

Académie royale
des
Sciences coloniales

CLASSE DES SCIENCES NATURELLES
ET MÉDICALES

Mémoires in-8°. Nouvelle série.
Tome VIII, fasc. 4.

Koninklijke Academie
voor
Koloniale Wetenschappen

KLASSE DER NATUUR- EN
GENEESKUNDIGE WETENSCHAPPEN

Verhandelingen in-8°. Nieuwe reeks.
Boek VIII, aflev. 4.

Contribution
à l'étude des spores et pollens
de la flore à *Glossopteris*
contenus dans les
charbons de la Luena (Katanga)

PAR

P. PIÉRART

ATTACHÉ À L'ASSOCIATION POUR L'ÉTUDE DE LA PALÉONTOLOGIE
ET DE LA STRATIGRAPHIE HOULLIÈRES.



Rue de Livourne, 80A,
BRUXELLES 5

Livornostraat, 80A,
BRUSSEL 5

1959

PRIX : F 100
PRIJS:

Contribution
à l'étude des spores et pollens
de la flore à *Glossopteris*
contenus dans les
charbons de la Luena (Katanga)

PAR

P. PIÉRART

ATTACHÉ À L'ASSOCIATION POUR L'ÉTUDE DE LA PALÉONTOLOGIE
ET DE LA STRATIGRAPHIE HOUILLÈRES.

Mémoire présenté à la séance du 21 juin 1958.
Rapporteurs : MM. P. FOURMARIER et B. ADERCA.

Contributions à l'étude des spores et pollens
de la flore à *Glossopteris*
contenus dans les charbons de la Luena (Katanga)

Résumé. — La macération des échantillons charbonneux prélevés dans les trois couches des Charbonnages de la Luena (Katanga) a révélé l'existence de nombreuses *spores fossiles dispersées*. Ces dernières sont, pour la plupart, identiques à celles décrites par les auteurs qui ont étudié les spores dispersées dans les charbons permien de l'Inde, du Brésil et de l'Australie. Les microspores signalées sont les mêmes que celles décrites pour l'Inde et l'Australie. Elles existent également dans les charbons brésiliens. Quant aux mégaspores, elles sont absolument pareilles à celles signalées par S. J. DIJKSTRA pour le Brésil. Deux ou trois de ces dernières seulement semblent exister aux Indes. Cette extraordinaire ressemblance entre les mégaspores fossiles permien du Brésil et du Katanga pourrait être invoquée en faveur de l'hypothèse de la dérive des continents, mais il ne nous appartient pas de prendre position dans une question encore aussi controversée. La présence de deux genres de l'hémisphère boréal confirme le caractère mixte de la flore à *Glossopteris* (mélange de Lépidophytales) déjà signalé par R. ZEILLER et A. C. SEWARD en Amérique du Sud et en Afrique.

I. INTRODUCTION

Bien que les recherches palynologiques se soient considérablement intensifiées ces dernières années, l'étude des spores et pollens dispersés, contenus dans les charbons permians de la flore à *Glossopteris*, n'a fait l'objet que de très peu d'études en Afrique. La seule référence connue pour le Congo est celle d'un beau travail de O. A. HØEG, M. N. BOSE et S. MANUM (1955) ⁽¹⁾ sur une mégaspore remarquable de Kisulu (Katanga, Charbonnage de la Luena). Heureusement quelques études sur la microflore permienne de l'Inde, de l'Australie et du Brésil ont déjà vu le jour. Citons, entre autres, les travaux de K. R. SURANGE, P. N. SRIVASTAVA et Prem SINGH (1953), de B. S. TRIVEDI (1953), de J. A. DULHUNTY (1945, 1946, 1949) et de A. K. GHOSH et J. SEN (1948) pour l'Inde, les travaux de B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY (1955, 1956) pour l'Australie, et les travaux de S. J. DIJKSTRA (1955) pour le Brésil ⁽²⁾.

Grâce à ces travaux de base, nous avons pu entreprendre avec fruit l'étude des charbons de la Luena, qui nous ont été transmis par MM. B. M. ADERCA et P. DUVIGNEAUD. Trois couches de la Luena et une couche à Kisulu ont été saignées avec soin sous la direction de

⁽¹⁾ Le Professeur O. A. HØEG, de l'Université d'Oslo, et le Dr M. N. BOSE, de l'Institut Birbal Sahni de Lucknow (Inde), poursuivent leurs études de la macroflore et de la microflore de la série de la Lukuga sur du matériel en provenance du Musée de Tervuren.

⁽²⁾ Pour l'Afrique, M. H. P. RILETT a décrit une douzaine de microspores en provenance des charbons de Dannhauser (Natal).

M. R. DELCORDE, directeur en Afrique de la Société des Charbonnages de la Luena.

Ces charbons se sont révélés très riches en débris végétaux de toutes sortes : mégaspores, miospores, pollens, trachéides, cuticules, etc.

Ces premiers résultats indiquent une similitude très nette entre les charbons de la Luena et les charbons brésiliens du Rio Grande do Sul. Les spores et spécialement les mégaspores sont représentées par les mêmes espèces, en proportions équivalentes.

La similitude est telle que l'on croirait comparer une couche ou un faisceau identique séparé par quelques kilomètres. Le mode de conservation des mégaspores fossiles est également identique ⁽¹⁾.

La comparaison avec l'Inde est moins bonne pour les mégaspores décrites par K. R. SURANGE, P. N. SRIVASTAVA et Prem SINGH. Par contre, les miospores de la Luena sont quasi identiques à celles de l'Inde et de l'Australie décrites par B. E. BALME. Nous avons retrouvé les mêmes miospores dans les échantillons de charbon brésilien que S. J. DIJKSTRA a bien voulu nous confier. La présence d'éléments propres à la flore à *Glossopteris*, plus des Lépidophytales signalées en Amérique du Sud et en Afrique, mais rarement aux Indes, expliquerait ces différences au point de vue mégaspores et ces similitudes au point de vue miospores. Ajoutons toutefois que les espèces de mégaspores sont très abondantes dans les charbons permien de l'Inde ; *mais elles semblent appartenir à un genre spécial à répartition gondwanienne : le genre *Duosporites*.*

Vu la rareté relative des empreintes à la Luena, l'étude des spores s'avérait indispensable pour comparer avec une certaine précision les charbons de la Luena avec ceux

(1) Suite à une visite dans notre laboratoire, le Dr DIJKSTRA, de Heerlen, nous a fait part de la même remarque.

d'autres bassins. Nous tenons à exprimer notre vive gratitude à l'Association pour l'Étude de la Paléontologie et de la Stratigraphie houillères, qui a permis et encouragé ces études si intéressantes pour l'histoire géologique du Katanga.

Nous adressons nos remerciements aux Charbonnages de la Luena, en la personne de son Administrateur-Délégué M. E. LEBLANC, qui a permis la publication de cette étude ; ainsi qu'à MM. B. M. ADERCA et P. DUVIGNEAUD, qui ont bien voulu nous transmettre les échantillons aux fins d'analyse.

Enfin, nous sommes vivement reconnaissants envers le Dr S. J. DIJKSTRA, de Heerlen, qui a bien voulu regarder notre matériel et qui nous a prodigué des encouragements. Notre gratitude s'adresse également aux Drs DIJKSTRA, Heerlen, et B. E. BALME, University of Western Australia, pour leurs envois de publications et d'échantillons de comparaison, qui ont grandement facilité ce travail.

II. MÉTHODES DE TRAVAIL

La saignée des trois couches de charbon de la Luena a été faite par les soins de la société exploitante. Chaque couche a été fractionnée en une série d'échantillons de 10 à 15 cm de puissance. Ces échantillons sont ensuite broyés et tamisés 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 généralement suffisante pour obtenir un nombre élevé de mégaspores. Il est d'ailleurs remarquable que les charbons de la Luena, considérés comme d'âge permien, contiennent tant de mégaspores. En effet, les mégaspores deviennent de plus en plus rares dans les charbons stéphanien de l'Europe.

La macération comprend une bromuration et une attaque à l'acide nitrique fumant pendant quelques heures.

Nous avons fait varier la durée d'oxydation à l'acide nitrique ; une oxydation de 5 heures laisse les mégaspores opaques. Par contre, si l'oxydation dure 24 ou 48 heures, certaines mégaspores deviennent transparentes, après dispersion des matières humiques par une solution basique (KOH à 5 %). Les mégaspores sont séchées pour l'étude en lumière réfléchie et laissées dans de l'eau ou un mélange d'eau, alcool et glycérine, pour l'étude en lumière transmise.

Suivant une technique inaugurée par O. A. HØEG et ses collaborateurs, nous avons disséqué en milieu aqueux et sous le binoculaire, certaines mégaspores. Il est possible, dans ces conditions, de dégager la mésospore

attachée à la face proximale de l'exospore et de mieux décrire les différentes couches de la membrane.

Comme O. A. HØEG, M. N. BOSE et S. MANUM l'ont montré, l'étude en milieu transparent s'avère indispensable pour comprendre parfaitement la morphologie de la mégaspore. Malheureusement il semble que les grandes mégaspores ne deviennent pas toujours transparentes, même si l'on prolonge l'action de l'acide nitrique et de l'hydroxyde de potasse.

Nous avons, dans la mesure du possible, donné une double description de certaines des cinq espèces abondantes de mégaspores trouvées dans les charbons de la Luena : une description en lumière réfléchie, complétée par une description en lumière transmise. Cette description en lumière transmise s'avère fort nécessaire pour certaines mégaspores de la Luena. En effet, chez trois espèces qui semblent appartenir à un seul genre, le genre *Duosporites* décrit par HØEG et ses collaborateurs, on trouve d'une façon constante une mésospore triangulaire et petite au début, qui finit par devenir circulaire après la croissance. Par contre, chez *Triletes (Setosisporites) furcatus* et *T. (Lagenosporites) brasiliensis*, la mésospore semble moins constante et moins caractéristique, et beaucoup plus difficile à mettre en évidence.

Les miospores ont été montées en préparation de glycérine gélatinée et décrites après examen en lumière transmise.

III. SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE DES BASSINS DE LA LUENA

Deux gisements importants de houille d'âge permien sont connus au Katanga. Leurs réserves sont évaluées, selon LARDINOIS (1957) à 50.000.000 t pour le bassin de la Lukuga et 10.000.000 t pour le bassin de la Luena (1). Le premier, découvert en 1911, est situé le long de la Lukuga, au voisinage du lac Tanganika ; le second, découvert en 1914, est situé à 30 km au sud de Bukama, sur un affluent de gauche de la Luena, la Kanyenge-Kaluku. C'est ce deuxième gisement, dit de la Luena, qui est exploité par la Société anonyme des Charbonnages de la Luena grâce à l'existence au Katanga même de clients importants : chemins de fer, cimenteries, métallurgie. Les couches de charbon reconnues de la Luena sont situées dans quatre petites cuvettes, disposées suivant un axe orienté N 20° E. Ces quatre cuvettes sont celles de Kisulu, la plus septentrionale, de la Luena, de Kalubu et de Kalule. Les deux cuvettes extrêmes sont séparées par une distance d'environ 30 km.

Deux, trois ou quatre couches sont connues suivant les endroits. Au bassin de la Luena les couches ont été reconnues sur les affleurements par des tranchées et par des puits, et enfin par de nombreux sondages (profondeur variant de 60 à plus de 150 m environ). Les couches

(1) Dans une note, présentée au Colloque international de Pétrologie appliquée des Charbons (Paris, octobre 1957), R. NOËL, de l'Institut national de l'Industrie charbonnière (Inichar, Liège), évalue ces réserves à un milliard de tonnes. Cette évaluation est basée sur une communication de A. JAMORTE faite au Congrès Scientifique du 50^e Anniversaire du Comité Spécial du Katanga.

atteignent un maximum au milieu du bassin. Ces couches présentent une puissance variable de 1 à 5 m ; elles sont formées d'un ensemble de strates charbonneuses alternant avec quelques intercalaires schisteux. Selon R. CAMBIER, les barrages et *wash-outs* y sont assez fréquents ainsi que les dérangements ; la puissance des couches varie de même que leur composition. D'après les études de R. CAMBIER, le charbon est d'origine allochtone, avec *wash-out* des couches dû à un régime deltaïque du cours d'eau se déversant dans le lac du bassin de sédimentation. Dans son étude de 1930 (voir p. 29), ce même auteur présente une coupe montrant trois couches s'enfonçant dans le sol et affleurant aux extrémités est et ouest.

F. F. MATHIEU en 1911 à Kongolo, M. MERCENIER en 1913 et P. FOURMARIER en 1914 pour le bassin de la Lukuga, avaient déjà conclu à un âge approximativement permien des couches de la Lukuga grâce notamment à la découverte d'une flore fossile à *Glossopteris*. M. MERCENIER avait trouvé en 1911, dans la vallée de la Lukuga, des empreintes qu'il attribuait à *Eusigillaria* du groupe *favularia*, *Subsigillaria* du groupe *leiodermaria*, *Stenopteris elongata*, *Noeggerathiopsis hislopi*, *Noeggerathiopsis* sp.

D'après R. CAMBIER (1930), les découvertes de fossiles ont été extrêmement rares à la Luena ; il cite : *Cardiocarpus* sp., *Sphenophyllum thonii* var. *minor*, *Phyllotea* sp., *Vertebraria* sp.

En 1933, cependant, A. JAMOTTE ⁽¹⁾ a découvert dans le bassin houiller de la Luena une flore à *Glossopteris* comprenant *Glossopteris browniana*, *G. indica*, *Noeggerathiopsis* sp., *Phyllotea* sp. et *Numulospermum* sp.

On rattache cette assise à couches de houille de la Luena à la série de la Lukuga, qui se subdivise, du point de vue de la stratigraphie générale, comme suit :

(1) Déterminations provisoires.

	}	assise de transition
système permien		assise à couches de houille
		assise des schistes noirs
système carbonifère	{	assises de Walikale.

La série de la Lukuga est également représentée dans la région du Lualaba aux environs de Lualaba-Luweishia, de la Lufupa et du confluent Masompwe-Lualaba. Cependant, l'assise à couches de houille y est généralement mal représentée et non exploitable. Par contre, dans la cuvette de la Luena, l'assise à couches de houille atteint 35 m et dans le bassin de la Lukuga 125 m.

La série de la Lukuga appartient à la base des terrains de couverture du Congo belge, c'est-à-dire au Paléozoïque supérieur. Elle correspond aux séries de Dwyka et d'Ecça du Karroo inférieur d'Afrique du Sud. Cette série de la Lukuga est facilement identifiable grâce à ses formations glaciaires à la base, surmontées par des schistes noirs ou gris. Il est néanmoins difficile d'établir des raccords précis entre les dépressions éloignées occupées par cette série de terrains sédimentaires.

IV. FLORE DE LA SÉRIE DE LA LUKUGA COMPARAISON AVEC D'AUTRES BASSINS

La synthèse des découvertes floristiques faites dans les principaux gîtes fossilifères de la série de la Lukuga a été établie par L. CAHEN (1954) ⁽¹⁾, d'après les déterminations provisoires de A. RENIER et A. JAMOTTE d'une part et l'étude de A. C. SEWARD de l'autre, et sur la base des données stratigraphiques publiées par N. BOUTAKOFF et A. JAMOTTE. Ce tableau synthétique fait apparaître une répartition en deux zones : une zone inférieure à *Gangamopteris* et *Cyclodendron*, localisée au niveau des assises inférieures et de l'assise des schistes noirs, et une zone supérieure à *Glossopteris*, comprenant les assises à couches de houille et de « transition ».

