Géologie Alpine, t. 51, 1975, p. 51-78

Etude géologique et stratigraphique (palynologie et nannoflore calcaire) des Grès des Voirons (Palogène de Haute-Savoie, France)

par Roger JAN DU CHÊNE *, Georges GORIN *
et Jan VAN STUIJVENBERG **

RÉSUMÉ. — L'étude lithologique et biostratigraphique des Grès des Voirons (Haute-Savoie, France) permet de définir 4 associations de Dinophycées entre le Thanétien inférieur et le Lutétien. Ces associations sont corrélées avec les zones de nannofossiles calcaires de MARTINI (1971). Une cinquième association définie dans un affleurement isolé est datée du Priabonien supérieur par la nannoflore. Cet âge relatif, ainsi que les données lithologiques et géophysiques permettent d'exclure cet affleurement de la série des Grès des Voirons. Un tableau donne la répartition stratigraphique des principaux pollens et spores. Des corrélations sont proposées entre le Paléogène des Grès des Voirons, des bassins anglais, français et belge et de l'Espagne du Nord.

Il est démontré que le contact stratigraphique entre les Grès des Voirons et les Conglomérats du Vouan qui leur sont superposés n'est pas synchrone.

ABSTRACT. — The Lower Thanetian to Lutetian Grès des Voirons (Haute-Savoie, France) are subdivided into 4 successive associations of Dinoflagellates which are correlated with the calcareous nannoplankton zonation of MARTINI (1971). In an isolated outcrop, an Upper Priabonian Dinoflagellate association was encountered. For lithological, geophysical and age reasons, this association does not belong to the Grès des Voirons. The stratigraphically more important spores and pollen are tabulated. Tentative correlations are proposed between the Paleogene of the Voirons and certain basins of England, France, Belgium and Spain. It was also shown that the contact between the Grès des Voirons and the overlying Conglomérats du Vouan is not synchrone.

ZUSAMMENFASSUNG. — In den Grès des Voirons (Haute-Savoie, France) sind 4 aufeinanderfolgende Dinoflagellaten-Vergesellschaftungen gefunden worden, die sich altersmässig vom Unteren Thanetien bis ins Lutetien erstrecken. Diese Dinoflagellaten-Vergesellschaftungen wurden mit der Nannoplankton-Zonierung von MARTINI (1971) korreliert. In einem isolierten Aufschluss wurden Dinoflagellaten von Oberpriabonem Alter gefunden. Das Alter dieser Vergesellschaftung sowie lithologische und geophysikalische Gründe zeigen, dass dieser Aufschluss nicht zu den Grès des Voirons gehört. Eine Tabelle zeigt die stratigraphische Verbreitung der wichtigeren Pollen und Sporen. Korrelationsvorschläge werden gemacht zwischen dem Paleogen der Grès des Voirons und Becken in England, Frankreich, Belgien und Spanien. Es wird schliesslich gezeigt, dass der Kontakt zwischen den Grès des Voirons und den darüberliegenden Conglomérats du Vouan nicht synchron ist.

* Laboratoire de Paléontologie, Section des Sciences de la Terre, Université de Genève, 13, rue des Maraîchers, 1211 Genève 4 (Suisse).

** Geologisches Institut der Universität, Sahlistrasse 6, Berne (Suisse).

I. INTRODUCTION

La chaîne des Voirons est située à l'E de Genève, à proximité de la rive française du lac Léman (fig. 1). Elle est limitée au N par la route D 20 reliant Bons à Saxel et au S par la vallée de la Menoge. Son sommet atteint 1 480 m. Du point de vue tectonique, cette chaîne appartient à l'unité ultrahelvétique des Préalpes externes qui se prolonge vers le NE dans les Préalpes vaudoises, fribourgeoises et bernoises (Suisse). Aug. LOMBARD (1940) a décrit les formations qui constituent les Voirons et a défini, de la base au sommet :

— la molasse autochtone ;
— la molasse subalpine ;
— des lentilles de conglomérats polygéniques formant contact entre la molasse subalpine et la nappe des Préalpes externes ;
— la nappe des Préalpes externes constituée par des Flyschs de base, des écailles mésozoïques et nummulitiques et par les Grès nummulitiques des Voirons et les Conglomérats du Vouan.

Notre étude stratigraphique, basée sur la palynologie et les nannofossiles calcaires, est consacrée aux Grès nummulitiques des Voirons dont les équivalents latéraux sont les flyschs préalpins suisses de la Bera, du Schlieren et du Gurnigel. HOMEWOOD (1974), après FAVRE et SCHARDT (1887), SARASIN (1894) et TERCIER (1928), remet en évidence la différence entre les flyschs ultrahelvétiques internes de la zone des cols du Pillon et des Mosses (Vaud, Suisse) et les flyschs ultrahelvétiques externes du Schlieren, du Gurnigel, de la Bera et des Voirons. HOMEWOOD (1974, p. 397) attribue aux flyschs du Schlieren, du Gurnigel, de la Bera et des Voirons une origine plus interne que le domaine ultrahelvétique et valaisan. SARASIN, en 1894 déjà, leur donnait même une origine austro-alpine supérieure.

II. LES GRÈS DES VOIRONS

Les Grès des Voirons forment la crête et le versant E de la chaîne. Cette série détritique affleure plus au N dans la colline des Allinges (fig 1 et 6). Sur les bords de la Dranse (fig. 1 et 5) on retrouve un affleurement noté flysch éocène ultrahelvétique par BADOUX (1965). Ce flysch affleure également dans la carrière du Fenalet entre le Bouveret et St-Gingolph (JAN DU CHÊNE et MOREL, 1975). BADOUX (1965) attribuait un âge priabonien à ces affleurements et à leurs équivalents latéraux, les Grès des Voirons et du Gurnigel.

Les récents travaux de HEKEL (1968) et de KAPPELOS (1973) donnent aux Grès du Gurnigel un âge maestrichtien à lutétien. Aug. LOMBARD (1940, p. 52) attribue un âge thanétien à lutétien aux Grès des Voirons. Cette série est constituée par une alternance de bancs conglomératiques, gréseux et marneux, d'épaisseur variable. Les affleurements sont rares. Ce sont d'anciennes carrières, des talus de routes et des fonds de torrents. Les coupes présentent de nombreux intervalles recouverts par la végétation, les éboulis, la moraine quaternaire ou le sol de flysch (BADOUX, 1965). Le contact tectonique entre les Flyschs de base et les Grès des Voirons n'est jamais visible. La base de la série n'est donc pas datée.

Les affleurements et coupes étudiés sont localisés sur la fig. 1. Il s'agit de :

1) Coupe de la route reliant Bons à Saxel (fig. 2).
2) Coupe de la route reliant Juffly à Le Planet (fig. 3).
3) Coupe du ruisseau des Gras (fig. 4).
4) Affleurements de la région du Pont de Fillinges (fig. 5).
5) Les falaises du flanc W des Voirons.
6) Route Clavel - Hôtel des Voirons.
7) La carrière des Allinges (fig. 6).
8) Affleurement de la Dranse entre Thonon-les-Bains et Armoy (fig. 5).

III. RÉSULTATS BIOSTRATIGRAPHIQUES

1. Introduction.

La zonation standard de MARTINI (1971), basée sur les nannofossiles calcaires, a été choisie comme échelle de référence stratigraphique pour cette étude. *Nannotetrina fulgens,* proposée par ACHUTAN et

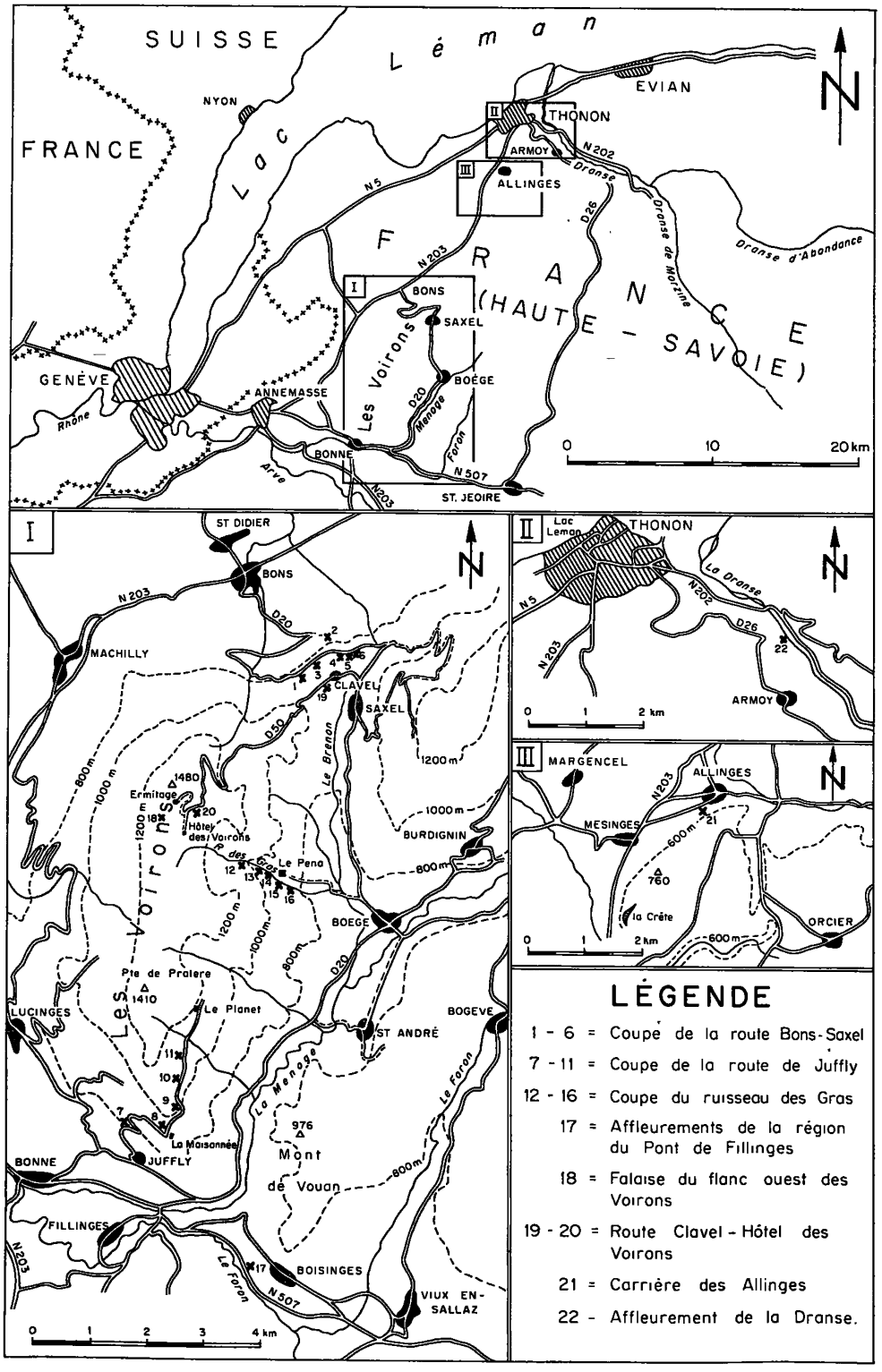

Fig. 1. — Situation des affleurements.

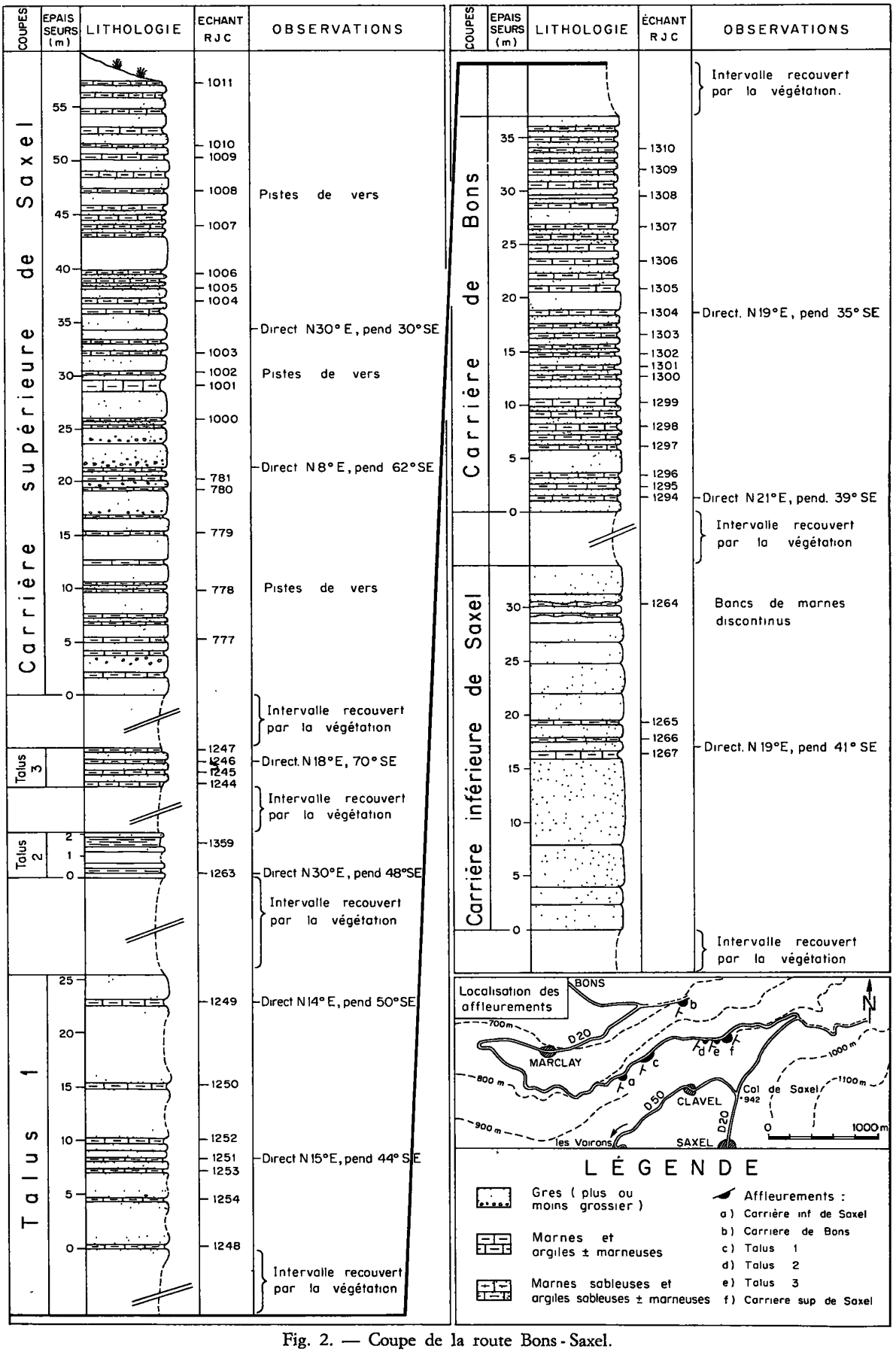

Fig. 2. — Coupe de la route Bons - Saxel.

