycophyte herbacée *Polyspora* et *Crassispora* par les *Sigillaria*, deux genres caractéristiques, parmi les lycophytes typiques des marécages houillers, des conditions écologiques les plus sèches (PHILLIPS et PEPPERS, 1984, fig. 10).

Le caractère à peu près simultané, sur de grandes aires géographiques, de ces événements qui précèdent immédiatement la limite Westphalien A/B suggère qu'au-delà des causes tectoniques évoquées plus haut ils ont une cause commune de nature climatique.

Cette interprétation est d'ailleurs corroborée par les observations paléocécologiques et les différences de composition des charbons de ce sondage (PAPROTH *et al.*, sous presse).

C'est en tout cas l'interprétation de PHILLIPS et PEPPERS (1984) qui constatent également aux Etats-Unis, au-dessus de la limite « Lower/Middle Pennsylvanian » (un équivalent latéral de la limite Westphalien A/B), une diminution du nombre et de l'importance des couches de charbons qu'ils interprètent, ainsi que divers changements dans la flore, comme le reflet d'un assèchement climatique.

Remerciements - Les auteurs remercient M. Giraldo et W. Strouvens pour leur aide technique.

BIBLIOGRAPHIE

- CLAYTON G., COQUEL R., DOUBINGER J., GUENN K.J., LOBOZIAK S., OWENS B. et STREEL M. (1977) - Carboniferous miospores of western Europe : Report of the Commission internationale de microflore du Paléozoïque working group on Carboniferous stratigraphical palynology. *Meded. Rijks Geol. Dienst*, 29, p. 1-71.
- JOSTEN K.H. (1991) - Die Steinkohlen-Floren Nordwestdeutschlands. *Fortchr. Geol. Rheinl. u. Westf.*, 36, 43-4 p.
- LAVEINE J.P. (1967) - Les Neuroptéridées du Nord de la France. *Etudes géol. Atlas topographie souter.*, *Serv. géol. H.B.N.P.C.*, flore fossile, 5e fasc. Lille, 344 p.
- PAPROTH E., DUSAR M., BLESS M.J.M., BOUCKAERT J., DELMER A., FAIRON-DEMARET M., HOULLEBERGHS E., LALOIX M., PIERARD P., SOMERS Y., STREEL M., THOREZ J. et TRICOT J. (1983) - Bio- and lithostratigraphic subdivisions of the Silesian in Belgium - A Review. *Ann. soc. géol. Belg.*, 106, p. 241-243.
- PAPROTH E., DUSAR M., VERKAEREN, P. et BLESS M. (sous presse) - Stratigraphy and cyclic nature of Lower Westphalian deposits in the boreholes KB174 and KB206 in the Belgian Campine. *Ann soc. géol. Belg.*, 118, 1.
- PHILLIPS T.L. et PEPPERS R.A. (1984) - Changing patterns of Pennsylvanian coal-swamp vegetation and implications of climatic control on coal occurrence. *Int. J. Coal Geol.*, 3, p. 205-255.
- SOMERS Y. (1971) - Etude palynologique du Westphalien du Bassin de Campine et révision du genre *Lycospora*. Thèse doct. Sci., Univ. Liège, 472 p.
- STREEL M. et LOBOZIAK S. (1991) - Westphalian A and B Miospore Zones in Boreholes from the Inde and Wurm Synclines and the Erkelenz Horst near Aachen, Federal Republic of Germany. *Geol. Jb.*, A, 116, p. 67-72.
- VAN DE LAAR J.G.M. et FERMONT W.J.J. (1990) - The impact of marine transgressions on palynofacies ; the Carboniferous Aegir marine band in borehole Kemperkoel-1. *Meded. Rijks Geol. Dienst*, 45, p. 75-90.
- WHITAKER M.F. (1984) - The usage of palynostratigraphy and palynofacies in definition of Troll Field geology. In « Offshore Northern Seas - Reduction of Uncertainties by Innovative Reservoir Geomodelling ». *Norsk Petroleumforening*. Article G6.