A cette distinction paléontologique se superpose une distinction sédimentologique : les assises à couches de houille (débutant par des sédiments grossiers) succédant à des dépôts glaciaires qui passent insensiblement aux schistes noirs sans charbon. Il semble d'ailleurs que cette distinction aussi nette soit due à une lacune, puisque dans l'Uganda (Entebbe) on a trouvé des schistes noirs contenant *Gangamopteris*, *Cyclodendron*, *Glossopteris*.

Aucune Lépidophytale n'est signalée sur le territoire du Congo, à part les empreintes citées par M. MERCENIER.

En Afrique du Sud, au contraire, A. C. SEWARD (1897) signale une association de *Sigillaria* et *Glossopteris*. Les espèces signalées par cet auteur sont : *Glossopteris browniana* var. *indica*, *G. browniana* var. *angustifolia*,

(1) Le lecteur trouvera dans *Géologie du Congo belge* de CAHEN une bibliographie complète sur la flore à *glossopteris* de la série de la Lukuga.

Noeggerathiopsis hislopi, *Gangamopteris cyclopteroides*, *Sigillaria brardi*, *Sigillaria* sp. (Vereeniging Vaal River).

Comme l'écrit SEWARD, il est intéressant de constater la présence de Lépidophytales en Afrique du Sud, à côté d'éléments de la flore à *Glossopteris*.

WALTON (1929) a également trouvé une flore mixte à *Glossopteris* et éléments nordiques dans le sud de la Rhodésie.

A. L. DU TOIT (1954) donne une liste synthétique pour la série d'Ecca. Parmi les Lépidophytales, on remarque *Lepidodendron pedroanum*, *L. vereenigense*, *Sigillaria brardi* et *Stigmara ficoides*, toutes de Vereeniging.

En 1895, R. ZEILLER, dans le *Bulletin de la Société Géologique de France*, 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. Cette association de Lépidophytales avec la flore à *Glossopteris* permettait d'attribuer à ces gisements un âge permien. D'une façon générale, les éléments nordiques sont bien représentés en Amérique du Sud, en particulier les Lépidophytales comme *Lepidodendron*, *Sigillaria*, *Bothrodendron*, etc.

A cette similitude entre les gisements du Rio Grande do Sul et ceux de l'Afrique du Sud, s'ajoute celle des mégaspores trouvées par S. J. DIJKSTRA au Brésil et au Katanga par nous. Les charbons récoltés aux Charbonnages de la Luena (Katanga) contiennent des associations de mégaspores identiques à celles trouvées par DIJKSTRA dans les gisements de Rio Grande do Sul. Les espèces de mégaspores appartiennent soit à des genres typiques de l'hémisphère boréal (*Lagenosporites*, *Setosisporites*), soit à un genre typiquement gondwanien (*Duosporites*).

Les cinq espèces de mégaspores les plus abondantes sont :

Setosporites furcatus
Lagenosporites brasiliensis
Duosporites endosporitiferus
Duosporites trivedii
Duosporites tenuis.

Duosporites endosporitiferus et *D. trivedii* existent également aux Indes.

Les miospores semblent être communes à tout le territoire du Gondwana. Certains genres paraissent néanmoins localisés.

Il semble donc qu'en Amérique du Sud et en Afrique la flore à *Glossopteris* soit mélangée à des Lépidophytales (il est très vraisemblable que cette flore mixte ait existé à la Luena). La similitude entre ces deux continents est remarquable.

V. CARACTÈRES DES CHARBONS DE LA LUENA

Les échantillons que nous avons étudiés, sont particulièrement friables et riches en durain et fusain. Ils ne présentent pas d'alternance de charbons brillants et mats. Ces charbons renferment 30 à 32 % de matières volatiles et 20 à 25 % de cendres ; ce qui correspond à des teneurs en matières volatiles, cendres déduites, de 37 à 43 %.

A. DUPARQUE (1935) a décrit les charbons de la Lukuga et de la Luena comme étant particulièrement riches en durain, plus ou moins pauvres en fusain et très pauvres en houille brillante (vitrain). Ses surfaces polies indiquent clairement la richesse de ces houilles en macrospores, microspores, pollens, cuticules, etc. Cet auteur avait déjà remarqué que les macrospores de ces charbons étaient sensiblement plus petites que celles des charbons westphaliens.

Ces charbons sont considérés comme d'origine allochtone (R. C. CAMBIER, A. JAMOTTE). Ils se sont formés dans des bassins lacustres ou fluviolacustres. Comme nous l'avons dit plus haut, les géologues ont constaté que la stratification est souvent entrecroisée et que les dépôts sont irréguliers. Selon A. JAMOTTE (1950), il n'y a pas de mur ni de toit, comme dans les bassins paraliques du nord de la France, de l'Angleterre, de la Belgique et de la Ruhr. On n'observe pas de véritable sol de végétation, ni de toit ayant permis la conservation des organes feuillus d'une végétation en place ; (ce qui explique la rareté relative des empreintes). Enfin le stérile est généralement gréseux, souvent à grains grossiers (A. JAMOTTE). Par contre, selon les géologues sud-africains (A. L. DU TOIT,

1954, E. T. MELLOR, 1906), les charbons du Transvaal et du Cap sont plutôt autochtones. On observe des couches remarquablement uniformes, dont la partie inférieure est généralement la plus pure et la partie supérieure munie d'intercalations schisteuses.

Des traces de racines sont conservées à la base de la couche. A Vereeniging (Vaal River, 30 milles au sud de Johannesburg), une forêt fossile accompagnée de troncs renversés confirme ces vues.

Selon A. L. DU TOIT, les conditions de la genèse du charbon ont dû être les mêmes dans le sud de l'Afrique. Par contre, cet auteur admet que vers le nord du Transvaal et de la Rhodésie, les charbons ont été formés par des débris végétaux transportés. Cette remarque confirme donc l'allochtonie des charbons katangais.

Signalons pour terminer que R. NOEL (1957) a étudié la pétrographie des charbons de la Lukuga et de la Luena. Suivant cet auteur, les deux charbons sont formés par les mêmes proportions des divers macéraux. Les proportions des principaux éléments végétaux originels (tissus, spores, cuticules, etc.) ont dû être identiques. Une analyse spectrale des cendres a révélé une vingtaine d'éléments. Selon R. NOEL, la présence de certains éléments, comme le vanadium, pourrait peut-être présenter un certain intérêt industriel.

Ajoutons que les refus au tamis après macération sont faibles (de 100 à 200 mg pour 10 g de charbon macéré). Ces refus sont riches en mégaspores. Les miospores sont abondantes, de même que les trachéides et les cuticules. Les trachéides sont souvent du type gymnosperme à ponctuations aréolées.

VI. DESCRIPTION DES MÉGASPORES

Genre **Duosporites** O. A. HØEG, M. N. BOSE et S. MANUM (1955) = *Biharisporites* R. POTONIÉ (1956)

Génotype *Duosporites congoensis* O. A. HØEG, M. N. BOSE et S. MANUM (1955). [= *Duosporites endosporitiferus* (Prem SINGH) P. PIÉRART].

Le genre *Duosporites* HØEG, BOSE et MANUM est basé sur une seule espèce. La diagnose donnée par les auteurs cités est la suivante : *Mégaspores triradiaires avec membrane lisse ou à peu près. Mésospore détachée de l'exospore sauf au contact de la surface proximale. Partie proximale de la mésospore pourvue de mamelons dirigés vers l'intérieur de la spore.*

Nous proposons d'étendre la notion du genre *Duosporites* en nous basant principalement sur les observations de Prem SINGH et P. N. SRIVASTAVA (1953), sur celles de S. J. DIJKSTRA et les nôtres. Il semble en effet que le genre *Duosporites* soit représenté par d'assez nombreuses espèces et présente une distribution gondwaniennne. Comme DIJKSTRA (1957), nous trouvons peu utiles les genres monospécifiques. Nous redécrivons donc le genre *Duosporites*.

Mégaspore à contour triangulaire dans le jeune âge, devenant circulaire à l'état adulte. Marques triradiaires droites ou sinueuses, débordant nettement la mésospore et les crêtes arquées dans le jeune âge (parfois en continuité avec les crêtes arquées). Crêtes arquées disparaissant dans les formes adultes. Mésospore d'abord triangu-

laire, subissant une croissance importante pour devenir circulaire et dépasser ou atteindre l'extrémité des arêtes triradiaires ; persistante, toujours visible, munie de mamelons ou non ⁽¹⁾.

Exospore lisse ou diversement ornementée.

Genre probablement gondwanien, d'affinité inconnue, représenté par de nombreuses espèces.

Espèces décrites dans ce travail :

Duosporites endosporiliferus (Prem SINGH) nov. comb.
Duosporites trivedii (S. J. DIJKSTRA) nov. comb.
Duosporites tenuis (S. J. DIJKSTRA) nov. comb.

Espèces décrites par Prem SINGH et P. N. SRIVASTAVA, à rapprocher du genre *Duosporites* :

<i>Triletes spinosus</i> Prem SINGH	= certainement
très proche de <i>Duosporites trivedii</i>	
<i>Triletes rotundus</i> Prem SINGH	= probablement
voisin de <i>Duosporites tenuis</i>	
<i>Triletes myrmecodes</i> T. M. HARRIS (?)	= probablement
<i>Triletes gymnozonatus</i> J. M. SCHOPF (?)	= probablement
<i>Triletes mangardahensis</i> P. N. SRIVASTAVA	= probablement
<i>Triletes bokarensis</i> P. N. SRIVASTAVA	= probablement
<i>Triletes datmensis</i> P. N. SRIVASTAVA	= probablement

POTONIÉ (1956) range dans son genre *Biharisporites* les espèces *B. spinosus*, *B. datmensis* et *B. myrmecodes*. Il semble donc bien correspondre au genre *Duosporites* qui a priorité.

(¹) La présence ou l'absence de ces mamelons revêt une importance systématique indéniable. FITTING (1900) distingue différents groupes assez homogènes chez les *Isoëtes* suivant les caractères d'ornementation de la méso-spore. Ces caractères pourraient servir à une division du genre en sections.

Duosporites endosporitiferus (Prem SINGH) P. PIÉ-
RART.

Pl. I.

Triletes endosporitiferus Prem SINGH. — K. R. SURANGE, Prem SINGH et P. N. SRIVASTAVA, *The Palaeobotanist*, vol. II, p. 12, pl. 2, fig. 6 (1953).

Triletes endosporitiferus Prem SINGH. — S. J. DIJKSTRA, *Mededel. geol. Stichting*, nieuwe ser., n° 9, p. 7, pl. 1, fig. 9-13 (1955).

Triletes nitens S. J. DIJKSTRA. — DIJKSTRA, *Mededel. geol. Stichting*, nieuwe ser., n° 9, p. 7, pl. 1, fig. 14-17 (1955).

Duosporites congoensis O. A. HØEG, M. N. BOSE et S. MANUM. — HØEG, BOSE et MANUM, *Nytt Mag. Bot.*, vol. 4, p. 102, pl. I, fig. 1-6 : pl. II, fig. 1-6 (1955).

Description de la mégaspore vue en lumière réfléchie.

Pl. I, fig. 1-6

Mégaspore comprimée presque toujours en position proximale-distale, à contour subtriangulaire (spécialement dans les formes jeunes) ou circulaire (spécialement dans les formes âgées) ; de 350 à 1.000 μ de diamètre.

Marques triradiaires de 130 à 230 μ de long, atteignant ou dépassant les crêtes arquées spécialement chez les formes jeunes ; plus étroites au centre qu'à la périphérie où elles ont tendance à s'étaler, de 20 μ de large au centre elles peuvent atteindre 60 μ à la périphérie ; plus ou moins sinueuses, de 20 μ de haut parfois plus à la périphérie. Surfaces de contact plus ou moins bombées, parfois séparées des crêtes arquées par un profond sillon de 20 à 50 μ de large, lisses, sauf sur quelques rares échantillons qui sont munis de protubérances circulaires de 20 à 50 μ de diamètre, disposées par trois ou quatre de chaque côté des marques triradiaires. Ces protubérances persistent sur les formes adultes ; elles paraissent plus larges en lumière réfléchie à cause de l'exospore qui enveloppe les pustules de la mésospore. Crêtes arquées

marquées par un profond sillon chez les formes jeunes, moins prononcé chez les formes adultes où elles ont tendance à disparaître.

Face distale lisse. L'exospore est rarement finement granuleuse.

Même en lumière réfléchie, on peut briser l'exospore sur la face distale et mettre en évidence la mésospore. Elle apparaît sous forme d'une fine membrane rougeâtre et brillante. Dans certains cas, on peut observer les pustules de la face proximale de chaque côté des marques triradiaires.

Description de la mégaspore en lumière transmise.

Pl. I, fig. 7-8

Mégaspores à contour subtriangulaire à l'état juvénile et circulaire à l'état adulte. Exospore d'environ 15 à 20 μ d'épaisseur, très légèrement ponctuée.

Marques triradiaires de 130 à 260 μ de long, formées de deux lèvres généralement distinctes s'étalant à la périphérie, mesurant 25 μ de large au centre et atteignant 75 μ à la périphérie. Les lèvres des marques triradiaires prises individuellement mesurent environ 15 μ de large et sont généralement quelque peu sinueuses ; elles s'écartent légèrement dans les formes adultes et sont constituées par l'exospore. Si l'on dissèque la mégaspore, on constate que la mésospore est attachée à la partie proximale de la mégaspore. Souvent en voulant enlever la mésospore, on emporte également la partie proximale de l'exospore y compris les lèvres des marques triradiaires qui débordent à la périphérie de la mésospore. La mésospore, variant de 230 à 500 μ de diamètre, semble être constituée de deux couches, une couche interne dense d'environ 2 μ d'épaisseur et une couche externe lâche et plus ou moins fragile de 10 à 15 μ d'épaisseur. Les pustules sont des disques

opaques et plus ou moins épais de 15 à 20 μ de diamètre, formées aux dépens de la mésospore.

Certaines mésospores extraites par dissection sont réduites à la couche interne, la couche la plus lâche ayant disparu ; elles conservent néanmoins leurs pustules. L'exospore forme parfois au niveau des crêtes arquées deux plis parallèles, qui correspondent au sillon signalé chez les formes juvéniles (voir description en lumière réfléchie). Ce pli est parfois unique, légèrement concave au niveau des crêtes arquées, il devient convexe aux extrémités des marques triradiaires.

Distribution.

Inde ; Brésil ; Katanga (La Luena, Kisulu). Absent dans la couche 1, assez abondant dans la couche 2 (7 %), très abondant dans la couche 3 (57 %).

Remarques.

La description de Prem SINGH est basée sur vingt spécimens variant de 714 à 885 μ ; le corps central est nettement visible, mais l'on ne distingue pas les pustules le long des marques triradiaires. Il est probable que les spores dégagées étaient trop opaques pour permettre la mise en évidence des pustules.

A part cette réserve, la figure de Prem SINGH correspond point par point à celles de O. A. HØEG et collaborateurs. Il est à remarquer d'ailleurs que la mise au point doit être précise pour mettre ces pustules en évidence. La description de S. J. DIJKSTRA correspond également parfaitement à nos observations.