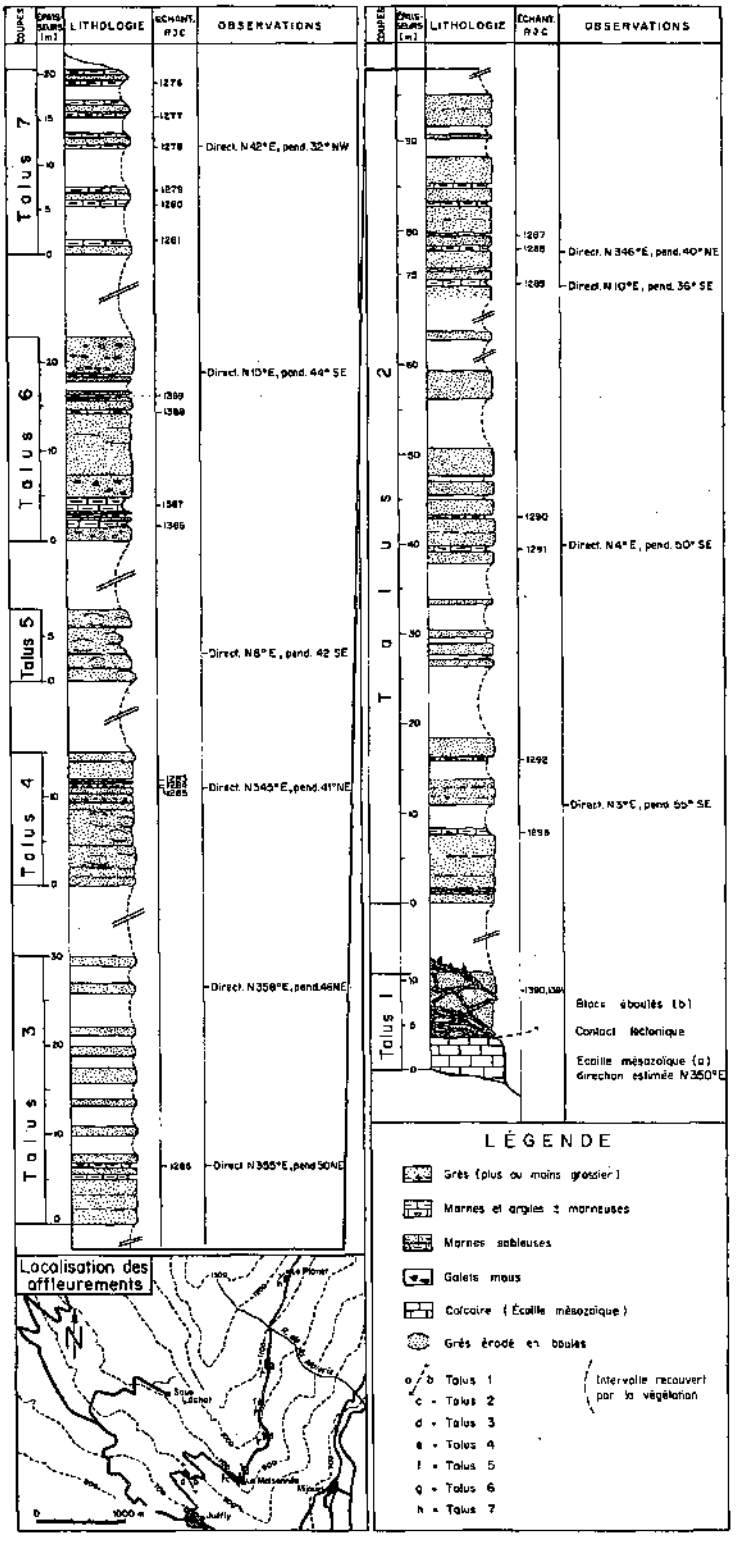

Fig. 3. — Coupe de la route de Juffly.

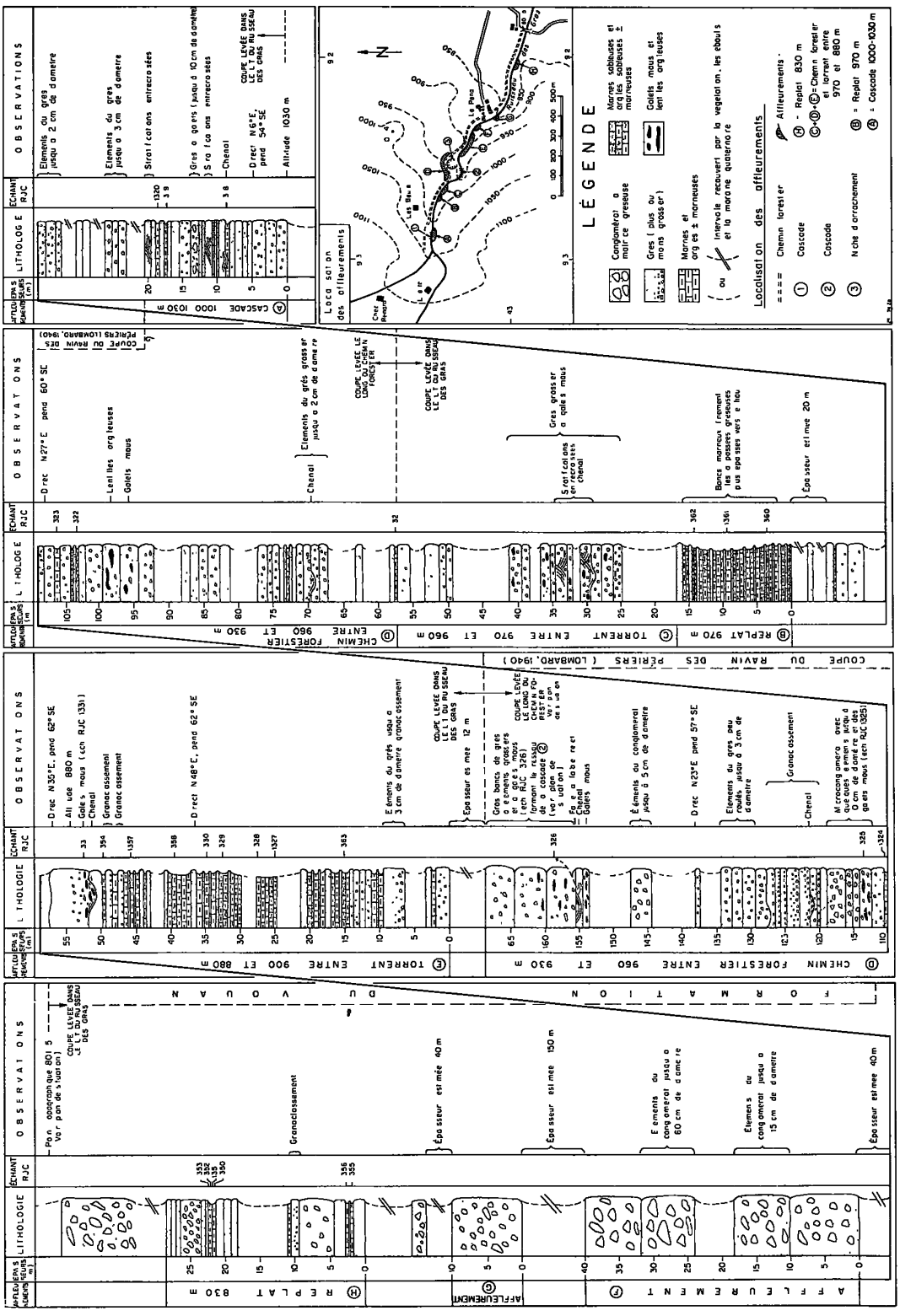

Fig. 4. — Coupe du ruisseau des Gras.

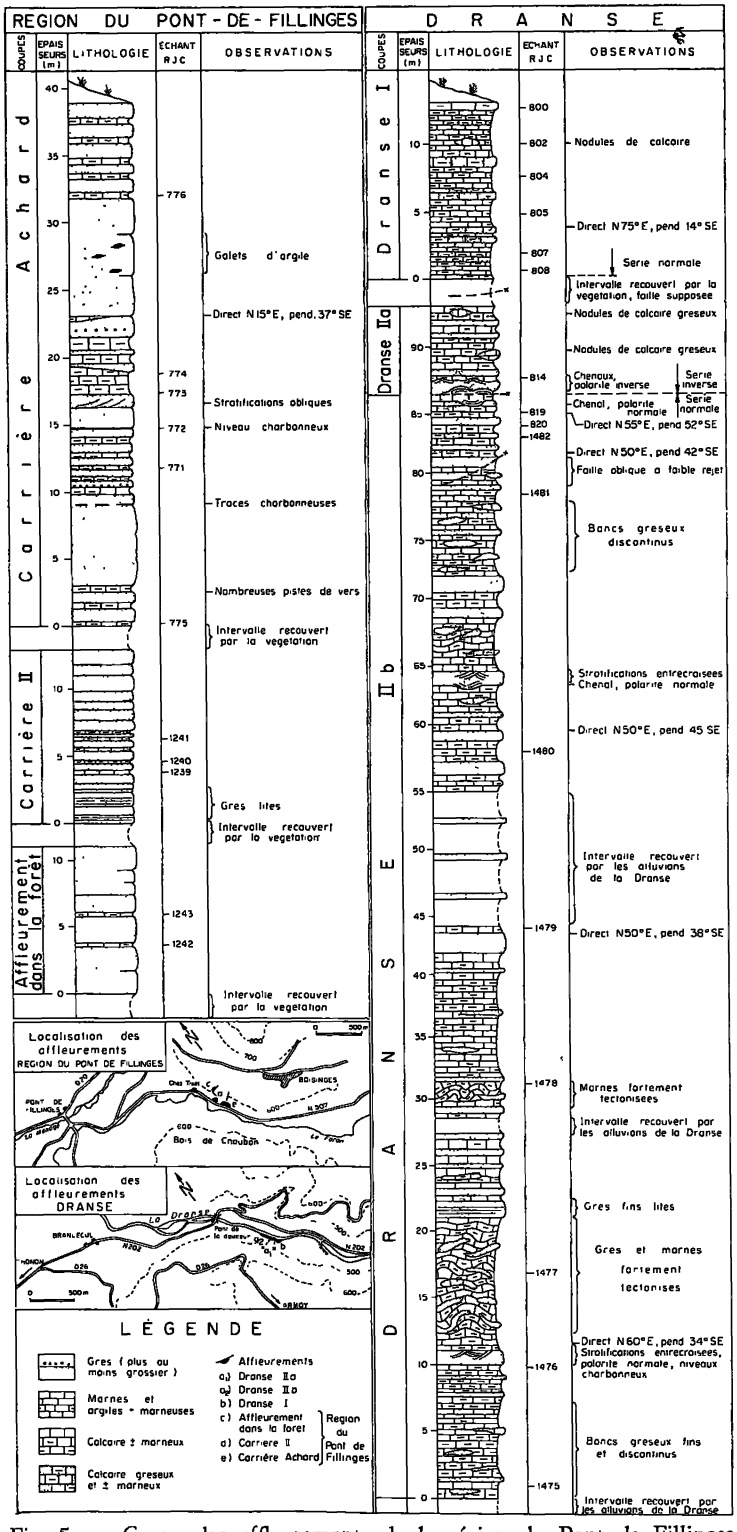

Fig. 5. — Coupe des affleurements de la région du Pont de Fillinges et de la Dranse.

STRADNER (1969) pour *Chiphragmalithus alatus* (NP 15), a été utilisée dans ce travail. La fig. 14 donne les équivalences entre la zonation de nannofossiles de MARTINI (1971), les associations palynologiques décrites dans les Grès des Voirons et les successions des étapes des bassins belge, français et anglais et de l'Espagne du Nord.

1-1. PALYNOLOGIE.

Les préparations palynologiques ont révélé une riche microflore constituée essentiellement de Dinophysées. Des pollens et des spores d'origine continentale sont concentrés dans quelques échantillons. Certains niveaux sont remarquables par la présence de scolécodontes de petites tailles (JAN DU CHÊNE et GORIN, 1974 ; JAN DU CHÊNE, 1975). La matière organique non figurée est généralement fortement carbonisée, de couleur brune à noire.

L'analyse palynologique a permis de définir 5 associations de Dinophycées basées sur la répartition des espèces des genres *Deflandrea* EISENACK 1938, *Wetzeliella* EISENACK 1938 et *Areosphaeridium* EATON 1971. Souvent, dans les coupes de terrain étudiées, des intervalles recouverts par la végétation ne permettent pas de situer stratigraphiquement la base ou le sommet ou même la totalité d'une ou plusieurs associations. Nous avons défini, de la

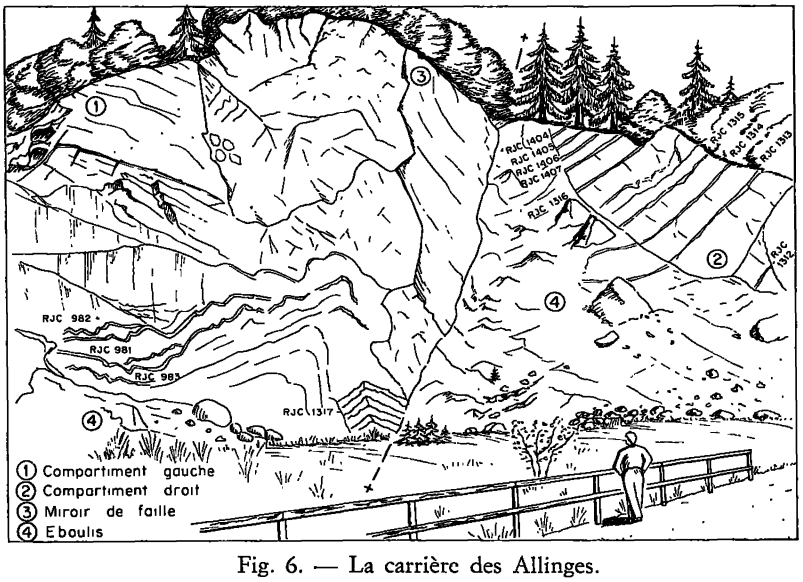

Fig. 6. — La carrière des Allinges.

base au sommet de la coupe :

1. Association à *Deflandrea speciosa.*
2. Association à *Wetzeliella homomorpha.*
3. Association à *Wetzeliella coleothrypta.*

Au-dessus de ces trois associations, un intervalle stratigraphique est toujours recouvert par la végétation. Cet intervalle se situe entre les zones NP 12 et NP 15 de MARTINI (1971).

4. Association à *Wetzeliella articulata.*

Cette association marque le sommet des coupes de Saxel et du ruisseau des Gras.

Dans l'affleurement isolé de la Dranse, situé stratigraphiquement au-dessus de l'association n° 4, on trouve :

5. Association à *Aerosphaeridium diktyoplokus.*

1-2. NANNOFOSSILES CALCAIRES.

Les nannofossiles calcaires de 58 échantillons ont été étudiés afin d'établir des corrélations entre la zonation de MARTINI (1971) et les associations palynologiques des Voirons. Seule une étude qualitative des formes importantes a été entreprise en microscopie optique.

