

# Analyses Sporo-polliniques dans l'Helvétien-type du Imihubel (Berne)

Autor(en): **Meon-Vilain, Henriette**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **61 (1968)**

Heft 2

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-163595>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Analyses Sporo-polliniques dans l'Helvétien-type du Imihubel (Berne)

par HENRIETTE MEON-VILAIN

Faculté des Sciences de Lyon «Centre de Paléontologie stratigraphique», associé au C. N. R. S.

avec 2 figures et 1 tableau dans le texte et 4 planches (I-IV)

### RÉSUMÉ

L'Helvétien-type de la région du Imihubel est étudié du point de vue sporopollinique. Une soixantaine de formes, dont deux nouvelles, reconnues dans 11 niveaux fossilifères permettent une description de la microflore helvétique. Les éléments dominants de cette microflore sont les Conifères. Les éléments tertiaires figurent également en assez forts pourcentages, parmi ceux-ci dominant le groupe des *Betulaceae-Myricaceae*, *Tricolpopollenites retiformis* et *Tricolpopollenites margaritatus*. J'ai comparé les résultats des analyses polliniques de Imihubel avec ceux des travaux déjà publiés sur les microflores de l'Helvétien ou du Miocène moyen. Des différences existent, elles sont probablement dues à des différences de conditions écologiques. L'importance du groupe des *Betulaceae-Myricaceae*, notamment des *Triatriopollenites coryphaeus* est généralement reconnue du point de vue stratigraphique.

### ABSTRACT

The Imihubel Helvetian-type is examined from a sporopollinic point of view. 60 forms were recognized of which two are new. The dominant elements are Coniferae. The Tertiary elements are also numerous, *Betulaceae-Myricaceae*, *Tricolpopollenites retiformis* and *Tricolpopollenites margaritatus* are the most representative. The results of Imihubel pollinic analysis are compared with those of others works about the Helvetian or middle Miocen microfloras. Differences were noticed and are possibly due to changes in ecologic conditions. The importance of *Betulaceae-Myricaceae* and especially of *Triatriopollenites coryphaeus* is generally acknowledged in the stratigraphic point of view.

### SOMMAIRE

Introduction . . . . .	436
Analyse sporopollinique qualitative . . . . .	437
Anteturma Sporites . . . . .	438
Turma Triletes . . . . .	438
Subturma Azonotriletes . . . . .	438
Turma Zonales . . . . .	438
Subturma Zonotriletes . . . . .	438
Turma Monoletes . . . . .	438
Subturma Azonomonoletes . . . . .	438
Anteturma Pollenites . . . . .	439
Turma Saccites . . . . .	439
Subturma Disaccites . . . . .	439
Turma Aletes . . . . .	441
Subturma Azonaletes . . . . .	441
Turma Plicates . . . . .	442
Subturma Monocolpates . . . . .	442

Subturma Triptyches . . . . .	442
Subturma Polyptyches . . . . .	444
Subturma Ptychotriporines . . . . .	445
Subturma Ptychopolyporines . . . . .	446
Turma Poroses . . . . .	446
Subturma Monoporines . . . . .	446
Subturma Triporines . . . . .	446
Subturma Polyporines . . . . .	447
Turma Jugates . . . . .	448
Subturma Tetradites . . . . .	448
Résultats quantitatifs . . . . .	450
Interprétations stratigraphiques et climatiques . . . . .	451
Conclusion . . . . .	455
Bibliographie . . . . .	456

## INTRODUCTION

La description du profil-type de l'Helvétien situé au Imihubel près de Berne a été faite par R. F. RUTSCH en 1958. C'est grâce à l'obligeance de Monsieur le Professeur RUTSCH, que je remercie ici, que j'ai pu, en novembre 1966, prélever des échantillons en vue d'analyses sporopolliniques.

L'Helvétien du Imihubel se présente comme une alternance de marnes plus ou moins sableuses et de grès plus ou moins consolidés. Une grande partie de cette série, surtout les niveaux marneux, n'affleure que rarement. Sur la coupe donnée par R. F. RUTSCH, l'Helvétien commence au niveau n° 5 (banc fossilifère à Pecten). J'ai prélevé deux échantillons immédiatement sous cette couche; ces deux échantillons n'ont donné aucune microflore. Au-dessus, j'ai effectué un échantillonnage le plus serré possible: 21 échantillons ont été prélevés, le dernier dans la couche 10 (grès coquillier).

Sur les 21 échantillons, 11 seulement se sont révélés assez riches en grains de pollen et en spores pour permettre l'établissement de pourcentages.

Il s'agit des échantillons suivants:

n° 982 de la couche 5 (voir fig. 1): «banc fossilifère à Pecten»<sup>1)</sup>.

n° 983, 984, 985, 987, 988, 989, 992, 993, 994 de la couche 6: «marnes sableuses, schisteuses avec bancs gréseux de l'épaisseur du décimètre».

n° 996 dans la couche 7: «banc fossilifère, grès calcaire plus dur avec faune plus riche en espèces».

n° 997 dans la couche 8: «marnes schisteuses, sableuses avec des niveaux gréseux plus durs isolés». Cet échantillon a été pris dans la partie inférieure de la couche 8 où les turitelles sont fréquentes, dans un niveau marneux. Le n° 998 dans la même couche pris à un niveau supérieur dans un banc gréseux est stérile.

Les prélèvements supérieurs dans les couches 9 et 10 n'ont pas, non plus, livré de pollen.

Le résultat des analyses polliniques ne représente par conséquent que l'image de la flore d'une partie de la période helvétique. Je ne pense pas qu'il soit possible, pour le moment, de faire mieux car j'ai essayé plusieurs méthodes de concentration des restes sporopolliniques. Je pense qu'il est malgré tout utile de publier actuellement ces résultats.

<sup>1)</sup> La dénomination des couches est celle de R. F. RUTSCH (1958a).

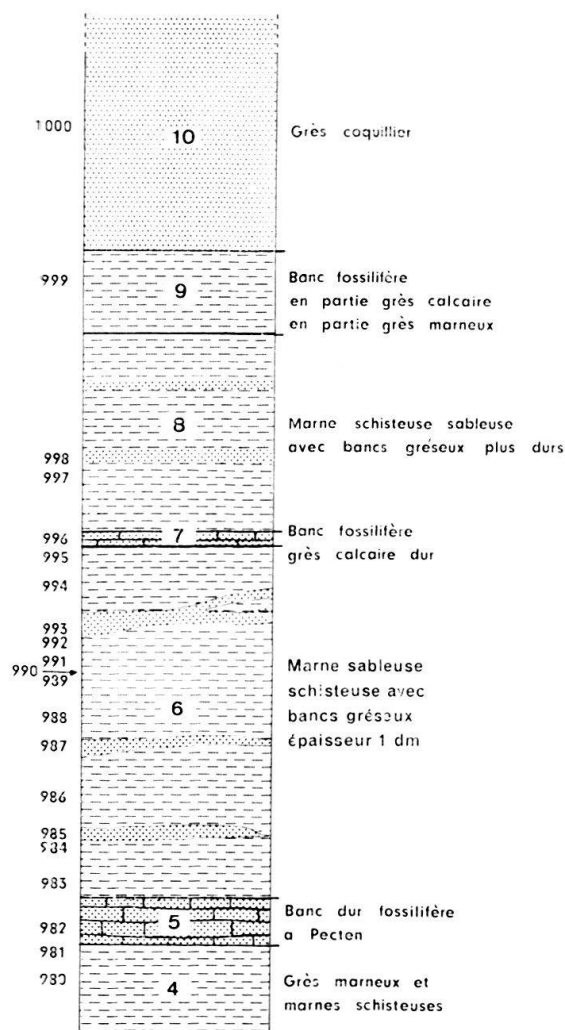


Fig 1. Coupe stratigraphique et correspondance entre les couches décrites par R. F. RUTSCH (1958) et les échantillons analysés.

#### ANALYSE SPOROPOLLINIQUE QUALITATIVE

La flore pollinique s'est révélée peu riche, la fréquence pollinique (nombre de pollen compté sous une lamelle  $18 \times 24$  mm) varie de 1,6 à 16,6. Dans la mesure du possible j'ai compté au moins 100 pollens par échantillon, une fois 150, deux fois 180, mais dans les échantillons les moins riches (997, 994) j'ai été obligée de m'arrêter à 50 pollens. Dans l'échantillon 988, je me suis bornée à 25 pollens (en 14 lames) car les grains de pollens n'étaient pas suffisamment bien conservés; le pourcentage se trouve faussé, certains pollens sont sur-représentés car, même abîmés, ils sont toujours reconnaissables, au moins au stade du groupe, c'est le cas des conifères ailés.

J'ai reconnu environ 80 formes de pollen, la plupart sont déjà connues du Tertiaire mais quelques unes ne me semblent pas connues. Le plus souvent, j'ai photographié ces dernières mais cela n'a pas toujours été possible. En effet, la plupart du temps les montages sont faits à la glycérine pure afin de pouvoir faire bouger les spores et pollens et les observer sur leurs différentes faces; la glycérine ne permet pas toujours de bonnes photos, les pollens se déplacent quelquefois pendant la prise de vue. Lorsqu'il s'agit de formes rares, on ne peut pas refaire un montage avec de la glycérine gélatinée; quant à l'isolement de la forme rencontrée et son transfert sur une lame, c'est une opération très difficile que je n'ai pas réussie souvent.

Pour la présentation des différentes formes rencontrées, j'utiliserai la classification de Potonié (1956–1958–1960–1966) amendée par quelques modifications tirées de l'ouvrage de PFLUG et THOMSON (1953).

**Anteturma Sporites H. Potonié, 1893**

TURMA TRILETES Reinsch, 1881

*Subturma Azonotriletes* Lubert, 1935

Infraturma *Laevigati* Bennie et Kidston, 1886

Spores trilètes lisses indéterminées.

Echantillons n° 982, 985.

*Concavisporites* sp.

Spore trilète triangulaire à côtes concaves, 44 $\mu$  de diamètre, exine 2 $\mu$  d'épaisseur.

Echantillon n° 993. Exemplaire unique.

Spore trilète verruquée cf. *Osmunda*.

Echantillon n° 982. Exemplaire unique.