Nous mettons *Triletes nitens* en synonymie avec *T. endosporitiferus* nous basant sur la présence d'une mésospore caractéristique que nous avons pu observer chez la forme *nitens*. La comparaison des formes attribuées

d'une part à *endosporitiferus* et d'autre part à *nitens* laisse supposer une certaine parenté même en lumière réfléchie, notamment par l'examen des marques triradiées plus larges à la périphérie qu'au centre et des protubérances recouvrant les pustules de la méso-spore. Comme c'est le cas généralement dans les formes juvéniles, les marques triradiées ne subissent pas d'allongement important au cours de la croissance. Elles varient le plus souvent entre 150 et 200 μ aussi bien chez *T. endosporitiferus* que chez *T. nitens*. On observe la même chose chez *Tuberculatisporites mamillarius* et *Laevigatisporites glabratus* du Westphalien de l'hémisphère nord.

Il existe des formes granuleuses en très petite quantité. Nous les considérons provisoirement comme des formes exceptionnelles.

Duosporites trivedii (S. J. DIJKSTRA) P. PIÉRART.

Pl. II, fig. 5-7, Pl. V, fig. 2, Pl. VI, fig. 1

Triletes trivedii S. J. DIJKSTRA. — DIJKSTRA, *Mededel. geol. Stichting, nieuwe ser.*, n° 9, p. 7, pl. 1, fig. 18-25 (1955).

Description de la mégaspore en lumière réfléchie.

Pl. II, fig. 5-7

Mégaspore comprimée presque toujours en position proximale-distale, à contour subtriangulaire (spécialement dans les formes jeunes) ou circulaires (spécialement dans les formes adultes), de 380 à 750 μ de diamètre.

Marques triradiées de 150 à 250 μ de long, atteignant ou dépassant les crêtes arquées spécialement chez les formes juvéniles, droites ou plus ou moins sinueuses, de 20 μ de large au centre et de 40 μ à la périphérie.

Crêtes arquées marquées par un sillon bien visible chez les formes jeunes, moins prononcées chez les formes adultes.

Surfaces de contact bombées chez les formes jeunes, densément couvertes de verrues de 10 à 20 μ de diamètre.

Face distale couverte des mêmes verrues.

Description de la mégaspore vue en lumière transmise.

Pl. V, fig. 2, Pl. VI, fig. 1

Mégaspores comprimées en position proximale-distale, à contour subtriangulaire dans les formes jeunes et circulaire dans les formes adultes. Exospore variant de 20 à 25 μ d'épaisseur, couverte sur la surface distale et proximale de verrues de 10 à 25 μ de diamètre, plus ou moins nettement hémisphériques.

Verrues, vues au fort grossissement, à contour irrégulier, rarement régulier (Pl. VI, fig. 1), paraissant elles-mêmes granuleuses, parfois mal définies et paraissant désagrégées.

Marques triradiaires, droites ou légèrement sinueuses, de 130 à 250 μ de long, de 25 à 30 μ de large, constituées de deux lèvres étroitement accolées dans les formes juvéniles. Crêtes arquées légèrement infléchies au niveau des marques triradiaires, sombres, de la même épaisseur que les marques triradiaires, disparaissant presque complètement dans les formes adultes.

Surfaces de contact couvertes de granulés de 6 à 15 μ de diamètre, aussi nombreux que sur la face distale, plus ou moins groupés.

Mésospore d'abord à contour nettement triangulaire, devenant circulaire dans les formes âgées, de 225 à 500 μ de diamètre, sans ornements particulières.

Distribution.

S. J. DIJKSTRA a trouvé cette espèce au Brésil et dans les charbons de Ballarpur de l'Inde.

Cette espèce est commune dans les échantillons du Brésil et de la Luena. Très abondante dans la couche 1 (76 %), moins abondante dans la couche 2 (23 %), absente dans la couche 3.

Remarque.

Par sa morphologie, cette espèce est à rapprocher de *Triletes endosporitiferus* et par conséquent du genre *Duosporites*. Elle en diffère par les verrues de l'exospore et l'absence de pustules sur la mésospore. Les formes de croissance sont identiques. En particulier pour la mésospore qui subit une croissance importante ; d'abord plus petite que les surfaces de contact, elle finit par devenir circulaire et atteindre l'extrémité des arêtes triradiaires qui subissent une croissance moins importante. Il est à remarquer que les formes juvéniles et adultes sont en proportions équivalentes ; les formes intermédiaires ne sont pas rares, ce qui semble indiquer une croissance moins rapide que chez les *Tuberculatisporites* ou *Laevigatisporites* du Westphalien.

Prem SINGH (1953) a décrit une espèce de l'Inde (Bokaro Coalfield) sous le nom de *Triletes spinosus*. Cette espèce est voisine de *T. trivedii* par sa morphologie générale : présence de mésospore, dimensions, allure des marques triradiaires et des crêtes arquées. La seule différence notable est la forme des appendices qui ressemblent à des massues qui semblent dentelées au sommet. Prem SINGH fait remarquer la ressemblance qui existe entre ses deux espèces *Triletes endosporitiferus* et *T. spinosus*. Nous en rapprochons *T. trivedii* et *T. tenuis*. Ces quatre espèces gondwaniennes nous semblent former un groupe homogène que l'on peut placer dans le genre *Duosporites*.

Duosporites tenuis (S. J. DIJKSTRA) P. PIÉRART.

Pl. III, fig. 1-5, Pl. V, fig. 1

Triletes tenuis S. J. DIJKSTRA. — DIJKSTRA, *Mededel. geol. Stichting*,
nieuwe ser., n° 9, p. 6, pl. 1, fig. 5-8 (1955).

Description de la mégaspore en lumière réfléchie.

Pl. III, fig. 1-4

Mégaspores souvent déformées spécialement à l'état adulte, à contour plus ou moins circulaire à l'état jeune, devient circulaire ou en forme de feuille de laurier à l'état adulte par suite du plissement de la membrane et de l'ouverture des marques triradiaires, de 400 à 1.000 μ de diamètre.

Marques triradiaires très sinueuses, de 150 à 350 μ de long, de 30 à 50 μ de large, elles atteignent parfois 80 μ à

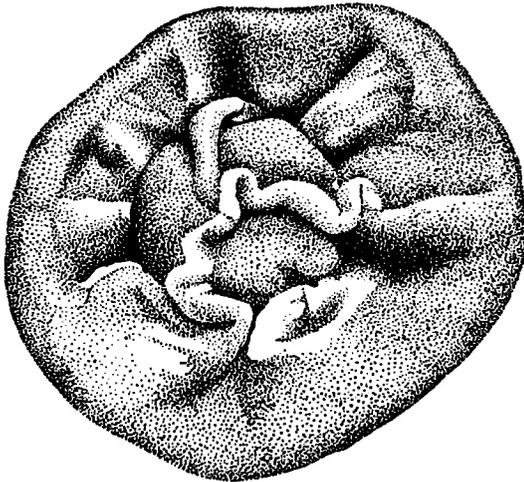


FIG. 1. : Forme juvénile de *Duosporites tenuis* d'environ 700 μ . Luena, couche 2, niveau 10.

la périphérie, formant une fausse proéminence apicale par la rencontre de leurs sinuosités, difficilement visibles sur les formes âgées.

Plis parfois présents sur les surfaces de contact simulant des arêtes triradiaires (trois vraies + trois fausses).

Crêtes arquées facilement marquées, disparaissant dans les formes adultes.

Exospore lisse sur les deux faces.

Mésospore visible sur les mégaspores brisées.

Description de la mégaspore en lumière transmise.

Pl. III, fig. 5, Pl. V, fig. 1.

Mégaspores à contour à peine triangulaire dans les formes jeunes, affectant des contours divers suivant les circonstances, hexagonal, elliptique avec extrémités aiguës, etc.

Mésospore triangulaire et petite au début, atteignant presque l'exospore dans les formes adultes, de 250 à 800 μ (?) de diamètre, de 4 à 5 μ d'épaisseur, sans ornements.

Exospore souvent plissé de 15 à 20 μ d'épaisseur.

Arêtes triradiaires de 50 à 75 μ de large, sinueuses, présentant trois à quatre sinus sur leur longueur. Les derniers sinus se rencontrent au sommet pour former un triangle simulant une fausse proéminence apicale.

Crêtes arquées plus ou moins sinueuses, parfois reliées aux arêtes triradiaires.

Surfaces de contact parfois fortement plissées.

Plis de la face proximale simulant des arêtes triradiaires.

Distribution.

Brésil ; Katanga (Luena). Absent dans la couche 1, plus ou moins abondant dans la couche 2 (13 %), peu nombreux dans la couche 3 (2 %).

Remarque.

Les formes jeunes examinées en lumière réfléchie présentent assez souvent des surfaces de contact bombées, et des plis débordant au delà des crêtes arquées, simulant des fausses arêtes triradiaires (voir dessin *fig. 1*). On peut les distinguer des formes jeunes de *Duosporites endosporitiferus* grâce aux arêtes triradiaires plus sinueuses.

Setosisporites furcatus (S. J. DIJKSTRA) P. PIÉART.Pl. II, *fig. 1-4.*

Triletes furcatus S. J. DIJKSTRA. — DIJKSTRA, *Mededel. geol. Stichting, nieuwe ser.*, n° 9, p. 9, pl. 3, *fig. 49-52* ; pl. 4, *fig. 53-56* (1955).

Description de la mégaspore en lumière réfléchie.

Mégaspores comprimées en position proximale-distale ou latéralement, à contour plus ou moins circulaire en position proximale-distale, allongées en position latérale ; de 700 à 1.100 μ de diamètre en général (certains exemplaires mesurent 500 ou 1.310 μ), axe polaire plus grand que l'axe équatorial.

Proéminence apicale de 100 à 300 μ de haut et de 150 à 350 μ de large.

Arêtes triradiaires de 100 à 200 μ de long, s'amincissant vers la périphérie ; de 60 à 80 μ de haut près de la proéminence apicale, elles n'ont plus que 20 à 30 μ près des crêtes arquées.

Surfaces de contact petites, lisses.

Crêtes arquées non marquées si ce n'est par la pilosité de la face distale.

Surface distale densément couverte de poils fourchus, de 40 à 80 μ de long et de 5 à 15 μ de large, se terminant par deux, trois ou quatre petites branches de 10 à 25 μ .

Distribution.

Brésil ; Katanga.

Espèce assez abondante : 19 % dans la couche 1, absente dans la couche 2, 30 % dans la couche 3. S. J. DIJKSTRA l'a trouvée également en grande quantité dans l'échantillon 1.911 du nord de Rio Grande do Sul.

Remarque.

Cette espèce par sa proéminence apicale pas trop développée, ses surfaces de contact assez petites, et ses poils fourchus abondants sur la face distale appartient sans conteste au genre *Setosisporites* du système de R. PORONIE et G. KREMP. Il est curieux de constater la persistance de ce genre dans le Permien du Brésil et de l'Afrique, alors que ce genre disparaît dans l'hémisphère boréal à la fin du Westphalien. Le genre *Setosisporites* est suffisamment typique de l'hémisphère boréal pour que l'on puisse présumer que *S. furcatus* provienne d'une Lépidophytale (peut-être un *Bothrodendron*).

Lagenosporites brasiliensis (S. J. DIJKSTRA) P. PIÉRART.

Pl. IV, fig. 1-6

Triletes brasiliensis S. J. DIJKSTRA. — DIJKSTRA, *Estud. geol.*, t. XI, p. 337, pl. XLII, fig. 36-37 ; pl. XLIII, fig. 38-40, pl. XLI, fig. 39 (1955).

Triletes brasiliensis S. J. DIJKSTRA. — DIJKSTRA, *Mededel. geol. Stichting*, nieuwe ser., n° 9, p. 8, pl. 2, fig. 34-40 ; pl. 3, fig. 41-42 (1955).

Mégaspores comprimées en position proximale-distale ou latéralement, à contour circulaire ou elliptique, de 600 à 1.500 μ de diamètre.

Arêtes triradiaires de 150 à 300 μ de long (non compris la proéminence apicale), de 20 à 80 μ de large et de 20 à

60 μ de haut, plus larges et plus hautes vers la proéminence apicale.

Proéminence apicale de volume fort variable, pyramidale, de 100 à 300 μ de large et de 100 à 300 μ de haut.

Crêtes arquées assez minces, de 10 à 30 μ de large, infléchies au niveau des arêtes triradiaires.

Surfaces de contact lisses parfois très finement granuleuses ($< 5 \mu$). Face distale lisse, quelquefois couverte de granules pouvant varier de 5 à 15 μ de large.

Distribution.

Brésil ; Katanga (La Luena). Espèce assez abondante à la Luena : 3 % dans la couche 1, 55 % dans la couche 2, 10 % dans la couche 3.

Remarque.

DIJKSTRA a comparé cette espèce à *Triletes hispanicus* du Stéphanien espagnol. *Lagenosporites brasiliensis* en est fort proche. De toute façon on peut dire que cette espèce fait partie d'un genre de mégaspore bien connu de l'hémisphère boréal. On peut dire la même chose pour *Setosisporites furcatus*.

Cystosporites sp.

Mégaspore fertile de 1.200 à 2.700 μ de long et de 500 à 700 μ de large, à membrane mince et plissée, non ornée.

Surfaces de contact non visibles.

Distribution.

Brésil ; Katanga (quelques individus assez rares dans chacune des trois couches de la Luena) ; Inde.

Remarques.

DIJKSTRA a également figuré quelques *Cystosporites* indéterminables du Brésil. Du matériel mieux conservé serait nécessaire pour étudier convenablement cette espèce.

B. S. TRIVEDI signale et décrit également des mégasporites fertiles et abortives rapportées au genre *Cystosporites* et trouvées dans des charbons de l'Inde.

Triletes labiosus ? S. J. DIJKSTRA.

Triletes labiosus S. J. DIJKSTRA. — DIJKSTRA, *Mededel. geol. Stichting*, nieuwe ser., n° 9, p. 8, pl. 2, fig. 31-32 (1955).

Mégasporites à contour circulaire ou elliptique, comprimées en position proximale-distale, de 900 à 1300 μ de diamètre. Marques triradiaires atteignant les trois quarts du rayon de la spore, de 20 à 30 μ de large, droites.

Crêtes arquées de 30 à 40 μ de large, légèrement infléchies au niveau des marques triradiaires.

Remarque.

Cette espèce est très rare dans l'échantillon 1912 de DIJKSTRA (Coal Field of Santa Catarina). Les échantillons que nous avons trouvés sont également très rares. Nous les rapportons avec doute à l'espèce *T. labiosus* de DIJKSTRA. Nous nous demandons en effet s'ils ne pourraient constituer des formes extrêmes, sans prééminence apicale (qui est fort variable de taille) de *Lagenosporites brasiliensis*.

Calamospora ? sp.

Calamospora sp. — S. J. DIJKSTRA, *Mededel. geol. Stichting*, nieuwe ser., n° 9, p. 10, pl. 4, fig. 63-64 (1955).

Spores ovales ou elliptiques, de 500 à 600 (parfois 900) μ de diamètre, brun-rouge, à membrane mince et fortement plissée. Les marques triradiaires ne sont pas visibles. Ces échantillons pourraient constituer des mesospores détachées de certains *Duosporites*.

Distribution.

Couche 2 de la Luena, rare.

Remarque.

Nous n'avons trouvé que trois échantillons de ce type, qui sont d'ailleurs tout à fait semblables aux rares échantillons trouvés par DIJKSTRA dans l'échantillon 1911 de Rio Grande do Sul. On a trouvé le même type de spore chez les *Noeggerathiales* (Spore du type *Calamospora* de grande taille).

VII. DESCRIPTION DE QUELQUES MIOSPORES

Apiculatisporites cornutus B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.