Les remaniements sont abondants dans les flyschs. Les âges mentionnés sont donc des âges minima. Une grande prudence a été observée dans le cas où une extinction d'espèce définit une limite de zone.

2. Description des 5 associations de phytoplancton organique et de la nannoflore calcaire associée.

2-1. ASSOCIATION A *Deflandrea speciosa.*

Les Dinophycées caractéristiques de cette association sont *Deflandrea speciosa, D. striata, D. œbisfeldensis* et *Aréoligera coronata.* La limite inférieure de l'association est inconnue. L'échantillon RJC 1292 de la coupe de la route de Juffly est le niveau le plus ancien stratigraphiquement que nous ayons pu observer. Il appartient à la zone NP 15 à *Fasciculithes tympaniformis.* Le nannoplancton calcaire est rare dans ce niveau. Nous y avons trouvé quelques exemplaires de *Fasciculithes sp.*

L'association à *D. speciosa* est surmontée par celle à *Wetzeliella homomorpha.* En Europe occidentale, l'apparition du genre *Wetzeliella* se situe au sommet du Thanétien (CARO, 1973, p. 335-337). L'association à *D. speciosa* doit donc être considérée comme thanétienne et peut-être préthanétienne. Cette datation basée sur la palynologie est confirmée par l'étude des nannofossiles calcaires.

Les échantillons de l'association à *D. speciosa* appartiennent aux zones de nannofossiles NP 5, NP 6, NP 7 et NP8 et à l'extrême base de la zone NP 9 (MARTINI, 1971). La zone NP 6 est marquée par l'apparition du genre *Heliolithus,* les zones NP 7 et NP 8 par l'association des premiers *Discoaster,* particulièrement *D. gemmeus.*

Heliolithus riedeli, trouvé dans le stratotype du Thanétien, caractérise la zone NP 8. Cette espèce (pl. III, fig. 12 et 13), rarement observée en Europe occidentale, a été trouvée dans le talus 3 de la route de Juffly (fig. 3) qui peut être attribué à la zone NP 8. On trouve également dans ces niveaux *Discoaster mohleri, D. helianthus, D. megastypus* et *D. cf. nobilis.*

La limite supérieure de l'association à *D. speciosa* se situe dans la partie basale de la zone NP 9 à *Discoaster multiradiatus.* Cette limite est observable à la base de la carrière de Bons (fig. 7). L'ensemble de ces observations confirme l'âge thanétien et peut-être préthanétien de l'association à *D. speciosa.*

CARO (1973, p. 331) définit une zone à *D. speciosa* dans la coupe de Campo (Espagne du N). Sa limite supérieure est marquée par l'apparition du genre *Wetzeliella* qui correspond au sommet de la zone à *Heliolithus riedeli* (CARO, 1973, p. 335). La position stratigraphique de la limite supérieure de la zone à *D. speciosa* de CARO est donc proche de la limite supérieure de notre association à *D. speciosa.*

Elle correspond à la base de la zone à *Discoaster multiradiatus* et de la zone à *Alveolina levis* (CARO et al., 1975).

2-2. ASSOCIATION A *Wetzeliella homomorpha.*

La base de cette association est marquée par l'apparition massive du genre *Wetzeliella* avec les espèces *homomorpha, homomorpha* var. *quinquelata, hyperacantha* et *parva,* et par la disparition complète de *Deflandrea speciosa, D. œbisfeldensis* et *D. striata.* On trouve également *D. phosphoritica* et *D. cornumammillata. D. wetzeli* est rare. *Aeroligera*

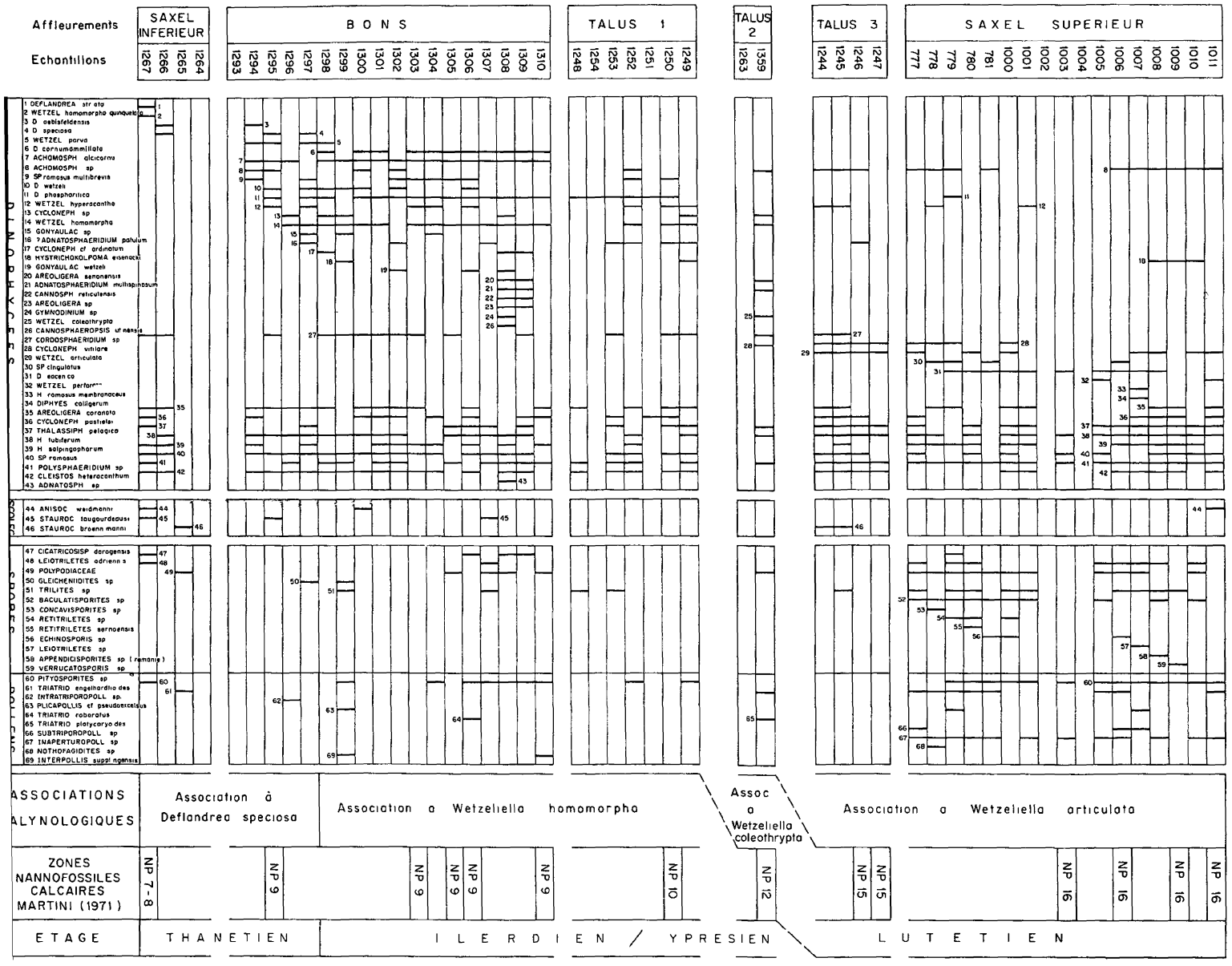

Fig. 7. — Diagramme de répartition de la microflore dans la coupe de la route Bons - Saxel.

coronata est moins abondante que dans l'association à *D. speciosa*. Le nombre des espèces représentées augmente dès la base de l'association à *W. homomorpha*.

La limite inférieure de cette association est observable dans le diagramme de répartition de la carrière de Bons (fig. 7) entre les échantillons RJC 1297 et 1298. Elle est située dans la partie inférieure de la zone NP 9 à *Discoaster multiradiatus*.

Certains échantillons comme RJC 1361 et RJC 1250 contiennent plus de 80 % de Coccolithes remaniés du Crétacé supérieur. La ressemblance entre *Marthasterites furcatus* du Coniacien (Manivit, 1971) et *Marthasterites tribrachiatus* de

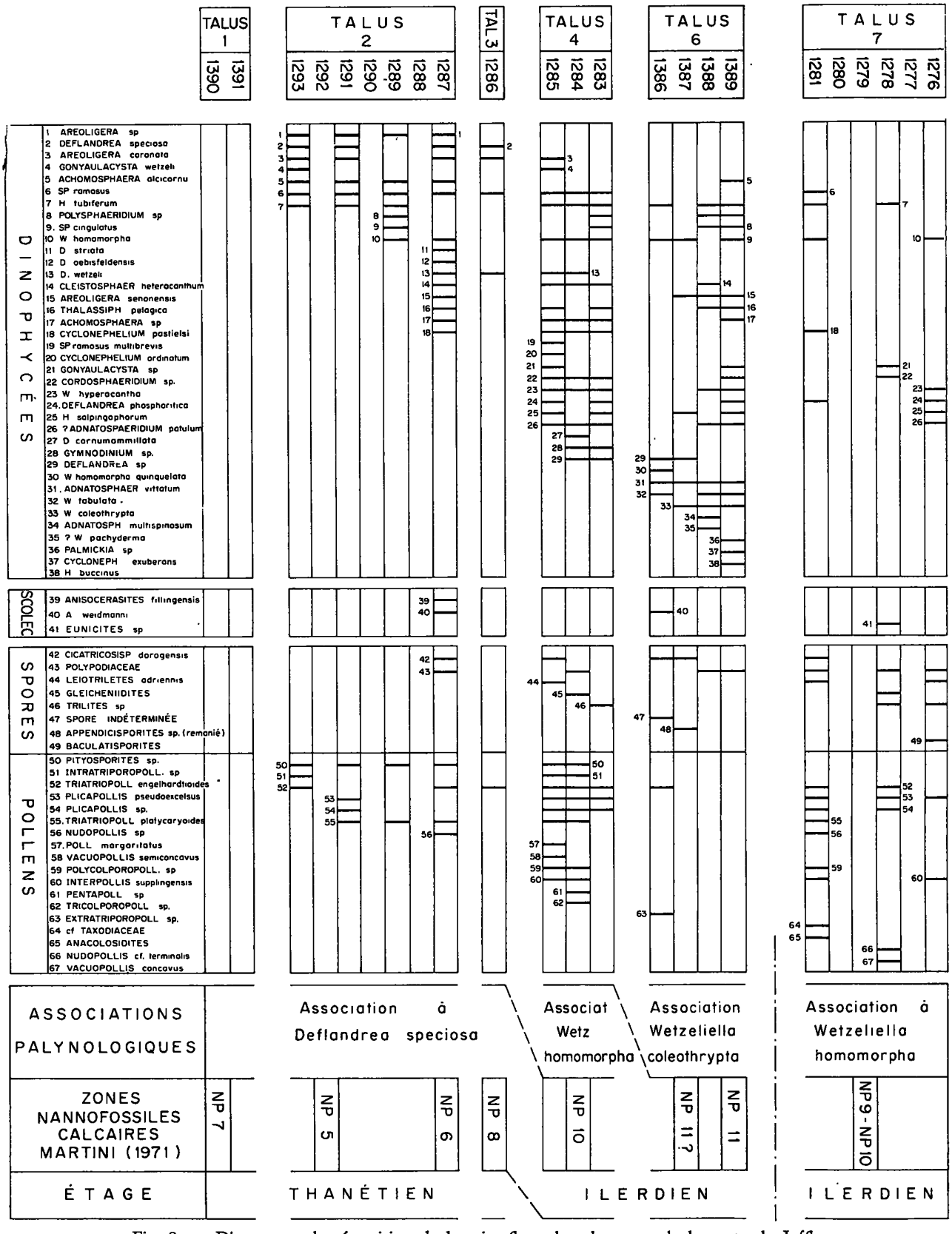

Fig. 8. — Diagramme de répartition de la microflore dans la coupe de la route de Juffly.

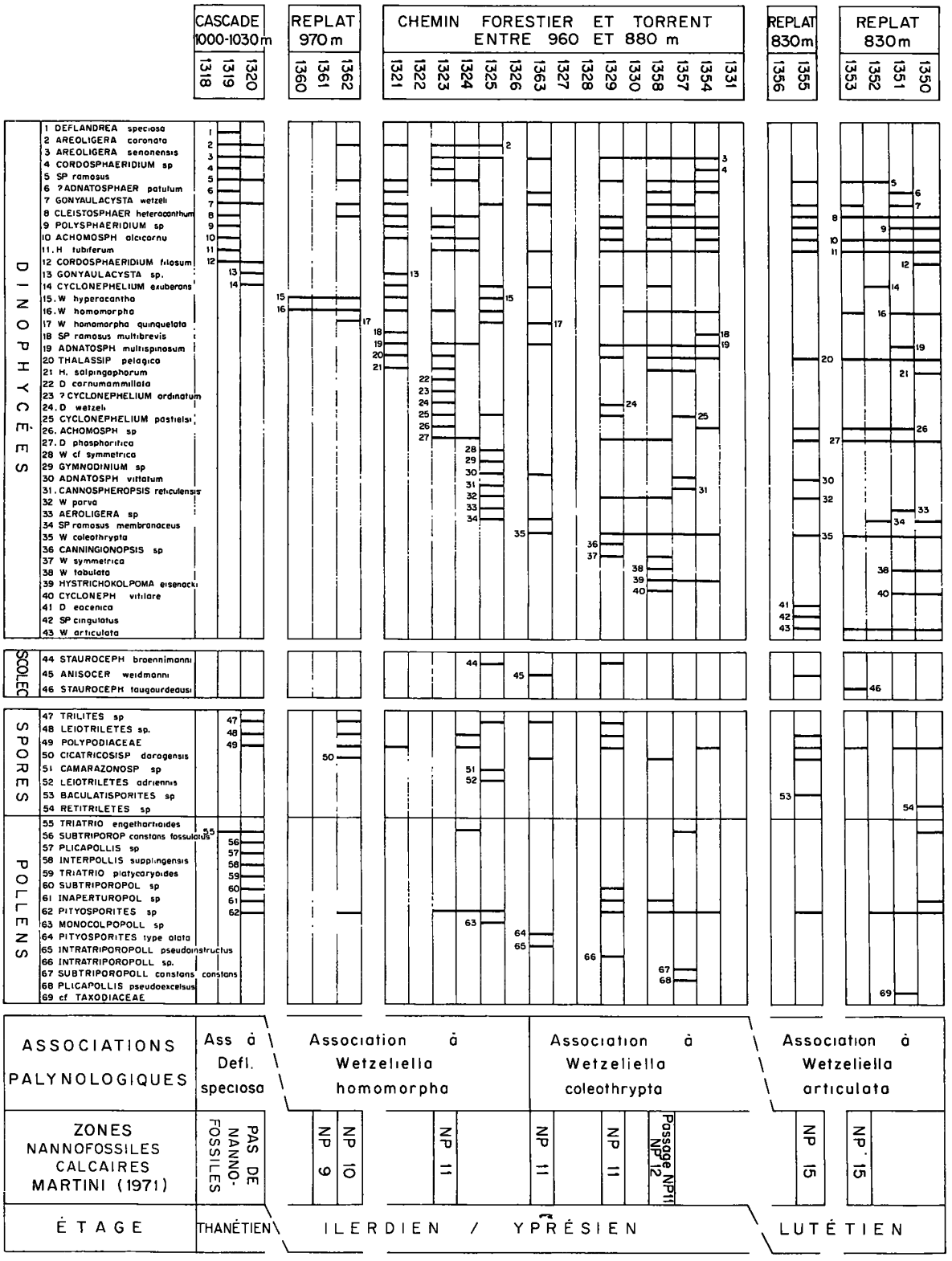

Fig. 9. — Diagramme de répartition de la microflore dans la coupe du ruisseau des Gras.

l'Eocène inférieure (NP 11-NP 12) peut alors être gênante. L'association à *W. homomorpha* couvre les zones à *Discoaster multiradiatus, Marthasterites contortus* et la base de la zone à *Discoaster binodosus*. Elle correspond aux zones palynologiques à *W. hyperacantha,* à *W. articulata* et à la base de la zone à *W. unicaudalis* de Campo (CARO, 1973, p. 335). *W. hyperacantha* est présente dans nos échantillons. Nous renonçons pourtant à définir une association à *W. hyperacantha* pour deux raisons :

a) *W. homomorpha* est beaucoup plus abondante que *W. hyperacantha.*

b) *W. homomorpha* possède une plus grande répartition géographique que *W. hyperacantha.* Cette dernière espèce est rare dans les bassins du NW de l'Europe, probablement pour des raisons écologiques (CARO et al., 1975).