Infraturma *Murornati* Potonié et Kremp. 1954

*Reticulatisporites* sp.

Spore trilète réticulée, grosses verrues.

Affinités botaniques: type *Lygodium*.

Echantillon n° 984. Exemplaire unique.

*Cicatricosisporites* sp., pl. 1, fig. 1.

Spore trilète (50  $\times$  42  $\mu$ ) à grosses stries peu nombreuses.

Affinités botaniques: *Schizeaceae*?

Echantillon n° 985. Exemplaire unique.

TURMA ZONALES Bennie et Kidston, 1886

*Subturma Zonotriletes* Waltz, 1935

Infraturma *Cingulati* R. Pot. et Klaus, 1954

cf. *Cyatheacidites* sp.

Spore trilète verruquée cingulée.

Echantillon n° 985. Exemplaire unique.

TURMA MONOLETES Ibrahim, 1933

*Subturma Azonomoletes* Lubert, 1935

Infraturma *Psilamoleti* V. d. Hammen, 1955

*Laevigatosporites haardti* (R. Pot. et Ven.), Thomson et Pflug, 1953.

Syn.: *Polypodiaceasporites haardti* (R. Pot. et Ven.), Thiergart, 1938.

Echantillon n° 989.

*Laevigatosporites* cf. *haardti* *subsp. hardtoides* Krutzsch, 1967.

Echantillons n° 982, 992.

**Infraturma Ornati** R. Pot., 1956

*Verrucatosporites pseudoalienus* Krutzsch, 1967, pl. 1, fig. 2.

Dimension de l'exemplaire:  $52 \times 37 \mu$ , exine  $4 \mu$ . L'exemplaire n'est pas très bien conservé, il est unique.

Echantillon n° 984.

KRUTZSCH rapporte cette forme à *Polypodium vulgare* ou *Davallia*.

*Verrucatosporites favus* (R. Pot.) Thomson et Pflug, 1953.

Echantillon n° 985.

Les spores sont rarement déterminées précisément car elles sont peu abondantes, chaque forme étant la plupart du temps représentée par un seul exemplaire. Etant donné les difficultés de détermination des spores. Il m'a semblé hasardeux de donner des indications plus précises.

**Anteturma Pollenites Potonié, 1931**

TURMA SACCITES Erdtman, 1947

Subturma *Disaccites* Cookson, 1945

Dans cette section, il y a d'abord le groupe des Conifères que j'ai appelé seulement Conifères ailés, qui correspond à des pollens d'*Abietaceae*, des pollens à ballonets indéterminables plus précisément, soit en raison de leur mauvaise conservation, soit en raison de leur mauvaise position; on en trouve dans tous les échantillons.

*Pityosporites microalatus* R. Pot., 1931.

Syn.: *Abietinaepollenites microalatus* R. Pot., 1951, pl. I, fig. 3, 4, 5.

Il s'agit de tous les pollens de *Pinus* de type *haploxyloxy*. J'en ai trouvé en pourcentage plus ou moins élevé dans tous les échantillons analysés.

*Pityosporites labdacus* (R. Pot.), Thomson et Pflug, 1953, pl. I, fig. 6.

Syn.: *Pinuspollenites labdacus* R. Pot., 1931.

Cette unité correspond au pollen de *Pinus* du groupe *diploxyloxy*. Elle a également été trouvée dans tous les niveaux.

*Pityosporites* sp. 1.

Il s'agit vraisemblablement d'espèce de *Pinus* mais il est impossible de dire si les grains de pollen correspondant appartiennent à la forme *microalatus* ou à la forme *labdacus*.

*Pityosporites absolutus* (Thiergart), Thomson et Pflug, 1953.

Syn.: *Abiespollenites absolutus* Thiergart in Raatz, 1937, pl. I, fig. 7.

Cette forme se rapporte au genre *Abies*. Elle a été trouvée en pourcentage relativement faible mais fréquemment.

Echantillon n° 982, 983, 984, 985, 992, 996, 997.

*Pityosporites alatus* (R. Pot.), Thomson et Pflug, 1953.

Syn.: *Piceaepollenites alatus* Pot. et Ven., 1934.

C'est la forme correspondant au genre *Picea*. On la trouve, également en faible pourcentage, dans les niveaux suivants: n° 982, 983, 985, 993, 994?, 996, 997.

*Pityosporites* cf. *cedroides* Thomson et Pflug, 1953.

Echantillons: n° 992; n° 982: un exemplaire qui ressemble beaucoup à la figuration donnée par E. SONTAG (1966), taf. 21, fig. 1a.

*Pityosporites* sp. 2.

J'ai trouvé un grain de pollen de conifère ailé que je pense pouvoir rapporter au genre *Pseudolarix*.

Echantillon n° 989.

*Pityosporites* sp. 3, pl. II, fig. 1–2.

Je pense que cette forme pourrait se rapporter à *Keteleeria* mais il n'y a que trop peu d'exemplaires pour l'affirmer.

Echantillons n° 982, 993.

*Pityosporites* sp. 4.

Il s'agit de quelques exemplaires de pollens biaillés dont le corps petit, les ballonets assez développés font penser au pollen des Podocarpaceae et même à *Podocarpus*.

Echantillons: n° 983; n° 988, 989, 992, 994, 996: des grains de pollen qui ressemblent au *Pityosporites libellus* R. Pot., 1931, mais aucun n'a permis une bonne observation et encore moins de bonnes photos.

*Pityosporites* sp. 5.

Pollen bi-ailé, corps plus ou moins sphérique, 28–30  $\mu$  de diamètre, sacs aérifères nettement distincts du corps, attaches des sacs sur le corps étroites mais qui semblent s'allonger latéralement, diamètre des ballonets en vue ventrale 30 à 35  $\mu$ , réseau des ballonets fait de mailles larges (jusqu'à 6–7  $\mu$ ) divisées elles-mêmes par un réseau plus fin.

Je ne crois pas avoir encore les éléments suffisants pour faire de cette forme une espèce nouvelle mais je ne pense pas qu'elle corresponde à une espèce déjà décrite du Tertiaire de nos régions.

Echantillons n° 982, 983, 984, 988, 989, 992, 993, 994 et 996?.

Affinités botaniques: ? peut-être *Podocarpaceae*.

*Pityosporites* sp. 6, pl. I, fig. 11–12.

De même que pour la forme précédente, le nombre d'exemplaires bien conservés ne permet pas de décrire une espèce nouvelle mais il est nécessaire de signaler cette forme et de la différencier des espèces déjà décrites.

Pollen bi-ailé, le corps est souvent beaucoup plus gros que les ballonets (997, pl. II, fig. 5: diamètre du corps 50  $\mu$ , diamètre des ballonets: 37  $\times$  22  $\mu$ ), les dimensions du grain de pollen sont variables, les sacs aérifères ont une attache sur le corps du type haploxyloïde mais le réseau des ballonets est différent de celui du groupe des *Pinus*, il est plus semblable à celui de la forme précédente, il semble double de la même façon.

Affinités botaniques: Conifères.

Pour les discussions ultérieures et l'établissement des diagrammes, je distinguerai seulement dans le groupe des pollens à sacs aérifères:

- les Conifères ailés qui comprendront Conifères ailés indéterminés plus Pityosporites sp. 1, sp. 2, sp. 3, sp. 4 et *Pityosporites* cf. *cedroides*.
- *Pinus* type *haploxylo*.
- *Pinus* type *diploxylo*.
- *Pityosporites* sp. 5 + sp. 6.
- *Abies*.
- *Picea*.
- cf. *Podocarpus*.

Cette terminologie double, bien que très lourde, est je crois nécessaire, du moins dans l'état actuel de nos connaissances; surtout pour les palynologues avant tout géologues, il est bon d'adopter une nomenclature morphographique pour les corrélations ultérieures; d'autre part la référence aux flores actuelles est utile pour d'éventuelles interprétations climatiques, écologiques, phyllogénétiques...

TURMA ALETES Ibrahim 1933

*Subturma Azonaletes* (Luber), Pot. et Kr., 1954

*Infraturma Psilonapiti* Erdtman, 1947

*Inaperturopollenites magnus* (R. Pot.), Thomson et Pflug, 1953.

Syn.: *Laricoidites magnus* (R. Pot., 1934), Pot., Thomson et Thiergart, 1950.

Un seul exemplaire dans les échantillons n° 982, 985, 996.

Appartenance botanique: *Larix* ou *Pseudotsuga*.

*Inaperturopollenites dubius* (R. Pot. et Ven.), Thomson et Pflug, 1953, pl. II, fig. 6.

Syn.: *Pollenites magnus* R. Pot., 1931 f. *dubius* R. Pot. et Ven., 1934.

Cette forme groupe des *Cupressaceae* et des *Taxodiaceae* qui sont très difficiles la plupart du temps à différencier.

Dans l'échantillon n° 993, j'ai trouvé deux pollens qui montraient la marque du pore assez visible; ce sont donc des *Taxodiaceae* mais pour les autres, il est quasi impossible de se prononcer.

*I. dubius* s'est trouvé dans presque tous les niveaux, en pourcentage généralement notable.

Echantillons n° 982, 984, 985, 989, 992, 993, 996, 997.

*Inaperturopollenites hiatus* (R. Pot.), Thomson et Pflug, 1953.

Syn.: *Taxodiaceapollenites hiatus* (R. Pot.), Kremp, 1949, pl. II, fig. 7, 8.

Cette forme, par contre, ne correspond selon THOMSON et PFLUG qu'aux *Taxodiaceae*, surtout le genre *Taxodium* mais aussi les genres *Glyptostrobus*, *Cunninghamia*. Dans les cas favorables, on arrive à distinguer ces différentes affinités (J. Oszast, 1960), alors, on aurait peut-être avantage à subdiviser l'unité *hiatus*? Mais dans le cas des analyses du Imihubel, il n'a pas été possible de les différencier.

Présence dans les échantillons n° 982, 984, 985, 989, 993.

Dans l'échantillon n° 989, j'ai trouvé un grain de pollen qui peut se rapporter à la forme *hiatus* mais dont l'exine est granuleuse (dimension 30  $\mu$ , pl. II, fig. 8). Les autres exemplaires correspondent à la forme décrite par THOMSON et PFLUG.