PLANCHES

PLANCHE I

- a **Palynofaciès type XV B**
(marais, plan d'eau stable)
1. palynomacéral type 1
2. palynomacéral type 2
4. palynomacéral équidimensionnel de type 4
T. idem 4. en forme de lame
F. *Florinites*
- Echantillon 1100,70 m. Grossissement env. 175 x
- Sample 1100,70 m. Magnification approx. 175 x
- Palynofacies type XV B**
(swamp, stable water)
1. palynomaceral type 1
2. palynomaceral type 2
4. equidimensional palynomaceral type 4
T. idem 4. blade-shaped
F. *Florinites*
- Sample 1100,70 m. Magnification approx. 175 x
- b **Palynofaciès type XV B**
(marais, plan d'eau stable)
1. palynomacéral type 1
2. palynomacéral type 2
T. palynomacéral 4. en forme de lame
Ca. *Calamospora*, Cr. *Crassispora kosankei*,
Pt. *Pteroretis* sp.
- Echantillon 1100,70 m. Grossissement env. 100 x
- Sample 1100,70 m. Magnification approx. 100 x
- Classification des palynofaciès d'après WHITAKER
(1984) et VAN DE LAAR & FERMONTE (1990).
- Palynofaciès classification after WHITAKER (1984)
and VAN DE LAAR & FERMONTE (1990).
- Ce palynofaciès est caractérisé par un triage
pauvre et les tailles moyennes à larges des
palynomacéraux.
- This palynofacies type is characterized by a poor
sorting and a medium to large size of the
palynomacerals.

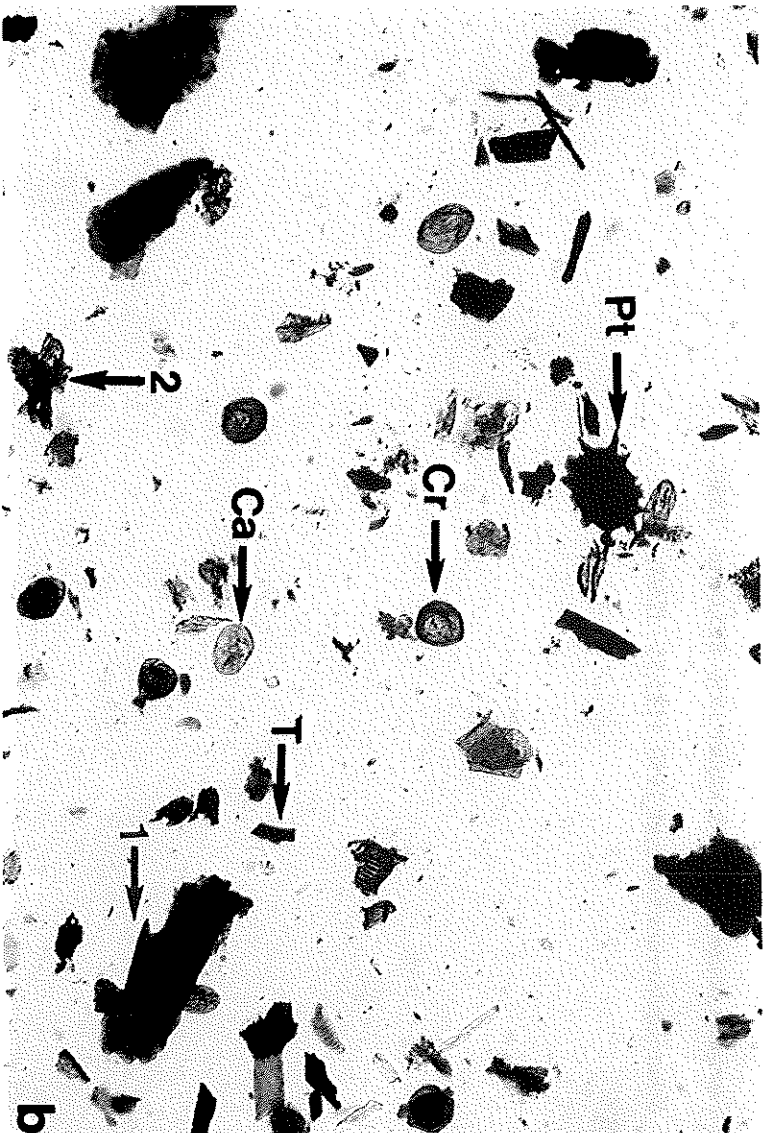
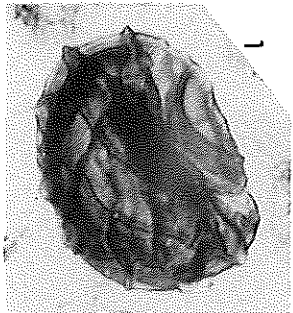


PLANCHE II

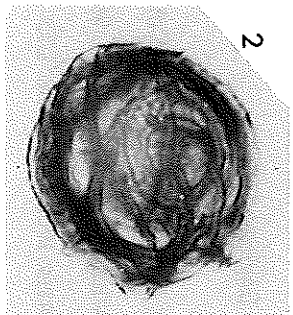
Grossissement / Magnification / 500 x

Localisation sur la lame par / on the slide by / « England finder ».