W. articulata et *W. unicaudalis* fréquentes à Campo dans ces niveaux, n'ont pas été retrouvées dans les Grès des Voirons.

Le sommet de notre association à *W. homomorpha* est marquée par l'apparition de *W. coleothrypta.*

2-3. ASSOCIATION A *Wetzeliella coleothrypta.*

L'apparition brutale et massive de *Wetzeliella coleothrypta* caractérise la base de cette association. *W. homomorpha, Deflandrea posphoritica* et *D. cornumammillata* sont présentes dans ces niveaux. *W. cf. tabulata* et *W. glabra* var. *granulata* y sont fréquentes.

La limite inférieure de l'association à *W. coleothrypta* est observable dans la coupe du ruisseau des Gras (fig .9). Elle est située dans la partie inférieure de la zone NP 11 à *Discoaster binodosus.*

La position stratigraphique du sommet de l'association n'est pas connue. Le dernier niveau visible se situe dans la zone NP 12 à *Marthasterites tribrachiatus.* Il s'agit de l'échantillon RJC 1359 du talus 2 de la coupe de la route de Bons à Saxel.

Les échantillons de l'association à *W. coleothrypta* dont la nannoflore calcaire a été analysée appartiennent tous aux zones NP 11 et NP 12. On remarque dans ces niveaux l'absence de *W. articulata,* présente dans le bassin de Paris dès la base du Cuisien (CHATEAUNEUF, in CARO, 1973, p. 340). En Angleterre, cette espèce est déjà signalée à la base de la London Clay (CARO, 1973, fig. 4) considérée comme équivalente à l'Yprésien inférieur

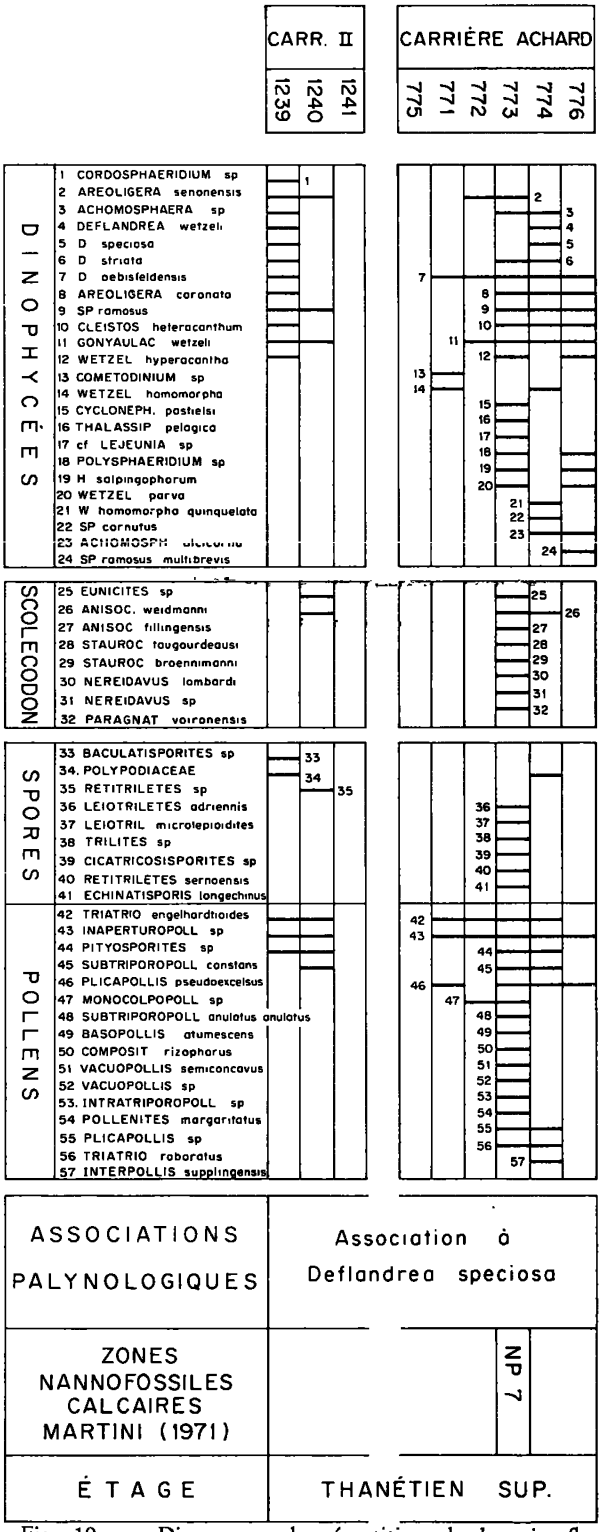

Fig. 10. — Diagramme de répartition de la microflore dans les affleurements de la région du Pont de Fillinges.

(POMEROL, 1973, p. 114). Enfin, dans la coupe Höllberg-Schwyberg des Grès du Gurnigel (KAPPELOS, 1973), *W. articulata* n'apparaît massivement que dans la zone NP 14 à *Discoaster sublodoensis* (JAN DU CHÊNE, résultats non publiés). Il semble possible, dans la série du Gurnigel où toutes les zones de nannoplancton calcaire sont représentées, de définir une ou plusieurs associations intermédiaires entre celle à *W. coleothrypta* et celle de *W. articulata* décrites dans la série des Voirons.

2-4. ASSOCIATION A *Wetzeliella articulata.*

Cette association est caractérisée par la présence massive de *Wetzeliella articulata.* On ne connaît ni la base, ni le sommet de l'association.

W. articulata est associée à d'abondants *Cyclonephelium vitilare* dans le talus 3 de la route Bons-Saxel, à *W. coleothrypta* dans les niveaux supérieurs de la coupe du ruisseau des Gras. Au sommet de la carrière supérieure de Saxel apparaît *W. perforata* (JAN DU CHÊNE et CHATEAUNEUF, 1975). Cette espèce est également rencontrée dans l'association à *Areosphaeridium diktyoplokus* définie dans l'affleurement de la Dranse.

Dans la carrière supérieure de Saxel, les nannofossiles calcaires sont peu abondants. On ne trouve qu'une association de l'Eocène moyen s. l. avec *Discoaster barbadiensis* et *Cyclococcolithina gammation.* Les espèces marqueuses telles que *Reticulofenestra umbilica, Nannotetrina* sp. manquent. Seul *Chiasmolithus solitus* est présent et permet de donner à ces niveaux un âge lutétien au maximum (zone NP 16 à *Discoaster tani nodifer*).

2-5. ASSOCIATION A *Areosphaeridium diktyoplokus.*

Cette association est définie par la présence d'*Areosphaeridium diktyoplokus, Areosphaeridium arcuatum* et *Wetzeliella perforata. A. diktyoplokus* et *A. arcuatum* n'ont été observés que dans l'affleurement isolé de la Dranse (fig. 5 et 12). *W. perforata* est déjà présente au sommet de la carrière de Saxel (NP 16).

A. diktyoplokus et *A. arcuatum* sont déjà signalés dans les niveaux inférieurs des Bracklesham Beds (Cuisien, fig. 14) en Angleterre par EATON (1971). Dans le bassin de Paris, *A. diktyoplokus* est présent dans l'Auversien et le Marinésien (Bartonien inférieur et moyen) (CHATEAUNEUF, in POMEROL, 1973, p. 114). GRUAS-CAVAGNETTO (1974) le signale dans les calcaires noduleux de la coupe de Granella, parastratotype du Priabonien (CITA, 1968). *A. diktyoplokus* a encore été trouvé dans le Wildflysch péalpin priabonien du Gurnigel (JAN DU CHÊNE, non publié). *A. arcuatum* est présent dans les marnes à Bryozoaires de Brendola, terme supérieur du Priabonien (GRUAS-CAVAGNETTO, 1974).

Wetzeliella perforata est signalée dans le Priabonien des Scaffarels (Basses-Alpes, France) (JAN DU CHÊNE et CHATEAUNEUF, 1975). L'extension stratigraphique connue de cette espèce s'étend du Lutétien (zone à *Discoaster tani nodifer* de la carrière supérieure de Saxel) au Priabonien probablement supérieur.

La nannoflore calcaire de l'affleurement de la Dranse est peu abondante et mal préservée. On y trouve *Reticulofenestra umbilica, Dictyococcites bisectus, Cyclococcolitina formosa, Halicopontosphaera* sp., *Discoaster barbadiensis* et *Sphenolithus cf. pseudoradians.* Cette association permet d'attribuer ces niveaux au Priabonien. Cette datation exclut l'affleurement isolé de la Dranse des Grès des Voirons et le place dans les flyschs noirs de base à écailles.

3. Pollens et spores.

De riches associations de pollens et de spores sont présentes dans quelques échantillons. Ces microfossiles organiques sont parfois nettement remaniés, mais la plupart sont d'origine continentale contemporaine ou subcontemporaine au dépôt du sédiment.

Il n'est pas attribué d'âge relatif à des échantillons sur la base d'associations de pollens et de spores. Ces microfossiles peuvent néanmoins confirmer les datations obtenues avec les Dinophycées et les nannofossiles calcaires, par comparaison avec les associations des bassins sédimentaires français, anglais et belges (fig. 13 et 14). Leur répartition quantitative horizontale peut d'autre part donner quelques précisions paléogéographiques.

Spores : La seule espèce fréquente, aisément déterminable et bien conservée, est *Cicatricosisporites dorogensis.* Les Polypodiaceae sont également abondantes, parfois très altérées. Les autres espèces

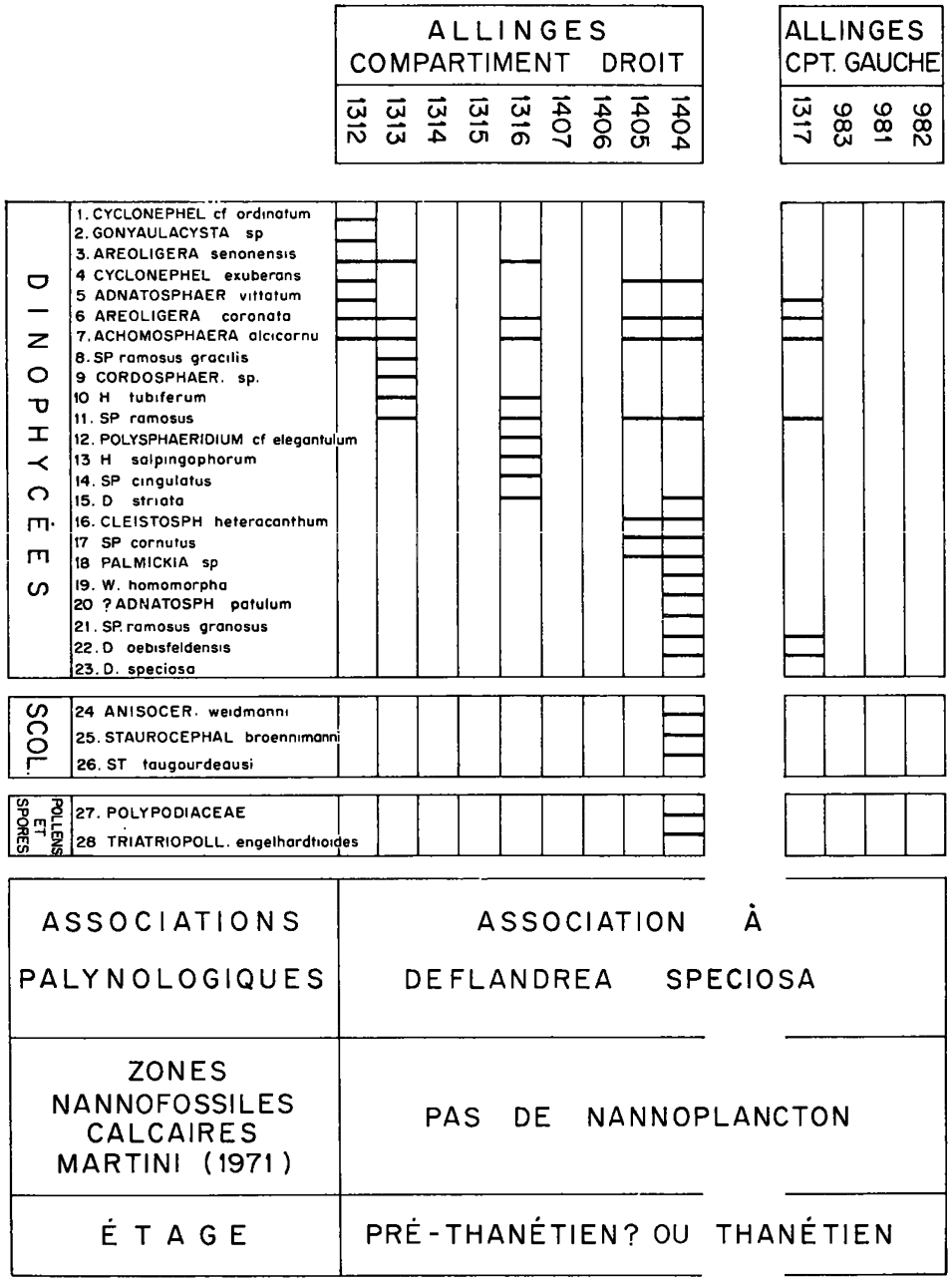

Fig. 11. — Diagramme de répartition de la microflore dans la carrière des Allinges.

mentionnées dans les diagrammes de répartition (fig. 7 à 12) sont plus rares, souvent mal conservées et sans grande importance stratigraphique. Quelques genres remaniés typiques du Crétacé ont été observés, par exemple *Appendicisporites* sp. *Classopollis,* genre du Jurassique et du Crétacé inférieur, fréquemment remanié dans les sédiments détritiques, est rare.