Pl. VII, fig. 3.

Apiculatisporites cornutus B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY. — BALME et HENNELLY, *Austr. J. Bot.*, vol. 4, n° 3, p. 247, pl. 2, fig. 24-26 (1956).

Miospores à contour subtriangulaire, de 35 à 50 μ de diamètre. Marques triradiaires atteignant presque l'équateur de la spore, lamelles des marques triradiaires sinuées, assez élevées, de 2 à 5 μ de haut. Épines assez nombreuses, six à huit par côté, de 2 à 3,5 μ d'épaisseur à la base, de 3 à 5 μ de haut, effilées, recourbées en crochet.

Distribution.

Australie (Nouvelle-Galles du Sud) ; Katanga (La Luena).

Calamospora diversiformis B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.

Pl. VII, fig. 4.

Calamospora diversiformis B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY. — BALME et HENNELLY, *Austr. J. Bot.*, vol. 4, n° 3, p. 246, pl. 2, fig. 14-18 (1956).

Miospore à contour à peu près circulaire, de 25 à 50 μ de diamètre. Marques triradiaires de 12 à 25 μ de long, atteignant un peu plus que la moitié du rayon.

Surfaces de contact plus épaisses, sombres, parfois ponctuées, assez bien délimitées par des crêtes arquées en forme de sillon. Membrane de la face distale lisse, de 1 à 1,5 μ d'épaisseur.

Distribution.

Australie (Nouvelle-Galles du Sud) ; Katanga ; Brésil.

Remarque.

Les échantillons brésiliens (Ech. DIJKSTRA, n° 1.911) semblent mieux conservés, les surfaces de contact sont ponctuées.

Cirratriradites splendens B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.

Pl. IX, fig. 5.

Cirratriradites splendens B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY. — BALME et HENNELLY, *Austr. J. Bot.*, vol. 4, n° 3, p. 252, pl. 5, fig. 57-59 ; pl. 6, fig. 60-61 (1956),

Miospores à contour subtriangulaire, de 65 à 105 μ de diamètre, munies d'une frange équatoriale de 6 à 10 μ de large.

Marques triradiaires de 30 à 50 μ de long, se continuant jusque dans la frange équatoriale, constituées par deux lèvres sinueuses de 1 à 3 μ de large et de 1 à 2 μ de haut.

Frange équatoriale mince, légèrement dentelée à la périphérie, munie à la base d'appendices irréguliers, en forme d'épines de 3 à 10 μ de long, au nombre de six à douze par côté.

Surfaces de contact marquées par six rangées environ de granules disposés concentriquement.

Face distale occupée par les mêmes granules.

Granules en forme de petites épines recourbées en virgule, de 2μ de haut et de 1 à $1,5\mu$ de large à la base, espacés par des intervalles de 3 à 7μ .

Distribution.

Australie, depuis les Greta Coal Measures jusqu'aux Tomago Coal Measures et Newcastle Coal Measures ; Katanga (Luena) ; Brésil (DIJKSTRA, éch. 1.911).

Remarque.

Comme le signalent BALME et HENNELLY, cette espèce est très variable. Les échantillons que nous avons trouvés au Katanga se rapprochent surtout de la *fig. 58* de BALME et HENNELLY. Certains échantillons du Brésil se rapprochaient de la *fig. 57*, où les granules deviennent de véritables épines. Les *figures 59, 60 et 61* de BALME et HENNELLY constituent peut-être une espèce différente. Il y aurait lieu de proposer la *figure 58* comme holotype de l'espèce.

Granulatisporites trisinus B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.

Pl. VI, fig. 2-3.

Granulatisporites trisinus B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY. — BALME et HENNELLY, *Austr. J. Bot.*, vol. 4, n° 3, p. 244, pl. 1, fig. 5-8 (1956).

Miospores à contour nettement triangulaire, de 45 à 65μ de diamètre. Membrane de $1,5$ à 2μ d'épaisseur, généralement lisse, mais montrant de fines granulations d'environ 1μ à l'immersion. Marques triradiaires presque aussi longues que le rayon de la spore, légèrement sinueuses à cause des lamelles dressées et assez hautes (3 à 4μ) qui se séparent bien souvent aux extrémités pour former une sorte de fourche.

Distribution.

Australie occidentale, Tasmanie, Queensland, Nouvelle-Galles du Sud, Katanga (Luena), Brésil (Ech. DIJKSTRA, n° 1.911).

Remarque.

Les individus que nous avons trouvés sont de petite taille. Ils se rapprochent très bien de la *fig. 7* de la *planche I* de BALME et HENNELLY. Nous n'avons pas rencontré les grandes formes signalées par ces auteurs.

Les granulations semblent mieux conservées sur les échantillons brésiliens (granulations de 1 à 2,5 μ) et sont même parfois nettement marquées.

Laevigatosporites sp.

PL. IX, fig. 6

Spore de 47 à 66 μ de long sur 41 à 46 μ de large.

Marque monolette largement ouverte, plissée aux lèvres, atteignant les 4/6^e de la longueur.

Exine légèrement pontuée.

Distribution : Luena (Katanga).

Remarque : Cette espèce ressemble fort à *Laevigatosporites vulgaris* f. *colliensis* de BALME et HENNELLY. La très légère ponctuation nous fait hésiter.

Lueckisporites ? amplus B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.

Pl. IX, fig. 1 et 4 ; pl. X, fig. 1-3.

Lueckisporites amplus B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY, — BALME et HENNELLY, *Austr. J. Bot.*, vol. 3, n° 1, p. 93, pl. 3, fig. 24-28 (1955).

Miospores de grande taille, variant de 90 à 130 μ de long sur 60 à 105 μ de large, constituées par un corps

central de 60 à 90 μ de diamètre et de deux sacs aérifères disposés sur la face distale.

Face proximale marquée par de larges bandes transversales plus ou moins visibles, au nombre de six à douze, atteignant environ 10 μ de large, parfois finement ponctuées.

Sacs aérifères, plus ou moins confluent, débordant largement sur la face distale et formant deux bourrelets sombres délimitant un sillon de 4 à 20 μ de large.

Réticulation des sacs aérifères formée de mailles polygonales de 3 à 5 μ de large.

Distribution.

Nouvelle-Galles du Sud, Australie occidentale, Tasmanie, Queensland, Inde, Katanga (Luena). Depuis les Greta Coal Measures jusqu'aux Newcastle Stages.

Remarque.

BALME et HENNELLY rangent cette espèce très caractéristique des charbons permien et gondwanien dans le genre *Lueckisporites* décrit par R. POTONIÉ et W. KLAUS en 1954. Ce genre est caractérisé par deux épaississements parallèles au grand axe du corps central, disposés sur la face proximale et séparés par une sorte de marque monolète. L'espèce décrite par BALME et HENNELLY ne semble pas correspondre exactement à la diagnose générique de POTONIÉ et KLAUS, bien que les épaississements de la face proximale puissent se fragmenter en plusieurs stries transversales. *Lueckisporites amplus* est probablement synonyme de *Striatites sewardi* (VIRKKI) PANT.

Ajoutons que les échantillons déterminés *Lueckisporites fusus* par BALME et HENNELLY ressemblent assez bien au *Platysaccus papilionis* de POTONIÉ et KLAUS.

Marsupipollenites scutatus B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.

Pl. VII, fig. 2.

Marsupipollenites scutatus B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY. — BALME et HENNELLY, *Austr. J. Bot.*, vol. 4, n° 1, p. 62, pl. 2, fig. 38-41 (1956).

Miospore à contour circulaire ou ovale. Fentes de déhiscence non visibles. Membrane marquée par une quinzaine de stries transversales d'environ $3\ \mu$ d'épaisseur. Diamètre de 50 à 70 μ . Plis et sillon de la face distale mal conservés. Stries transversales finement ponctuées.

Distribution.

Australie occidentale, Nouvelle-Galles du Sud, Tasmanie, Katanga.

Remarque.

Certains individus laissent parfois voir aux extrémités latérales un renflement léger de 3 à 5 μ que l'on pourrait peut-être assimiler à un sac aérifère avorté. Cette observation pourrait donc confirmer l'hypothèse de A. A. TCHIGOURIAEVA (1949), signalée par BALME et HENNELLY, selon laquelle les spores paléozoïques striées constitueraient une série avec sacs aérifères ou non.

Le genre *Aumancisposites* ALPERN du Stephanien et Permien Français ressemble fort au genre *Marsupipollenites*.

Marsupipollenites triradiatus B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.

Marsupipollenites triradiatus B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY. — BALME et HENNELLY, *Austr. J. Bot.*, vol. 4, n° 1, p. 60, pl. 2, fig. 29-35 (1956).

Miospores de 45 à 65 μ de long sur 30 à 58 μ de large. Exine couverte de fines granulations de 1 μ , régulièrement disposées, distantes d'environ 1 à 1,5 μ . Marque triradiaire très rarement visible, très courte (4 à 6 μ ?) Sillon distal bien marqué, étroit vers le milieu s'élargissant aux extrémités, bordé par 2 replis. Exine épaisse de 2 μ .

Distribution: abondant dans les charbons de la Luena (Katanga) comme en Australie. La forme *striatus* existe également à Luena.

Marsupipollenites sp.

Pl. IX, fig. 3.

Miospores de 100 à 155 μ de long sur 70 à 105 μ de large, recourbées latéralement en deux bourrelets plus ou moins visibles. Stries transversales de 3 à 4 μ d'épaisseur, séparées par un intervalle d'environ 1 μ , au nombre de vingt à vingt-cinq. Exine plus ou moins plissée, plis de la face distale à peine décelables.

Distribution.

Luena, couche 2.

Remarque.

Cette grande forme ne semble pas avoir été décrite par B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY. Ces auteurs signalent cependant que certaines espèces peuvent atteindre 150 μ .

Nuskoisporites ? gondwanensis B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.

Pl. VII, fig. 1 ; pl. VIII, fig. 1-2.

Nuskoisporites gondwanensis B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY. — BALME et HENNELLY, *Austr. J. Bot.*, vol. 4, n° 3, p. 253, pl. 6, fig. 62-65 ; pl. 7, fig. 66-67 (1956).

Miospore, formée d'un corps central et d'un sac aéri-
fère équatorial, à contour circulaire chez les petites
formes, devenant elliptique chez les grandes, variant de
80 à 225 μ (rayon ou grand axe), rapport du grand axe
au petit axe variant de $\frac{10}{10}$ à $\frac{10}{9}$.

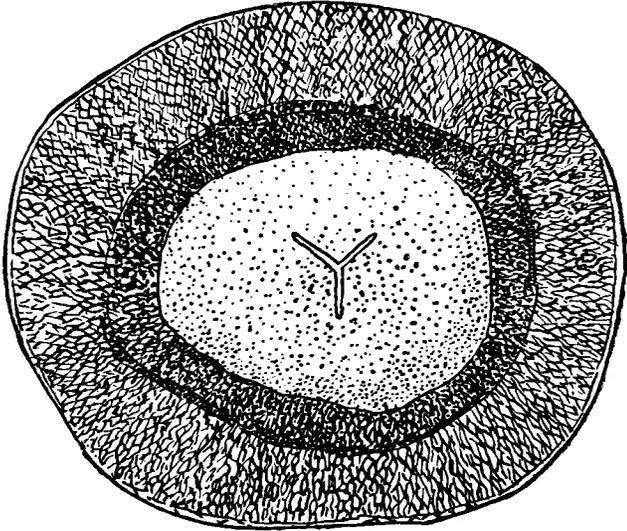


FIG. 2 : Schéma de *Nuskosporistes gondwanensis* BALME et HENNELLY (130 μ
 \times 124 μ).

Corps central circulaire ou légèrement elliptique dans
les formes de grande taille, à membrane mince (2 à 3 μ)
et fragile, très finement granuleuse ou lisse, se plissant ou
se dilacérant facilement ; marques triradiées rarement
visibles, de 12 à 20 μ de long.

Sac aérifère équatorial fixé sur la zone équatoriale du
corps central, à cheval sur la face proximale et distale,
donnant l'apparence de deux ou trois zones concentriques
plus ou moins sombres à la périphérie du corps central,
de 14 à 40 μ de large au delà du corps central, zone de
fixation sur le corps central de 8 à 20 μ de large, constitué

d'une infra-réticulation à mailles souvent allongées radialement de 3 à 8 μ de long sur 2 à 4 μ de large.

Distribution.

Australie, Inde, Katanga (Luena), Brésil (Échantillon DIJKSTRA).

Remarques.

Cette espèce, bien décrite par J. A. DULHUNTY (1945, 1949) et ensuite par B. E. BALME (1952, 1956) a été placée par R. POTONIÉ et W. KLAUS et ensuite par B. E. BALME dans le genre *Nuskoisporites* POT. et KLAUS, dont le génotype est *N. dulhuntyi* trouvé à Salzberg Hallein-Dürrenberg. Cette espèce a été retrouvée par W. H. GREBE dans le Zechstein. Nous pensons que cette assimilation générique est douteuse. En effet, le sac aérifère équatorial n'atteint pas les deux pôles du corps central, alors que dans le genre décrit par POTONIÉ et KLAUS le sac aérifère enveloppe complètement le corps central.

Ajoutons que le genre *Nuskoisporites* présente un « limbus » périphérique, sorte d'épaississement marginal. Les figures de BALME et HENNELLY ne montrent pas ce limbus marginal du sac aérifère signalé par POTONIÉ et KLAUS. Sur nos exemplaires, on distingue seulement l'épaisseur du sac aérifère lui-même, de 2 à 3 μ , avec son infraréticulation. Nous devons donc conclure à l'absence d'épaississement marginal du sac aérifère dans l'espèce *gondwanensis*.

Nous garderons provisoirement le genre *Nuskoisporites* dans cette première étude, en attendant de redécrire éventuellement cette espèce comme génotype d'un nouveau genre gondwanien qui, selon l'expression de BALME

et HENNELLY, est « without doubt one of the most important sporomorphs from the Australian Permian ».

Cette espèce est également très bien représentée aux Indes et au Katanga. Le genre *Latensima* (Luber) signalé récemment par ALPERN dans le Permo carbonifère français en est quelque peu voisin.

Pityosporites sp.

Pl. IX, fig. 2-3.

Cette miospore, de 40 à 50 μ de large sur 30 à 35 μ de haut, est caractérisée par deux sacs aérifères situés légèrement du côté de la face distale. La face proximale possède une membrane épaisse.

Aucune marque trilète, ni monolète n'est visible.

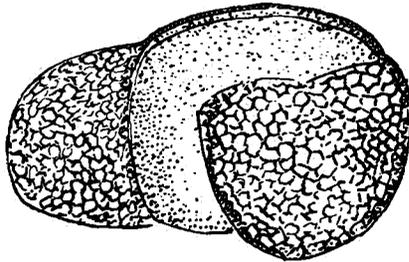


FIG. 3 : *Pityosporites* sp (50 μ \times 35 μ .) (Luena, couche 2, éch. L2, préparation 1755).

Sacs aérifères, de 15 à 20 μ de large sur 20 à 25 μ de haut ; alvéoles bien visibles.

Distribution.

Luena (Katanga).

Punctatisporites gretensis B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.

Pl. VIII, fig. 3.

Punctatisporites gretensis B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY. — BALME et HENNELLY, *Austr. J. Bot.*, vol. 4, n° 3, p. 245, pl. 2, fig. 11-13 (1956).

