

0755579

**ETUDE PALYNOLOGIQUE DE LA FORMATION
TREMembÉ, TERTIAIRE DU BASSIN DE
TAUBATÉ, (ÉTAT DE SÃO PAULO, BRÉSIL),
D'APRES LES ECHANTILLONS DU
SONDAGE N° 42 DU CNP**

MURILO RODOLFO DE LIMA*
MARGUERITE SALARD-CHEBOLDAEFF**
KENITIRO SUGUIO*

ABSTRACT

The Taubaté basin represents the most important occurrence of continental Cenozoic sediments in southern Brazil, from both the scientific (tectonic framework, abundance of fossils) and the economic (pyrobituminous shales, bentonite occurrence) points of view.

The work here presented deals with the palynologic study of 12 samples from CNP (Conselho Nacional do Petróleo) core n° 42, drilled in the upper part of the Tremembé Formation, the basal stratigraphic unit of the basin. Twelve species of spores and fifty-five species of pollen-grains were identified. The presence of several stratigraphically important taxa permits the attribution of an Oligocene age for the sampled strata. The depositional environment was surely non-marine, and from the abundance and diversity of conifer pollen-grains the climate seems to have been dry and cold.

SINOPSE

A Bacia de Taubaté representa seguramente a ocorrência mais importante de sedimentos cenozóicos continentais do sul do Brasil, tanto sob o aspecto científico (condicionamento tectônico, abundância de fósseis, etc.), como no econômico (ocorrência de folhelhos pirobetuminosos e "bentonita").

O trabalho aqui apresentado corresponde ao estudo palinológico de 12 amostras da sondagem 42 do CNP (Conselho Nacional do Petróleo), efetuada na parte superior da Formação Tremembé, unidade estratigráfica basal da bacia. Doze espécies de esporos e cinquenta e cinco de polens foram identificadas. Nestas, a presença de algumas espécies de valor estratigráfico permite a atribuição de uma idade oligocênica para os níveis portadores. O ambiente de deposição foi certamente não-marinho, e o clima parece ter sido, a considerar pela abundância de polens de coníferas, frio e seco.

INTRODUCTION

Le Bassin de Taubaté, situé au Nord-Est de l'État de São Paulo, s'étend sur environ 160 km de long, alors que sa largeur moyenne ne dépasse les 10 km (fig. 1).

La plus grande partie des sédiments tertiaires à l'est de cet État appartient au Groupe Taubaté (Mezzalana, 1962), remplissant

ce bassin dont l'origine est essentiellement tectonique (Washburne, 1930; Maull 1930; Freitas 1956; Frangipani 1963 et Suguio 1969 entre autres).

Ce bassin, qui a déjà fait l'objet de nombreuses recherches, présente les caractéristiques suivantes, resumées par Suguio en 1969, et qui restent valables encore aujourd'hui:

— Il s'agit du dépôt sédimentaire cénozoïque le plus important du Brésil méridional, d'où son importance géologique;

— Son accès est facile, car il est situé entre les deux plus grandes villes du pays (Rio de Janeiro et São Paulo);

— Ses argiles feuilletées pyrobitumineuses sont considérées depuis longtemps comme exploitables, d'où leur intérêt économique;

— La forme de cette fosse tectonique est étonnante, puis qu'il s'agit d'une dépression rectiligne, orientée plus ou moins en direction NE-ENE;

— Les nombreux fossiles de poissons et autres organismes présents, contenus principalement dans les séquences péliques.

Les découvertes fossilifères les plus récentes du Bassin de Taubaté (ossements bien conservés d'oiseaux disparus et restes de poissons), ainsi que la particularité de son ébauche tectonique, ont incité à de nouvelles recherches. Le présent travail, qui s'inscrit dans ce contexte, est une étude palynologique de quelques échantillons du forage 42 du CNP (Conselho Nacional do Petróleo), ayant pour but d'engager les discussions sur l'âge de ce dépôt sédimentaire et d'apporter sa contribution à une meilleure connaissance de son paléoenvironnement.

GEOLOGIE

Aspects généraux

À l'exception des sédiments alluviaux du Rio Paraíba do Sul, de ses affluents, et aussi des dépôts détritiques (colluviaux, de talus et des cônes de déjection), tous d'âge quaternaire et de distribution plus ou moins restreinte, le bassin est principalement rempli par les sédiments du Groupe Taubaté.






Washburne (1930) avait reconnu un ensemble inférieur d'origine lacustre, constitué de pélites, et un autre supérieur, fluvial, de composition principalement sableuse. La désignation de Formation Tremembé, proposée pour l'ensemble inférieur, est due à Almeida (1952), sur la base d'une discordance entre cette unité et la supérieure. Celle-ci, selon cet auteur, serait une extension latérale de la Formation São Paulo, du bassin voisin du même nom. Néanmoins, en 1976, Carneiro et al. ont proposé de remplacer le nom de la Formation São Paulo par celui de Formation Caçapava, en conservant le nom initial uniquement pour le bassin de São Paulo. Plusieurs auteurs (Campos, 1952; Almeida, 1952; Tricart et Silva, 1958 et Suguio, 1969) ont mentionné l'existence d'une discordance entre les deux unités, représentée par une disparition très rapide des argiles feuilletées, remplacées par le conglomérat basal de la Formation Caçapava. Cependant, pour Hasui et al. (1978), cette discordance aurait un caractère local, étant restreinte seulement à la région de Tremembé.

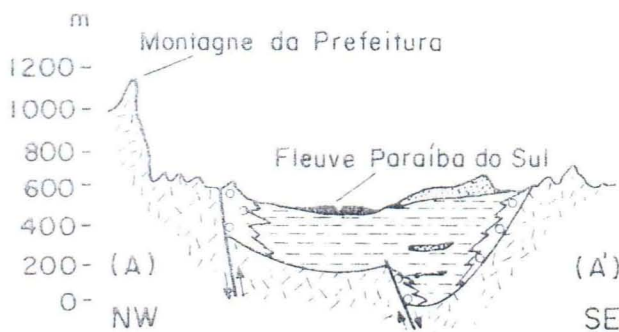
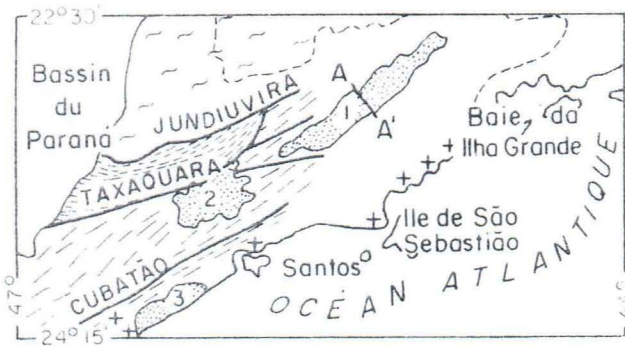
Hasui et al. (op. cit.) ont reconnu trois faciès sédimentaires: lacustre, fluvial et marginal. Le faciès lacustre est constitué par des argilites, siltites et argilites feuilletées, localement pyrobitumineuses, avec de petites intercalations sablonneuses. Au faciès fluvial sont attribués des sédiments sableux immatures dans le sens textural et minéralogique, mal classés, avec des structures

*Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo
**Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris



RÉGION DE PLISSEMENTS SE

-  Groupe São Roque (PЄ Sup)
 -  Groupe Açungui et Système de plissements Apiaí (PЄ Sup)
 -  Unités du socle "pré-brasiliano" (Massif moyen Joinville)
 -  Groupes Paraíba do Sul et Amparo (PЄ)
- 1 - Bassin de Taubaté
 - 2 - Bassin de São Paulo
 - 3 - Plaine littorale d'Itanhaem
 -  Failles Transcurrentes
 - A-A' Section Transversale







-  Alluvions quaternaires
 -  Formation Caçapava
 -  Formation Tremembé
 -  Socle cristalline
- } Groupe Taubaté

Figura 1. Localisation géographique et coupe géologique du Bassin de Taubaté.