Pollens : Les pollens les plus fréquemment représentés proviennent de Gymnospermes, notamment le genre *Pityosporites,* et des Juglandaceae, en particulier les formes ancestrales de *Carya, Platycarya* et *Egelhardtia. Triatriopollenites engelhardtioides* ROCHE 1973 est présent de la base au sommet de

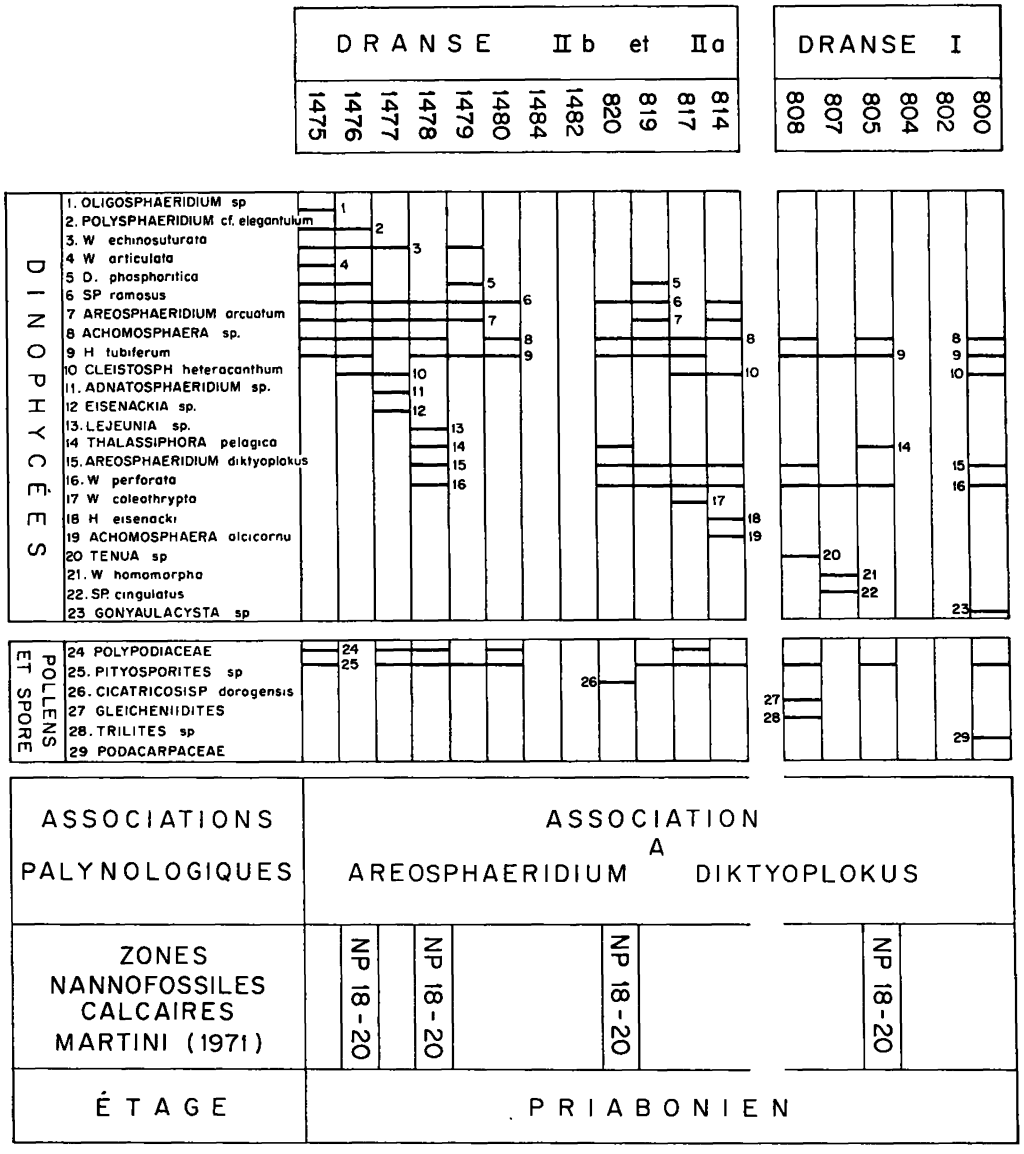

Fig. 12. — Diagramme de répartition de la microflore dans l'affleurement de la Dranse.

notre série. Il est également fréquent dans les bassins belge et parisien dès le Heersien supérieur (fig. 14), en particulier dans les marnes de Gelinden (SCHUMACKER LAMBRY et ROCHE, 1973). *Triatriopollenites platycaryoides* apparaît dans les Grès des Voirons dès la zone de nannofossiles à *Fasciculithes tympaniformis* (NP 5, MARTINI, 1971).

En Belgique, *Tr. platycaryoides* est présent dès le Montien supérieur, abondant dès la base du Landénien (ROCHE, 1973 *a*, p. 90). Cette espèce est également signalée dans les Woolwich Beds par GRUAS-CAVAGNETTO (1970 *b*). Dans la London Clay, cette forme constitue 5 à 10 % du total des pollens (GRUAS-CAVAGNETTO, 1970 *a*). CHATEAUNEUF (in POMEROL, 1973, p, 52) la trouve abondante dès la base du Sparnacien dans le bassin parisien.

Triatriopollenites roboratus PFLUG 1953 est présent dans les Grès des Voirons de la zone NP 7 à *Discoaster gemmeus* à la zone NP 9 à *Discoaster multiradiatus*. On le retrouve dans les intervalles stratigraphiques équivalents en Belgique où il est particulièrement fréquent dans le Landénien supé-

rieur (ROCHE, 1973 *b*, p. 963). Par sa position stratigraphique à la limite des associations à *D. speciosa* et *W. homomorpha*, ce pollen peut être considéré comme marqueur stratigraphique s'il se présente en bon état de conservation. *Subtriporopollenites constans* PFLUG 1953 *constans* KRUTZSCH 1961, fréquent du Thanétien au Sparnacien supérieur dans le bassin de Paris (KEDVES, 1970), a également été trouvé dans le Landénien inférieur en Belgique (SCHUMACKER-LAMBRY et ROCHE, 1973). Ce pollen n'a été observé que dans la zone NP 12 à *Marthasterites tribrachiatus* de la coupe de Saxel, talus 2, aux Voirons. *Subtriporopollenites constans* PFLUG 1953, *fossulatus* ROCHE 1973 est signalé dans le Landénien inférieur par SCHUMACKER-LAMBRY et ROCHE (1973). Cette espèce est présente dans le Thanétien supérieur des Voirons tout comme *Subtriporopollenites anulatus* PFLUG et THOMSON 1953 *anulatus* KRUTZSCH 1961. Ces deux pollens sont rares au sommet du Montien et abondants du Landénien supérieur à l'Yprésien inférieur (ROCHE, 1973 *a*).

Interpollis supplengensis KRUTZSCH 1961 est fréquent dans les Grès des Voirons entre les zones NP 7/NP 8 et NP 10. ROCHE (1973 *b*, p. 967) le donne comme caractéristique surtout du Landénien supérieur et comme rare dans le Montien supérieur et le Heersien. *Interpollis supplengensis* est présent das les Woolwich Beds anglais (GRUAS-CAVAGNETTO, 1970 *b*) et du Thanétine au Sparnacien supérieur dans le bassin de Paris (KEDVES, 1970).

Ce pollen peut être considéré comme un bon marqueur entre les zones de nannoplancton NP 8 à NP 10 ou le sommet de l'association à *D. speciosa* et l'association à *W. homomorpha*. *Plicapollis pseudoexcelsus* KRUTZSCH 1961 est également fréquent dans nos échantillons où il est observé dès la base du Thanétien (NP 5) et devient abondant dès les zones NP 7/NP 8. ROCHE (1973 *a*) le donne comme abondant dès le Heersien supérieur. Il est présent dans les Woolwich Beds du bassin de Londres (GRUAS-CAVAGNETTO, 1970 *b*). CHATEAUNEUF (in POMEROL, 1973, p. 52) le trouve dans le bassin de Paris dès la base du Sparnacien.

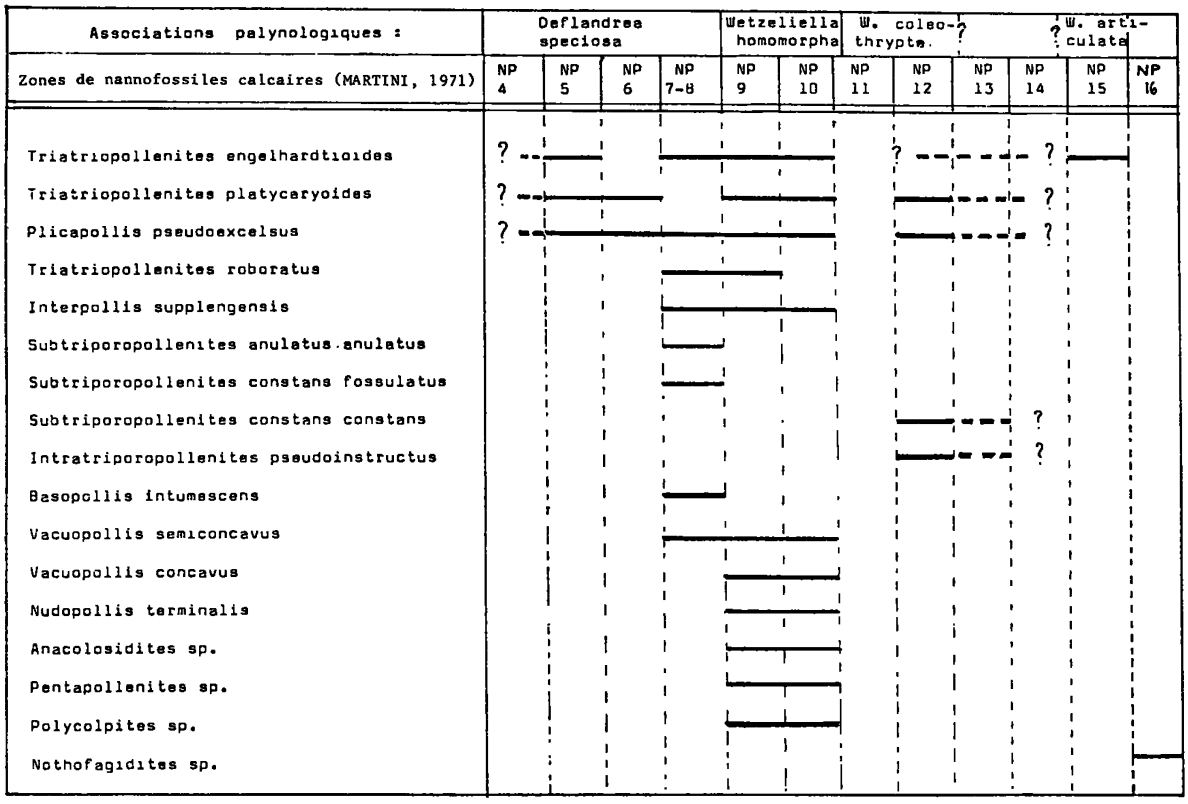

Fig. 13. — Tableau récapitulatif de la répartition stratigraphique de quelques genres et espèces de pollens de la série des Grès des Voirons.

Les autres pollens déterminés sont trop rares pour permettre des comparaisons de datation relative avec les bassins du NW de l'Europe. Les plus importants sont mentionnés sur la fig. 13. *Basopollis intumescens,* présent dans le Thanétien supérieur (NP 7/NP 8), est probablement remanié.

La fig. 13 montre que les pollens sont plus fréquents entre les zones NP 7/NP 8 et NP 10. Sur le plan horizontal, ils sont abondants dans les zones susmentionnées dans les coupes de la route de Juffly (fig. 8), du ruisseau des Gras (fig. 9) et dans la carrière Achard (fig. 10), et plus rares dans les mêmes niveaux stratigraphiques de la coupe de la route de Saxel (fig. 7). L'absence de ces pollens marqueurs ne pourra donc pas être un critère de datation relative.

IV. STRATIGRAPHIE ET CARTOGRAPHIE

Les coupes étudiées dans les Grès des Voirons sont situées entre les zones de nannofossiles à *Fasciculithes tympaniformis* (NP 5) et à *Discoaster tani nodifer* (NP 16, MARTINI, 1971), soit entre le Thanétien inférieur et le Lutétien. La base de la série n'a jamais été observée. Les niveaux les plus anciens favorables à l'étude de la nannoflore calcaire ou des microfossiles oragniques ont été repérés à la base de la coupe de la route de Juffly et dans la falaise W des Voirons. A titre de comparaison, la coupe Riffenmatt-Ottenleubad des Grès du Gurnigel des Préalpes bernoises révèle des associations de nannoflore calcaire (HEKEL, 1968) et de Dinophycées (JAN DU CHÊNE, non publié) caractéristiques du Maestrichtien et du Dano-Montien.

Sur la fig 15, les niveaux inférieurs à la zone NP 5 et les zones NP 5, NP 6, NP 7/NP 8, qui correspondent à l'association à *Deflandrea speciosa,* sont considérés comme probablement préthanétiens et thanétiens. Ces niveaux couvrent toutes les falaises du flanc W des Voirons depuis les carrières de Fillinges jusqu'à la carrière inférieure de Saxel et la base de la carrière de Bons. Sur les flancs SE et E on les retrouve à la base de la coupe de la route de Juffly et dans les échantillons RJC 1318 à 1320 de la coupe du ruisseau des Gras.

C'est dans le profil A-A' (fig. 16) situé dans l'axe de la coupe du ruisseau des Gras et son prolongement que cette série préthanétienne et thanétienne semble la plus épaisse. L'échantillon RJC 1311 prélevé aux environs du profil appartient à la zone NP 6 qui est du Thanétien inférieur. On retrouve le Thanétien dans les échantillons RJC 1318 à 1320 de la base de la coupe du ruisseau des Gras. On observe, dans ce profil, une succession de complexes détritiques grossiers. Ce sont, de la base au sommet de la série :

— les bancs massifs de grès à passées conglomératiques des falaises du flanc W ;

— les conglomérats de Pralère, affleurant en particulier le long de la route entre l'Hôtel des Voirons et l'Ermitage (Aug. LOMBARD, 1940, p. 53) ;

— les niveaux conglomératiques à galets mous et lentilles argileuses de l'association à *Wetzeliella homomorpha* de la coupe du ruisseau des Gras ;

— les niveaux conglomératiques à matrice gréseuse entre Le Pena et le sommet stratigraphique de la coupe du ruisseau des Gras.

Un recouvert végétal important cache tout affleurement entre l'Hôtel des Voirons et le sommet stratigraphique de la coupe du ruisseau des Gras.