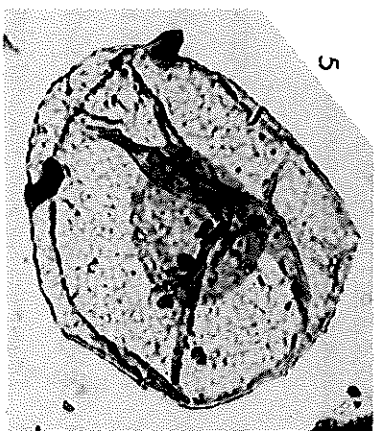
- 1 *Vestispora tortuosa* SPODE in SMITH & BUTTERWORTH 1967. 1129,00 m : P32.
- 2 *Vestispora cancellata* (DYBOVA & JACHOWICZ) WILSON & VENKATACHALA 1963. 1129,00 m : D24/1.
- 3 *Vestispora pseudoreticulata* SPODE in SMITH & BUTTERWORTH 1967. 934,35 m : M25.
- 4 *Vestispora magna* (BUTTERWORTH & WILLIAMS) SPODE in SMITH & BUTTERWORTH 1967. 954,45 m : Q26/2.
- 5 *Endosporites globiformis* (IBRAHIM) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944. 1063,00 m : K32.
- 6 *Endosporites ornatus* WILSON & COE 1940. 1129,00 m : R21/2.
- 7 *Cirratriadites saturni* (IBRAHIM) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944. 1129,00 m : N22/2.
- 8 *Alatisporites pustulatus* (IBRAHIM) IBRAHIM 1933. 1129,00 m : U22/2.
- 9 *Reinschospora speciosa* (LOOSE) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944. 1063,00 m : L42.
- 10 *Punctatisporites sinuatus* (ARTUZ) NEVES 1961. 1278,20 m : R27/1.
- 11 *Florinites junior* POTONIÉ & KREMP 1956. 895,00 m : T25/1.
- 12 *Schulzospora rara* KOSANKE 1950. 1125,35 : J25/3.