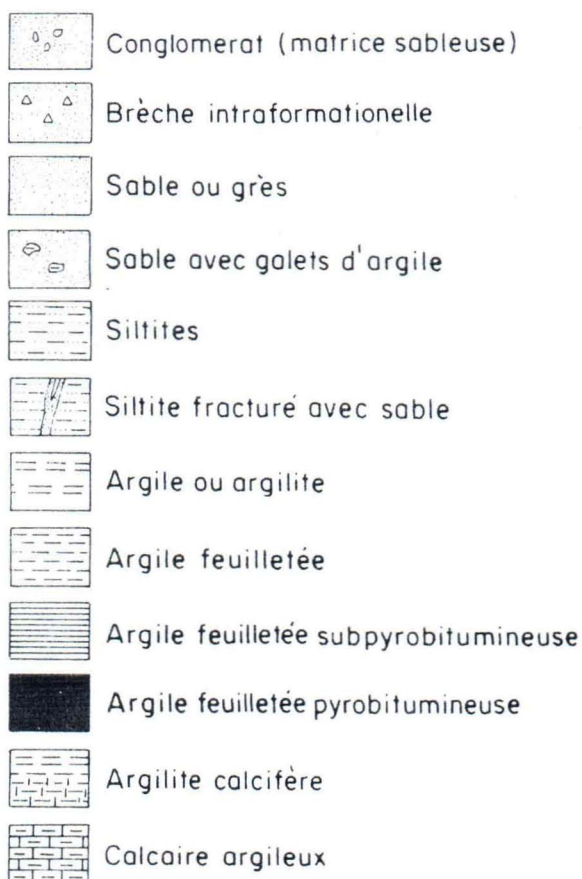
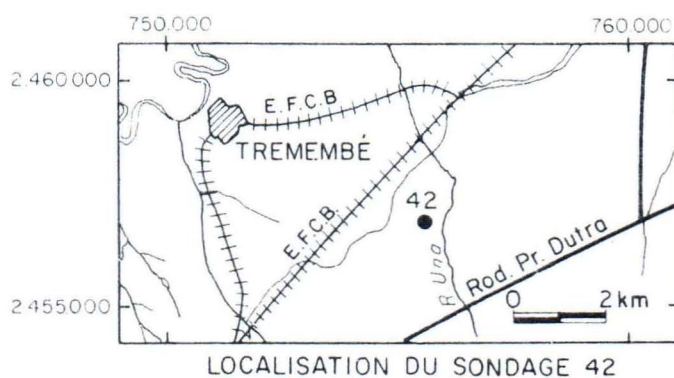
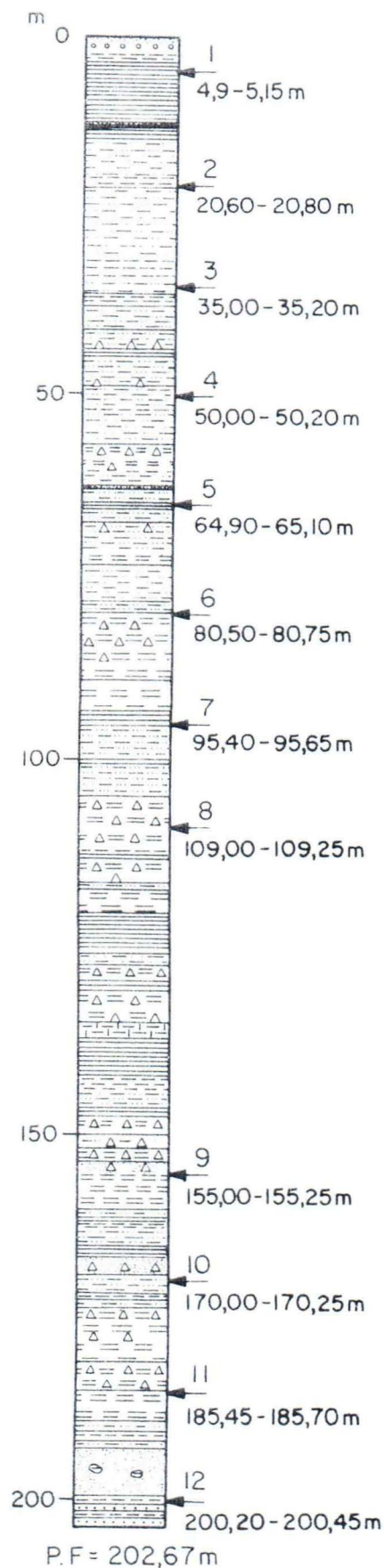


Figura 2. Perfil litológico do sondage 42 avec indication des points de récolte (simplifié de Suguio, 1969).

sédimentaires caractéristiques de ce type d'environnement. Le faciès marginal est déterminé par des sables conglomératiques et par des conglomérats avec une matrice très riche en kaolinite. Il n'est présent qu'aux bords du bassin, quelquefois en bancs continus allant jusqu'à 200 mètres de longueur comme on peut le constater au niveau de Quiririm et Lorena. Ces auteurs conservent la dénomination Groupe Taubaté, en y incluant les Formations Tremembé et Caçapava. Les dépôts grossiers, restreints aux bords du bassin, seraient le résultat de l'évolution des faciès marginaux, étant très probablement témoins du rejeu des failles principales qui délimitent le Bassin de Taubaté.

Forage 42

Le forage 42 du CNP été exécuté en 1951, au lieu dit Olaria Couto, Município de Tremembé, État de São Paulo (fig. 2). Seuls les quatre premiers mètres appartiennent à la Formation Caçapava, le reste, jusqu'à 202,67m de profondeur correspond aux sédiments de la Formation Tremembé.

Suguio (1969) a présenté un rapport détaillé sur ce forage, en construisant une colonne stratigraphique composée qui regroupe les informations suivantes:

- Lithologie;
- Structures sédimentaires;
- Calcimétrie en % de CaCO₃
- Intervalles caractérisés par une plus grande fréquence de restes d'ostracodes, de poissons et de végétaux;
- Intervalles présentant une plus grande fréquence de "miroirs", attestant des foliations d'origine tectonique dans les argiles;
- Couleur des sédiments.

PALEONTOLOGIE

Les restes fossiles, connus depuis le siècle dernier, sont très abondants dans le Bassin de Taubaté. Ils apparaissent principalement dans les feuilletés "pyrobitumineux", où prédominent les poissons. La liste pratiquement complète des fossiles mentionnés est la suivante:

Animaux

Spongiaires

Spicules monactinellidées non déterminées — in Wickert, 1974.

Vers

Tubes non déterminés — in Wickert, 1974.

Crustacés

Famille Atyidae

Atyoida tremembeensis Beurlen

Famille Parastacidae

Gen. et sp. non déterminé — in Beurlen, 1950.

Famille Palaemonidae

Palaemon sp. in Beurlen, 1950

Ostracodes

Cypris sp. in Macedo, 1950, Mezzalira, 1956.

Insectes

Ordre Lepidoptera

Sousordre Frenatae

Famille Danaidae

Sousfamille Danainae

Gen. et sp. non déterminées. in Brito, 1975.

Mollusques

Classe Gastropoda

Ordre Stylommatophora

Superfamille Lymanaeacea

Famille Lymnaeidae

Lymnaea sp. in Ferreira, 1974

Famille Planorbidae

Biomphalaria sp. in Ferreira, 1974; Brito, 1975

Invertébrés indéterminés

Coprolites. in Wickert, 1974.

Poissons

Ordre Cypriniformes

Sousordre Characoidéi

Famille Tetragonopteridae

Sousfamille Tetragonoptarinae

Astianax unicus Travassos et Santos, 1955.

Sousfamille Bryconinae

Brycon avus (Woodward) Travassos et Santos.

Eobrycon branneri Eigenmann. in Zei, 1970.

Eobrycon sp. in Zei, 1970.

Famille Gasteropelecidae

Sousfamille Triportheinae

Triportheus ligniticus (Woodward) Travassos et Santos.

Famille Curimatidae

Sousfamille Curimatinae

Curimata mosesi Travassos et Santos

Famille Chromidae

Macracara sp. cf. *M. prisca* Woodward in Zei, 1970.

Acara sp. in Woodward, 1887.

Sousordre Siluroidei

Famille Pimelodidae

Steindachneridon iheringi (Woodward) Santos

Ordre Perciformes

Sousordre Percoidei

Famille Serranidae

Percichthys antiquus Woodward

Famille Cichlidae

Geophagus pauloensis (Schaeffer) Santos

Reptiles

Crocodyliens

Alligator parahybensis Roxo

Tortues

Formes non déterminées. in Oliveira et Leonardos, 1978.

Oiseaux

Ordre Gruiformes

Famille Phorusrhacidae

Physornis brasiliensis Alvarenga

Ordre Passeriformes

Famille Turdidae

plume d'oiseaux. in Santos, 1950.

Non identifiée

plume d'oiseaux. in Shufeldt, 1916.

Mammifères

Ordre Chiroptera

Tadarida faustoi Paula Couto.

Ordre Notoungulata

Sousordre Toxodonta

Leontinia sp. cf. *L. gaudryi* Ameghino. In Mezzalira et Paula Couto, 1971.

Ordre Perissodactyla

Sousordre Ceratomorpha

Famille Tapiridae

Tapirus terrestris Linnaeus. in Santos, 1970

Vertébrés indéterminés

Dents. in Wickert, 1974.

Végétaux

Algues

Oogones de charophytes. in Wickert, 1974.

Végétaux supérieurs

Duarte et Martins (1983) ont décrit une dizaine d'espèces de dycotylédones provenant du "Jazigo" — Vargem Grande do Sul. Les auteurs considèrent les sédiments d'ou ces fossiles on été décrits comme appartenant à la "Série" Taubaté. Néanmoins, à notre avis, cette attribution est problématique, parce qu'il s'agit d'un dépôt isolé, lithologiquement différent et très éloigné du Bassin de Taubaté.

Végétaux indéterminés

Débris de bois. in Paula Couto, 1958 et Duarte et Japiassu, 1971.