L'apport détritique important ou des complications tectoniques invisibles peuvent expliquer la forte épaisseur de la série préthanétienne et thanétienne dans ce profil. Aug. LOMBARD (1940, p. 58) attribuait la coupe du ravin des Périers à la formation du Vouan, à cause de « ... la découverte de niveaux conglomératiques situés topographiquement plus haut mais stratigraphiquement plus bas dans la série ». La coupe du ravin des Périers levée par cet auteur correspond à la partie « chemin forestier entre 960 et 930 m » des échantillons RJC 1322 à 1326 de la coupe du ruisseau des Gras (fig. 4). Pour Aug. LOMBARD, la formation du Vouan s'abaisserait donc stratigraphiquement jusque dans l'association à *Wetzeliella homomorpha,* dans les zones de nannofossiles NP 10 et NP 11. La découverte de nombreux bancs marneux de 2 à 4 m d'épaisseur dans l'association à *Wetzeliella coleothrypta* au sommet de la zone NP 11 nous fait penser que les Conglomérats du Vouan doivent débuter topographiquement plus bas. Le premier affleurement de ces conglomérats serait alors visible environ 150 m en amont de Le Pena.

On constate donc que le contact entre les deux formations des Grès des Voirons et des Conglomérats du Vouan n'est pas synchrone. Dans la

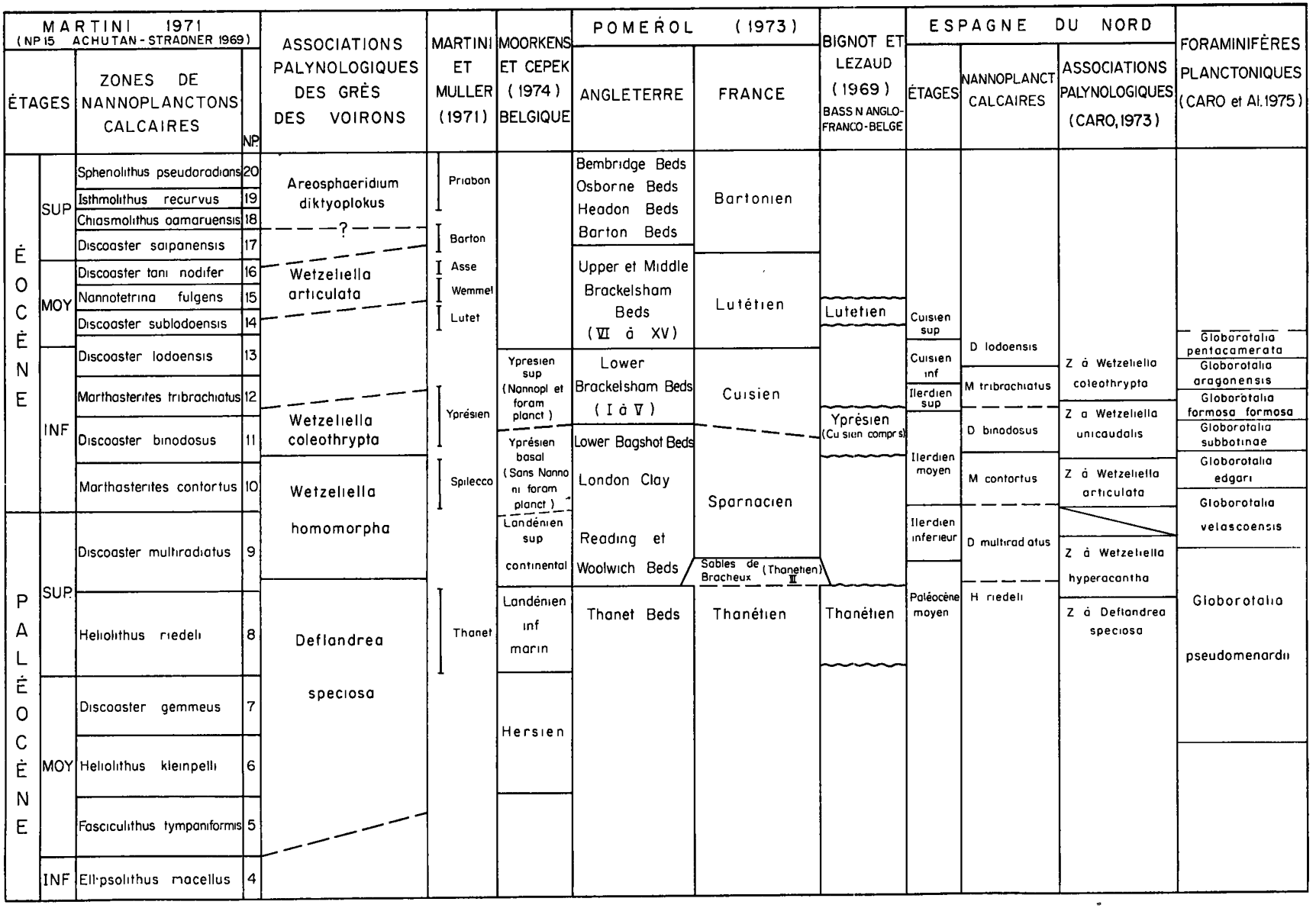

Fig. 14. — Tableau synthétique des équivalences stratigraphiques utilisées par rapport à la zonation des nannofossiles calcaires de MARTINI (1971) et aux associations de Dinophycées définies dans les Grès des Voirons.

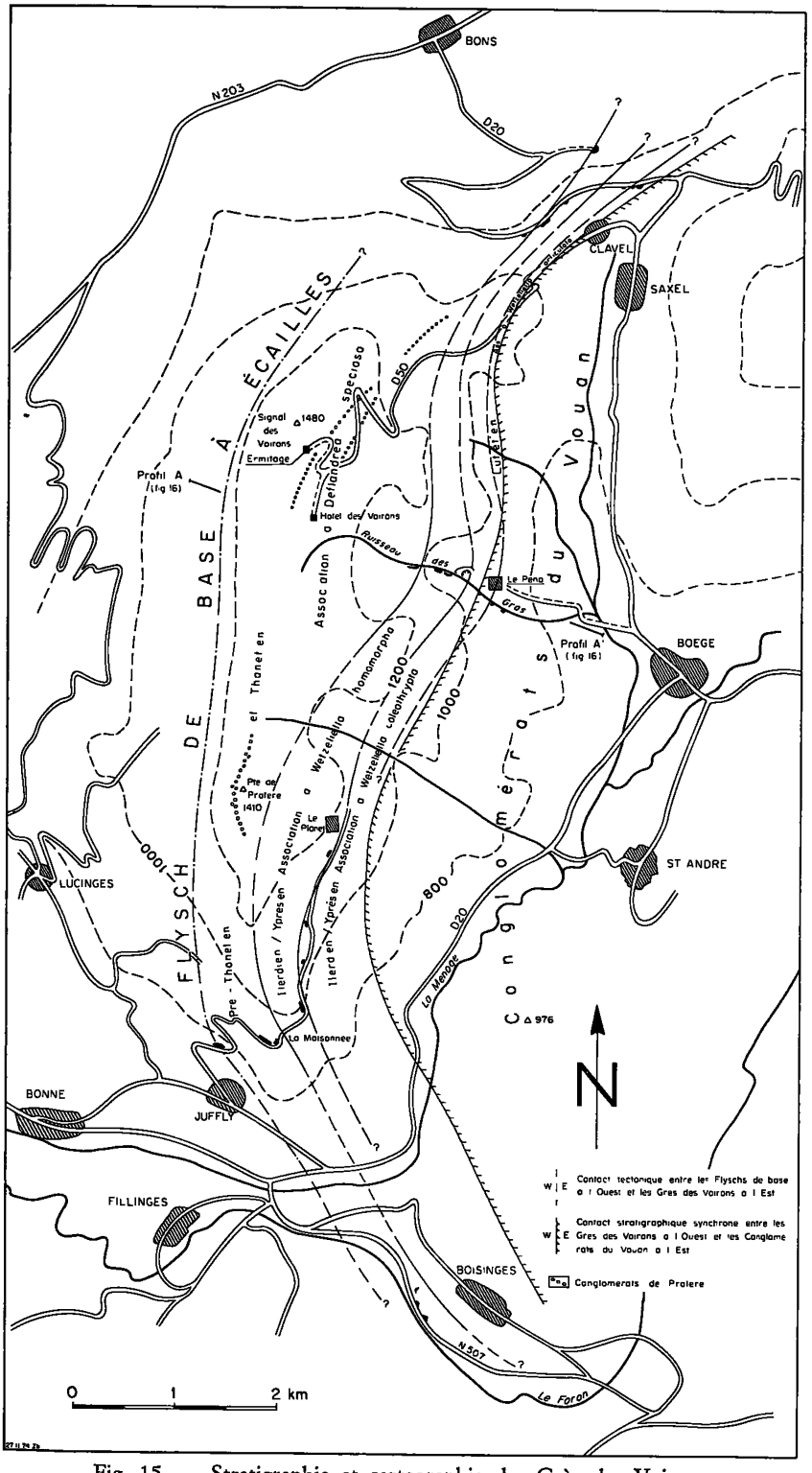

Fig. 15. — Stratigraphie et cartographie des Grès des Voirons.
Errata : dans la légende de la figure, lire : contact stratigraphique asynchrone.

coupe du ruisseau des Gras, la zone NP 15 appartient déjà aux Conglomérats du Vouan alors que, dans la coupe de la route de Bons à Saxel, la carrière supérieure de Saxel, correspondant à NP 16, fait encore partie des Grès des Voirons. Plus au Nord, Aug. LOMBARD (1940, p. 57) attribuait les conglomérats des Allinges à la formation du Vouan. Nous avons montré que la base des conglomérats des Allinges est thanétienne. Il est probable que les Grès des Voirons se poursuivent stratigraphiquement au-dessus de ces conglomérats sur le flanc SE de la colline des Allinges. En effet, BÜCHLI (1973, p. 71), sur la base des données de sondages électriques du flanc SE de la colline des Allinges, admet que les conglomérats sont « ... sous-jacents à une ou des formations de nature encore inconnue qui constitueraient l'essentiel de la structure de la colline des Allinges. Le quaternaire ne représenterait qu'une mince pellicule recouvrant le tout ». BÜCHLI (1973, pl. 5, coupe 3-3) montre d'autre part que la base du flanc NW de cette colline est constituée par les flyschs marneux que l'on retrouve au pied de la chaîne des Voirons et dans l'affleurement de la Dranse.

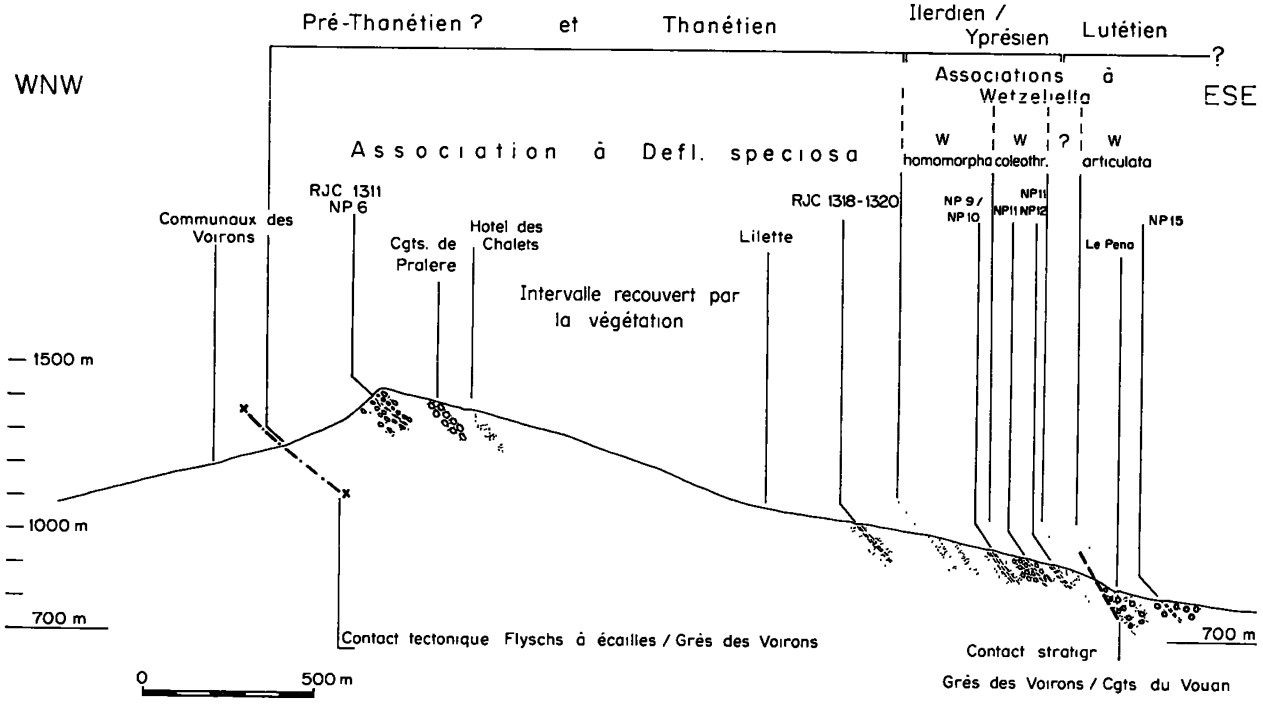

Fig. 16. — Profil W-E dans les Grès des Voirons. (profil A-A' sur la fig. 15).

L'association à *Wetzeliella homomorpha* correspond environ aux zones à *Discoaster multiradiatus* (NP 9) et *Marthasterites contortus* (NP 10). Elle est équivalente au Landénien supérieur et, peut-être, à une partie de l'Yprésien inférieur de Belgique (MOORKENS et CEPEK, 1974), au Woolwich Beds et à la London Clay des bassins anglais, au Sparnacien du bassin de Paris (POMEROL, 1973) et à l'Ilerdien inférieur de KAPPELOS et SCHAUB (1973) (fig. 14). Ces niveaux sont bien définis et longent le flanc E des Voirons, de la coupe de la route de Juffly à la coupe du ruisseau des Gras, pour rejoindre la base du flanc W dans le talus 1 et la carrière de Bons de la coupe de la route Bons-Saxel. La puissance des niveaux de cette association semble constante. On trouve dans la coupe du ruisseau des Gras et de la route de Juffly d'épais bancs gréseux à microconglomérats, galets mous et lentilles argileuses. Les pollens et les Dinophycées observés dans les galets mous et les lentilles argileuses indiquent un âge contemporain aux dépôts des sédiments. Dans les affleurements stratigraphiquement

correspondants de la coupe de la route Bons-Saxel, les alternances marno-gréseuses sont plus fines et plus régulières et les bancs conglomératiques absents. Il semble que d'importantes zones divagantes d'apports détritiques se soient développées d'abord dans la région centrale des Voirons, aux environs de la latitude du ruisseau des Gras et dans la région des Allinges. Plus tard, au Lutétien supérieur, ces zones se seraient étendues latéralement et uniformément sur une plus grande surface géographique. Ces hypothèses paléogéographiques pourraient être confirmées par une étude sédimentologique des Grès des Voirons et des Conglomérats du Vouan.