Miospores à contour circulaire, jaune-brun foncé, devenant jaune-brun clair, de 60 à 125 μ de diamètre. Membrane épaisse d'environ 4 μ à 6 μ .

Marques triradiaires de 30 à 55 μ de long, atteignant environ les trois quarts du rayon de la spore, marqué par deux lèvres étroites d'environ 1 μ de large.

Membrane lisse ou finement ponctuée.

Distribution.

Australie, Indes, Katanga, Brésil (Échantillon DIJKSTRA 1.911).

Reinschosopra sp.

Miospores à contour triangulaire, à côtés parfois légèrement concaves de 45 à 50 μ de large. Marque triradiaire peu visible. Trois séries de 15 à 20 spinules de 2 à 6 μ de long, disposées en 3 courbes concaves presque parallèles aux côtés. Spinules plus petits aux sommets du triangle.

Exine couverte de verrues hautes de 3 à 5 μ , larges de 2 μ environ, assez espacées.

Distribution: Katanga (Luena couche 2) Rares individus comme dans l'hémisphère Nord.

Remarque: Genre connu de l'hémisphère boréal, inconnu dans l'hémisphère sud. Peut-être reflète-t-il le caractère mixte de la flore du Katanga.

Vestigisporites sp.

Pl. X, fig. 4.

Miospores de 70 à 75 μ de long sur 50 à 55 μ de haut. Corps central circulaire, opaque. Marque monolète plus ou moins visible. Sacs aérifères assez étroits (15 μ), entourant parfois complètement le corps central.

Distribution.

Luena (Katanga).

Remarque.

Cette espèce ressemble à *Vestigisporites* spm A, de B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY et à *Sahnites thomasi* de PANT.

ESPÈCES DOUTEUSES.

Le nombre des espèces décrites ci-dessus est fort incomplet. Nous avons rencontré de nombreuses espèces dont la détermination devrait encore être confirmée. Il s'agit, entre autres, de :

Apiculatisporites filiformis BALME et HENNELLY,*Leiotriletes directus* BALME et HENNELLY*Pilasporites calculus* BALME et HENNELLY*Pilasporites plurigenus* BALME et HENNELLY*Lueckisporites limpidus* BALME et HENNELLY*Verrucosisporites pseudoreticulatus* BALME et HENNELLY

Florinites sp?, *Verrucososporites* ? sp., *Cirratriradites* sp, etc...

Le genre *Tholosporites* (= *Dulhuntyispora* R. POTONIÉ) n'a pas été observé. Par contre il semble que les charbons de Luena contiennent de nouvelles espèces et peut-être un nouveau genre.

VIII. ANALYSE DES TROIS COUCHES ET RÉPARTITION DES MÉGASPORES

(voir Tableaux 1, 2 et 3).

Les trois couches ont été saignées complètement (sauf les intercalaires schisteux). Nous avons figuré sur trois tableaux (p. 47-50) la répartition quantitative et qualitative des mégaspores pour chacune des trois couches. Les chiffres représentent le nombre absolu de mégaspores pour 10 g de charbon.

La couche 1, puissante d'environ 2,80 m où elle a été prélevée, présente les caractéristiques suivantes : *Duosporites trivedii* est abondant sur toute la hauteur et représente 76 % du nombre total des mégaspores. Il y a assez bien de *Setosisporites furcatus*, réparti sur toute la hauteur (19 %). *Lagenosporites brasiliensis* représente 3 %. Enfin, il faut signaler l'absence totale de *Duosporites endosporitiferus* et de *D. tenuis*.

La couche 2, puissante de 4,30 m, présente les pourcentages suivants : *Lagenosporites brasiliensis*, 55 %, réparti sur toute la hauteur ; *Duosporites trivedii*, 23 %, réparti spécialement vers le milieu ; *D. tenuis*, 13 %, vers le sommet surtout ; *D. endosporitiferus* ne représente que 7 % ; enfin *Setosisporites furcatus* est complètement absent.

La couche 3 présente une ouverture de 2,10 m. Elle contient un nombre exceptionnellement élevé de *Duosporites endosporitiferus*, qui représente 57 % du nombre total des mégaspores. *Setosisporites furcatus* est bien représenté (30 %). *Lagenosporites brasiliensis* est re-

présenté à la base et vers le milieu ; il représente 10 % du nombre total. *Duosporites tenuis* est peu abondant (2 %) et *D. trivedii* est complètement absent.

On peut donc caractériser chaque couche par une composition particulière, grâce à l'abondance ou à l'absence de certaines espèces. Il est même curieux de constater que, sur les cinq espèces abondantes de mégaspores, il s'en trouve toujours une qui manque dans chacune des couches : *Duosporites endosporitiferus* dans la couche 1, *Setosporites furcatus* dans la couche 2, et *Duosporites trivedii* dans la couche 3.

Tableau 1. — Répartition des mégaspores dans la couche 1 des Charbonnages de la Luena (Siège A) (1).

Numéros des échantillons	Puissance	Nature	Refus au tamis pour 10 g	<i>Duosporites endosporitiformis</i>	<i>Duosporites trivittata</i>	<i>Duosporites lennis</i>	<i>Lagenosporites brasiliensis</i> + formes granuleuses	<i>Setosporites furcatus</i>	<i>Triletes</i> cf. <i>trivialis</i>	<i>Calamospora</i> sp.	<i>Cystosporites</i> ?
10	0,28	Charbon	230 mg		1		1	20			
9	0,20 0,08	Charbon Schiste gris	130 mg		60		3				
8	0,20	Schiste gris clair					non prélevé				
7	0,28	Schiste gris clair					non prélevé				
6	0,28	Charbon	800 mg		20			8			
5	0,23 0,05	Charbon Schiste noir	170 mg		80			20			1
4	0,05 0,23	Schiste noir Charbon	290 mg		274			7			
3	0,28	Charbon	150 mg		33		1	23			1
2	0,28 0,11	Charbon Charbon	150 mg		76		2	47			
1	0,05 0,12	Schiste gris Charbon	150 mg		21		22	15			
Ouverture											
2,80 m Total : 736 %					76 %		3 %	19 %			0,2 %
							29	140			2

(1) Les nombres représentent le nombre absolu de mégaspores pour 10 grammes de charbon.

Tableau 2. — Répartition des mégaspores dans la couche 2 des Charbonnages de la Luena (Ancienne carrière) (1).

Numéros des échantillons	Puissance	Nature	Refus au tamis pour 10 g	<i>Duosporites endosporitiformis</i>	<i>Duosporites trivadii</i>	<i>Duosporites tenuis</i>	<i>Lagenosporites brasiliensis</i> + formes granuleuses	<i>Setosporites furcatus</i>	<i>Tritiles cf. trivialis</i>	<i>Calamospora</i> sp.	<i>Cystosporites</i> ?	<i>Tritiles cf. labiosus</i> .
10	0,43	Charbon	100 mg	18		128	4			2		
9	0,31 0,12	Charbon Schiste gris dur	240 mg				185				2	3 ?
8	0,33 0,05 0,05	Charbon Schiste charbonneux Schiste gris dur	100 mg	9	138		19		4 ?		1	
7	0,15 0,08 0,20	Charbon Schiste gris Charbon	100 mg		22		13				1	
6	0,13 0,10 0,20	Charbon Schiste noir Charbon	100 mg	2	7	1	81					
5	0,15 0,10 0,08 0,10	Charbon Schiste noir Schiste charbonneux Charbon	300 mg	1	8		112					

4	0,08 0,20 0,15	Schiste noir Charbon Schiste gris	330 mg	1			12				
3	0,10 0,23 0,10	Charbon Schiste charbonneux Schiste gris	250 mg	2	55		40			5	
2	0,15 0,08 0,20	Charbon Schiste charbonneux Charbon	420 mg				52				
1	0,18 0,25	Schiste charbonneux Charbon	290 mg	36		8	32			1	
Ouverture				69	230	137	550		4	2	10
4,30 m			Total : 1002	7 %	23 %	13 %	55 %		0,4 %	0,2 %	1 %

(1) Les chiffres représentent le nombre absolu de mégasporés pour 10 grammes de charbon.

Tableau 3. — Répartition des mégaspores dans la couche 3 des Charbonnages de la Luena (Ancienne carrière) (1).

Numéros des échantillons	Puissance	Nature	Refus au tamis pour 10 g	<i>Duosporites</i> + formes granuleuses	<i>Duosporites trivedii</i>	<i>Duosporites tenuis</i>	<i>Lagenosporites brasiliensis</i> + formes granuleuses	<i>Seiosporites [furcatus]</i>	<i>Tritiles cf. trivalis</i>	<i>Calamospora</i> sp.	<i>Cystosporites</i> ?
10	0,06 0,15	Schiste charbonneux Charbon	100 mg	468		40					6
9	0,21	Charbon	100 mg			4		24		1	
8	0,21	Schiste gris clair					non prélevé				
7	0,06 0,15	Schiste gris clair Charbon schisteux	100 mg	2		9	46	139			4
6	0,21	Charbon schisteux					non prélevé				
5	0,21	Charbon pyriteux	100 mg	50				73			
4	0,21	Charbon pyriteux	170 mg	555				226			
3	0,21	Charbon	170 mg	153				83			2
2	0,05 0,06 0,10	Charbon Schiste gris Charbon	100 mg	4				76			
1	0,21	Charbon	150 mg				159	7			
Ouverture											
2,10 m				Total : 2131		53	205	628		1	12
				57 %		2 %	10 %	30 %			0,5 %

(1) Les chiffres représentent le nombre absolu de mégaspores pour 10 grammes de charbon.

IX. ANALYSE DES ÉCHANTILLONS L₁, L₂, L₃ ET K ⁽¹⁾

Les échantillons L₁, L₂ et L₃ ont été prélevés respectivement dans les couches 1, 2 et 3 du bassin de la Luena ; l'échantillon K a été prélevé dans l'unique couche de Kisulu. Les chiffres, placés en face des noms d'espèces, représentent le nombre absolu de mégaspores pour 10 grammes de charbon macéré.

Échantillon L₁.

Refus 170 mg

<i>Setosporites furcatus</i>	16
<i>Duosporites trivedii</i>	1
<i>Cystosporites?</i>	1

Échantillon L₂.

Refus 220 mg

<i>Duosporites trivedii</i>	1.045
<i>Lagenosporites brasiliensis</i>	143
<i>Triletes</i> sp.	6

Échantillon L₃.

Refus 170 mg

<i>Duosporites endosporitiferus</i>	935
<i>Setosporites furcatus</i>	121
<i>Cystosporites</i> sp ?	6
<i>Triletes</i> sp.	30

(¹) Échantillons transmis par Monsieur le Professeur PAUL DUVIGNEAUD.

Échantillon K.

Refus 140 mg

<i>Duosporites tenuis</i>	2.800
<i>Duosporites endosporitiferus</i>	486
<i>Setosisporites furcatus</i>	24
<i>Duosporites endosporitiferus</i> (formes granuleuses)	28
<i>Triletes</i> sp.	7

Les échantillons L₁, L₂ et L₃ correspondent assez bien avec un niveau déterminé de chacune des trois couches de la Luena.

L'échantillon K (de Kisulu) ne contient pas de *Duosporites trivedii*; il ressemble assez bien à la partie supérieure de la couche 3 de La Luena. Un échantillonnage complet de la couche de Kisulu permettrait de confirmer la corrélation de cette couche avec la couche 3 de la Luena.

X. CONCLUSIONS

La macération des échantillons de charbon prélevés aux Charbonnages de la Luena a permis de dégager un assez grand nombre de mégaspores et de miospores. Parmi les mégaspores, cinq espèces abondantes ont été minutieusement décrites en lumière réfléchie et transmise. Il s'agit de trois espèces appartenant au genre *Duosporites* O. A. HØEG, M. N. BOSE et S. MANUM (1955), qui nous semble typiquement gondwanien, et de deux espèces appartenant à deux genres typiques de l'hémisphère nord : les genres *Setosisporites* R. POT. et G. KREMP, et *Lagenosporites* R. POT. et G. KREMP.

Parmi ces espèces, *Duosporites endosporitiferus* et *D. trivedii* sont distribuées aux Indes, en Afrique et en Amérique du Sud. *D. tenuis*, *Setosisporites furcatus* et *Lagenosporites brasiliensis* sont réparties au Brésil et en Afrique.

Triletes vulgatus DIJKSTRA, *Triletes rimosus* DIJKSTRA, *Triletes sinuatus* DIJKSTRA et *Triletes bifurcatus* DIJKSTRA n'ont pas été trouvés à la Luena (espèces rares ou critiques sauf *Triletes vulgatus*).

L'ensemble des miospores paraît commun et plus homogène pour l'ensemble du territoire gondwanien.

Il est intéressant de souligner ici l'étonnante similitude qui existe entre les mégaspores étudiées par S. J. DIJKSTRA pour le Brésil et celles décrites par nous pour le Katanga : les mêmes espèces se rencontrent dans les deux gisements et leur état de conservation est identique ; de plus, les espèces abondantes et communes du Brésil le sont également au Katanga ⁽¹⁾ :

⁽¹⁾ Nous transcrivons ci-contre un extrait d'une lettre récente que S. J. DIJKSTRA vient de nous adresser.

« Niet alleen, dat we dezelfde soorten aantroffen, maar ook de conservatie was identiek. Het was voor mij niet mogelijk uit te maken welke exemplaren van PIÉRART waren en welke uit Brazilië afkomstig waren, zonder de etiketten te raadplegen. Verder was het opvallend, dat de soorten, welke zeer algemeen in Brazilië voorkomen ook zeer algemeen in PIÉRARTS monsters aanwezig waren. Het was net alsof we met zijn beiden een en dezelfde koollaag onderzocht hebben, waarvan de monsterplaatsen slechts enkele kilometers van elkaar verwijderd waren. Ik ben er dan nu ook vast van overtuigd, dat Z.-Amerika en Z.-Afrika vroeger een geheel gevormd hebben. »

Cette similitude existe également pour les miospores. Mais les espèces sont communes pour tout le territoire gondwanien, alors que pour les mégaspores la similitude est limitée au Brésil et à l'Afrique. Cette constatation vérifie les travaux de R. ZEILLER, A. C. SEWARD, G. WALTON et d'autres, qui ont signalé en Afrique et en Amérique du Sud une flore mixte à *Glossopteris* et à Lépidoxytales. Ces découvertes doivent laisser supposer l'existence au Katanga d'un même type de végétation mixte permienne (1).

Parmi les miospores, il faut également signaler une certaine similitude avec les flores européennes étudiées par W. KLAUS et R. POTONIÉ (Alpinen Salzgebirges) et récemment par H. GREBE (Mikroflora des nieder-rheinischen Zechsteins). Il faudrait cependant réétudier la question des genres *Nuskoisporites* et *Lueckisporites*, afin de bien s'assurer s'il s'agit de deux genres nettement délimités et également répartis dans les territoires gondwanien et européen. Le genre *Lueckisporites* pourrait être remplacé par le genre *Striatites* de PANT.

Enfin B. ALPERN (1958) a décrit 2 nouveaux genres (*Aumancisporites* et *Latensima*) du Permo-carbonifère français qui rappellent les genres *Nuskoisporites* et *Marsupipollenites*. Ce fait pourrait confirmer l'extension vers le nord de certains éléments de la flore à *Glossopteris*.

(1) Cette végétation mixte semble déjà avoir été signalée par M. MERCENIER.