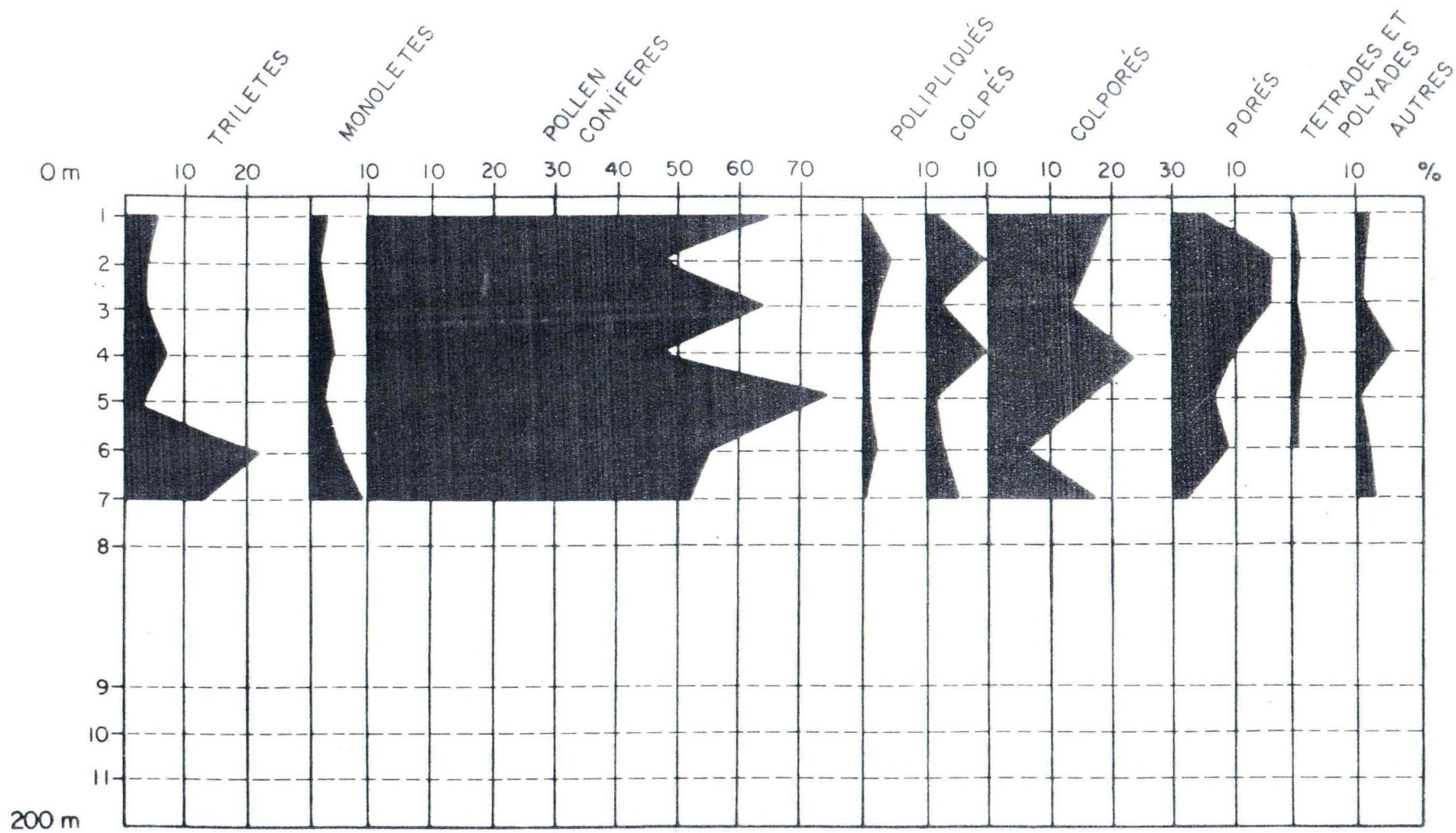


Figure 3. Representation quantitative des groupes principales des spores et grains de pollen presents dans les associations.

DONNEES PALYNOLOGIQUES

Etudes antérieures

Wickert (1974) a effectué l'étude palynologique de 44 échantillons du forage 43 du CNP, de 85 m de profondeur, et aussi de 2 échantillons d'affleurement de la Formation Tremembé. Malheureusement, le traitement systématique a été trop superficiel, et il manque les photographies des grains de pollen et des spores qui ont été trouvés. La liste des formes identifiées est la suivante.

Spores

Pteris sp. [?]
Sphagnum sp. [?] *Anemia* sp.
Polypodium sp. [?]

Grains de pollen

Araucaria sp. [?]
Araucariacites sp.
Classopolis sp. [?]
Cycapodites sp. [s/i/c/]
Ephedra sp. [?]
Ephedripites sp.
Podocarpus sp. [?]
Podocarpidites sp.
Pityosporites sp.
Pollenites fraudulentos Potonié [?]
Oudhkusumites sp.
Calisthene sp. [?]
Ilex sp. [?]
Proteacidites sp.
Chenopodium sp. [?]

Ferreira et Santos (1982) ont aussi présenté les résultats préliminaires obtenus par l'étude de quelques échantillons prélevés entre 23 et 37 m, dans un forage localisé dans l'usine de Tremembé. Ces échantillons se situent, selon les auteurs, bien en dessous du niveau de bentonite. Les formes identifiées sont:

Parvisaccites [?] sp.
Podocarpidites [?] sp. 1
Podocarpidites [?] sp. 2

Matériel et méthodes

Le matériel étudié correspond à 12 échantillons de carotte du forage CNP n° 42, répartis le long de toute la section étudiée.

La position exacte de ces échantillons est représentée sur la figure 2. Les sédiments ont été traités selon la technique classique:

— élimination complète, par dissolution, de la fraction de la roche.

— oxydation légère et concentration du résidu organique.

Les deux lames montées pour chaque échantillon ont été déposées dans la collection du Département de Paléontologie et de Stratigraphie de IG/USP sous les numéros GP/4T-90 à 113. L'étude a été faite au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (Laboratoire de Paléobotanique) et au Laboratoire de Paléobotanique de l'Université Pierre et Marie Curie. Les photographies des spécimens repérés par le graticule "England Finder" ont été réalisées sur un microscope Leitz Ortholux du Laboratoire de Paléobotanique de l'Université Pierre et Marie Curie. Seulement les sept échantillons les plus supérieurs ont donné des résultats, les derniers cinq étant totalement stériles. Les formes identifiées seront présentées en suite.

Systematique

Spores

Turma Triletes (Reinsch 1881) Potonié et Kremp 1954.
Subturma Azonotriletes Luber 1935 emend. Dettmann 1963.
Infraturma Laevigati Bennie et Kidston 1886 emend Potonié 1956.

Genre *Leiotriletes* (Naumova, 1937) Potonié et Kremp 1954.

Leiotriletes microadriennis Krutzsch.
Pl, I, fig. 1.

Affinités botaniques: pteridophyte

Leiotriletes sp.

Pl. I, fig. 2.

Affinités botaniques: pteridophyte

Genre *Deltoidospora* Miner 1935 emend. Potonié 1956.

Deltoidospora sp.

Pl. I, fig. 3.

Affinités botanique: pteridophyte

Infraturma Apiculati Bennie et Kidston 1886 emend. Potonié 1956.

Subinfraturma Nodati Dybowa et Jachowicz 1957.

Genre *Echitriletes* Potonié 1956.

Echitriletes muelleri Regali et alii.

Pl. I, figs. 4 et 5.

Affinités botaniques: pteridophyte.

Infraturma Murornati Potonié et Kremp 1954.

Genre *Cicatricosisporites* Potonié et Gelletich 1933.

Cicatricosisporites dorogensis Potonié et Gelletich.

Pl. I, fig. 10.

Affinités botaniques: Schizeaceae (*Mohria* ou *Anemia*)

Cicatricosisporites sp. cf. *C. colombiensis* Kedves.

Pl. I, fig. 11

Affinités botaniques: Schizeacées (*Anemia*).

Subturma Zonotriletes Waltz 1935 (in Luber et Waltz 1938).

Infraturma Cingulati Potonié et Klaus 1954 emend. Dettman 1963.

Genre *Polypodiaceosporites* Potonié 1951.

Polypodiaceosporites potoniéi Kedves.

Pl. I, fig. 8.

Affinités botaniques: Polypodiacées.

Polypodiaceosporites gracillimus Nagy

Pl. I, fig. 7a-7b

Affinités botaniques: Polypodiacées.

Genre *Gleicheniidites* Roos 1947.

Gleicheniidites sp.

Pl. I, fig. 6

Affinités botaniques: Glicheniacées.

Infraturma Auriculati Schopf 1938 emend. Dettman 1963.

Genre *Appendicisporites* sp.

Pl. I, fig. 9a-9b.

Affinités botaniques: Schizeacées.

Turma Monoletes Ibrahim 1933

Subturma Azonomoletes Luber 1935

Infraturma Sculptatomolette Dybowa et Jachowicz 1957

Genre *Laevigatosporites* Ibrahim 1933

Laevigatosporites ovatus Wilson et Webster

Pl, II, fig. 1

Affinités botaniques: pteridophyte

Infraturma Sculptatomolette Dybowa et Jachowicz 1957

Genre *Verrucatosporites* Pflug 1952

Verrucatosporites aff. *tenellis* Krutzsch

Pl, II, fig. 2-3

Affinités botaniques: pteridophyte

Pollenites

Turma Saccites Erdtman 1947

Subturma Monosaccites (Chitaley 1951) Potonié et Kremp 1954

Forme non déterminée.



PLANCHE I

Grandissement x 1000.