## Infraturma Tuberini Pant., 1954

*Inaperturopollenites polyformosus* (Thiergart), Thomson et Pflug, 1953.

Syn.: *Sequoiapollenites polyformosus* Thierg. in Pot., Thoms. et Thierg., 1950.

D'après Thomson et Pflug, c'est la forme du Tertiaire qui correspond au genre *Sequoia* et aussi peut être à *Cryptomeria* ou *Metasequoia*.

Je n'ai trouvé que deux exemplaires à Imihubel dans les niveaux n° 982 et 993. Le dernier exemplaire serait peut-être à rapporter à *Cryptomeria* car il est plus gros ( $34 \times 26 \mu$ ) et la ligule est plus épaisse. L'état de la préparation n'a pas permis de photographier ce grain de pollen.

A côté de ces formes, il y avait en plus quelques pollens inaperturés, soit mal conservés, soit mal visibles, qu'il est plus prudent de laisser dans la section des indéterminables.

## TURMA PLICATES Naumova, 1937

*Subturma Monocolpates* Iversen et Troels-Smith, 1950

cf. *Arecipites punctatus* Wodehouse, 1933.

Il s'agit d'un pollen monocolpé à sillon bien marqué dont la largeur totale atteint  $4 \mu$ , l'exine mince semble très finement et très légèrement réticulée, ce qui peut s'accorder avec la description de Wodehouse "Exine minutely pitted but appearing, except under the most favorable conditions, to be quite smooth".

Dimensions du pollen:  $26 \times 38 \mu$ , ce qui donne une taille assez nettement supérieure à celle citée par Wodehouse. Affinités botaniques: *Palmaceae* (*Phoenix*) selon Wodehouse.

Wodehouse limite cette forme à l'Eocène de la formation de Green River (Colorado); c'est la principale raison pour laquelle j'ai utilisé un cf.

Echantillon n° 996 (un seul exemplaire).

*Subturma Triptyches* Naum., 1937

*Tricolpopollenites henrici* (R. Pot.), Thomson et Pflug, 1953.

Syn.: *Quercoidites henrici* (R. Pot., 1931), Pot., Thoms. et Thiergart, 1950.

Il y a relativement peu de pollens appartenant à cette forme.

Affinités botaniques: Cupulifères vraisemblablement *Quercus*.

Echantillons: n° 982, 983, 985, 992.

*Tricolpopollenites microhenrici* (R. Pot.), Thomson et Pflug, 1953.

Syn.: *Quercoidites microhenrici* (R. Pot.), Pot., Thoms. et Thierg., 1950.

Affinités botaniques: Cupulifères.

Echantillons n° 982, 983, 996.

*Tricolpopollenites asper* Thoms. et Pflug, 1953.

Cette forme n'est pas citée dans les Synopses de Potonié.

Affinités botaniques: cf. *Quercus*.

Echantillon n° 982.

Ces trois dernières formes sont rapportées par les différents auteurs avec plus ou moins de certitude au genre actuel *Quercus*, mais, surtout dans le Néogène, on trouve des grains de pollen qui appartiennent certainement au genre *Quercus*. Je les ai rapportés dans la nomenclature fossile au genre *Quercoidites* Pot., Thoms. et Thierg., 1950.

*Quercoidites* sp.

Echantillons n° 982, 984, 992, 994, 997, en assez fort pourcentage.

Il est très difficile de rapporter les différents grains de pollen fossile aux espèces actuelles.

*Tricolpopollenites* sp., pl. II, fig. 9.

Il s'agit d'une autre forme de pollen tricolpé qui ressemble aux grains de pollen de *Quercus* actuel mais qui a des dimensions beaucoup plus petites. Il s'agit de grains à peu près sphériques, de 14 à 16  $\mu$  de diamètre, le sillon est quelquefois géniculé.

Echantillons n° 984, 985, 989, 997.

*Pollenites laesus* R. Pot., 1931.

Potonié interprète cette forme comme un grain de pollen de *Quercus* abîmé dont les sillons sont élargis mais d'autres auteurs depuis l'ont rapporté à *Acer*.

J'ai trouvé deux *Pollenites laesus*: un dans l'échantillon n° 982 qui se rapproche de *Quercus* par son exine granuleuse, un dans l'échantillon n° 997 qui se rapproche de *Acer* par son exine striée.

*Tricolpopollenites retiformis* Thoms. et Pflug, 1953, pl. II, fig. 10 à 14.

Cette forme a été trouvée très souvent dans les niveaux de Imihubel et en assez grande quantité; 0,8 à 17,8%. THOMSON et PFLUG rapportent la forme ronde de *retiformis* à *Platanus* et limitent l'espèce à l'Eocène moyen, je pense apporter la preuve qu'on trouve *retiformis* beaucoup plus tard, en quantité notable.

Echantillons: n° 983, 984, 986, 989, 992, 993, 994, 997.

A côté de ces exemplaires que j'ai pu rapporter de plus ou moins près à des formes déjà décrites, il y a certain nombre de grains de pollen tricolpés que je ne peux rattacher à rien pour le moment, je les cite et en donne une figuration.

Tricolpé? à exine granuleuse, 30  $\times$  24  $\mu$ , pl. II, fig. 15.

Echantillon n° 989.

Tricolpé à exine montrant 2 couches, une interne lisse, l'autre externe verruquée à verrues très serrées, dimension 18  $\mu$ , pl. II, fig. 16.

Echantillon n° 989.

Tricolpé réticulé, 20  $\mu$ , réseau du type «reticulum cristate» (Kremp, 1965), pl. II, fig. 17, 18.

Echantillon n° 989.

Tricolpé ovale à exine ponctuée, 30  $\times$  21  $\mu$ , pl. II, fig. 19.

Echantillon n° 985.

Tricolpé à exine montrant également deux couches mais pollen à sillons larges qui lui donnent en vue polaire une forme nettement trilobée, 29  $\mu$ , pl. II, fig. 20.

Echantillon n° 985.

Tricolpé ovale en vue méridienne à exine grossièrement granuleuse,  $20 \times 30 \mu$ , pl. II, fig. 21.

Echantillon n° 982.

*Subturma Polyptyches* Naumova, 1937

Parmi les éléments caractéristiques des niveaux étudiés, j'ai trouvé un grand nombre de pollens lobés, la présence de ces lobes semble correspondre à la présence de sillons nombreux plus ou moins uniformément répartis.

F. Genus: *Multilobopollenites* nov. fgen.

Genotype: *Multilobopollenites imiensis* nov. fsp.

Diagnose: Pollen sphérique, polycolpé, à sillons courts, à peu près uniformément répartis sur toute la surface de l'exine.

Diagnose différentielle: *Polycolpites* Couper 1953, *Stephanocolpites* van der Hammen, 1954 correspondent à des grains de pollen ovales en vue méridienne, à sillons longs; *Nothofagidites* Erdtman, *Meandripollis* Nagy 1962, *Septacolpites* Erdtman 1947 ont un nombre de sillons moindre.

Derivatio nominis: de l'aspect lobé du pollen.

*Multilobopollenites imiensis* nov. fsp., pl. II, fig. 22 à 24; pl. III, fig. 1 à 6.

Holotype: échantillon n° 996, 2 lame, pl. III, fig. 1, 2, 3.

Diagnose: la diagnose du genre.

Description: *M. imiensis* a une exine lisse, brillante; sa taille varie de 20 à 40  $\mu$  dans les exemplaires que j'ai pu examiner.

Distribution stratigraphique: pour le moment localisé à l'Helvétien du Imihubel, mais je l'ai trouvé dans presque tous les niveaux étudiés.

Echantillons: n° 983, 984, 989, 992, 993, 994, 996 et 997.

Affinités botaniques: inconnues.

Derivatio nominis: de la localité de Imihubel.

*Multilobopollenites reticulatus* nov. fsp., pl. III, fig. 7 à 10.

Holotype: échantillon n° 989, 4<sup>e</sup> lame, pl. III, fig. 9-10.

Diagnose: Pollen pluricolpé à nombreux sillons courts, plus ou moins sphérique, 30 à 40  $\mu$ , exine baculée finement réticulée.

Cette forme ne se différencie de la précédente que par la sculpture de l'exine.

Distribution stratigraphique: elle semble être la même que pour l'espèce précédente, *M. reticulatus* est cependant beaucoup plus rare puisque je n'en ai trouvé que deux exemplaires dans les échantillons n° 989 et 993.

Affinités botaniques: également inconnues.

Derivatio nominis: de l'aspect réticulé de l'exine.

*Subturma Ptychotriporines* Naumova, 1937

## Infraturma Prolati Erdtman, 1943

*Tricolporopollenites margaritatus* (R. Pot.), Thomson et Pflug, 1953, pl. III, fig. 11 à 14.

Il s'agit d'une forme de taille très variable, selon Thomson et Pflug de 15 à 50  $\mu$ . A Imihubel, j'ai surtout trouvé les formes medius et minor 15 à 40  $\mu$ . Cette espèce a été rencontrée assez fréquemment.

Echantillons n° 982, 983, 984, 985, 989, 997.

Affinités botaniques: selon PFLUG *Aquifoliaceae*, il s'agit vraisemblablement du genre *Ilex*.

*Tricolporopollenites edmundi* (R. Pot.), Thomson et Pflug, 1953.

Exemplaire unique dans l'échantillon n° 982. Thomson et Pflug rapportent cette forme soit aux *Araliaceae*, soit aux *Cornaceae*.

*Tricolporopollenites* sp. 1, pl. III, fig. 15–16.

Il s'agit d'un grain de pollen de petite taille, ovale, 10,5  $\times$  16  $\mu$ , 12  $\times$  14  $\mu$ , à exine lisse.

Echantillons n° 989, 985.

Affinités botaniques: je pense qu'il s'agit d'une *Leguminosae*?

*Tricolporopollenites* sp. 2, pl. III, fig. 17 à 20.

Il s'agit d'un grain de pollen assez gros, 44  $\times$  26  $\mu$ , à exine ornée de petits baculums serrés qui forment en surface un réseau fin; les sillons sont longs, minces, vont presque jusqu'aux pôles, ils sont élargis et bifurqués au niveau du pore, l'exine au niveau du pore est ponctuée.

Echantillon n° 989.

Affinités botaniques: inconnues.