BIBLIOGRAPHIE

- ALPERN, B. : 1958, Description de quelques microspores du Permo-Carbonifère français (*Revue de Micropaléontologie*, 1^{re} année, n° 2, pp. 75-86, Pl. I-II).
- BALME, B. E. and HENNELLY, J. P. F. : 1955, Bisaccate Sporomorphs from Australian Permian Coals (*Austral. J. Bot.*, Melbourne, vol. 3, nr 1, pp. 89-98, 6 pl.).
- BALME, B. E. and HENNELLY, J. P. F. : 1956, Monolete, Monocolpate, and Alete Sporomorphs from Australian Permian Sediments (*Austral. J. Bot.*, Melbourne, vol. 4, nr 1, pp. 54-67, 3 pl.).
- BALME, B. E. and HENNELLY, J. P. F. : 1956, Trilete sporomorphs from Australian Permian Sediments (*Austral. J. Bot.*, Melbourne, vol. 4, nr 3, pp. 240-260, 10 pl.).
- CAHEN, L. : 1954, Géologie du Congo belge (Liège, Vaillant-Carmanne).
- CAMBIER, R. : 1930, Contribution à l'étude géologique des bassins houillers de la Luena (*Ann. Serv. Mines Katanga*, Bruxelles, t. I, pp. 3-54, 4 fig., 10 pl.).
- DIJKSTRA, S. J. : 1955, Megasporas carboniferas espanolas y su empleo en la correlacion estratigrafica (*Estudios Geologicos*, Madrid, t. XI, nr 27/28, pp. 277-354, pl. XXXV-XLV, 1 tabl.).
- DIJKSTRA, S. J. : 1955, Some Brazilian megaspores, Lower Permian in age, and their comparison with Lower Gondwana spores from India (*Meded. geol. Stichting*, Maastricht, nieuwe serie, n° 9, pp. 5-10, 4 pl.).
- DULHUNTY, J. A. : 1945, Principal Microspore-Types in the Permian Coals of New South Wales (*Proc. Linn. Soc. N. S. W.*, Sidney, vol. 70, pp. 147-157, 1 pl.).
- FITTING, H. : 1900, Bau und Entwicklungsgeschichte der Makrosporen von Isoëtes und Sclaginella und ihre Bedeutung für die Kenntniss des Wachsthums pflanlicher Zellmembranen (*Bot. Zeitung*, 58, S. 107-165, T. 5-6).
- FOURMARIER, P. : 1916, Le bassin charbonnier de la Lukuga. — Étude géologique de la région de Lukuga et de la Lubumba au voisinage du Lac

- Tanganika (*Ann. Soc. géol. Belg.*, Liège, t. XLI, résumé pp. B 83-84 ; in extenso Publ. spéc. Congo belge, pp. 77-229, pl. II-VIII).
- GHOSH, A. K. and SEN, J. : 1948, A Study of the Microfossils and the Correlation of some productive Coal Seams of the Raniganj Coalfield, Bengal, India (*Trans. Min. Geol. Metallurg. Inst. India*, Calcutta, vol. 43, nr 2, pp. 67-95).
- 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. Mag. Bot.*, Oslo, vol. 4, pp. 101-107, 1 fig., 2 pl.).
- JAMOTTE, A. : 1950, Les gisements charbonniers du Katanga dans le cadre africain (*C. R. Congrès scientifique Élisabethville*, 13-19 août 1950, Bruxelles, vol. II, t. I, pp. 271-287, 2 fig., 1 carte, 2 tabl.).
- PANT, D. D. : 1955, On two new disaccate spores from the Bacchus marsh tillite, Victoria (Australia). (*Ann. Mag. Nat. Hist.*, London, ser. 12, vol. 8, n. 94, p. 757-764, Pl. XIX).
- PANT, D. D. : 1958, The Structure of some Leaves and Fructifications of the *Glossopteris* Flora of Tanganyika (*Bull. Brit. Mus. (nat. Hist.) — Geology*, London, vol. 3, n° 4, pp. 125-175, pl. 18-21).
- POTONIÉ, R. und KLAUS, W. : 1954, Einige Sporengattungen des alpinen Salzgebirges (*Geol. Jl.*, Hannover, Bd. 68, S. 517-546, 11 Abb. und Taf. 10).
- POTONIÉ, R. : 1956, Synopsis der Gattungen der Sporangiosporae (*Beih. Geol. Jl.*, 23, 103 S., 11 Taf.).
- PIÉRART, P. : 1958, L'utilisation des mégaspores en stratigraphie houillère (*Bull. Soc. belge de géol.*, t. LXVII, f. 1, pp. 50-90, Pl. I-VI).
- RENIER, A. : 1951, Note sur la flore des couches de la Lukuga de la région de Walikale (Kivu) (*Mém. Inst. géol. Univ. Louvain*, t. IX, f. III).
- RILETT, M. H. P. : 1954, Plant Microfossils from the Coal Seams near Dannhauser, Natal (*Trans. geol. Soc. S. Afr.*, Johannesburg, vol. LVII, pp. 27-37, 1 pl.).
- SEWARD, A. C. : 1897, On the association of *Sigillaria* and *Glossopteris* in South Africa, (*Quart. J. geol. Soc.*, London, vol. 53, pp. 315-338, pl. 21-24).
- SURANGE, K. R., SINGH, PREM et SRIVASTAVA, P. N. : 1953, Megaspores from the West Bokaro Coalfield (Lower Gondwanas) of Bihar (*The Paleobotanist*, Lucknow, vol. 2).
- DU TOIT, A. L. : 1954, The Geology of South Africa. (3^e édition) (Édinburgh & London, Oliver and Boyd, 611 p., 41 pl., 73 fig., 1 carte).

- TRIVEDI, B. S. : 1953, Megaspores and other plant remains from Lower Gondwana of Singrauli Coalfield, District Mirzapur, U. P. (*J. Indian Bot. Soc.*, Bangalore, vol. XXXII, pp. 70-85.)
- WALTON, J. : 1929, The Fossil Flora of the Karros System in the Wankie District, Southern Rhodesia, (*Southern Rhodesia Geol. Surv. Bull.*, 15, p. 62).
- 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. 23, pp. 601-629, pl. VIII-X).
- ZEILLER, R. : 1898, Sur la découverte par M. AMALITZKY, de *Glossopteris* dans le Permien supérieur de Russie (*Bull. Soc. bot. Fr.*, Paris, t. 45 (= 3^e série, t. V), pp. 392-396).

Explications de la planche I

Duosporites endosporitiferus (Prem SINGH) P. PIÉRART.

FIG. 1. — Face proximale de la forme adulte de $700\ \mu$ de diamètre, marques triradiaires de 200 à $230\ \mu$ de long. On distingue les pustules de chaque côté des marques triradiaires.

La Luena : couche 3, niveau 4, (lumière réfléchie) gr. $\times 50$.

FIG. 2. — Face proximale de la forme juvénile, les pustules sont visibles, sillon des crêtes arquées mieux marqué — $450\ \mu \times 450\ \mu$. Marques triradiaires de 170 à $200\ \mu$.

La Luena : couche 3, niveau 4, (lumière réfléchie) gr. $\times 50$.

FIG. 3. — Face proximale d'une forme plus ou moins juvénile, $510 \times 500\ \mu$ de diamètre ; pustules visibles.

La Luena : couche 3, niveau 4, (lumière réfléchie) gr. $\times 50$.

FIG. 4. — Face proximale d'une forme juvénile, exospore apparaissant légèrement *granuleuse*, les marques triradiaires se prolongent par des plis étalés au delà des crêtes arquées — $530 \times 500\ \mu$ de diamètre.

La Luena : couche 3, niveau 4, (lumière réfléchie) gr. $\times 50$.

FIG. 5. — Face proximale d'une forme juvénile, les marques triradiaires se prolongent nettement au delà des crêtes arquées. Le sillon entre les surfaces de contact et les crêtes arquées est assez large. Les pustules sont à peine visibles — $600 \times 500\ \mu$ de diamètre.

La Luena : couche 3, niveau 4, (lumière réfléchie) gr. $\times 50$.

FIG. 6. — Face proximale d'une forme adulte — $580 \times 540\ \mu$ de diamètre. (lumière réfléchie gr. $\times 50$.)

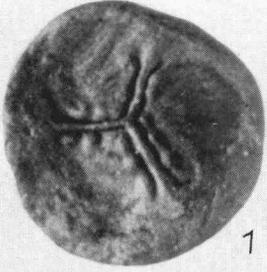
FIG. 7. — Vue de la mégaspore par transparence, on distingue nettement le mésospore et les plis parallèles délimitant les sillons situés entre les surfaces de contact et les crêtes arquées. Le nombre de pustules correspond à ceux photographiés en lumière réfléchie. — $350\ \mu$ de diamètre.

Kisulu : Éch. K. (lumière transmise) gr. $\times 150$.

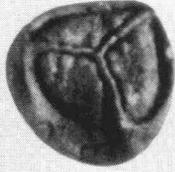
FIG. 8. — Mésospore dégagée de la mégaspore par dissection sous le binoculaire. L'épaisseur de la mésospore varie beaucoup en fonction de la durée de l'oxydation au cours de la macération. La membrane de la mésospore semble formée de 2 couches ; une couche interne assez dense et mince et une couche externe plus large et moins dense, munie de pustules hémisphériques dirigées vers l'intérieur et s'imprimant dans la couche interne de la mésospore — $250\ \mu$ de diamètre.

Kisulu : Éch. K. (lumière transmise) gr. $\times 150$.

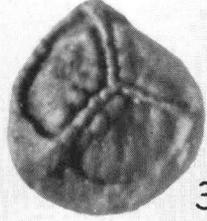
PLANCHE I



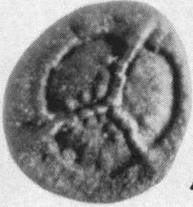
1



2



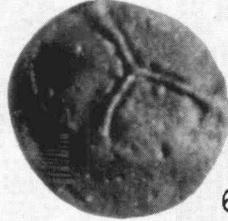
3



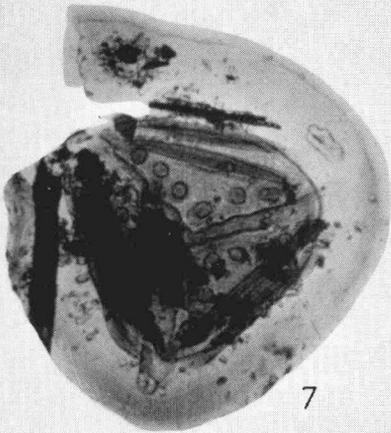
4



5



6



7



8

Explications de la planche II

Setosisporites furcatus (S. J. DIJKSTRA) P. PIÉRART.

FIG. 1. — Face proximale d'une mégaspore montrant les appendices fourchus. — $1050 \mu \times 900 \mu$.

La Luena : couche 3, niveau 5.

(lumière réfléchie) Gr. $\times 50$.

FIG. 2. — Mégaspore comprimée un peu latéralement, montrant les appendices fourchus. — $1000 \mu \times 1000 \mu$.

La Luena : couche 3, niveau 5.

(lumière réfléchie) Gr. $\times 50$.

FIG. 3. — Mégaspore comprimée latéralement. — $1000 \mu \times 800 \mu$.

La Luena : couche 3, niveau 5.

(lumière réfléchie) Gr. $\times 50$.

FIG. 4. — Mégaspore comprimée latéralement dont les appendices fourchus de la face distale sont en partie tombés. — $1020 \mu \times 900 \mu$.

La Luena : couche 3, niveau 5.

(lumière réfléchie) Gr. $\times 50$.

Duosporites trivedii (S. J. DIJKSTRA) P. PIÉRART.

FIG. 5. — Face proximale d'une mégaspore plus ou moins juvénile. — $440 \mu \times 410 \mu$.

La Luena : couche 1, niveau 1.

(lumière réfléchie) Gr. $\times 50$.

FIG. 6. — Face proximale d'une mégaspore juvénile. — $380 \mu \times 380 \mu$.

La Luena : couche 1, niveau 1.

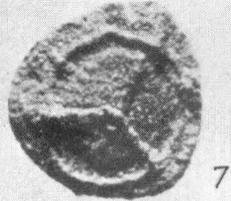
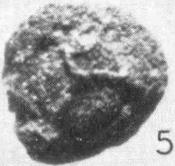
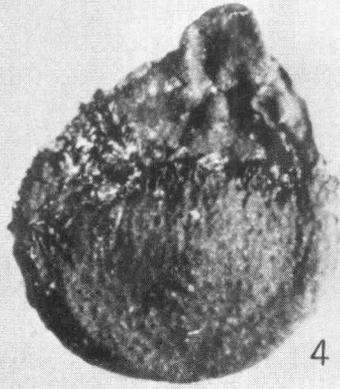
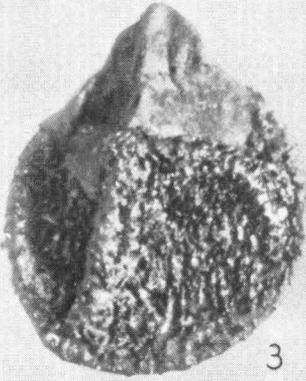
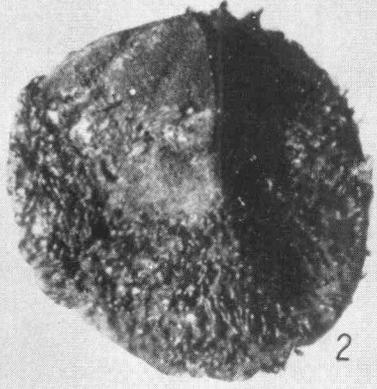
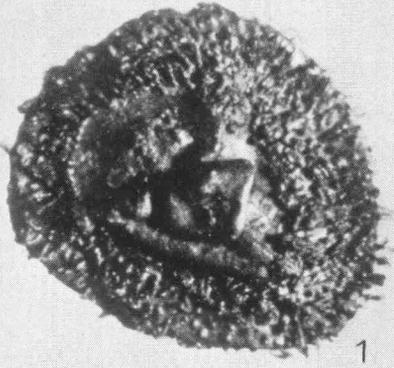
(lumière réfléchie) Gr. $\times 50$.

FIG. 7. — Face proximale d'une mégaspore plus ou moins juvénile. Les marques triradiaires débordent les crêtes arquées. — $510 \mu \times 530 \mu$.

La Luena : couche 1, niveau 1.

(lumière réfléchie) Gr. $\times 50$.

PLANCHE II



Explications de la planche III

Duosporites tenuis (S. J. DIJKSTRA) P. PIÉRART.

(Tous les individus figurés proviennent de l'échantillon K de Kisulu).

FIG. 1. — Face distale d'une mégaspore comprimée et plissée. Contour en forme de feuille de laurier.

830 μ \times 630 μ . (lumière réfléchie) Gr. \times 50.

FIG. 2. — Face proximale de la même mégaspore (fig. 1) dont on distingue encore les marques triradiaires sinueuses. Les crêtes arquées ont presque disparu. (lumière réfléchie) Gr. \times 50.

FIG. 3. — Face proximale d'une mégaspore plus ou moins juvénile. Les surfaces de contact sont légèrement plissées. Les marques triradiaires sont légèrement sinueuses.

Contour circulaire ou subtriangulaire.

550 μ \times 550 μ . (lumière réfléchie) Gr. \times 50.

FIG. 4. — Face proximale d'une mégaspore plissée. La forme est adulte, on ne distingue presque plus les marques triradiaires, les crêtes arquées ont disparu. Contour en forme de feuille de laurier.