1. *Leiotriletes microadriennis* Krutzsch. Lam. GP /4T-92. 2. *Leiotriletes* sp. Lam. GP /4T-93. 3. *Deltoidospora* sp. Lam. GP /4T-103. 4-5. *Echitriletes muelleri* Regali et alii. Lam. GP /4T-90. 6. *Gleicheniidites* sp. Lam. GP /4T-90. 7. *Polypodiaceosporites gracillimus* Nagy. Lam. GP /4T-93. 8. *Polypodiaceosporites potonie* Kedves. Lam. GP /4T-92. 9. *Appendicisporites* sp. Lam. GP /4T-105. 10. *Cicatricosporites dorogensis* Potonié et Gelletich. Lam. GP /4T-99. 11. *Cicatricosporites* sp. cf. *C. colombiensis* Kedves. Lam. GP /4T-91.

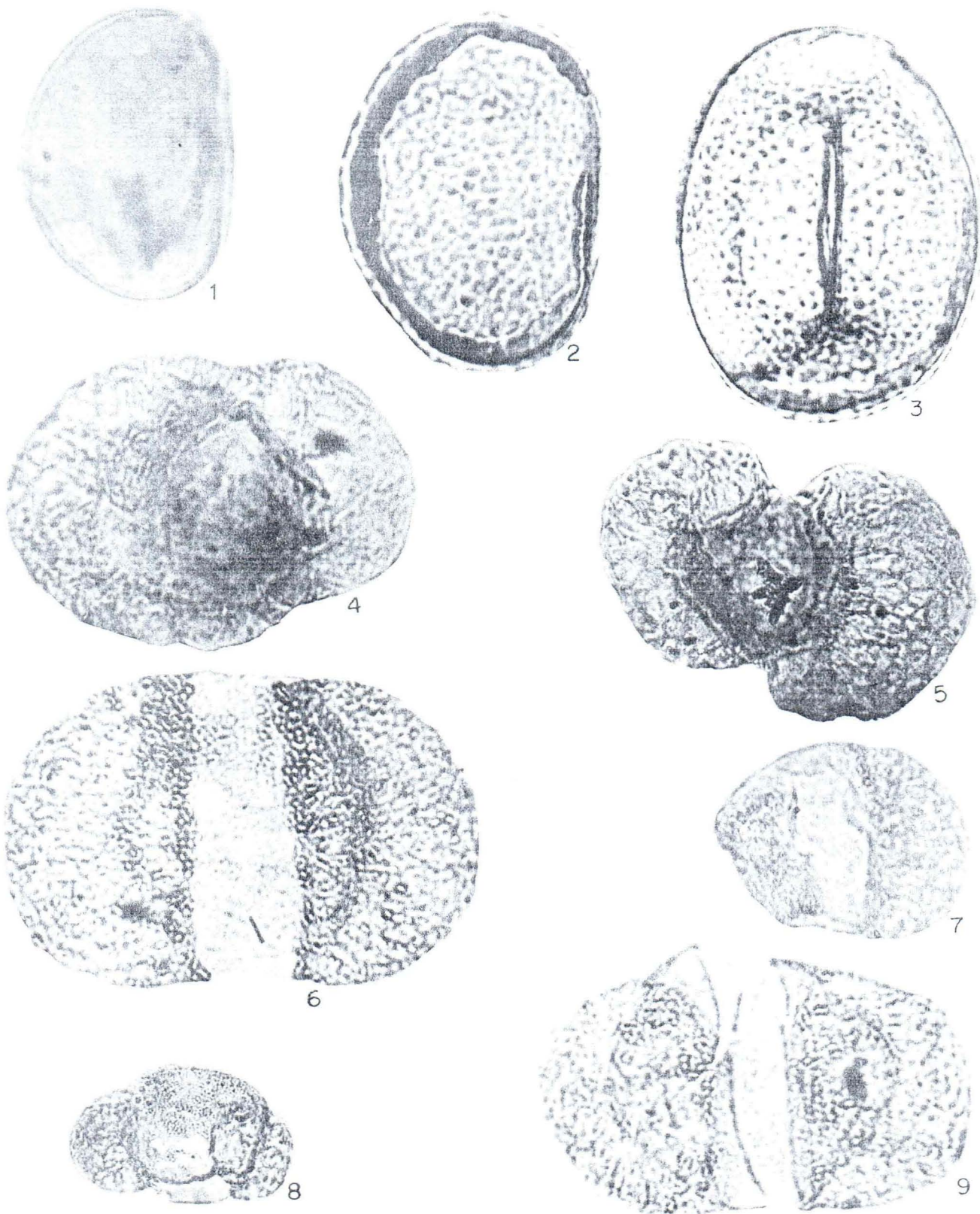


PLANCHE II

1. *Laevigatosporites ovatus* Wilson et Webster. Lame GP /4T-98. 2. *Verrucatosporites* aff. *tennelis* Krutzsch. Lame GP /4T-90. 3. *Verrucatosporites* aff. *tennelis* Krutzsch. Lame GP /4T-93. 4. Monosaccate non déterminé. Lame GP /4T-90. 5. *Podocarpidites libellus* Krutzsch. Lame GP /4T-98. 6. *Podocarpidites* sp. 4. Lame GP /4T-98. 7. *Podocarpidites* sp. 2. Lame GP /4T-98. 8. *Pityosporites* sp. cf. *P. minutus* (Zaklinskaya) Krutzsch. Lame GP /4T-98. 9. *Podocarpidites* sp. 1. GP /4T-99.

- Monosaccites* sp. 1 in Chateauneuf, 1980, p. 86, Pl. 4, fig. 2
Pl. II, fig. 4
Affinités botaniques: d'après Chateauneuf (op. cit.) forme anormale de Pinaceae.
- Subturma Disaccites Cookson 1947
Genre *Podocarpidites* Cookson 1947
- Podocarpidites libellus* Krutzsch
Pl. II, fig. 5
Affinités botaniques: *Podocarpus*
- Podocarpidites* sp. 1
Pl. II, fig. 9
Affinités botaniques: *Podocarpus*
- Podocarpidites* sp. 2
Pl. II, fig. 7
Affinités botaniques: *Podocarpus*
- Podocarpidites* sp. 3
Pl. III, fig. 1
Affinités botaniques: *Podocarpus*
- Podocarpidites* sp. 4
Pl. II, fig. 6
Affinités botaniques: *Podocarpus*
- Genre *Pityosporites* Seward 1914
Pityosporites sp. cf. *P. minutus* (Zaklinskaya) 1957
Krutzsch 1971
Pl. II, fig. 8
Affinités botaniques: *Abies*
- Genre *Phyllocladidites* (Cookson 1947) Couper 1953
Phyllocladidites sp.
Pl. III, fig. 2
Affinités botaniques: *Dacrydium*
Turma Aletes Ibrahim 1933
- Genre *Sciadopityspollenites* Raatz 1937
Sciadopityspollenites quintus Krutzsch
Pl. III, figs. 3-4-5
Affinités botaniques: Taxodiaceées (*Sciadopitys*)
Observations: Celle là est l'espèce la plus abondante de cette association dans toutes les niveaux fertiles.
- Genre *Cryptomeriapollenites* (Kremp 1949) Potonié 1958
Cryptomeriapollenites sp.
Pl. III, fig. 6
Affinités botaniques: Taxodiaceées (*Cryptomeria*)
Turma Plicates Naumova 1937-1939
Subturma Polyplicates Erdtman 1952
- Genre *Ephedripites* Bolkhovitina 1953
Ephedripites (Distachyapites) tertarius Krutzsch
Pl. III, figs. 8-9
Affinités botaniques: Ephedrales
Ephedripites (Distachyapites) lusaticus Krutzsch
Pl. III, fig. 7
Affinités botaniques: Ephedrales
Subturma Monocolpates Iversen et Troels — Smith 1950
- Genre *Arecipites* Wodehouse 1933
Arecipites sp.
Pl. III, fig. 10
Affinités botaniques: Palmae
- Genre *Retimonocolpites* Pierce 1961
Retimonocolpites irregularis Salard-Cheboldaef
Pl. III, fig. 11
Affinités botaniques: ? Palmae
- Genre *Echimonocolpites* Van der Hammen et Garcia de Mutis 1966
Echimonocolpites sp.
Pl. III, fig. 12
Affinités botaniques: inconnues
Subturma Tricolpates Iversen et Troels-Smith 1950
- Genre *Psilatricolpites* (Van der Hammen 1956) Van der Hammen et Wijnstra 1966.
Psilatricolpites sp.
Pl. III, fig. 13
Affinités botaniques: inconnues
- Genre *Perfotricolpites* Gonzalez-Guzman 1967
Perfotricolpites sp. cf. *P. digitatus* Gonzalez-Guzman
Pl. III, fig. 15
Affinités botaniques: Convolvulacées (*Merremia*)
Perfotricolpites sp.
Pl. III, fig. 17
Affinités botaniques: Convolvulacées
Observations: Le seul exemplaire qui a été trouvé est tout a fait semblable aux espèces de *Perfotricolpites*, sauf par sa taille, bien plus petite.
- Genre *Retitricolpites* (Van der Hammen 1956) Van der Hammen et Wijnstra 1964
Retitricolpites clarensis Gonzalez-Guzman
Pl. III, fig. 14
Affinités botaniques: inconnues
- Retitricolpites* sp.
Pl. III, fig. 16
Affinités botaniques: inconnues
Subturma Stephanocolporates Iversen et Troels-Smith 1950
- Genre *Retistephanocolpites* Leidelmeyer 1966
Retistephanocolpites sp. *R. tropicalis* Dueñas
Pl. III, fig. 18
Affinités botaniques: inconnues
Observations: Le seul exemplaire qui a été trouvé est tout a fait semblable a cette espece, mais sa taille est bien plus grande.
Turma Poroses Naumova 1937-1939
Subturma Triporates Iversen et Troels-Smith 1950
- Genre *Magnatriporites* Gonzalez-Guzman 1967
Magnatriporites abstractus Gonzalez-Guzman
Pl. IV, fig. 1
Affinités botaniques: inconnues
- Genre *Engelhardtoidites* Raatz 1937
Engelhardtoidites microcoryphaeus Potonié
Pl. IV, fig. 2
Affinités botaniques: Juglandacées (*Engelhardtia*)
- Genre *Proteacidites* Cookson 1950
Proteacidites dehaani Germeraad et al.
Pl. IV, figs. 3-4
Affinités botaniques: Proteaceées (*Guevina*)
Subturma Stephanoporates Iversen et Troels-Smith 1950
- Genre *Echistephanoporites* Leidelmeyer 1966
Echistephanoporites sp.
Pl. IV, figs. 5-6-7
Affinités botaniques: inconnues
Observations: Les exemplaires rappellent, d'après le photo, une forme que Regali et alii (1974, pl. 19, fig. 8) ont observé et ont dénommée *Echiperiporites akantos* Van der Hammen et Wijnstra.
- Genre *Ulmoideipites* Anderson 1960
Ulmoideipites Krempii Anderson
Pl. IV, figs. 8-9-10
Affinités botaniques: Ulmacées
Observations: L'espèce est très commune dans nos associations. Certains exemplaires présentent 4 pores (le plus abondant), 5 ou même 6.