*Tricolporopollenites* sp. 3, pl. III, fig. 21–22.

Pollen tricolporé de petite taille, 11  $\times$  18  $\mu$ , à exine baculée réticulée; les baculums sont longs, environ 2  $\mu$ , les sillons n'atteignent pas les pôles, ils sont très nettement élargis et bifurqués au niveau des pores, les pores sont peu visibles.

Echantillon n° 983.

Affinités botaniques: cf. *Caprifoliaceae*.

## Infraturma Sphaeroidati Erdtman, 1943

*Faguspollenites* sp., pl. III, fig. 23–24.

Forme rare et peu abondante.

Echantillons n° 982, 985, 996 (?).

Affinités botaniques: *Fagus*.

*Nyssapollenites* sp.

Egalement rare.

Echantillon n° 989.

Affinités botaniques: il s'agit d'une *Nyssaceae* et probablement du genre *Nyssa*.

*Subturma Ptychopolyporines* Naumova, 1937

*Tetracolporopollenites* cf. *biconus* Thomson et Pflug, 1953.

Petit pollen, tétracolporé, 17  $\mu$ , à exine finement réticulée.

Echantillon n° 982. Un seul exemplaire.

Affinités botaniques: *Sapotaceae*.

THOMSON et PFLUG disent n'avoir trouvé *biconus* que dans le Tertiaire le plus ancien. Etant donné que je n'en ai trouvé qu'un exemplaire, il est difficile de dire s'il s'agit ou non d'un pollen remanié d'un sédiment plus ancien.

*Tetracolporopollenites* sp., pl. IV, fig. 1-2.

Pollen tétracolporé d'assez grande taille, 40  $\times$  22  $\mu$ , à exine chagrinée, à sillons larges, 4  $\mu$  à l'équateur, et allant presque jusqu'aux pôles.

Echantillons n° 983, 992.

Affinités botaniques: inconnues.

## TURMA POROSES Naumova, 1937

*Subturma Monoporines* Naumova, 1937

*Graminaepollenites* sp., pl. IV, fig. 12.

Echantillons n° 982, 983, 985, 992, 994, 996, 997.

Affinités botaniques: diverses espèces de *Graminae*.

*Sparganiaceapollenites polygonalis* Thiergart, 1937, pl. IV, fig.

Echantillons n° 982 et 989.

Affinités botaniques: *Sparganium*.

*Subturma Triporines* Naumova, 1937

*Triatriopollenites bituitus* (R. Pot.), Thomson et Pflug, 1953, pl. III, fig. 25.

Echantillons n° 982, 983.

Affinités botaniques: *Myricaceae*.

*Triatriopollenites coryphaeus* (R. Pot.), Thomson et Pflug subfsp. *punctatus*, pl. III, fig. 27, 29; pl. IV, fig. 3.

Syn.: *Engelhardtioipollenites punctatus* (R. Pot.), R. Pot., 1951.

Echantillons n° 982, 983, 984, 993, 996.

Affinités botaniques: *Myricaceae* ou *Juglandaceae*.

*Triatriopollenites coryphaeus* (R. Pot.), Thomson et Pflug, 1953, subfsp. *microcoryphaeus*, pl. III, fig. 26-28.

Syn.: *Engelhardtioidites microcoryphaeus*.

Cette forme est plus abondante que *coryphaeus punctatus*. Elle n'en diffère que par la taille plus petite, inférieure à 18  $\mu$ .

Echantillons n° 982, 983, 984, 985, 989, 992, 993, 994, 996, 997.

Affinités botaniques: *Engelhardtia* selon PFLUG mais je pense qu'il est souvent difficile de distinguer *Engelhardtia* de *Platicarya* dans les formes fossiles et j'ai désigné les deux genres sous le terme de *microcoryphaeus*.

*Triatriopollenites rurensis?* Thomson et Pflug 1953.

Un seul exemplaire et de plus assez mal conservé.

Echantillon n° 985.

Affinités botaniques: *Myricaceae* et, d'après THOMSON et PFLUG, probablement *Myrica*.

*Triatriopollenites excelsus* (R. Pot.), Thomson et Pflug, 1953, pl. III, fig. 30.

Echantillon n° 992.

Affinités botaniques: d'après Thomson et Pflug *Myricaceae*.

THOMSON et PFLUG semblent limiter cette espèce au Paléogène, à Imihubel bien qu'elle soit limitée à un seul niveau sa présence est néanmoins démontrée, puisque j'en ai trouvé trois exemplaires.

*Triatriopollenites* sp.

Echantillons n° 982, 983.

Affinités botaniques: *Betulaceae* ou *Myricaceae* indéterminées.

◊ *Trivestibulopollenites betuloides* Pflug, 1953.

Echantillons n° 982, 996, 997.

Affinités botaniques: *Betula*.

*Tripoporopollenites coryloides* Pflug, 1953.

Echantillons n° 983, 985, 993, 996.

Affinités botaniques: *Corylus*.

Thomson et Pflug donnent la forme *coryloides* comme du Pliocène mais je l'ai trouvé déjà souvent dans le Miocène et ici au Imihubel si elle n'est pas fréquente sa présence est toutefois bien démontrée.

*Subtripoporopollenites simplex* (R. Pot. et Ven.), Thomson et Pflug, 1953.

Syn.: *Caryapollenites simplex* R. Pot., 1931.

Echantillons n° 982, 984, 985, 989, 992, 994, 997.

Affinités botaniques: *Carya*.

Dans les niveaux étudiés, les pollens sont d'assez petite taille, la plupart du temps de 30 à 35  $\mu$ , jamais supérieurs à 40  $\mu$ , en général à exine mince, peut-être s'agit-il d'une forme proche de *Carya aquatica* (cf. PONS, 1964, p. 571).

cf. *Extratripoporopollenites basalis* Pflug et Thomson, 1953, pl. IV, fig. 4.

Pollen triporé de 30  $\mu$ , triangulaire, à côté fortement convexe, les pores saillants sont pourvus d'un annulus, d'un vestibulum et d'un postatrium, l'exine est rugulée.

Echantillon n° 982.

Pflug et Thomson ne trouvent cette forme que dans le Tertiaire inférieur.

#### *Subturma Polyporines* Naumova, 1937

*Polyvestibulopollenites verus* (R. Pot.), Thomson et Pflug, 1953, pl. IV, fig. 5-6.

Syn.: *Alnipollenites verus* R. Pot., 1931.

Cette espèce comprend les formes à 5 pores et les formes à 4 pores (même à 6 et 3 pores d'après Potonié), la forme à 5 pores est proche de l'espèce actuelle *Alnus glutinosa*, la forme à 4 pores correspondrait à l'espèce *A. kefersteini*.

On trouve les deux formes dans les échantillons n° 982, 993 et 996.

*Polyporopollenites undulosus* Thomson et Pflug, 1953.

Syn.: *Ulmipollenites undulosus* Wolff, 1934.

Cette espèce groupe les genres *Ulmus* et *Zelkova*. Ils sont en effet souvent difficiles à distinguer mais cependant au Imihubel *Zelkova* semble plus fréquent que *Ulmus*.

*P. undulosus* cf. *Ulmus* dans échantillon n° 984.

*P. undulosus* cf. *Zelkova* dans les échantillons n° 988, 989, 992, 993, 994, 996, 997.

*Polyporopollenites* sp.

Echantillons n° 982, 984, 985, 996.

Il s'agit d'*Ulmaceae* indéterminables plus précisément.

*Polyporopollenites carpinoïdes* Pflug, 1953.

Echantillon n° 984.

Affinités botaniques: *Carpinus*.

*Polyporopollenites stellatus* (R. Pot. et Ven.) Pflug et Thomson, 1953.

Syn.: *Pterocaryapollenites stellatus* (R. Pot.), Thiergart, 1937.

Echantillons n° 984, 985, 992, 993, 994, 996.

Affinités botaniques: *Pterocarya*.

*Multiporopollenites* sp.

Echantillons n° 982, 989.

Affinités botaniques: *Juglandaceae* (*Juglans*?).

Ces pollens ne sont pas déterminables plus précisément.

*Periporopollenites stigmosus* (R. Pot.), Pflug et Thomson, 1953.

Syn.: *Liquidambarpollenites stigmosus* R. Pot., 1931.

Echantillons n° 982, 984.

Affinités botaniques: *Liquidambar*.

#### TURMA JUGATES Erdtman, 1943

##### *Subturma Tetradites* Cookson, 1947

*Ericaceoipollenites roboreus* Thiergart, 1937, pl. IV, fig. 7, 8, 9.

Echantillon n° 982.

Affinités botaniques: *Ericaceae*.

*Tetradopollenites callidus* (R. Pot.), Pflug et Thomson, 1953.

Tétrade de plus petite taille que la précédente, moins de 30  $\mu$ , exine lisse à légèrement ponctuée.

Echantillons n° 983, 993, 994, 996, 997.

Affinités botaniques: *Ericaceae* également.

A côté des formes que je viens d'examiner, j'ai trouvé un certain nombre de grains de pollen, peu nombreux, de plantes herbacées que l'on n'a aucune difficulté à rapporter aux familles actuelles. J'ai donc jugé inutile de les rattacher aux genres morphologiques existants ou de créer des fsp. nouvelles pour ces formes, étant donné que dans les diagrammes j'ai groupé toutes les angiospermes herbacées dans une même catégorie.