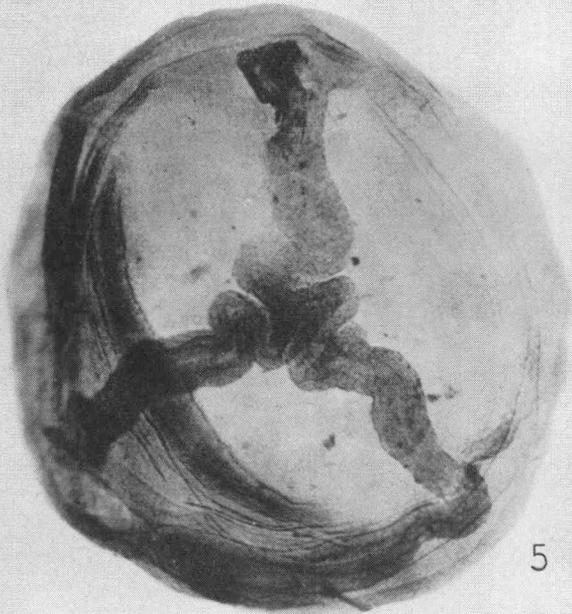
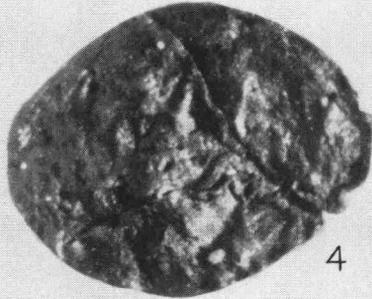
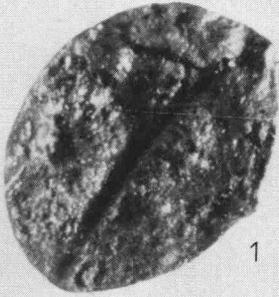
950 μ \times 730 μ . (lumière réfléchie) Gr. \times 50.

FIG. 5. — Face proximale d'une mégaspore plus ou moins circulaire, les arêtes triradiaires sont sinuées.

La mésospore a presque atteint l'exospore.

560 μ \times 530 μ . (lumière transmise) Gr. \times 150.

PLANCHE III



Explications de la planche IV

Lagenosporites brasiliensis (S. J. DIJKSTRA) P. PIÉRART.

FIG. 1. — Face proximale d'une mégaspore. — $1070 \mu \times 870 \mu$.

La Luena : couche 1, niveau 1. (lumière réfléchie) Gr. $\times 50$.

FIG. 2. — Face proximale d'une mégaspore comprimée un peu latéralement. — $980 \mu \times 790 \mu$.

La Luena : couche 2, niveau 3. (lumière réfléchie) Gr. $\times 50$.

FIG. 3. — Face proximale d'une mégaspore. — $850 \mu \times 630 \mu$.

La Luena : couche 1, niveau 1. (lumière réfléchie) Gr. $\times 50$.

FIG. 4. — Face proximale d'une mégaspore, très finement granuleuse. — $800 \mu \times 800 \mu$.

La Luena : couche 2, niveau 3. (lumière réfléchie) Gr. $\times 50$.

FIG. 5. — Mégaspore comprimée latéralement, à exospore granuleuse. — $900 \mu \times 900 \mu$.

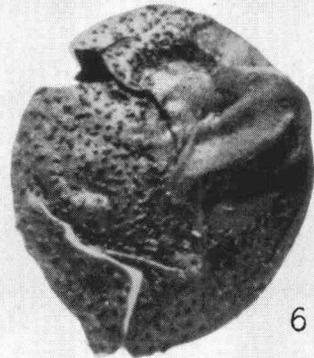
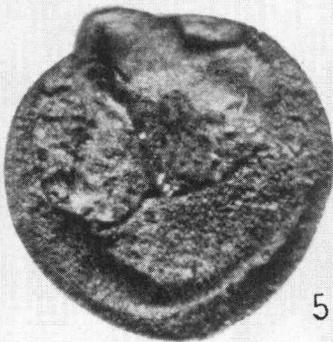
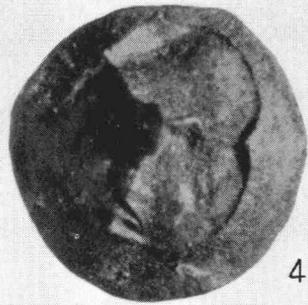
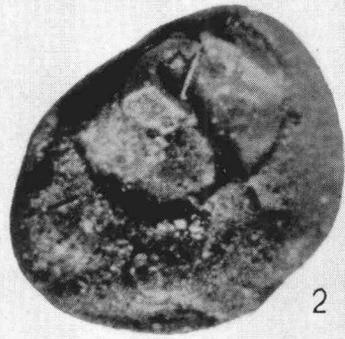
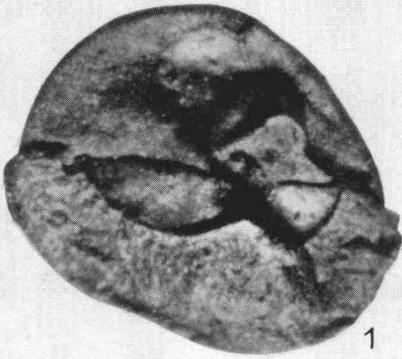
La Luena : couche 2, niveau 5. (lumière réfléchie) Gr. $\times 50$.

Lagenosporites brasiliensis ? (S. J. DIJKSTRA) P. PIÉRART.

FIG. 6. — Individu exceptionnel (?) montrant une verrucosité assez développée. — $900 \mu \times 800 \mu$.

La Luena : couche 2, niveau 3. (lumière réfléchie) Gr. $\times 50$.

PLANCHE IV



Explications de la planche V

Duosporites tenuis (S. J. DIJKSTRA) P. PIÉRART.

FIG. 1. — Vue proximale de la mégaspore, montrant les arêtes triradiaires sinueuses de 30 à 70 μ de large et la mésospore. Diamètre : 470 μ \times 560 μ .

Kisulu, Éch. K, Prép. 35

(lumière transmise) Gr. \times 150.

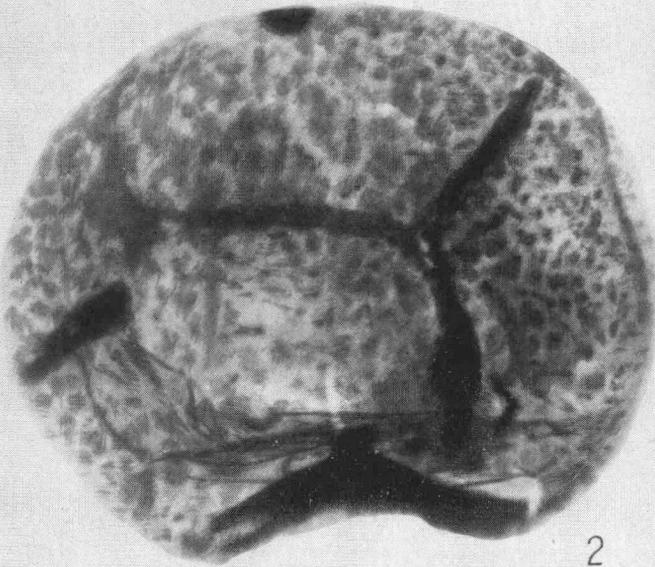
Duosporites trivedii (S. J. DIJKSTRA) P. PIÉRART.

FIG. 2. — Vue proximale montrent la mésospore et les verrues. — 600 μ \times 470 μ .

La Lueña, Éch. L₂, Prép. 38

(lumière transmise) Gr. \times 150.

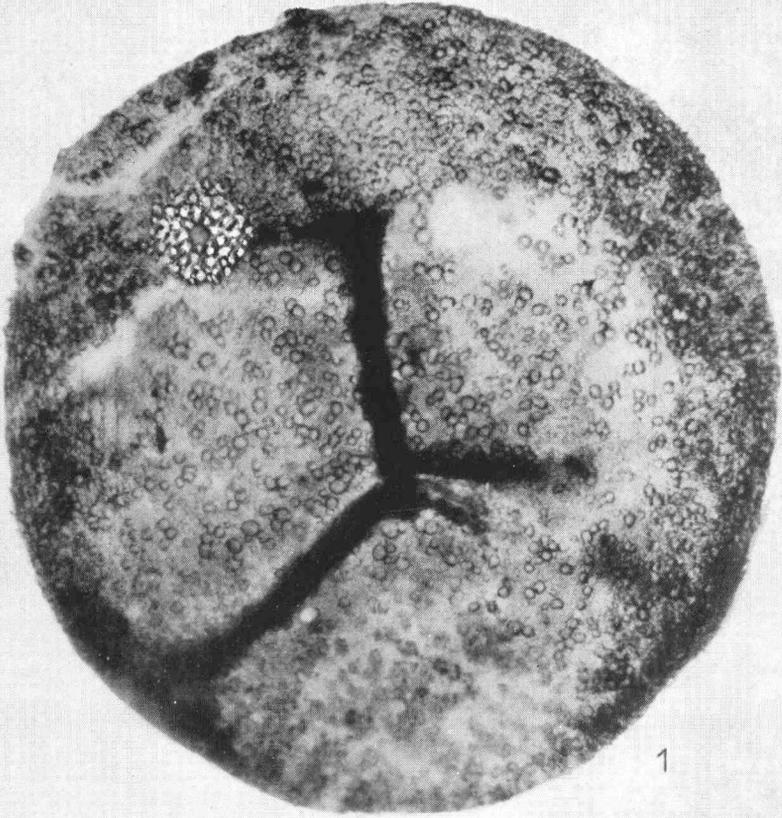
PLANCHE V



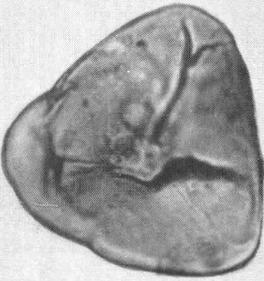
Explications de la planche VI

- FIG. 1. — **Duosporites trivedii** (S. J. DIJKSTRA) P. PIÉRART.
Face proximale d'une mégaspore adulte montrant les granules de 6 à 10 μ ;
730 μ \times 720 μ .
Kisulu, Éch. K., Prép. 31
(lumière transmise) Gr. \times 150.
- FIG. 2. — **Granulatisporites trisinus** B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.
60 \times 58 μ .
La Lüena : couche 2, niveau 4.
Prép. 1781
(lumière transmise) Gr. \times 625.
- FIG. 3. — **Granulatisporites trisinus** B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.
55 \times 48 μ .
La Lucna, Éch. IJ.
(lumière transmise) Gr. \times 625.

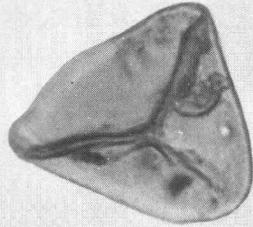
PLANCHE VI



1



2



3

Explications de la planche VII

(toutes les microphotos sont prises en lumière transmise)

FIG. 1. — **Nuskoisporites ? gondwanensis** B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.

Vue d'un individu d'assez grande taille : $190 \mu \times 164 \mu$. On distingue les marques triradiaires.

La Luena : couche 1, niveau 10 Prép. 1814 Gr. \times 625.

FIG. 2. — **Marsupipollenites scutatus ?** B. E. BALME et P. J. L. HENNELLY.
62 \times 60 μ .

La Luena : couche 1, Éch. L1. Prép. 1746 Gr. \times 625

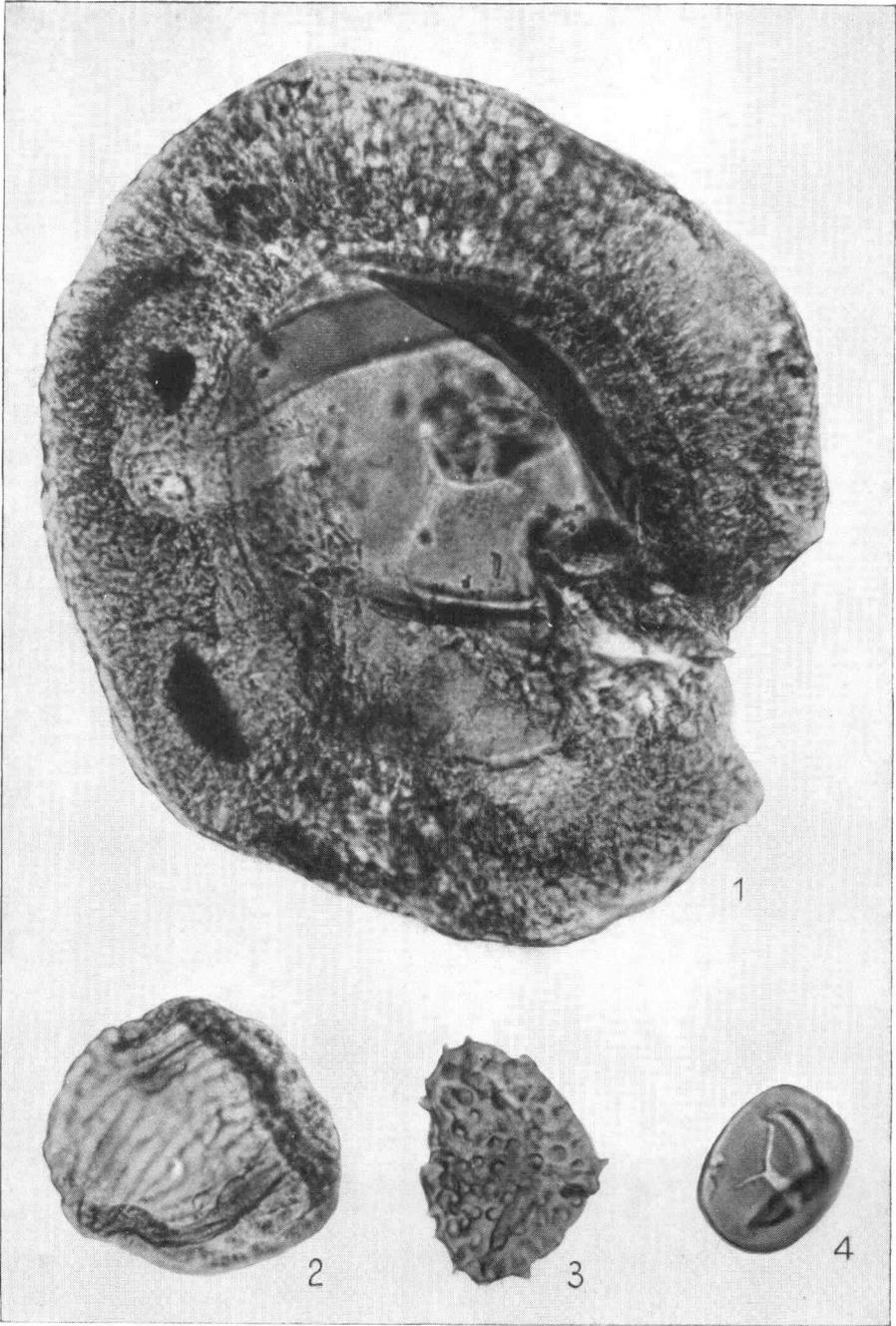
FIG. 3. — **Apiculatisporites cornutus** B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.
50 \times 40 μ .

La Luena : couche 2, niveau 9. Prép. 1821 Gr. \times 625

FIG. 4. — **Calamospora diversiformis** B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.
28 \times 36 μ . On distingue les surfaces de contact épaissies.

La Luena : couche 1, Éch. L1. Prép. 1746 Gr. \times 625.