L'association à *Wetzeliella coleothrypta* couvre la zone NP 11 à *Discoaster binodosus* et au minimum la base de la zone NP 12 à *Marthasterites tribrachiatus*. Ces zones de nannofossiles calcaires se retrouvent dans les niveaux moyens et supérieurs de l'Yprésien type de Belgique (MOORKENS et CEPEK, 1974) et dans le Cuisien du bassin de Paris (BIGNOT et LEZAUD, 1969). Pour KAPPELOS et SCHAUB (1973), ces niveaux correspondent à l'Ilerdien moyen et supérieur et à la base du Cuisien inférieur (fig. 14). MOORKENS (1975) signale d'autre part que le sommet de l'Yprésien type se situe dans la zone à *Discoaster lodoensis* (NP 13) qui n'affleure pas dans les Voirons. L'association à *Wetzeliella coleothrypta* est surtout observable dans la partie SE des Voirons (fig. 15). Au Nord, elle n'a été signalée que dans un échantillon de la coupe de la route Bons - Saxel (fig. 7).

Le passage de la zone de nannofossiles à *Marthasterites tribrachiatus* (NP 12) à celle à *Discoaster lodoensis* (NP 13), la totalité des zones à *Discoaster lodoensis* et *Discoaster sublodoensis* (NP 14) et la base de la zone à *Nannotetrina fulgens* (NP 15) n'ont pas été observés dans les Grès des Voirons. Dans la série équivalente des Grès du Gurnigel où ces zones ont été reconnues (HEKEL, 1968 ; KAPPELOS, 1973), des études palynologiques en cours (JAN DU CHÊNE, non publié) permettront certainement de définir une ou plusieurs associations de Dinophycées entre celle à *Wetzeliella coleothrypta* et celle à *Wetzeliella articulata* définies dans les Voirons.

La position stratigraphique de la base et du sommet de l'association à *Wetzeliella articulata* n'est pas connue dans les Grès des Voirons. Cette association est observable de la zone de nannofossiles NP 15 à la zone NP 16 dans le talus 3 et dans la carrière supérieure de Saxel de la coupe de la route Bons-Saxel et au sommet de la coupe du ruisseau des Gras. Dans la série équivalente des Grès du Gurnigel, la base de cette association a été trouvée dans la zone à *Discoaster sublodoensis* (NP 14, JAN DU CHÊNE, non publié). La valeur de cette association semble cependant limitée sur le plan horizontal puisque *Wetzeliella articulata* apparaît stratigraphiquement plus tôt dans les bassins du NW de l'Europe et en Espagne (CARO, 1973). L'association à *Wetzeliella articulata* peut être datée du Lutétien [1].

L'affleurement priabonien de la Dranse ne doit plus être considéré comme faisant partie des Grès des Voirons. Il appartient aux flyschs noirs de base à écailles qui sont situés tectoniquement au-dessous et stratigraphiquement au-dessus des Grès des Voirons. Ces flyschs de base sont probablement en partie contemporains aux marnes et grès situés stratigraphiquement au-dessus des Conglomérats du Vouan et dont l'étude est en cours.

On ne connaît ni la base ni le sommet de l'association à *Areosphaeridium diktyoplokus*. La valeur stratigraphique de cette association semble limitée sur le plan horizontal : *Areosphaeridium diktyoplokus* et *Areosphaeridium arcuatum* apparaissent stratigraphiquement plus tôt dans le NW de l'Europe, plus particulièrement en Angleterre

[1] Remarque concernant la position stratigraphique du Lutétien (J. VAN STUIJVENBERG) :

BOUCHE (1962) a étudié le nannoplancton calcaire du bassin de Paris. A la suite de ce travail, les auteurs (par exemple HAY et al., 1967) ont admis que le Lutétien du bassin de Paris est situé dans la zone NP 14 à *Discoaster sublodoensis*. Or LEZAUD (thèse, 1967) écrit : « La couronne externe de *Discolithus cuvillieri* n'est pas sans analogie avec celle de *Coccolithus umbilicus* LEVIN et *Coccolithus* (?) sp. BOUCHE 1962 (pl. 1, fig. 17). » MARTINI (1969) met en synonymie *Coccolithus* (?) sp. BOUCHE 1962 et *Reticulofenestra umbilica* (LEVIN) MARTINI et RITZKOWSKI. MARTINI (1969) conclut que *Reticulofenestra umbilica* apparaît au-dessous de *Nannotetrina fulgens*, forme marqueuse de NP 15. Mais, dans la zonation standard de MARTINI (1971), l'apparition de *Reticulofenestra umbilica* se situe dans la partie inférieure de la zone à *Nannotetrina fulgens* (= *Chiphragmalithus alatus*). BUKRY (1973) a démontré que *Reticulofenestra umbilica* caractérise la zone supérieure à celle à *Nannotetrina fulgens*. Par conséquent, il faudrait placer le Lutétien du bassin de Paris dans la zone NP 15 à *Nannotetrina fulgens* ou NP 16 à *Discoaster tani nodifer*. Cette nouvelle attribution serait confirmée par LEZAUD (1967) qui a trouvé *Discolithus cuvillieri* (= *Reticulofenestra umbilica*) dans la partie supérieure du Lutétien d'Aquitaine et par les observations de BILGUTAY et al. (1969) dans l'Eocène de Biarritz. En effet, les formes que BILGUTAY et al. ont trouvées dans les falaises de Handia ont été considérées par ROTH et al. (1971) comme appartenant aux zones NP 15 et NP 16.

(EATON, 1971). La valeur stratigraphique de *Wetzeliella perforata* ne peut être établie de façon précise dans le cadre de ce travail. Son apparition dans le sommet de la carrière supérieure de Saxel (fig. 7) se situe dans la zone NP 16.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

L'étude des microfossiles et du nannoplancton calcaire des Grès des Voirons permet de définir 4 associations de Dinophycées dont les limites inférieures et supérieures sont calées par les zones de nannofossiles de MARTINI (1971). Une cinquième association est définie dans l'affleurement isolé de la Dranse. Les nannofossiles calcaires lui donnent un âge priabonien. Cette datation relative ainsi que les données lithologiques et géophysiques permettent d'exclure cet affleurement de la série des Grès des Voirons et de l'attribuer aux flyschs noirs de base à écailles.

Aug. LOMBARD (1940, p. 51) situait déjà les Grès des Voirons entre le Thanétien et le Lutétien. Les nannofossiles calcaires permettent d'attribuer un âge thanétien inférieur aux affleurements stratigraphiquement les plus anciens de la coupe de la route de Juffly. La base de la série qui n'affleure pas peut donc être dano-montienne ou même maastrichtienne comme dans la série équivalente des Grès du Gurnigel. Les niveaux stratigraphiquement les plus hauts, définis dans la carrière supérieure de Saxel, sont lutétiens. Le contact entre les Grès des Voirons et les Conglomérats du Vouan qui leur sont superposés n'est pas synchrone. La limite Thanétien-Ilerdien est marquée dans les Voirons par l'apparition importante et massive du genre *Wetzeliella*, comme dans la coupe de Campo, en Espagne du Nord (CARO, 1973).

Les sédiments étudiés dans les Voirons, bien qu'à dominance détritique, ont l'avantage de présenter des séries marines continues et riches en phytoplancton organique et en nannofossiles calcaires du Thanétien au Lutétien. Il est ainsi confirmé que la palynologie peut être un moyen de datation relative efficace das les séries de type flyschs.

L'étude en cours de la palynostratigraphie des Grès du Gurnigel et du Schlieren, calée sur les zones de nannoplancton calcaire, permettra de préciser et de compléter l'échelle proposée pour les Grès des Voirons.

Nous remercions vivement Monsieur P. BRÖNNIMANN, Directeur du Laboratoire de Paléontologie de l'Université de Genève, et Monsieur R. HERB, Professeur à l'Institut de Géologie de l'Université de Berne, qui ont bien voulu relire notre texte.

Nous exprimons également notre gratitude à Madame K. PERCH-NIELSEN de l'Institut de Géologie de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich et à Monsieur W.W. HAY de l' « Institute of Marine Science, University of Miami » pour leurs conseils concernant les nannofossiles calcaires. Enfin, des suggestions et renseignements oraux nous ont été aimablement fournis par Messieurs G. BIGNOT de l'Université de Paris VI (France), Y. CARO de la Compagnie Française des Pétroles à Talence (France), J.-J. CHATEAUNEUF du Bureau de Recherches Géologiques et Minières à Orléans et T. MOORKENS de la Deutsche Texaco A.G. à Wietze (Allemagne).

Ce travail a été subventionné par le Fonds National suisse de la Recherche Scientifique que nous remercions vivement.

BIBLIOGRAPHIE

ACHUTAN (M.V.) et STRADNER (H.) (1969). — Calcareous nannoplankton from the Wemmelian stratotype (*Proc. First. Intern. Conf. Plankt. Microf.*, Geneva, vol. 1, p. 1-13).

BIGNOT (G.) et LEZAUD (L.) (1969). — Sur la présence de Marthasterites tribrachiatus dans l'Yprésien du bassin anglo-franco-belge (*Rev. Micropal.*, vol. 12/2, p. 119-122).

BILGÜTAY (U.), JAFAR (S.A.), STRADNER (H.) et SZÖTS (E.) (1969). — Calcareous nannoplankton from the Eocene of Biarritz, France (*Proc. I. Conf. Plankt Microf.*, Geneva, 1967, vol. 1, p. 167 178).

BOUCHE (P.) (1962). — Nannofossiles calcaires du Lutétien du Bassin de Paris (*Rev. Micropal.*, vol. 5/2, p. 75-103).

BÜCHLI (H.) (1973). — Etude géoélectrique de la région comprise entre Langin et Thonon (*Thèse Inst. Géoph. Univ. Lausanne*, p. 1-82).

BUKRY (D.) (1973). — Low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (*Initial reports D.S.D.P.*, vol. 15, p. 685-703).

CARO (Y.) (1973). — Contribution à la connaissance des dinoflagellés du Paléocène-Eocène inférieur des Pyrénées espagnoles (*Rev. Esp. Micropal.*, vol. 5/3, p. 329-372).

CARO (Y.), LUTERBACHER (H.-P.), PERCH NIELSEN (K.), PREMOLI SILVA (I.), RIEDEL (W.R.) et SANFILIPPO (A.) (1975). — Zonations à l'aide de microfossiles pélagiques du Paléocène supérieur et de l'Eocène inférieur (sous presse).

CITA (M.-B.) (1968). — Guide de l'excursion en Italie. Colloque sur l'Eocène. Ed. Istituto Paleont. Univ. Milano, p. 1-82.

EATON (G.L.) (1971). — A morphogenetic series of dinoflagellate cysts from the Bracklesham beds of the isle of Wicht, Hampshire, England (*Proc. of II, Plankt. Conf.*, Roma, p. 355-379).

FAVRE (E.) et SCHARDT (H.) (1887). — Description géologique des Préalpes du canton de Vaud et du Chablais (*Mat. Carte géol. suisse*, 22).

GRUAS-CAVAGNETTO (C.) (1970 *a*). — Aperçu sur la microflore et le microplancton du Paléogène anglais (*C.R. somm. Soc. Géol. France*, fasc. 1, p. 19-20).

GRUAS-CAVAGNETTO (C.) (1970 *b*). — Microflore et microplancton des Woolwich beds (Swanscombe, Kent). Pollen et spores, vol. 12/1, p. 71-82.

GRUAS-CAVAGNETTO (C.) (1974). — La palynoflore et le microplancton du Priabonien dans sa localité type (Prov. Vicenza, Italie) (*Bull. Soc. Géol. France*, vol. XVI/1, p. 86-90).

HAY (W.W.), MOHLER (H.P.), ROTH (P.H.), SCHMIDT (R.R.) et BOUDREAUX (J.E.) (1967). — Calcareous nannoplankton zonation of the Cenozoic of the Gulf coast and Caribbean-Antillean area and transoceanic corrélation (*Trans. Gulf Coast Ass. Geol. Sc.*, vol. XVII, p. 428-458).

HEKEL (H.) (1968). — Möglichkeiten einer stratigraphischen Gliederung des Gurnigel. Flysches auf Grund von Nannofossilzonen (*Ecl. Geol. Helv.*, vol. 61/2, p. 500-503).

HOMEWOOD (P.) (1974). — Le flysch du Meilleret (Préalpes Romandes) et ses relations avec les unités l'encadrant (*Ecl. Geol. Helv.*, vol. 67/2, p. 349-401).

JAN DU CHÊNE (R.) (1975). — Répartition stratigraphique et nouvelles espèces de scolécodontes des flyschs des Préalpes Externes (*Arch. Sc. Genève*, vol. 28/2 ; sous presse).

JAN DU CHÊNE (R.) et GORIN (G.) (1974). — Découverte de scolécodontes dans l'Eocène des Voirons (Haute-Savoie, France) (*Arch. Sc. Genève*, vol. 27/1, p. 99-110).

JAN DU CHÊNE (R.) et CHATEAUNEUF (J.-J.) (1975). — Nouvelles espèces de Wetzeliella et Deflandrea (Pyrophyte, Dinophycées) de l'Eocène des Alpes Occidentales (à paraître).

JAN DU CHÊNE (R.) et MOREL (R.) (1975). — Position stratigraphique (Dinophycées et Nannoflore) de la carrière du Fenalet (Valais, Suisse) (à paraître).

KAPELLOS (C.) (1973). — Biostratigraphie des Gurnigelflysches (*Mém. Suisse Paléont.*, vol. 96, p. 1-128).

KAPELLOS (C.) et SCHAUB (H.) (1973). — Zur Korrelation von Biozonierungen mit Grossforaminiferen und Nannoplankton um Paläogen der Pyrenäen (*Ecl. Geol. Helv.*, vol. 66/3, p. 687-737).

KEDVES (M.) (1970). — Etudes palynologiques des couches du Tertiaire inférieur de la région parisienne. V, Pollens triporés, subtriporés et intratriporés. Pollen et spores, vol. 12/1, p. 83 97.

LEZAUD (L.) (1967). — Contribution à l'étude des nannofossiles calcaires de l'Eocène (Coccolithophoridés). Leur rôle stratigraphique en Aquitaine sud-ouest (Chalosse, Béarn, Bas-Adour) (*Thèse d'Etat*, Fac. Sc. Univ. Paris VI, n° C.N.R.S. AO 1353, 238 p.).

LOMBARD (Aug.) (1940). — Géologie des Voirons (*Mém. Soc. Helv. Sc. nat.*, vol. 74/1, p. 1-112).

MANIVIT (H.) (1971). — Nannofossiles calcaires du Crétacé français (Aptien-Maestrichtien). Essai de biozonation appuyée sur les stratotypes (*Thèse Doct. Etat*, Fac. Sc. Orsay, 167 p.).

MARTINI (E.) (1969). — Nannoplankton aus dem Latdorf (Locus typicus) und weltweite Parallelisierungen im oberen Eozän und unteren Oligozän (*Senkenbergiana Lethaea*, vol. 50/2-3, p. 117 159).

MARTINI (E.) (1971). — Standard tertiary and quaternary calcareous nannoplankton zonation (*Proc. II, Plankt. Conf.*, Roma, vol. II, p. 739-785).

MOORKENS (T.) (1975). — Microfossiles et zonations micropaléontologiques du Paléocène et de l'Eocène inférieur de Belgique (sous presse).

MOORKENS (T.) et CEPEK (P.) (1974). — Zonation of Belgian lower Tertiary with planktonic foraminifera and nannoplankton (*Abstract, III Plankt. Conf.*, Kiel, p. 53).