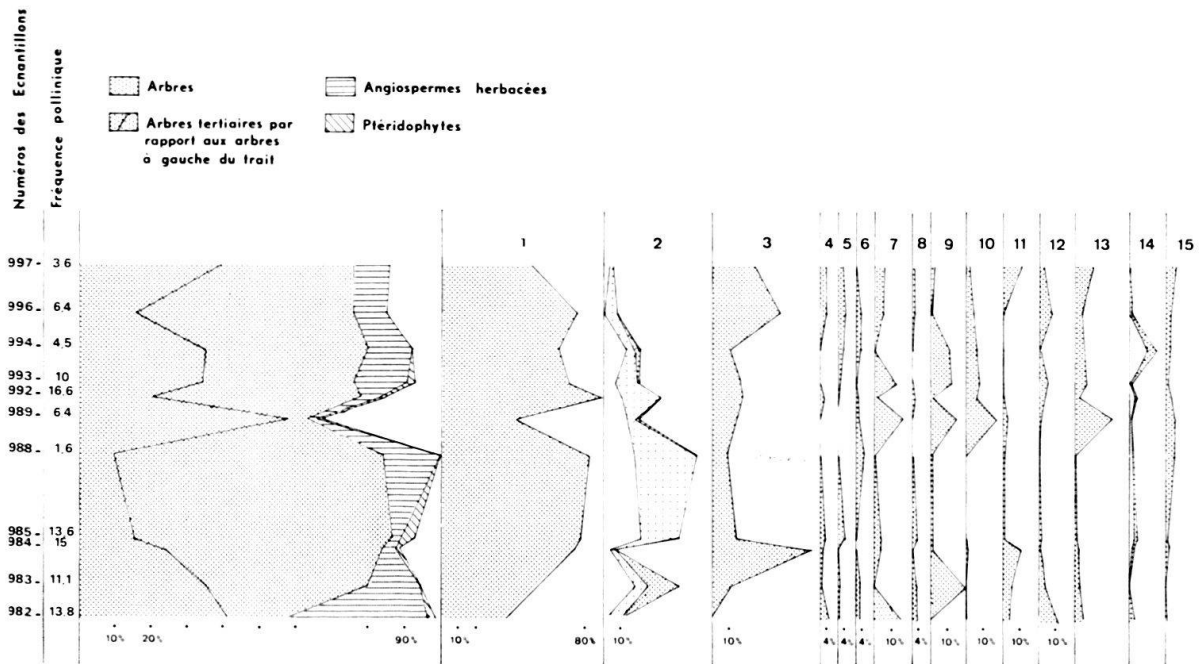


Fig. 2. – Diagramme pollinique général.

Seules les espèces arborescentes sont représentées sur ce diagramme et leur pourcentage est calculé d'après le nombre total des arbres; *Multilobopollenites imihubelensis* et *reticulatus* sont également représentés mais leur pourcentage est calculé d'après le nombre total de spores et pollens rencontré puisque l'on ignore s'il s'agit d'espèces arborescentes ou non.

1-Pourcentage total des Conifères ailés

2-*Pityosporites microlatus* (*Pinus haploxyylon-typus*) + *Pityosp. labdacus* (*P. diploxyylon-typus*) + *Pityosporites* sp. 1 (*Pinus* sp.)

3-*Pityosporites* sp. 5

4-*Pityosporites absolutus*

5-*Pityosporites alatus*

6-*Pityosporites* sp. 4

7-*Inaperturopollenites hiatus* + *I. dubius* + *I. polyformosus*

8-*Tricolpollenites henrici* + *T. microhenrici* + *T. asper*

9-*Tricolpopollenites retiformis*

10-*Multilobopollenites imiensis* + *M. reticulatus*

11-*Tricolporopollenites margaritatus*

12-*Trivestibulopollenites betuloides* + *Tripoporopollenites coryloides* + *Triatriopollenites rurensis* + *T. excelsus* + *Triatriopollenites* sp.

13-*Triatriopollenites coryphaeus punctatus* + *coryphaeus microcoryphaeus*

14-*Subtripoporopollenites simplex* (*Carya*) + *Polypoporopollenites stellatus* (*Pterocarya*)

15-*Polypoporopollenites undulosus* (*Ulmus* + *Zelkova*)

#### Liste des familles rencontrées:

– *Compositae*: Echantillons n° 982, 984, 985, 989.

– *Chenopodiaceae*: Echantillons n° 984, 993.

– *Cruciferae*: Echantillons n° 982.

– *Labiatae*: Echantillons n° 982, 992, 993.

– cf. *Nympheaceae*: Echantillons n° 989.

– *Papilionaceae*: Echantillons n° 982, 989.

– *Plantaginaceae*: Echantillons n° 984, 997.



- *Rosaceae*: Echantillons n° 982.
- *Typhaceae*: Echantillons n° 992.
- *Umbelliferae*: Echantillons n° 982, 984, 997.

D'autre part, j'ai rencontré un certain nombre d'organismes qui sont soit des champignons (pl. IV, fig. 13, 14, 15, 16), soit des hystrichosphères (pl. IV, fig. 17, fig. 18-19?). Tous ces éléments sont en nombre très faible.

#### RÉSULTATS QUANTITATIFS

Les résultats des analyses sont rassemblés et résumés dans le tableau 1 et le diagramme (fig. 2).

Dans le diagramme, la première partie (colonne 0) montre la répartition de la microflore en arbres, angiospermes herbacées et ptéridophytes. On peut remarquer que les arbres sont très abondants, toujours supérieurs à 55 %, les angiospermes herbacées sont en pourcentage variable 5 à 40 %, les ptéridophytes toujours en faible quantité.

Les autres colonnes représentant isolément les principales espèces arborescentes qui constituent le contenu sporopollinique des échantillons.

La colonne 1 représente le pourcentage total des conifères ailés calculé par rapport au total des pollens d'arbres. Ces conifères ailés représentent la majorité de tous les arbres, les pourcentages les plus faibles sont dans les niveaux 982, 989 et 997 entre 40 et 45 %, dans les autres niveaux, ils sont toujours supérieurs à 50 %. Ces conifères comprennent essentiellement des *Pinus*; parmi ces *Pinus*, les types *haploxylon* et *diploxylon* sont alternativement dominants, la moyenne des *haploxylon* (19,3 %) est supérieure à la moyenne des *diploxylon* (10,9 %).

A côté des *Pinus*, un fort pourcentage des arbres est représenté par les deux espèces non déterminées *Pityosporites* sp. 5 et *Pityosporites* sp. 6. Les formes sont surtout dominantes dans les niveaux 984 et 996 où il faut remarquer que *Pinus* est en moins grande quantité.

Les formes correspondantes à *Abies* et *Picea* (*Pityosporites absolutus* et *alatus*) sont en faible quantité mais presque toujours présentes de même que les cf. *Podocarpus*.

Le groupe des *Taxodiaceae-Cupressaceae* (colonne 7) montre également des pourcentages très variables de 0 à 19 %, les maximums correspondant en général à des minimums de Conifères ailés.

Le groupe des formes quercoïdes (colonne 8) comprend très peu de représentants.

La colonne suivante (9) représente les pourcentages de *Tricolpopollenites retiformis*. Cette forme est représentée en assez grande quantité, de 0 à 20. Sauf pour le niveau 988, sa courbe suit celle des *Taxodiaceae-Cupressaceae*.

Dans la colonne 10, *Multilobopollenites imiensis* et *reticulatus* groupés forment également un fort pourcentage et sont constants dans les niveaux supérieurs, le maximum se trouve au niveau 989.

*Tricolporopollenites margaritatus* (colonne 11) se trouve irrégulièrement, en assez grande quantité dans deux niveaux, 984 et 996. Ces forts pourcentages de *margaritatus* correspondent à de faibles pourcentages de *T. retiformis*, de *Taxodiaceae-Cupressaceae*, de *Pinus* et à d'assez forts pourcentages de *Pityosporites* sp. 6 et sp. 5.

Le groupe des *Betulaceae-Myricaceae* (colonne 12) est, quant à lui, peu important si l'on exclut *Triatriopollenites coryphaeus*; il existe cependant dans presque tous les niveaux de même que les *Ulmaceae* (colonne 15).

*Triatriopollenites coryphaeus* (colonne 13) qui a une faible importance dans les niveaux inférieurs est plus abondant à partir du niveau 989 qui représente lui-même un maximum.

De même, *Subtriporopollenites simplex* (*Carya*) et *Polyporopollenites stellatus* (*Pterocarya*) groupés dans la colonne 14 présentent leurs maximums dans les niveaux supérieurs, notamment dans les niveaux 992 et 994.

Parmi toutes ces formes représentées, certaines correspondent à des plantes qui vivent encore actuellement dans nos régions tempérées et d'autres à des plantes qui ne vivent plus chez nous à l'état spontané. Cette deuxième catégorie a été groupée sous l'appellation «d'arbres à affinités tertiaires». Dans ces «arbres à affinités tertiaires», j'ai inclus les formes suivantes: *Pityosporites* cf. *cedroides*, *Pityosporites* sp. 4 qui correspondent vraisemblablement à *Podocarpus*, *Inaperturopollenites dubius*, *I. hiatus*, *I. polyformosus*, *Arecipites punctatus*, *Tricolpopollenites henrici*, *Tricolp. microhenrici*, *Tricolp. asper*, *Tricolp. retiformis*, *Tricolporopollenites margaritatus*, *Tricolpor. edmundi*, *Nyssapollenites*, *Tetracolporopollenites* cf. *biconus*, *Triatriopollenites bituitus*, *Triatr. coryphaeus*, *Triatr. rurensis*, *Triatr. excelsus*, *Subtriporopoll. simplex* (*Carya*), *Extratriporopollenites* cf. *basalis*, *Polyporopollenites stellatus* (*Pterocarya*), *Periporopollenites stigmosus*<sup>2)</sup>.

Le pourcentage des ces «arbres à affinités tertiaires» exprimé par rapport à la somme totale des arbres est représenté dans la colonne 0 par un trait continu. On peut ainsi voir que ce pourcentage est dans l'ensemble assez élevé, si l'on excepte l'échantillon 988, il varie de 15 à 58%.

#### INTERPRÉTATIONS STRATIGRAPHIQUES ET CLIMATIQUES

Le problème de la datation des couches étudiées ne se pose pas de la même façon qu'habituellement. La description précédente correspond à l'«image pollinique» du stratotype de l'Helvétien.

Il s'agit ensuite de comparer cette «image pollinique» avec celle des niveaux helvétiques ou supposés tels des principales études palynologiques déjà effectuées en Europe occidentale puis de situer cette «image pollinique» helvétique à l'intérieur du Miocène.