PLANCHE VII



Explications de la planche VIII

(toutes les microphotos sont prises en lumière transmise)

FIG. 1. — **Nuskoiporites ? gondwanensis** B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY. $128 \mu \times 122 \mu$. On distingue une déchirure dans le sac aérifère.

La Luena : couche 1, Éch. L³. Prép. 1746 Gr. $\times 625$.

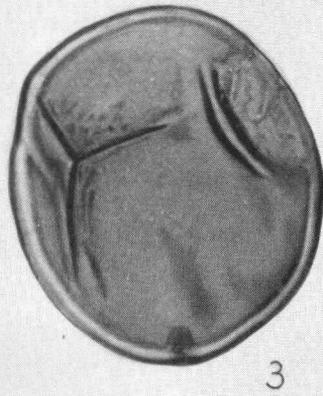
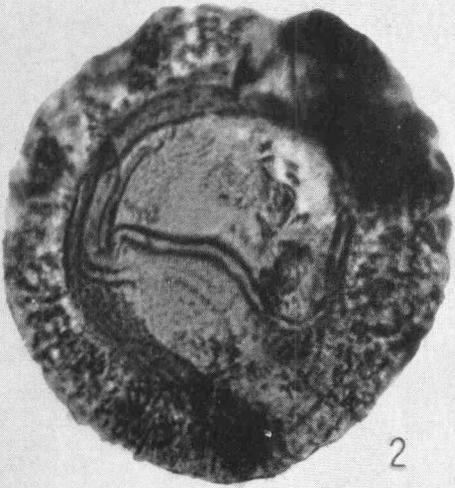
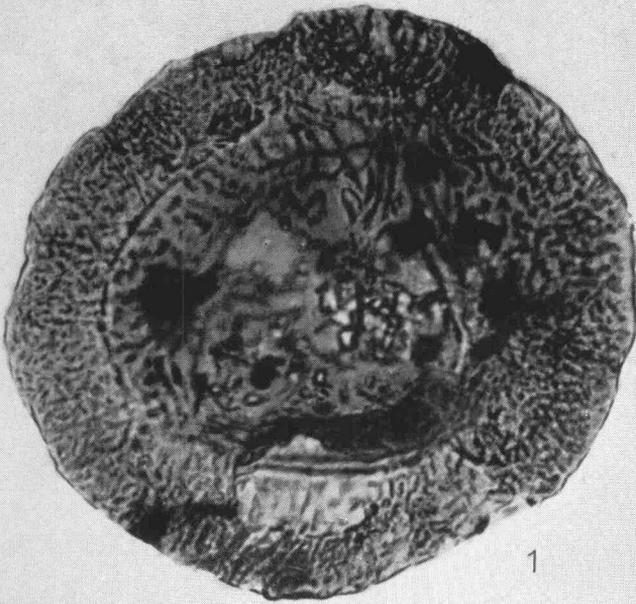
FIG. 2. — **Nuskoiporites ? gondwanensis** B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY. $100 \mu \times 94 \mu$. Corps central granuleux

La Luena : couche 1, Éch. L³. Prép. 1746 Gr. $\times 625$.

FIG. 3. — **Punctatisporites gretensis** B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY. Individu de petite taille : $70 \mu \times 60 \mu$.

La Luena : couche 2, niveau 5. Prép. 1786 Gr. $\times 625$.

PLANCHE VIII



Explications de la planche IX

FIG. 1. — **Lueckisporites ? amplius** B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY. $120\ \mu \times 78\ \mu$; corps central: $62\ \mu \times 70\ \mu$. Sacs aérifères débordant largement sur la face distale.

La Luena : couche 2, Éch. L₂. Prép. 1755 Gr. \times 625.

FIG. 2. — **Pityosporites** sp. $50\ \mu \times 35\ \mu$.

La Luena : couche 2, Éch. L₂. Prép. 1755 Gr. \times 625.

FIG. 3. — **Marsupipollenites ? sp.** $105\ \mu \times 70\ \mu$.

La Luena : couche 2, Éch. L₂. Prép. 1755 Gr. \times 625.

FIG. 4. — **Lueckisporites ? amplius** B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY. $115\ \mu \times 93\ \mu$; corps central d'environ $75\ \mu$ de diamètre. Stries de la face proximale de 9 à $12\ \mu$ de large, finement ponctuées.

La Luena : couche 2, Éch. L₂. Prép. 1755 Gr. \times 625.

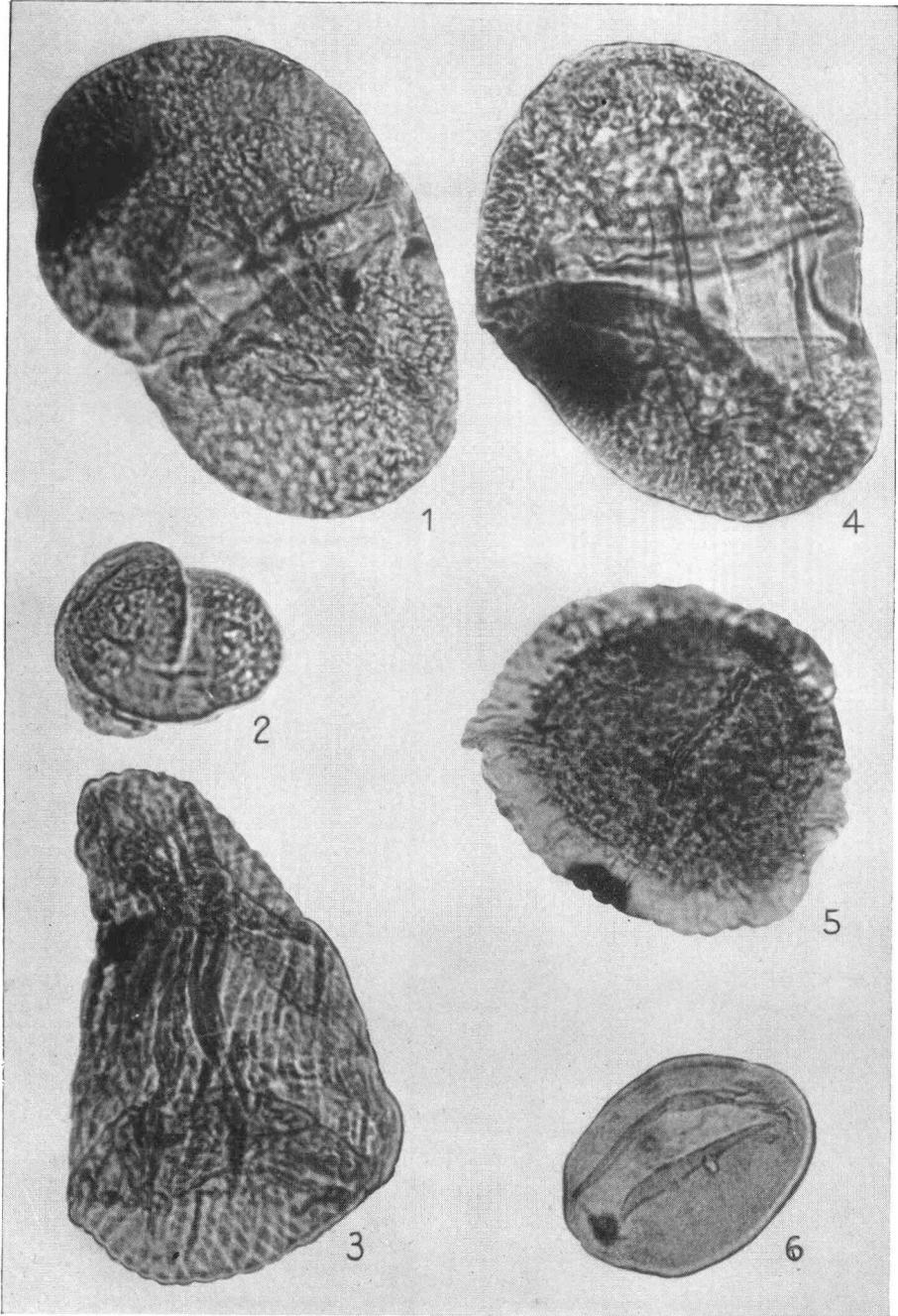
FIG. 5. — **Cirratiradites splendens** B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY. $90\ \mu \times 80\ \mu$.

La Luena : couche 2, Éch. L₂. Prép. 1755 Gr. \times 625.

FIG. 6. — **Laevigatosporites** sp. $62\ \mu \times 44\ \mu$.

La Luena : couche 1, niveau 3. Prép. 1731. Gr. \times 625.

PLANCHE IX



Explications de la planche X

(toutes les microphotos sont prises en lumière transmise)

FIG. 1. — **Lueckisporites ? amplus** B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.
138 μ \times 77 μ .

La Luena : couche 1, niveau 10. Prép. 1815.

FIG. 2. — **Lueckisporites ? amplus** B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.
105 μ \times 50 μ . On distingue les plis formés par les sacs aérijfères sur la face distale.

La Luena : couche 1, niveau 10. Prép. 1815.

FIG. 3. — **Lueckisporites ? amplus** B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.
92 μ \times 63 μ .

La Luena : couche 2, niveau 4. Prép. 1782.

FIG. 4. — **Vestigisporites spm** « A » B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.
75 μ \times 54 μ .

La Luena : couche 2, niveau 9. Prép. 1821.

FIG. 5. — **Cirratiradites ? splendens** B. E. BALME et J. P. F. HENNELLY.
65 μ \times 65 μ .

La Luena : couche 3, niveau 1. Prép. 1835.

PLANCHE X

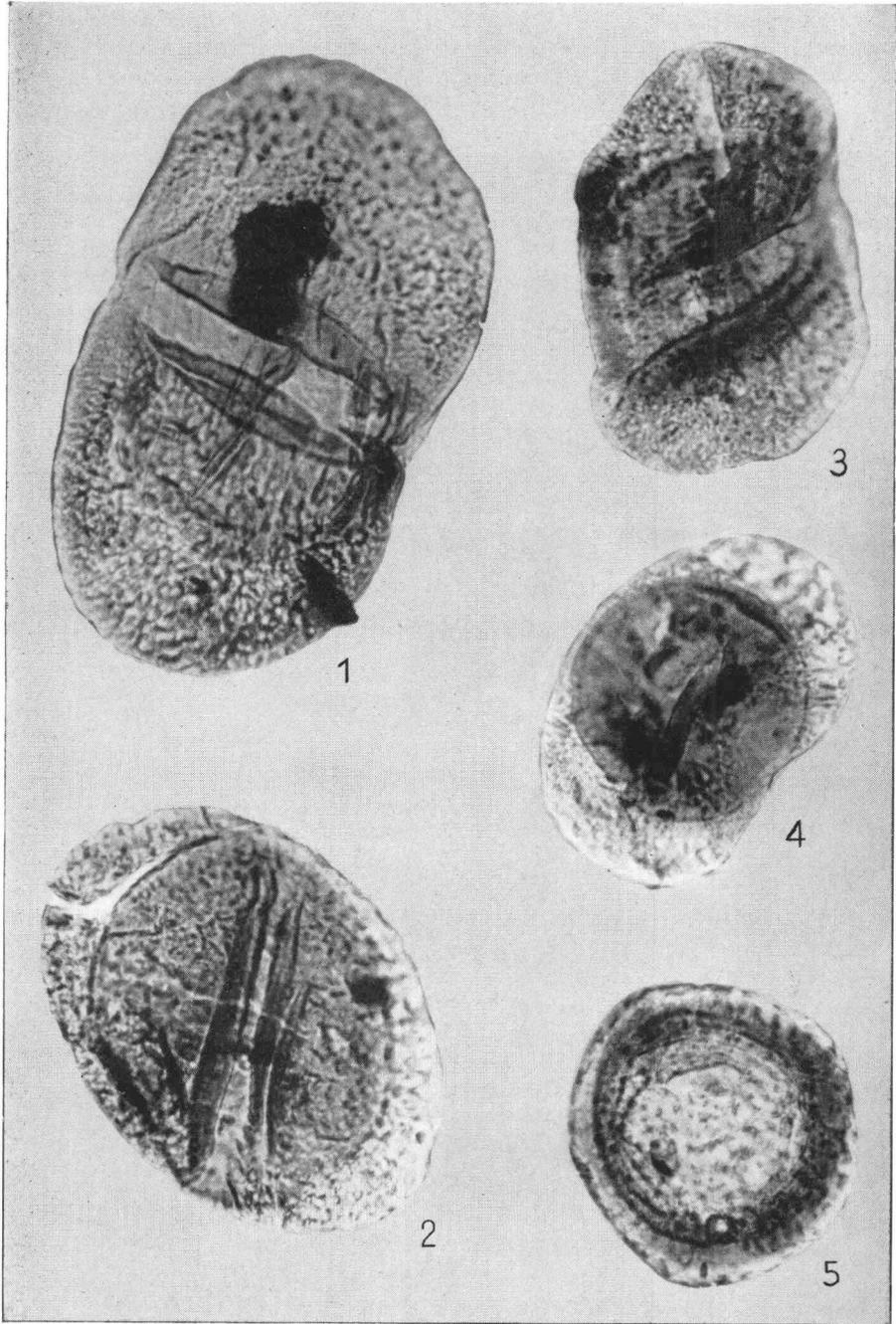


TABLE DES FIGURES

FIG. 1 : Forme juvénile de <i>Duosporites tenuis</i> d'environ 700 μ (La Luena, couche 2, niveau 10).	26
FIG. 2 : Schéma de <i>Nuskoisporites gondwanensis</i> BALME et HENNELLY (130 μ . \times 124 μ .).	40
FIG. 3 : <i>Pityosporites</i> sp (50 μ \times 35 μ .) (La Luena, couche 2, éch. 1.2, préparation 1755).	42
10 planches	58

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
RÉSUMÉ	3
I. Introduction	5
II. Méthodes de travail	8
III. Situation géographique et stratigraphique des bassins de la Luena	10
IV. Flore de la série de la Lukuga. Comparaison avec d'autres bassins	13
V. Caractères des charbons de la Luena	16
VI. Description des mégaspores	18
Genre <i>Duosporites</i>	18
<i>Duosporites endospositiferus</i>	20
<i>Duosporites trivedii</i>	23
<i>Duosporites tennis</i>	26
<i>Setosisporites furcatus</i>	28
<i>Lagenosporites brasiliensis</i>	29
<i>Cystosporites</i> sp.	30
<i>Triletes labiosus?</i>	31
<i>Calamospora?</i> sp.	31
VII. Description de quelques miospores	33
<i>Apiculatisporites cornutus</i>	33
<i>Calamospora diversiformis</i>	33
<i>Cirrairadites splendens</i>	34
<i>Granulatisporites trisinus</i>	35
<i>Laevigatosporites</i> sp.	36
<i>Lueckisporites?</i> <i>amplus</i>	36
<i>Marsupipollenites scutatus</i>	38
<i>Marsupipollenites triradiatus</i>	38
<i>Marsupipollenites</i> sp.	39
<i>Nuskosporites?</i> <i>gondwanensis</i>	39
<i>Pityosporites</i> sp.	42

<i>Punctatisporites grexensis</i>	43
<i>Reinschospora</i> sp.	43
<i>Vestigisporites</i> sp.	44
Espèces douteuses	44
VIII. Analyse des 3 couches et répartition des mégaspores	45
IX. Analyse des échantillons L ₁ , L ₂ , L ₃ et K	51
X. Conclusions	53
Bibliographie	55
Planches	58
Table des figures	78