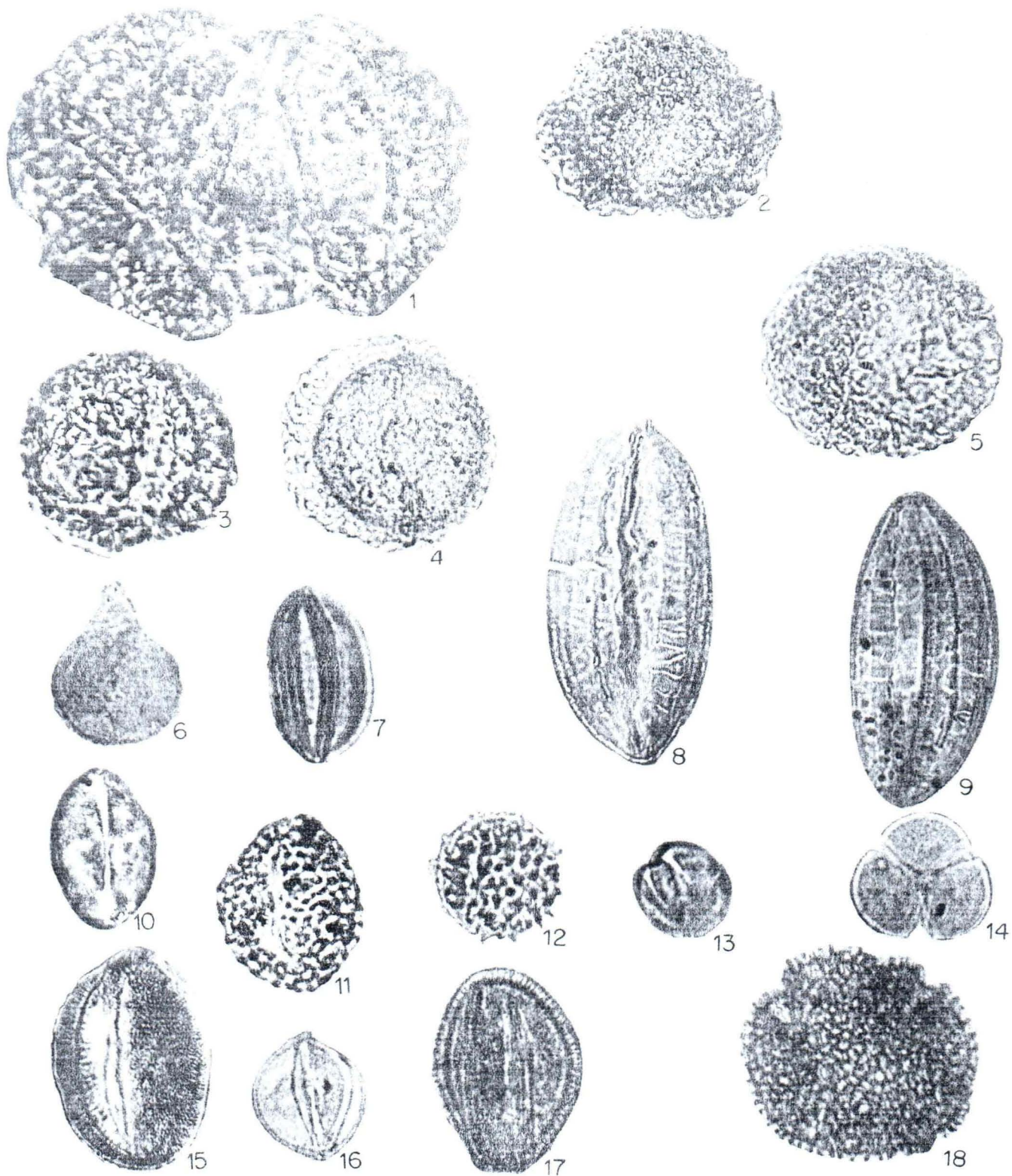


PLANCHE III

1. *Podocarpidites* sp. 3. Lame GP /4T-99 2. *Phyllocladidites* sp. Lame GP /4T-99 3. *Scyadopityspollenites quintus* Krutzsch. Lame GP /4T-98.
 4. *Scyadopityspollenites quintus* Krutzsch. Lame GP /4T-99. 5. *Scyadopityspollenites quintus* Krutzsch. Lame GP /4T-99. 6. *Cryptomeriapollenites*
 sp. Lame GP /4T-93 7. *Ephedripites (Distachyapites) lusaticus* Krutzsch. Lame GP /4T-98. 8. *Ephedripites (Distachyapites) tertiaris* Krutzsch.
 Lame GP /4T-93 9. *Ephedripites (Distachyapites) tertiaris* Krutzsch. Lame GP /4T-93. 10. *Arecolpites* sp. Lame GP /4T-102. 11. *Retimonocolpites*
irregularis Salard-Cheboldaëff. Lame GP /4T-103. 12. *Echimonocolpites* sp. Lame GP /4T-93. 13. *Psilatricolpites* sp. Lame GP /4T-93. 14. *Retitri-*
colpites clarensis Gonzalez-Guzman. Lame GP /4T-93 15. *Perlotricolpites* sp. cf. *P. digitatus* Gonzalez-Guzman. Lame GP /4T-99 16. *Retitricolpites*
 sp. Lame GP /4T-93 17. *Perlotricolpites* sp. Lame GP /4T-90. 18. *Retistephanocolpites* sp. cf. *R. tropicalis* Dueñas. Lame GP /4T-98.