U. REIN (1962), dans son étude sur la mine de Bornhausen près du Harz, date de l'Helvétien les couches de lignites étudiées. Dans ses couches, il a trouvé des conifères ailés de 5 à 30%, des *Taxodiaceae-Cupressaceae* de 5 à 40%, et à côté de ces deux formes principales, des *Betulaceae-Myricaceae*, des *Triatriopollenites coryphaeus* surtout, de 3 à 20%, *Tricolpopollenites henrici* et *microhenrici*, *Tricolpopollenites liblarensis*, *Tricolporopollenites pseudocingulum*, *Tricolporopollenites cingulum* et *Tricolpor. megaexactus*; *Tricolpor. margaritatus* est rare, *Tricolpopollenites retiformis* est toujours présent mais en assez petite quantité, 3 à 6% environ. *Polyporopollenites undulosus* et *Subtriporopollenites simplex* (*Carya*) sont présents dans quelques niveaux, *Multiporopollenites stigmosus* (*Liquidambar*) dans deux niveaux à la partie supérieure, *Polyporo-*

<sup>2)</sup> Ces formes sont marquées d'un astérisque dans le tableau.





*pollenites stellatus* (*Pterocarya*), *Tricolpor. edmundi*, *Faguspollenites* dans un niveau *Nyssapoll.* dans quatre niveaux (environ 2%); il y a des *Ericaceae* dans tous les niveaux et très peu de spores de Pteridophytes.

P. W. THOMSON (1948) décrit des couches de lignite du Holstein et les identifie comme helvétiques d'après la prédominance du groupe des *Betulaceae*, *Myricaceae* et *Juglandaceae*.

CL. SITTLER (1958) caractérise l'Helvétien par l'apparition d'*Ulmus*, un grand développement de *Sequoia* (*Inaperturopollenites polyformosus*) et *Sciadopitys*, des *Palmaceae*, de *Tricolp. henrici*, *Nyssa*, *Rhus*, *Ostrya*, *Engelhardtia*, *Myrica* et *Ilex*, la dominance de *Carya* sur *Pterocarya*, la rareté des *Sapotaceae*, de *Tricolp. microhenrici*, de *Tricolpor. villensis*. Il considère *Betula* et *Alnus* comme des précurseurs dans l'Helvétien.

Les analyses du Imihubel ont un certain nombre de ressemblances avec celles déjà publiées de l'Helvétien. Les principales caractéristiques communes sont la forte proportion du groupe *Betulaceae-Myricaceae* et des *Triatriopollenites coryphaeus*. Au contraire, les formes comme *Tricolpopollenites henrici*, *Tricolp. liblarensis*, *Tricolporopollenites cingulum*, *Tricolpor. pseudocingulum* et *Tricolpor. megaexactus* sont absentes ou très rares. La présence sporadique de *Tricolpor. edmundi*, de *Carya*, *Pterocarya*, *Nyssa*, *Fagus*, des *Sapotaceae* est commune aux couches dites helvétiques. Les *Ulmaceae* sont effectivement présentes et constantes à peu près de la même façon qu'à Bornhausen. Par contre, nous avons à Imihubel un certain nombre de caractéristiques originales: une plus forte proportion de Conifères ailés que dans les autres gisements, une moins forte proportion de *Taxodiaceae-Cupressaceae*, la présence en assez fort pourcentage de *Tricolpopollenites retiformis*. Les *Palmaceae* sont pratiquement absentes du diagramme de Imihubel (1 grain de pollen dans le niveau 996).

Je pense que ces différences sont surtout dues à des différences de conditions écologiques. La série du Imihubel est une série de sédiments marins deltaïques. «In das relativ schmale mit dem Mittelmeer durch eine lange und enge Meeresstrasse (perialpine Senke) verbundene mündeten bedeutende Flüsse, die dem Meere ständig Süswasser zuführten» (R. F. RUTSCH, 1958). Les fleuves cités par R. F. RUTSCH et le vent devaient apporter des grains de pollen de tout un bassin. Les conifères ailés viennent en grande partie des montagnes environnantes, surtout *Abies*, *Picea*, mais également *Pinus*, *Podocarpus*.

Les niveaux étudiés par Thomson, par Rein, riches en *Taxodiaceae* sont des niveaux de lignite, donc ils représentent surtout une flore de marécage et des pollens quasiment déposés sur place. Au Imihubel, il s'agit d'une flore littorale, pollens quercoides, groupe des *coryphaeus* et autres *Betulaceae-Myricaceae*, *Taxodiaceae-Cupressaceae* à laquelle vient s'ajouter la flore allochtone des *Abietaceae*, *Podocarpaceae*, *Fagaceae*...

En plus, au Imihubel on note la présence des formes *Multilobopollenites imiensis* et *reticulatus* dont on ne connaît pas la signification; si elles se retrouvent dans d'autres séries semblables, peut-être devra-t-on en faire des espèces caractéristiques de l'étage ou du faciès considéré.

L'idée générale de climat que l'on peut tirer des analyses de Imihubel n'est pas différente de celle qui a été émise d'après les études faites en Allemagne occidentale

principalement, ce qui laisse supposer qu'au Miocène le climat était moins différencié que maintenant suivant les latitudes.

Un climat encore chaud et humide, l'humidité étant d'ailleurs peut-être surtout entretenue par la présence de la mer, semble correspondre à la flore de l'Helvétien. Au Imihubel, comme dans les autres gisements, les éléments de la flore boréale sont peu abondants, *Ulmus*, *Alnus*, *Betula*, *Corylus*... sont présents mais discrètement, le plus fréquent étant le «type *Ulmus*» (*Polyporopollenites undulosus*). Mais ce «type *Ulmus*» peut également correspondre au genre *Zelkova* (et il est même très probable que, au Imihubel, il s'agisse de *Zelkova*) qui lui est un arbre dont la répartition actuelle est méditerranéenne ou extrême-orientale.

La question s'est posée des relations de l'Helvétien-type avec le Burdigalien et le Tortonien.

La flore que je viens d'étudier se place effectivement dans le Miocène moyen au moment où les influences paléogènes cessent de se faire sentir. Dans le Miocène inférieur subsistent encore des formes plus anciennes qui correspondaient en même temps à un climat plus chaud telles les *Sapotaceae*, les *Lauraceae*, *Tricolpopollenites villensis*... Par contre, dans le Miocène supérieur<sup>3)</sup> la dominance des conifères ailés se fait encore plus sentir de même que le développement des *Taxodiaceae-Cupressaceae*<sup>4)</sup>, d'*Alnus*, *Betula*, *Quercus*..., *Tricolpopollenites retiformis*, *Tricolporopollenites margaritatus*, *Triatriopollenites coryphaeus* par contre, tendent à disparaître (H. ALIMEN et J. SAUVAGE 1957), J. OSZAST (1960), G. VON DER BRELIE (1961), G. LATREILLE et H. MEON-VILAIN (1966).

#### CONCLUSION

Une macroflore a été trouvée dans une série équivalente à celle du Imihubel, à 12 km à l'Est de Imihubel, elle a été décrite par O. Heer qui cite les espèces suivantes (in R. F. RUTSCH, 1958):

- Pinus lardyana* Heer.
- Poacites subtilis* Heer.
- Myrica studeri* Heer.
- Myrica salicina* Unger.
- Laurus princeps* Heer.
- Primelea oeningensis* Heer.
- Pimelea crassipes* Unger.
- Protea lingulata* Heer.

<sup>3)</sup> Mes travaux en cours sur le Miocène et le Pliocène de la Bresse et du Dauphiné me permettent d'avoir une idée personnelle plus précise sur le développement de la flore pour le Miocène supérieur.

<sup>4)</sup> Il faut cependant noter que parmi les *Taxodiaceae-Cupressaceae* les différents auteurs signalent pour le Néogène un grand nombre de pollens du type *Sequoia*. W. H. ZAGWYN (1960) utilise même les variations de cette forme pour établir une zonation de ses niveaux de Hollande. J. HUARD (1966) également signale de nombreux bois de *Sequoia* dans les lignites «pontiens» d'Arjuzanx (Landes). J. SAUVAGE (H. ALIMEN et J. SAUVAGE (1957)) signale aussi des troncs de *Sequoia* dans les lignites «pontiens» du Lannemezan. Ces troncs ont été chariés de la chaîne des Pyrénées, les auteurs n'ont pas cependant trouvé de pollen de *Sequoia*. U. REIN, G. VON DER BRELIE le notent déjà en abondance dans le Miocène moyen. Or, dans le Sud-Est de la France, comme à Imihubel, je ne l'ai trouvé qu'en petite quantité par rapport aux autres *Taxodiaceae*, peut être faut-il penser que *Sequoia* n'existait pas dans nos régions alpines ou qu'il est lié aux grands bassins lignitifères.

*Banksia deikeana* Heer.  
*Banksia helvetica* Heer.  
*Vaccinium reticulatum* A. Bram.  
*Sapotacites parvifolius* Ettingh.  
*Cassia phaseolites* Unger.

On retrouve quelques-unes des familles ou des genres cités dans la microflore. Dans la microflore, on n'a cependant pas rencontré de *Lauraceae*, de *Thymeleaceae* (*Pimelea*), de *Proteaceae* (*Protea*, *Banksia*), ni de *Cesalpinaceae* (*Cassia*).

Nous avons ainsi une image aussi complète que possible dans l'état actuel de nos connaissances de la flore helvétique dans la région considérée.

Alors que l'utilisation des autres fossiles, Foraminifères, Mollusques, Echinodermes..., en raison des conditions écologiques, présentent des difficultés, les résultats de l'analyse pollinique me semblent apporter de bons renseignements stratigraphiques. Nous n'avons pas, je pense, «l'image pollinique» d'un milieu bien spécialisé mais la représentation de la flore d'une région entière et par conséquent de plusieurs microclimats. C'est une «moyenne» réalisée par la nature et c'est ce qui, je crois, fait la supériorité actuelle de l'analyse pollinique appliquée à la stratigraphie.