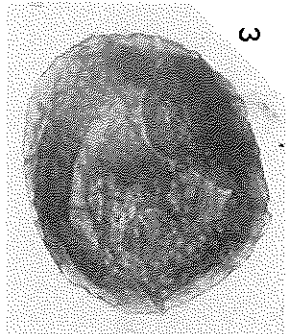
1



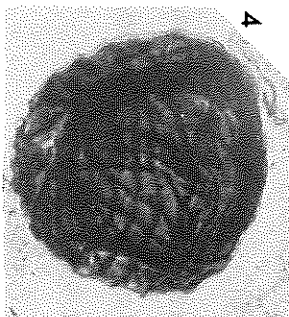
2



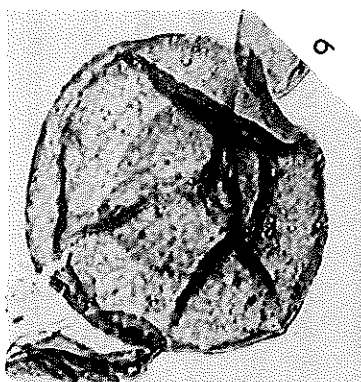
5



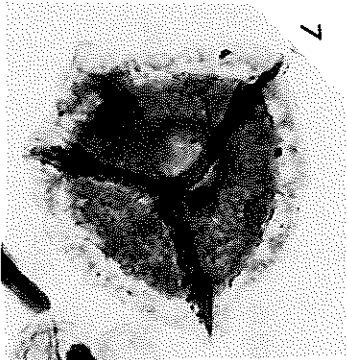
3



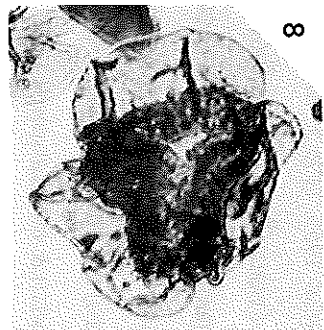
4



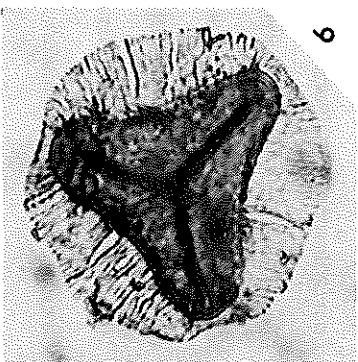
6



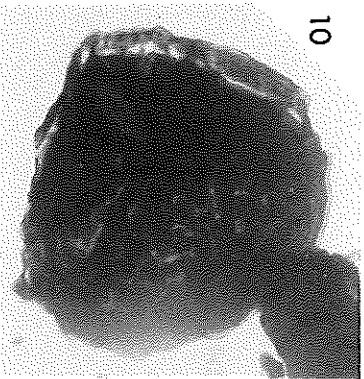
7



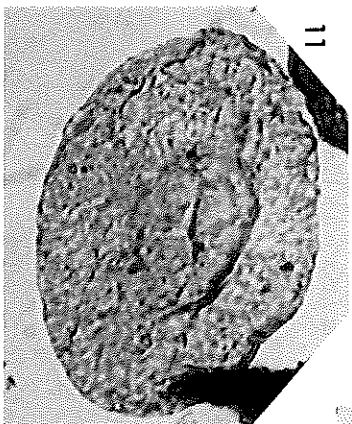
8



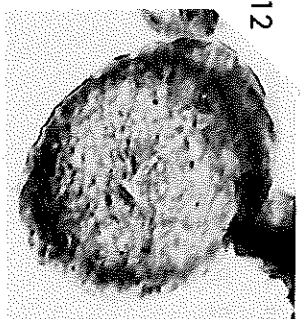
9



10



11



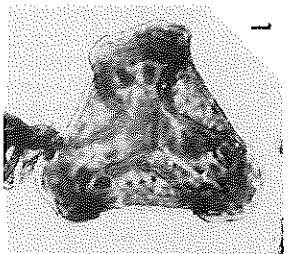
12

PLANCHE III

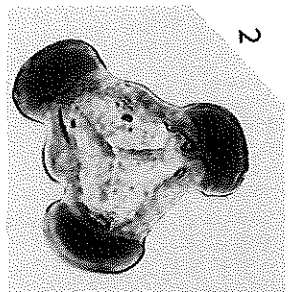
Grossissement / Magnification / 500 x

Localisation sur la lame par/ on the slide by / « England finder ».

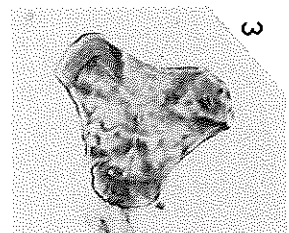
- 1 *Ahrensia sporites guerickei* (HORST) POTONIÉ & KREMP 1954. 1125,35 m : R35.
- 2 *Triquitrites tribullatus* (IBRAHIM) SCHOPF, WILSON & BENTALL 1944. 962,10 m : T36/1.
- 3 *Triquitrites brandsonii* WILSON & HOFFMEISTER 1956. 962,10 m : L33.
- 4 *Triquitrites sculptilis* (BALME) SMITH & BUTTERWORTH 1967. 962,10 m : U33.
- 5 *Triquitrites sculptilis* (BALME) SMITH & BUTTERWORTH 1967. 954,45 m : V27/2.
- 6 *Planisporites granifer* (IBRAHIM) KNOX 1950. 1295,85 m : L37/3.
- 7 *Dictyotriletes muricatus* (KOSANKE) SMITH & BUTTERWORTH 1967. 944,40 m : N41/4.
- 8 *Crassispora kosankei* (POTONIÉ & KREMP) SMITH & BUTTERWORTH 1967. 1129,00 m : S42.
- 9 *Lycospora pusilla* (IBRAHIM) SOMERS 1971. 954,45 m : Y35/2.
- 10 *Raistrickia fulva* ARTUZ 1957. 1338,80 m : O19/2.
- 11 *Savitrissporites nux* (BUTTERWORTH & WILLIAMS) SMITH & BUTTERWORTH 1967. 1129,00 m : R19.
- 12 *Cristatissporites connexus* POTONIÉ & KREMP 1955. 1196,55 m : S42/3.
- 13 *Cristatissporites indignabundus* (LOOSE) STAPLIN & JANSONIUS 1964. 1129,00 m : R37.
- 14 *Laevigatosporites vulgaris* (IBRAHIM) IBRAHIM 1933. 1129,00 m : M40.
- 15 *Cingulizonates lorricatus* (LOOSE) BUTTERWORTH & SMITH *in* BUTTERWORTH *et al.* 1964. 1129,00 m : R32.
- 16 *Reticulatisporites cf. reticulatus* (IBRAHIM) IBRAHIM 1933. 1225,50 m : T32.
- 17 *Dictyotriletes bireticulatus* (IBRAHIM) SMITH & BUTTERWORTH 1967. 1129,00 m : S32.
- 18 *Microreticulatisporites nobilis* (WICHER) KNOX 1950. 906,05 m : D37/2.
- 19 *Densosporites pseudoannulatus* BUTTERWORTH & WILLIAMS 1958. 1129,00 m : Q41.
- 20 *Radiizonates striatus* (KNOX) STAPLIN & JANSONIUS 1964. 962,10 m : L22.
- 21 *Radiizonates tenuis* (LOOSE) BUTTERWORTH & SMITH 1964. 1225,55 m : L37/2.
- 22 *Radiizonates aligerens* (KNOX) STAPLIN & JANSONIUS 1964. 1196,55 m : D47.