- Genre *Pachydermites* Germeraad et alii 1968
 ?*Pachydermites* sp.
 Pl. IV, fig. 11
 Affinités botaniques: Guttifères (?*Symphonia*)
- Subturma Periporates Iversen et Troels-Smith 1950
- Genre *Miocenipollis* Krutzsch 1966
Miocenipollis sp.
 Pl. IV, fig. 12a-12b
 Affinités botaniques: inconnues
- Genre *Psilaperiporites* Regali et alii 1974
Psilaperiporites sp. cf. *P. minimus* Regali et alii.
 Pl. IV, fig. 13.
 Affinités botaniques: Chenopodiaceés
- Genre *Thymelipollis* Krutzsch 1966
Thymelipollis sp. cf. *T. retisculpturios* Krutzsch
 Pl. IV, fig. 14
 Affinités botaniques: Thymeliacées
- Genre *Catinipollis* Krutzsch 1966
Catinipollis geiseltalensis Krutzsch
 Pl. IV, fig. 15
 Affinités botaniques: Martyniaceae ?
 Subturma Stephanoprates Iversen et Troels-Smith 1950
- Genre *Psilastephanopores stellatus* Regali et alii 1974
Psilastephanopores stellatus Regali et alii
 Pl. IV, fig. 16a-16b
 Affinités botaniques: proche de Malpighiacées
 Observations: L'espèce décrite semble être, en vérité, periporée et non stephanoporee. Nous avons conservé l'ordre systématique en respectant la détermination de Regali et alii (1974).
 Subturma Tricolporates Iversen et Troels-Smith 1950
- Genre *Psilatricolporites* (Van der Hammen 1956) Van der Hammen et Wijnstra 1964
Psilatricolporites operculatus Van der Hammen et Wijnstra
 Pl. IV, fig. 17
 Affinités botaniques: Euphorbiacées (*Aichornea*)
- Genre *Tricolporopollenites* (Pflug 1952) Thomsom et Pflug 1953
 cf. *Tricolporopollenites pseudostratus* Mc Intyre
 Pl. IV, fig. 18
 Affinités botaniques: inconnues
- Genre *Retitricolporites* (Van der Hammen 1956)
Retitricolporites amazonensis Regali et alii
 Pl. IV, fig. 19
 Affinités botaniques: inconnues
- Retitricolporites golii* Duenas
 Pl. IV, fig. 20
 Affinités botaniques: inconnues
- Retitricolporites* sp. 1
 Pl. IV, fig. 21
 Affinités botaniques: inconnues
- Retitricolporites* sp. 2
 Pl. V, figs. 1-2
 Affinités botaniques: inconnues
- Retitricolporites* sp. 3
 Pl. V, figs. 3-4
 Affinités botaniques: inconnues
- Genre *Rhoipites* Wodehouse 1933
 cf. *Rhoipites* sp.
 Pl. V, fig. 5
 Affinités botaniques: inconnues
- Genre *Clavatricolporites* Leidelmeyer 1966
Clavatricolporites sp.
 Pl. V, figs. 6 et 7
 Affinités botaniques: inconnues
 Observations: exemplaire rappelle *C. leticiae* Leidelmeyer 1966 mais il est bien plus petit.
- Genre *Echitricolporites* Van der Hammen 1956
Echitricolporites minutus Regali et alii
 Pl. V, fig. 8
 Affinités botaniques: inconnues
 Tricolporé non identifié
 Pl. V, fig. 9
 Subturma Syncolporates Iversen et Troels-Smith 1950
- Genre *Syncolporites* Van der Hammen 1954
Syncolporites incomptus Van Hoeken-Klinkenberg
 Pl. V, fig. 10
 Affinités botaniques: Myrtacées
 Subturma Pericolporates Iversen et Troels-Smith 1950
- Genre *Perisyncolporites* Germeraad et al. 1968
Perisyncolporites pokorny Germeraad et al. 1968.
 Pl. V, fig. 11
 Affinités botaniques: Malpighiacées
 Subturma Stephanocolporates Iversen et Troels-Smith 1950
- Genre *Psilastephanocolporites* Leidelmeyer 1966
Psilastephanocolporites perforatus Salard-Cheboldaeff
 Pl. V, fig. 12-13
 Affinités botaniques: Sapotacées
Psilastephanocolporites scabratus Salard-Cheboldaeff
 Pl. V, fig. 14
 Affinités botaniques: Meliacées ou Sapotacées
Psilastephanocolporites fissilis Leidelmeyer
 Pl. V, fig. 15
 Affinités botaniques: Polygalacées
- Genre *Reistephanocolporites* Van der Hammen et Wijnstra 1964
Retistephanocolporites sp.
 Pl. V, fig. 16
 Affinités botaniques: inconnues
 Turma Jugates Erdtman 1947
 Subturma Tetradites Cookson 1947
- Genre *Dicotetradites* Couper 1953
Dicotetradites sp.
 Pl. V, fig. 18
 Affinités botaniques: inconnues
- Genre *Laxopollis* Krutzsch 1970
Laxopollis sp.
 Pl. V, fig. 19
 Affinités botaniques: inconnues
 Subturma Polyadites Pant 1954
- Genre *Polyadapollenites* Thomson et Pflug 1953
Polyadapollenites myriosporites (Cookson, 1959) nouv. comb.
 1954 *Acacia myriosporites* Cookson
 Pl. V, figs. 21-22
 Affinités botaniques: Mimosacées (*Acacia*)
- Genre *Parkioidites* Guinet et Salard 1975
Parkioidites microreticulatus Guinet et Salard
 Pl. V, fig. 20
 Affinités botaniques: Mimosacées (*Parkia*)

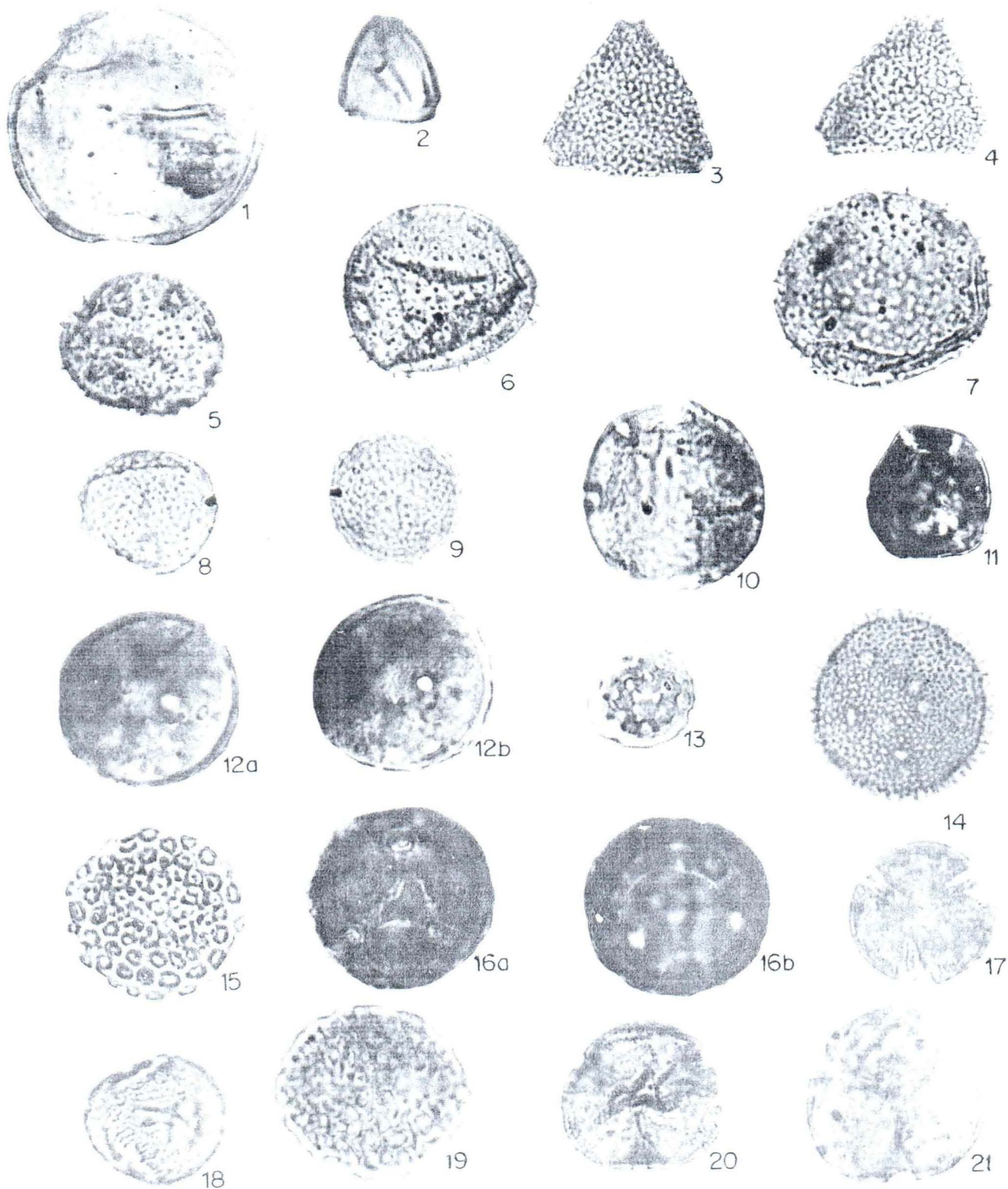


PLANCHE IV

1. *Magnatriporites abstractus* Gonzalez-Guzman. Lame GP /4T-99 2. *Engelhardtoidites microcoryphaeus* Potonie. Lame GP /4T-98 3. *Proteacidites dehaani* Germeraad et al. Lame GP /4T-99 4. *Proteacidites dehaani* Germeraad et al. Lame GP /4T-99 5. *Echistephanoporites* sp. Lame GP /4T-93 6. *Echistephanoporites* sp. Lame GP /4T-93 7. *Echistephanoporites* sp. Lame GP /4T-93 8. *Ulmoideipites krempii* Anderson. Lame GP /4T-93 9. *Ulmoideipites krempii* Anderson. Lame GP /4T-92 10. *Ulmoideipites krempii* Anderson. Lame GP /4T-98 11. cf. *Pachydermites* sp. Lame GP /4T-104 12. *Miocenipollis* sp. Lame GP /4T-98 13. *Psilaporiporites* sp. cf. *P. minimus* Regali et alii. Lame GP /4T-92 14. *Thymelipollis* sp. cf. *T. retisculpturius* Krutzsch. Lame GP /4T-93 15. *Catinipollis geiseltalensis* Krutzsch. Lame GP /4T-99 16. *Psilastephanoporites stellatus* Regali et al. Lame GP /4T-90 17. *Psilatricolporites operculatus* Van der Hammen et Wijmstra. Lame GP /4T-99 18. cf. *Tricolporopollenites pseudostriatum* McIntyre. Lame GP /4T-93 19. *Retitricolporites amazonensis* Regali et al. Lame GP /4T-93 20. *Retitricolporites goli* Duenas. Lame GP /4T-93 21. *Retitricolporites* sp. 1. Lame GP /4T-92