Les travaux ultérieurs fourniront probablement des datations plus précises. Il serait notamment nécessaire d'étudier les flores du Burdigalien-type et celles des niveaux appelés Sallomacien qui, en Aquitaine, sont directement superposés au Burdigalien-type. Les études en cours dans le Dauphiné et la Bresse dans des séries allant de l'Helvétien inférieur au Pliocène me permettront également de mieux évaluer la part des facteurs écologiques.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALIMEN M. H. et SAUVAGE J. (1957): *Données nouvelles sur les dépôts miocènes et pliocènes des Pyrénées centrales françaises (Analyse polliniques et morphologiques)*. Congrès INQUA Madrid-Barcelone, à paraître.
- BRELIE VON DER G. (1961): *Pollenstratigraphische Gliederung und fazielle Entwicklung des jüngeren Tertiärs (Oberoligozän bis Pliozän) in der Niederrheinischen Bucht*. Meyniana 10, 75–88.
- HUARD J. (1966): *Etude anatomique des bois de conifères des couches à lignite néogènes des Landes*. Mém. Soc. géol. Fr. 105, 5–85.
- KREMP G. O. W. (1965): *Morphologic Encyclopedia of Palynology*. University Arizona Press edit., Tucson, 185 p., 38 pl.
- KRUTZSCH W. (1962–1963 a et b – 1967): *Atlas der mittel- und jungtertiären dispersen Sporen- und Pollen sowie der Mikroplanktonformen des nördlichen Mitteleuropas*. Deutscher Verlag Wissenschaften, Berlin, Lief. I 108 p., 46 Taf., Lief. II 141 p., 50 Taf., Lief. III 128 p., 43 Taf., Lief. IV et V 232 p., 90 Taf.
- OSZAST J. (1960): *Pollen Analysis of Tortonian Clays from Stare Gliwice in Upper Silesia, Poland*. Monographiae Botanicae 9/1, 47 p.
- PONS A. (1964): *Contribution palynologique à l'étude de la flore et de la végétation pliocène de la région rhodanienne*. Thèse Fac. Sc. Montpellier, n° 335 in Ann. Sci. Naturelles, Bot. [12], 499–722.
- POTONIE R. (1956–58–60–66): *Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae*. Beih. geol. Jb., Hannover, I. Teil: Sporites, 23, 103 p., 11 Taf.; II. Teil: Sporites, Saccites, Aletes, Praecolpates, Polyplicates, Monocolpates, 31, 114 p., 11 Taf.; III. Teil: Nachträge Sporites, Fortsetzung Pollenites, 39, 189 p., 9 Taf.; IV. Teil: Nachträge zu allen Gruppen, 72, 244 p.
- REIN U. (1962): *Pollenstratigraphische Untersuchung des Braunkohlen-Flözprofils von Bornhausen am Harz*. Geol. Jb. 79, 677–684.

- RUTSCH R. F. (1958): *Das Typusprofil des Helvetien*. *Eclogae geol. Helv.* 51/1, 107–118.
- SITTLER CL. (1958): *Stratigraphie palynologique du Miocène en France. Analyse pollinique de différents gisements*. Colloque sur le Miocène, in C. R. 83<sup>o</sup> Congr. Soc. savantes de Paris et des départements 1958, p. 279–293.
- SONTAG E. (1966): *Mikrobotanische (palynologische) Untersuchungen am 2. Niederlausitzer Flözhorizont*. *Geologie, Beih.* 54, 48 p.
- THOMSON P. W. (1948): *Beitrag zur Mikropaläontologie und Waldgeschichte des Neogens (Jungtertiärs) von Niedersachsen und Schleswig-Holstein*. *Neues Jb. Miner. Geol. Paläont., Mh.* 1945–1948, p. 364–371.
- THOMSON P. et PFLUG H. (1953): *Pollen und Sporen des mitteleuropäischen Tertiärs*. *Paleontographica*, [B], 94, 138 p.

Manuscrit reçu le 18 avril 1968



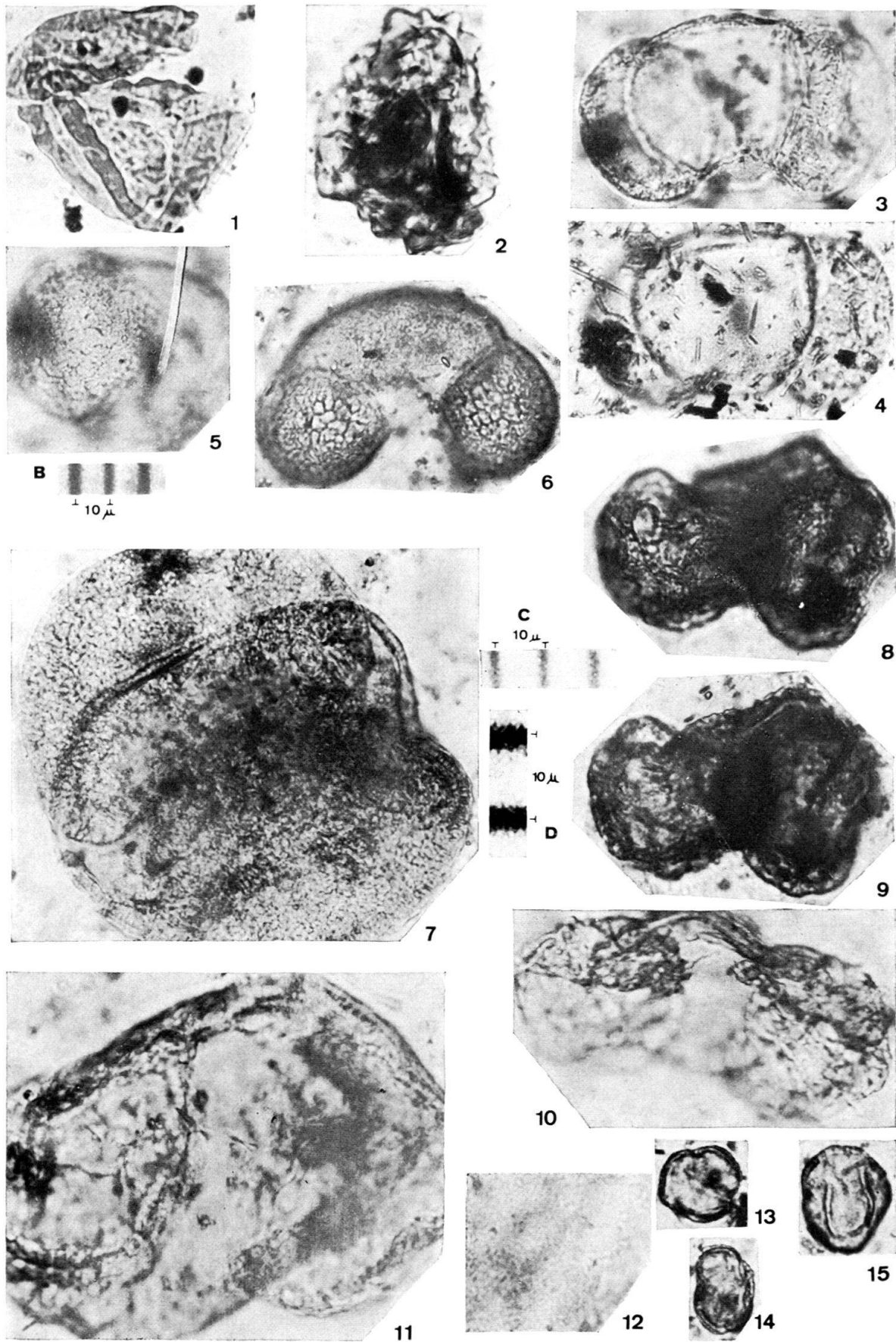
## Planche I

Fig. 1	<i>Cicatricosisporites</i> sp.	éch. n° 985 × 666
Fig. 2	<i>Verrucatosporites pseudoalienus</i>	n° 984 × 666
Fig. 3-4-5	<i>Pityosporites microlatus</i>	n° 982 × 466
Fig. 6	<i>Pityosporites labdacus</i>	n° 994 × 666
Fig. 7	<i>Pityosporites absolutus</i>	n° 997 × 466
Fig. 8-9	<i>Pityosporites</i> sp. 5	n° 989 × 666
Fig. 10	<i>Pityosporites</i> sp. 5	n° 982 × 666
Fig. 11-12	<i>Pityosporites</i> sp. 6	n° 996 × 1066
Fig. 13-14-15	Tricolpés indéterminés	n° 985 × 666