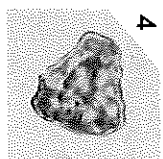
1



2



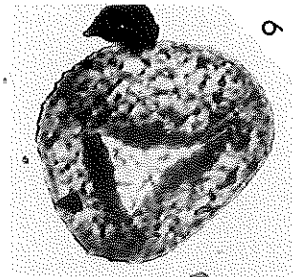
3



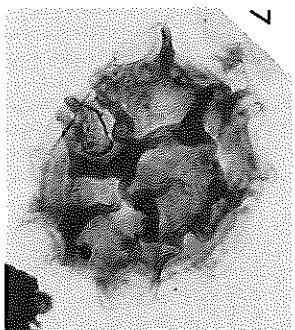
4



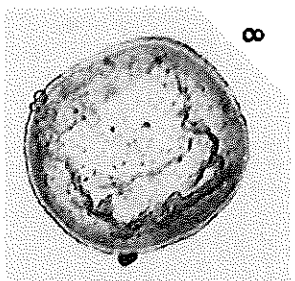
5



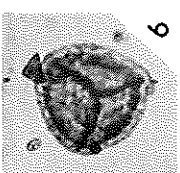
6



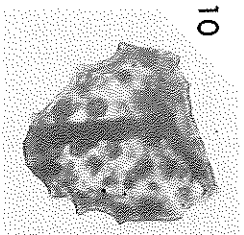
7



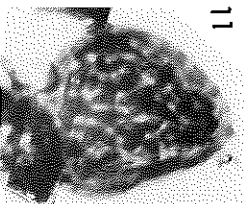
8



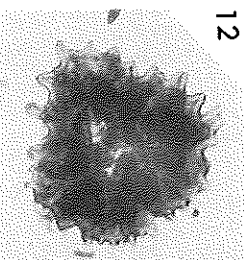
9



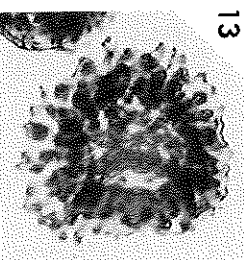
10



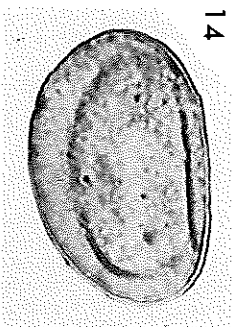
11



12



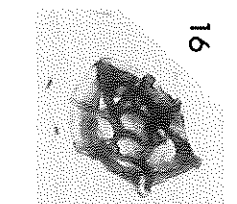
13



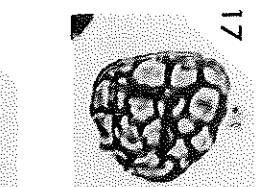
14



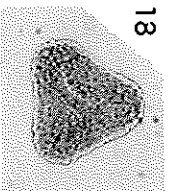
15



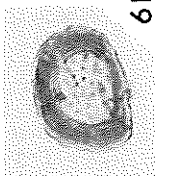
16



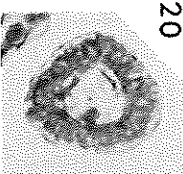
17



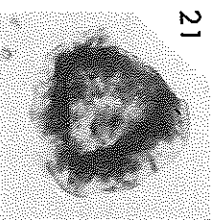
18



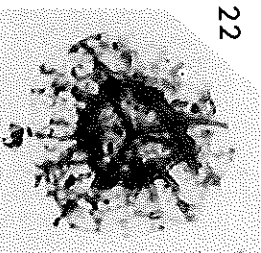
19



20



21



22