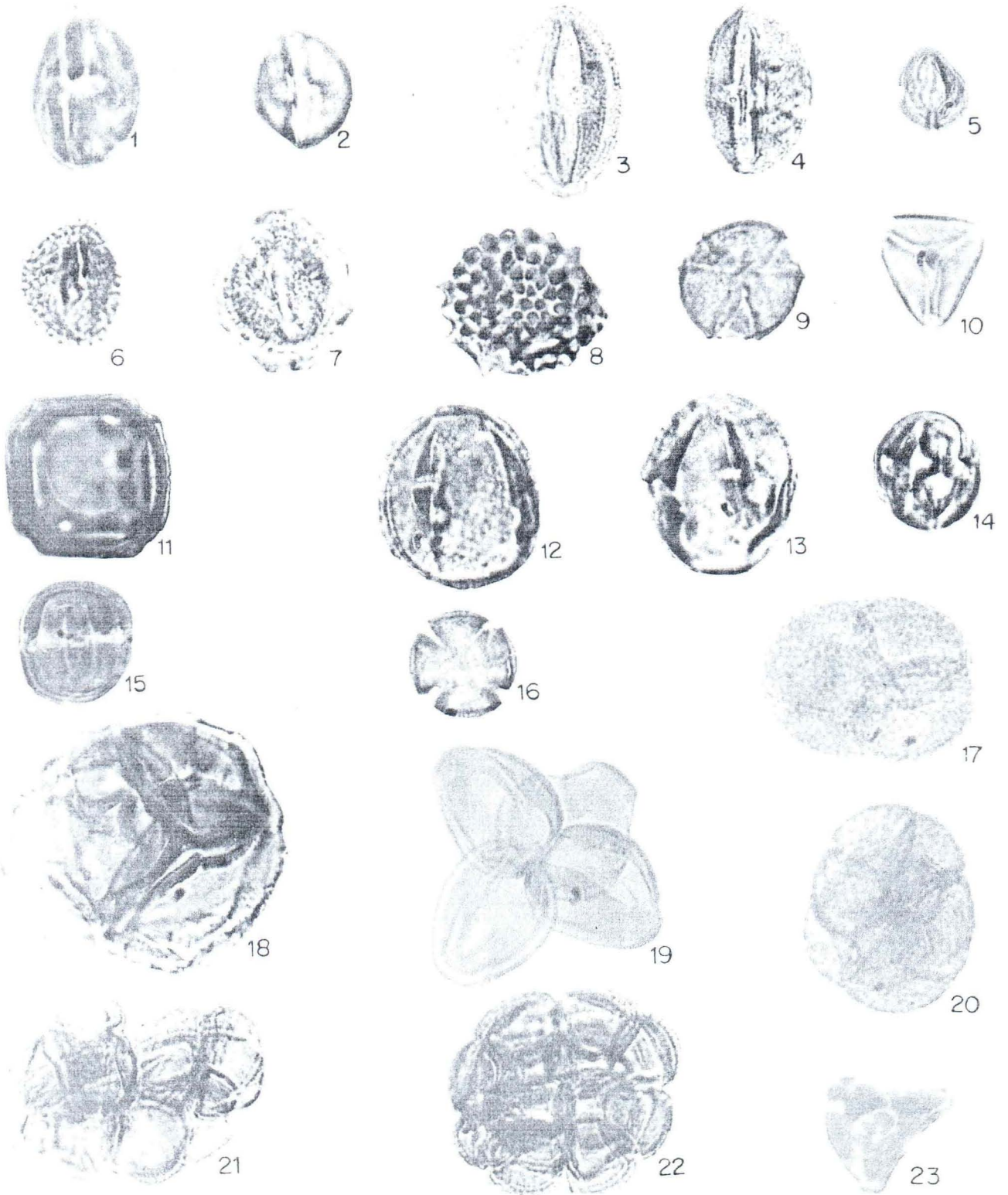


PLANCHE V

1. *Retitricolporites* sp. 2. Lame GP /4T-92 2. *Retitricolporites* sp. GP /4T-99. 3. *Retitricolporites* sp. 3 Lame GP /4T-93 4. *Retitricolporites* sp. 3 Lame GP /4T-93 5. cf. *Rhoipites* sp. Lame GP /4T-99. 6. *Clavatricolporites* sp. Lame GP /4T-99. 7. *Clavatricolporites* sp. Lame GP /4T-98. 8. *Echitricolporites minutus* Regali et al. Lame GP /4T-93. 9. Tricolpore non identifié. Lame GP /4T-99. 10. *Syncolporites incomptus* Van Hoeken-Klinkenberg. Lame GP /4T-98. 11. *Perisyncolporites pokorny* Germeraad et al. Lame GP /4T-92. 12. *Psilastephanocolporites perforatus* Salard-Cheboidaëff. Lame GP /4T-99. 13. *Psilastephanocolporites perforatus* Salard-Cheboidaëff. Lame GP /4T-99. 14. *Psilastephanocolporites scabratus* Salard-Cheboidaëff. Lame GP /4T-93. 15. *Psilastephanocolporites fissilis* Leidelmeyer. Lame GP /4T-98. 16. *Retistephanocolporites* sp. Lame GP /4T-93. 17. *Quadrupleplanus* sp. Lame GP /4T-92. 18. *Dicotetradites* sp. Lame GP /4T-90. 19. *Laxopollis* sp. Lame GP /4T-90. 20. *Parkiidites microreticulatus* Guinet et Salard-Cheboidaëff. Lame GP /4T-93. 21. *Polyadopollenites myriosporites* (Cookson) nov. comb. Lame GP /4T-99. 22. *Polyadopollenites myriosporites* (Cookson) nov. comb. Lame GP /4T-99. 23. cf. *Doualardites* sp. Lame GP /4T-98.

Genre *Doualaidites*
cf. *Doualaidites* sp.
Pl. V, fig. 23
Affinités botaniques. Inconnues

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Age de la Formation

L'âge des sédiments de la Formation Tremembé est, jusqu'à à présent, controversé.

La paléochyofaune, dont certaines espèces se retrouvent dans la faune moderne, a conduit la majorité des auteurs à attribuer un âge quaternaire ou néogène supérieur à ces sédiments (Moraes Rego, 1932; Mendes, 1976; Travassos et Santos, 1955; Paula Couto, 1958; Santos, 1970), alors que la datation basée sur les mammifères fossiles a suggéré un âge oligocène ou miocène inférieur (Mezzalana et Paula Couto, 1971). D'autre part, les données palynologiques apportées par Wickert (1974) indiqueraient selon cet auteur un âge paléogène inférieur ou même crétacé. Brito (1978), pour sa part, en reprenant le problème, pense que le bassin, formé pendant le Crétacé, aurait reçu des sédiments, avec ou sans interruptions, pendant tout le tertiaire, les couches les plus superficielles ayant été déposées pendant le Pleistocène ou l'Holocène.

Les données palynologiques obtenues par le présent travail permettent de conclure, avec prudence toutefois, que la portion "fertile" de la section étudiée (jusqu'à 100 m de profondeur) serait d'âge oligocène. Cette attribution semble possible grâce à la présence, dans l'association palynologique, de quelques espèces stratigraphiquement importantes au Brésil (Regali et al. 1974; Lima et Salard Cheboldaeff, 1981), comme *Cicatricosisporites dorogensis*, *Sciadopityspollenites quintus* (= *Podocarpidites* sp. 2 in Regali 1974), *Proteacidites dehaani* (bien que caractérisant plutôt le Maestrichtien aux Caraïbes et en Afrique), *Psilatricolporites operculatus* et *Reticolpites amazonensis*. Un argument supplémentaire en faveur de l'Oligocène est fourni d'une part par l'absence d'espèces largement représentées dans les bassins brésiliens à d'autres étages du Tertiaire, et d'autre part par l'abondance étonnante de grains de pollen de gymnospermes, indiquant un phénomène climatique notable, reconnu à l'Oligocène dans tous les bassins du Sud du pays (M.S.P. Regali, comm. orale).

Il est important de noter que les niveaux d'argiles bitumineuses qui contiennent des restes de poissons, généralement décrits dans des affleurements, se retrouvent dans le forage étudié (position indiquée sur la figure 2). Par conséquent, les faunes de poissons seraient du même âge, c'est à dire, de l'Oligocène.

La possibilité d'un âge plus ancien ne doit pas être écartée, car l'épaisseur totale des sédiments est d'environ 400 m (Hasui et al., 1978, fig. 8), alors que cette étude concerne seulement les cent mètres les plus supérieurs.

Dans les échantillons étudiés, l'absence totale de dinoflagellés suggérerait un environnement continental, probablement lacustre au moment du dépôt. Ces données ne sont pas en accord avec celles de Zei (1970), pour laquelle présence de *Arius iheringi* (= *Steindachneridion iheringi*) serait l'indication d'une certaine influence marine (environnement lagunaire).