B Echelle pour fig. 3-5 et 7

C Echelle pour fig. 1, 2, 6, 8-10, 13-15

D Echelle pour fig. 11 et 12



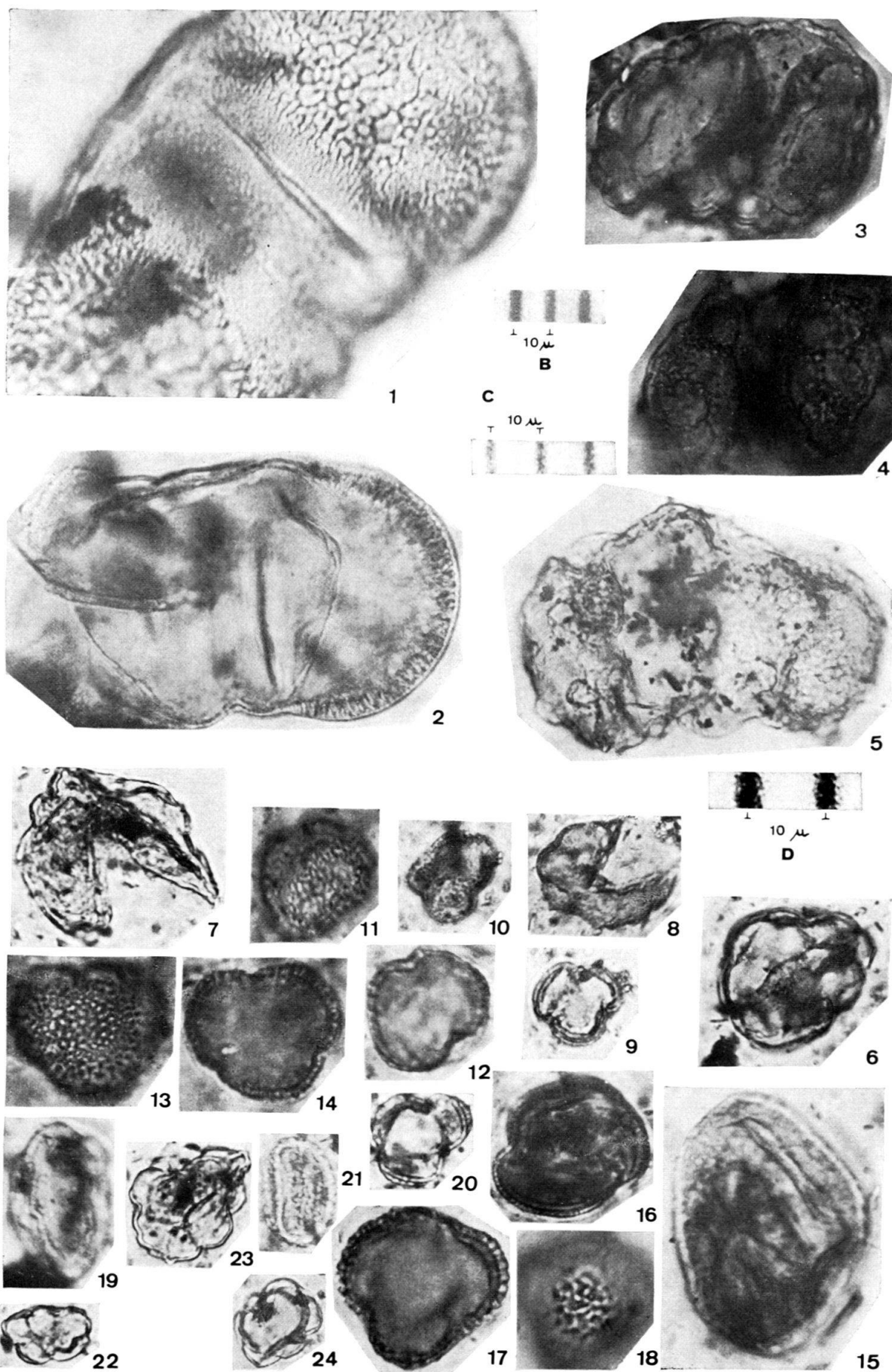
## Planche II

Fig. 1	<i>Pityosporites</i> sp. 3	n° 982 × 666
Fig. 2	<i>Pityosporites</i> sp. 3	n° 982 × 466
Fig. 3-4	<i>Pityosporites</i> sp. 6	n° 996 × 666
Fig. 5	<i>Pityosporites</i> sp. 6	n° 997 × 666
Fig. 6	<i>Inaperturopollenites dubius</i>	n° 993 × 666
Fig. 7	<i>Inaperturopollenites hiatus</i>	n° 984 × 666
Fig. 8	<i>Inaperturopollenites hiatus</i>	n° 989 × 466
Fig. 9	<i>Tricolpollenites</i> sp.	n° 997 × 666
Fig. 10	<i>Tricolpollenites retiformis</i>	n° 989 × 666
Fig. 11-12	<i>Tricolpollenites retiformis</i>	n° 989 × 1066
Fig. 13-14	<i>Tricolpollenites retiformis</i>	n° 989 × 1066
Fig. 15	Tricolpé indéterminé	n° 989 × 1066
Fig. 16	Tricolpé indéterminé	n° 989 × 1066
Fig. 17-18	Tricolpé indéterminé	n° 989 × 1066
Fig. 19	Tricolpé indéterminé	n° 985 × 666
Fig. 20	Tricolpé indéterminé	n° 985 × 666
Fig. 21	Tricolpé indéterminé	n° 982 × 466
Fig. 22	<i>Multilobopollenites imiensis</i>	n° 984 × 666
Fig. 23	<i>Multilobopollenites imiensis</i>	n° 984 × 666
Fig. 24	<i>Multilobopollenites imiensis</i>	n° 984 × 466

B Echelle pour fig. 2, 8, 21, 24

C Echelle pour fig. 1, 3-7, 9, 10, 19, 20, 22, 23

D Echelle pour fig. 11-18



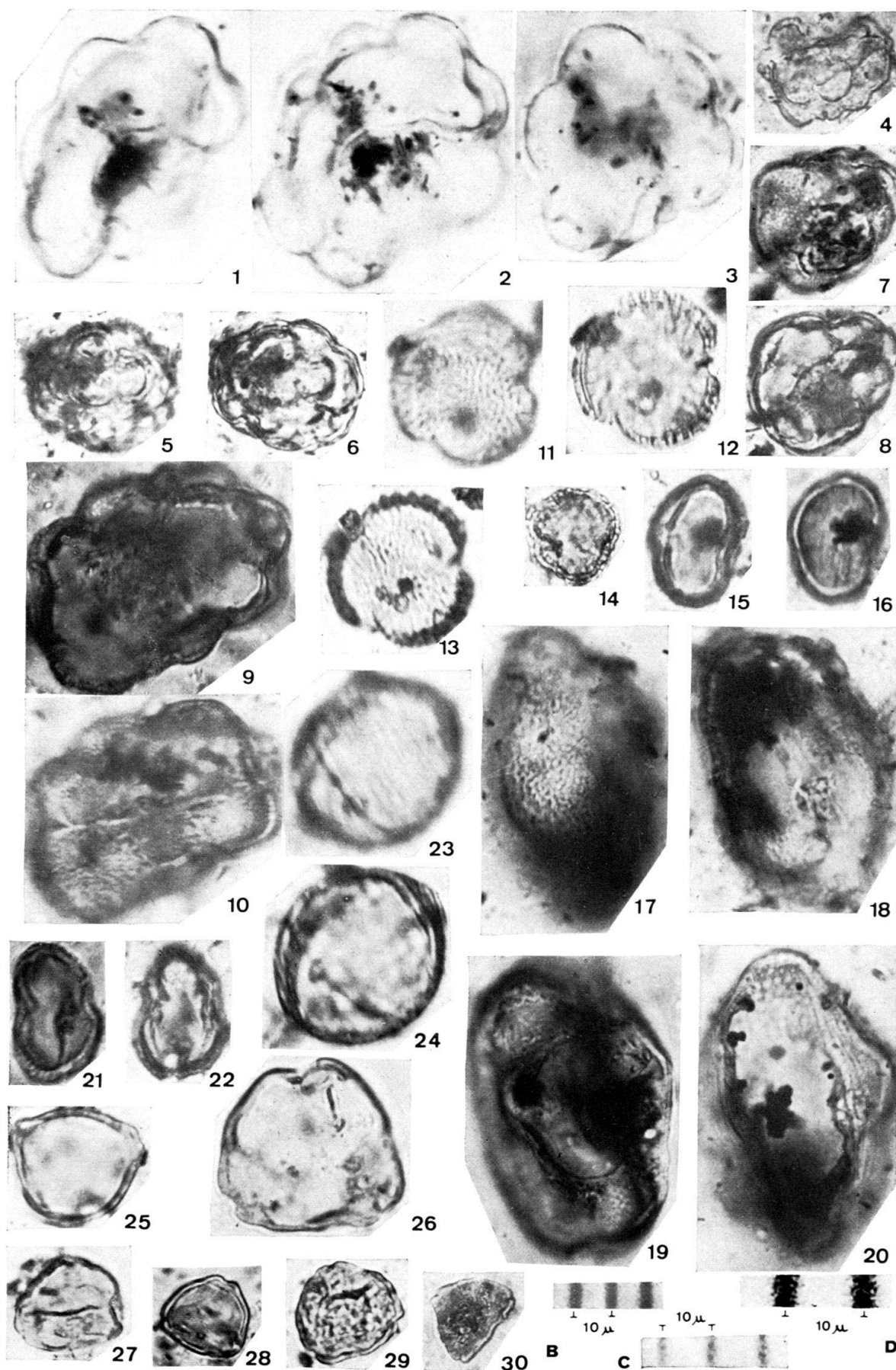
### Planche III

Fig. 1-2-3	<i>M. imiensis</i> holotype	n° 996	× 1066
Fig. 4	<i>M. imiensis</i>	n° 994	× 466
Fig. 5-6	<i>M. imiensis</i>	n° 984	× 666
Fig. 7-8	<i>M. reticulatus</i>	n° 993	× 666
Fig. 9-10	<i>M. reticulatus</i> holotype	n° 989	× 1066
Fig. 11-12-13	<i>Tricolporopollenites margaritatus</i>	n° 982	× 666
Fig. 14	<i>Tricolporopollenites margaritatus</i>	n° 997	× 666
Fig. 15-16	<i>Tricolporopollenites</i> sp. 1	n° 989	× 1066
Fig. 17-18-19-20	<i>Tricolporopollenites</i> sp. 2	n° 989	× 1066
Fig. 21-22	<i>Tricolporopollenites</i> sp. 3	n° 989	× 1066
Fig. 23-24	<i>Faguspollenites</i>	n° 982	× 666
Fig. 25	<i>Triatriopollenites bituitus</i>	n° 982	× 666
Fig. 26	<i>Triatriopollenites coryphaeus microroryphaeus</i>	n° 985	× 1066
Fig. 28	<i>Triatriopollenites coryphaeus microroryphaeus</i>	n° 989	× 1066
Fig. 27-29	<i>Triatriopollenites coryphaeus punctatus</i>	n° 997-984	× 666
Fig. 30	<i>Triatriopollenites excelsus</i>	n° 992	× 466

B Echelle pour fig. 4, et 30

C Echelle pour fig. 5-8, 11-14, 23-25, 27-29

D Echelle pour fig. 1-3, 9, 10, 15-22, 26, 28



## Planche IV

Fig. 1-2	<i>Tetracolporopollenites</i> sp.	n° 992 × 1066
Fig. 3	<i>Triatriopollenites coryphaeus punctatus</i>	n° 996 × 666
Fig. 4	<i>Extratropopollenites basalis</i>	n° 982 × 666
Fig. 5-6	<i>Polyvestibulopollenites verus</i>	n° 996 × 666
Fig. 7-8-9	<i>Ericaceoipollenites roboreus</i>	n° 982 × 666
Fig. 10-11	<i>Sparganiaceapollenites polygonalis</i>	n° 982 × 666
Fig. 12	<i>Graminaepollenites</i> sp.	n° 997 × 666
Fig. 13	Champignon	n° 982 × 666
Fig. 14	Champignon	n° 997 × 466
Fig. 15	Champignon	n° 993 × 1066
Fig. 16	Champignon	n° 993 × 120
Fig. 17	Hystrichosphères	n° 984 × 466
Fig. 18-19	Hystrichosphères?	n° 993 × 666

A Echelle pour fig. 16

B Echelle pour fig. 14 et 17

C Echelle pour fig. 3-13, 18-19

D Echelle pour fig. 1-2, 15