L'extraordinaire abondance de pollen de gymnospermes, notamment de Taxodiacees (voir fig. 3) permettrait de supposer un climat froid et sec très différent de celui qui était connu antérieurement (Eocène) et postérieurement (Miocène). La possibilité d'expliquer ce phénomène par la position latitudinale de la région est exclue, puis qu'elle était à peu près la même que celle d'aujourd'hui. En revanche, l'explication plausible serait soit la conséquence fortuite de l'élevation de la chaîne des Andes, soit l'existence d'un très fort courant froid venant du Sud. A ce sujet, il faut dire que les résultats obtenus sont en accord avec d'autres évidences géologiques disponibles. Par exemple, Shackleton et Kennett (1975, p. 752), à par-

tir de l'étude de paléotempératures cénozoïques de quelques sites de l'Atlantique Sud, affirment que le début de l'Oligocène représente une phase critique dans le développement de l'histoire glaciaire antarctique. Selon ces auteurs, à ce temps là, pour la première fois au Cénozoïque, il y avait des glaciers au niveau de la mer.

Cet environnement climatique pourrait d'ailleurs expliquer la présence d'oiseaux comme *Physornis brasiliensis*, dont le groupe auquel il appartient est connu, en Amérique du Sud, seulement en Patagonie.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Dr. E. Boltenhagen (MNHN, France), Dr. J.J. Chateaufort (BRGM, France), Dr. M.S.P. Regali (Cenpes, Petrobrás), Dr. T.R. Fairchild (IG/USP), M.S. Locati (ORSTOM-IG/USP) qui ont beaucoup contribué à l'élaboration de cet article.

BIBLIOGRAPHIE

- ALMEIDA, F.F.M. de — 1958 — Vale do Paraíba. In: Relatório Anual do Diretor, Departamento de Geologia e Mineralogia, Departamento Nacional de Produção Mineral, 90-91.
- ALVARENGA, H. — 1982 — Uma gigantesca ave fóssil do Cenozoico Brasileiro *Physornis brasiliensis* sp. nov. An. Acad. Bras. Ciênc. 54(4):697-712.
- BEURLEN, K. — 1950 — Alguns restos de crustáceos decapodes de água doce fóssils do Brasil. An. Acad. Bras. Ciênc. 21(4):453-456.
- BRITO, I.A.M. — 1975 — Ocorrência de Lepidoptera nos Folheiros de Tremembé e algumas considerações sobre a bacia geológica do Paraíba. An. Acad. Bras. Ciênc. 47(1):105-111.
- BRITO, I.A.M. — 1978 — Bacias sedimentares e formações pos-paleozóicas do Brasil. Comp. Edit. Interiência, 1-179.
- CAMPOS, J.M. — 1952 — A jazida probeturminosa do Vale do Paraíba. Eng. Min. Met. 16(96):417-421.
- CARNEIRO, C.D.R., HASUI, Y. et GIANCORSI, F.D. — 1976 — Estrutura da Bacia de Taubaté na região de São José dos Campos. An. XXIX Cong. Bras. Geol., 4:247-256, Ouro Preto.
- CHATEAUNEUF, J.J. — 1980 — Palynostratigraphie et paléoclimatologie de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène du Bassin de Paris (France). Mém. BRGM, 116:1-357.
- COOKSON, I. — 1954 — The occurrence of an older Tertiary microflora in western Australia. Austr. Journ. Sci. 17(1):37-38.
- DUARTE, L. et JAPIASSU, A.S. — 1971 — Vegetais Meso e Cenozoicos do Brasil. An. Acad. Bras. Ciênc. 43:433-443 (supplément).
- DUARTE, L. et MARTINS, A.F.R. — 1982 — Contribuição ao conhecimento da Flora Cenozoica do Brasil: Jazigo Vargem Grande do Sul, SP, Série Taubaté I. An. Acad. Bras. Ciênc. 55(1):109-121.
- FERREIRA, C.S. — 1974 — Gastropodos pulmonados de água doce da Formação Tremembé. São Paulo. An. Acad. Bras. Ciênc. 46(3/4):663-666.
- FRANGIPANI, A. — 1963 — Ideias sobre a gênese do Vale do Paraíba. O.I.G.G., 16:31-39.
- FREITAS, R.O. de — 1956 — Considerações sobre a tectônica e a geologia do Vale do Paraíba. Eng. Miner. Metal. 24(143):276-283.
- HASUI, Y., PONÇANO, W.L., BISTRICHI, C.A., STEIN, D.P., GALVAO, C.A.C.F., GIMENEZ, A.F., ALMEIDA, M.A., PIRES NETO, A.G., MELO, M.S. de et SANTOS, M.C.S.R. — 1978 — Geologia da região administrativa 3 (Vale do Paraíba) e parte da região administrativa 2 (Litoral) do Estado de São Paulo. I.P.T. S/A, São Monog. 1:1-78.
- LEIDELMEYER, P. — 1966 — The Paleocene and Lower Eocene Pollen-flora of Guyana. Leidse Geol. Meded. 38:49-70.
- LIMA, M.R. de et SALARD-CHEBOLDAEFF, M. — 1981 — Palynologie des Bassins de Gandarela et Fonseca (Eocène de l'Etat de Minas Gerais, Brésil). Bol. IG, 12:33-54.
- MACEDO A.C.M. — 1951 — Nota preliminar sobre ostracoda. Atas. Soc. Biol. Rio de Janeiro, 5(6):53-55.
- MAULL, O. — 1930 — Von Itaitaya zum Paraguay ergebnisse eine forschungsreise durch Mittel, Brasilien. Leipzig, 8.
- MENDES, J.C. — 1976 — Elementos paleontológicos para a datação da Formação Tremembé. In: Projeto Xistoquímica, 2ª Reuni. Ger. Inst. Quim./UFRJ/BNDE. Acad. Bras. Ciênc., Resumé.
- MEZZALANA, S. — 1956 — Descobertas paleontológicas na região de Taubaté-Tremembé, São Paulo. Eng. Miner. Metal. 24(143):283-284.
- MEZZALANA, S. — 1962 — Novas ocorrências de vegetais fóssils cenozoicos no Estado de São Paulo. O.I.G.G. 15:73-91.
- MORAES-REGO, L.F. — 1933 — As formações cenozoicas do Estado de São Paulo. An. Esc. Politecn. USP 236-237.
- OLIVEIRA, A.I. et LEONARDOS, O.H. — 1978 — Geologia do Brasil. 3a. ed. Col. Musser 72:1-813.
- PAULA-COUTO, C. — 1958 — Idade geológica das bacias cenozoicas do Vale do Paraíba e de Itaboraí. Bol. Mus. Nac. 25(Sér. Geol.):1-17.
- RAGONHA, E.W. — 1982 — Evolução tecto-sedimentar da Bacia de Taubaté com fundamento na sua icofauna. An. Acad. Bras. Ciênc. 54(4):679-689.
- REGALI, M.S.P.; UESUGUI, N. et SANTOS, A.S. — 1974 — Palynologia dos sedimentos meso-cenozoicos do Brasil. II — Bol. Técn. Petrobrás 17(4):263-301.
- SANTOS, R.S. — 1950 — Vestígio de ave fóssil nos folheiros betuminosos de Tremembé, São Paulo. An. Acad. Bras. Ciênc., 22(4):445-446.
- SANTOS, R.S. — 1970 — Nova evidência paleontológica da idade pleistocênica dos extratos (sic) da Bacia do Paraíba. Eng. Miner. Metal., 51(301):10.

- FRANCO, S. et al. MORA, A. — 1974 — Considerações sobre um ciclo da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo. An. Acad. Bras. Ciênc., 46:3-4: 699-704.
- FRANCO, S. et al. MORA, A. — 1975 — A fossiliferous limestone from Taubaté, Brazil. Journ. Paleont., 49:1: 1-10.
- FRANCO, S. et al. KENNETH, J.P. — 1975 — Palaeotemperature history of the Cenozoic and the initiation of Antarctic glaciation: oxygen and carbon isotope analyses in DSDP sites 277, 278 and 281. In KENNETH, J.P., HOUTZ, R.R. et al. (eds) Rep. of the DSDP, 29: 743-763.
- STROUK, W. — 1969 — Contribuição a Geologia da Bacia de Taubaté. Bol. Inst. Fac. Eng. Univ. Fed. de São Carlos USP 1-106.
- FRANCO, S. et al. SANTOS, R.S. — 1955 — Caracóides fossilis da Bacia do Paleozóico. An. Acad. Bras. Ciênc. 27(3):297-322.
- TRICART, J. et SILVA, T.C. — 1958 — Aspectos gerais da sedimentação da Bacia de Taubaté, São Paulo, Brasil. Not. Geomorfol. 11:1:6-13.
- WASHBURN, C.W. — 1930 — Petroleum Geology of the State of São Paulo, Brazil. Bol. Com. Geol. Geol. São Paulo, 22:1:28.
- WICKERT, W.G. — 1974 — Contribuição ao estudo da paleontologia da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo. Dis. Mestr. Univ. Fed. Rio de Janeiro. 1-69 (inédito).
- WOODWARD, A.S. — 1968 — Considerações sobre alguns peixes terciários dos schistos de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. Rev. Mus. Paulista, 3: 63-75.
- ZELI, M.M. — 1930 — I. Ossature degli schei lignifici di Tremembe e di Taubaté (Stato di São Paulo - Brasil). Rend. dell'Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche della Soc. Nat. 35: 4137, 1926.