POMEROL (C.) (1973). — Ere cénozoïque. Stratigraphie et paléogéographie, Doin édit., 269 p.

ROCHE (E.) (1973 *a*). — Etude des sporomorphes du Landénien de Belgique et de quelques gisements du Sparnacien français (*Mém. Expl. Cartes géol. et min. Belgique*, n° 13, p. 13-121).

ROCHE (E.) (1973 *b*). — Marqueurs stratigraphiques (Pollen et spores) du Paléocène et de l'Eocène inférieur de Belgique (*Bull. classe Sc. Acad. Roy. Belgique,* 5e série, t. 59, 1973/9, p. 956-969).

ROTH (P.H.), BAUMANN (P.) et BERTOLINO (V.) (1971). — Late Eocene-Oligocene calcareous nannoplankton from central and northern Italy (*Proc. II, Plankt. Conf.,* Roma, 1970).

SARASIN (C.) (1894). — De l'origine des roches exotiques du flysch (*Arch. Sc. Phys. nat. Genève* (3), 32).

SCHUMACKER-LAMBRY (J.) et ROCHE (E.) (1973). — Etude palynologique (Pollens et spores) des marnes à empreintes de Gelinden (Paléocène, Belgique) (*Ann. Soc. Géol. Belgique,* vol. 96, p. 413-433).

TERCIER (J.) (1928). — Géologie de la Bera (*Mat. Carte géol. suisse* (n.s.), 60).

Manuscrit reçu le 11 avril 1975.

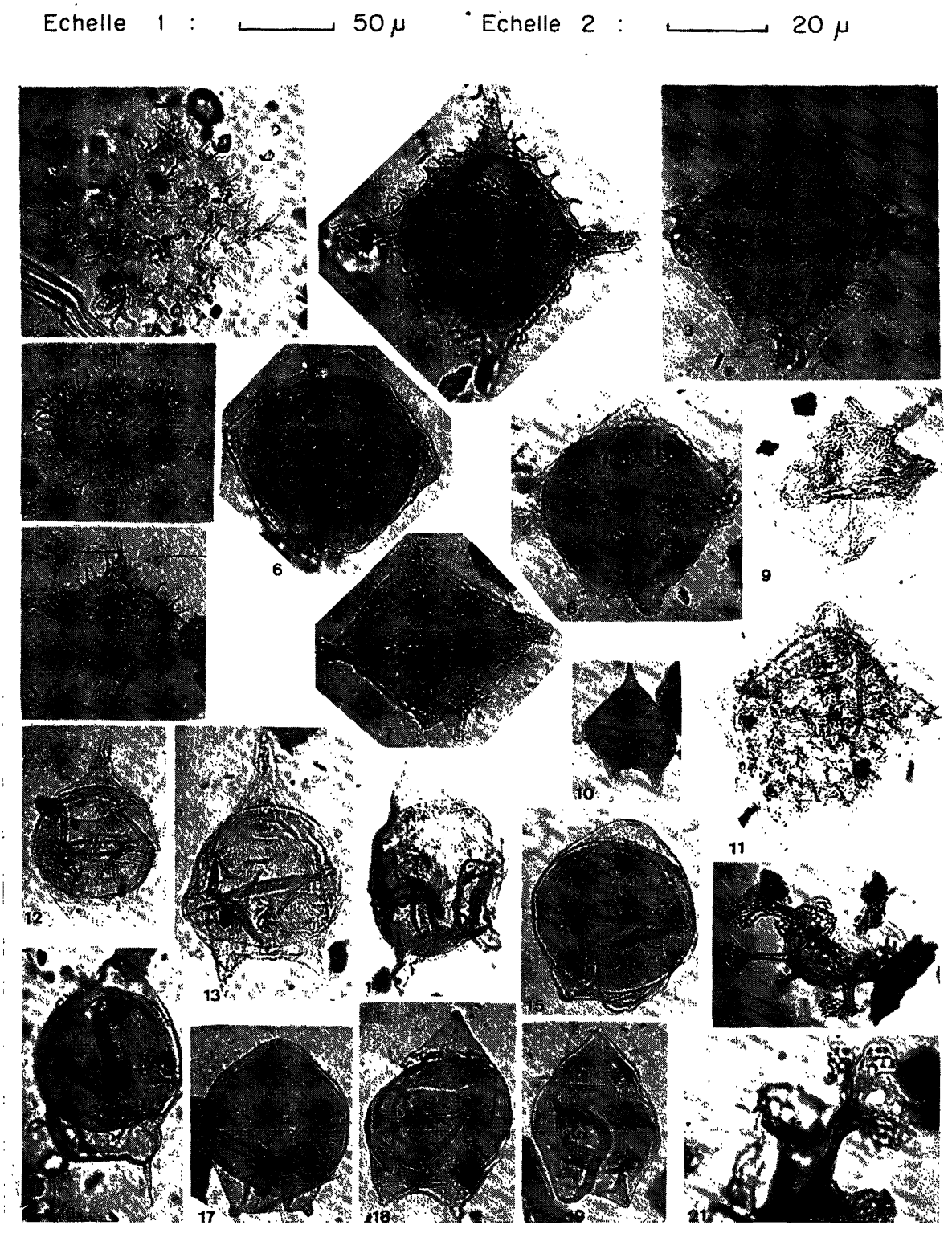

PLANCHE I
(fig. 1 à 20 : échelle 1 ; fig. 21 : échelle 2).

1, *Wetzeliella hyperacantha* ; 2, *Wetzeliella* cf. *symetrica* ; 3, *Wetzeliella coleocrypta* ; 4, *Wetzeliella homomorpha* ; 5, *Wetzeliella homomorpha* var. *quinquelata* ; 6, *Wetzeliella glabra* var. *granulata* ; 7, *Wetzeliella perforata* ; 8, *Wetzeliella* cf. *tabulata* ; 9, *Wetzeliella perforata* ; 10, *Deflandrea wetzeli* ; 11, *Wetzeliella articulata* ; 12, *Deflandrea speciosa* ; 13, *Deflandrea striata* ; 14, *Deflandrea oebisfeldensis* ; 15, *Deflandrea eocenica* ; 16, 17, *Deflandrea cornumammillata* ; 18, 19, *Deflandrea phosphoritica* ; 20, *Areosphaeridium diktyoplokus* ; 21, *Areosphaeridium diktyoplokus*, détail.

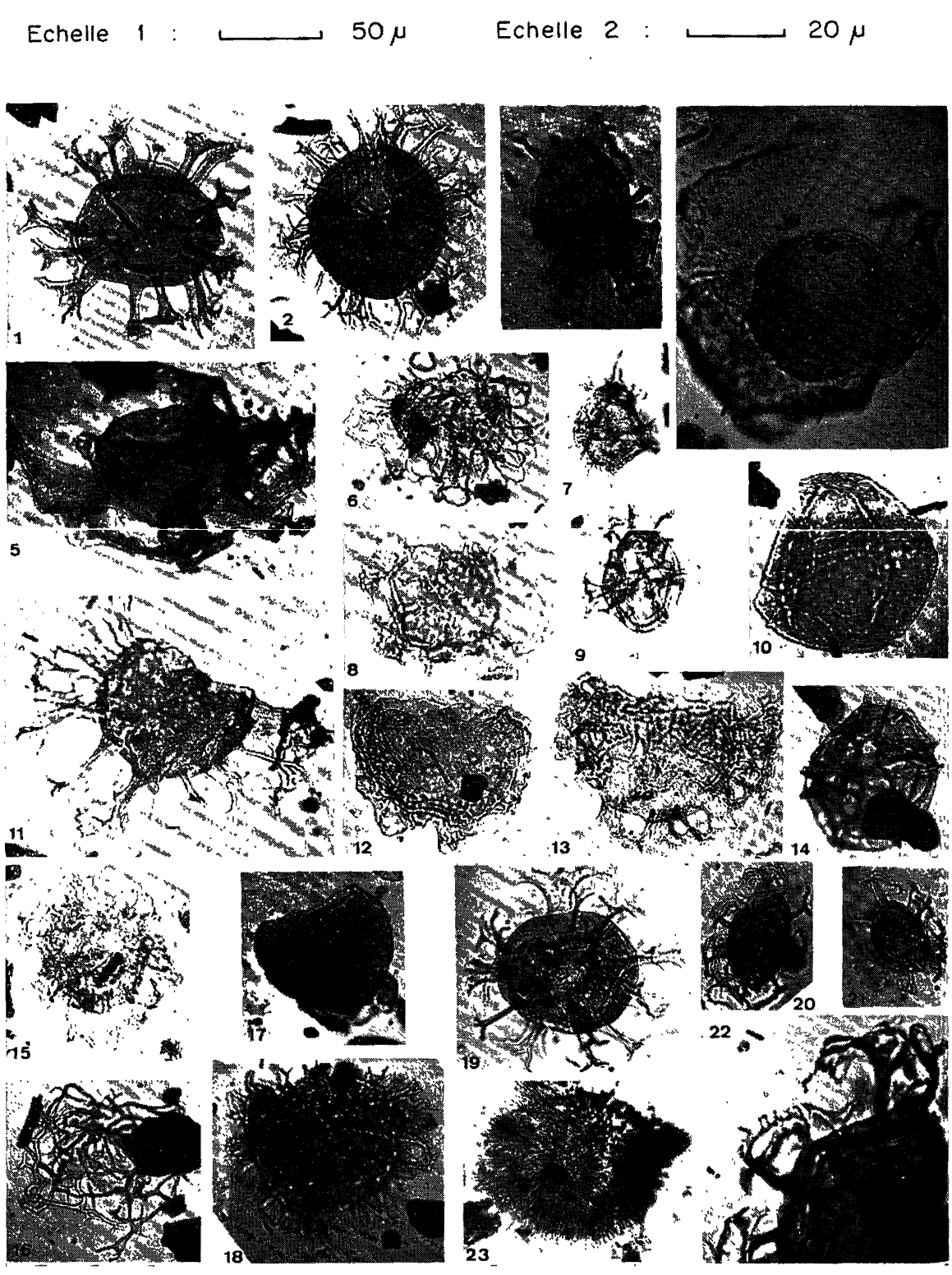

PLANCHE II
(fig. 1 à 21 et fig. 23 : échelle 1 ; fig. 22 : échelle 2).

1, *Achomosphaera alcicornu ;* 2, *Spiniferites ramosus* var. *gracilis ;* 3, *Cordosphaeridium filosum ;* 4, *Thalassiphora pelagica ;* 5, *Cordosphaeridium lemniscatum ;* 6, *Adnatosphaeridium multispinosum ;* 7, *Spiniferites cornutus ;* 8, *Adnatosphaeridium vittatum ;* 9, *Spiniferites buccinus ;* 10, *Canningionopsis* sp. ; 11, *Cyclonephelium* cf. *ordinatum ;* 12, *Cyclonephelium vitilare ;* 13, *Cyclonephelium exuberans ;* 14, *Spiniferites* cf. *cingulatus ;* 15, *Cyclonephelium pastielsi ;* 16, *Cannosphaeropsis utinensis ;* 17, cf. *Duosphaeridium* sp. ; 18, *Aerologera coronata ;* 19, *Spiniferites* cf. *incertus ;* 20 et 21, *Areosphaeridium arcuatum ;* 22, *Areosphaeridium arcuatum,* détail ; 23, *Cometodinium* sp.

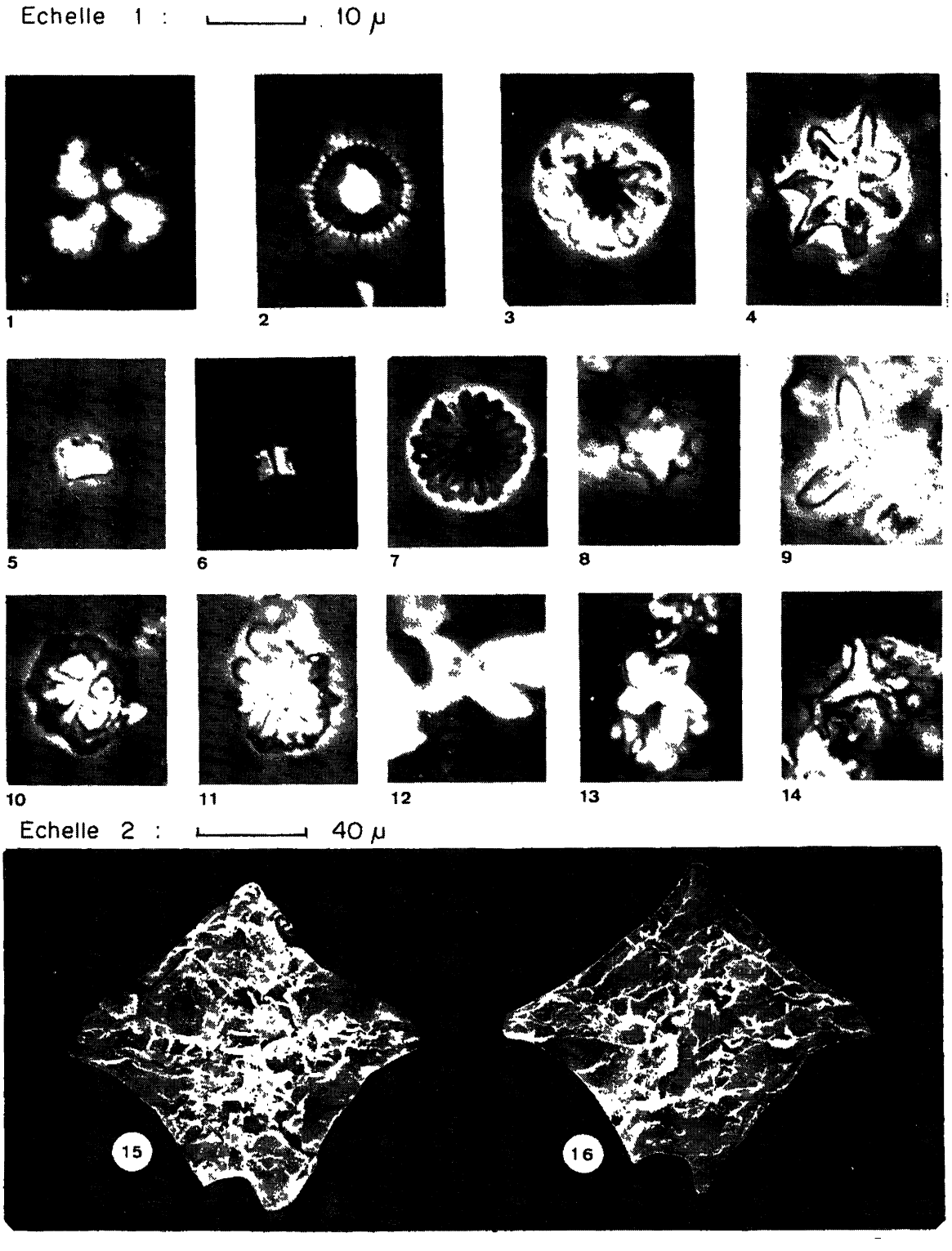

PLANCHE III
(fig. 1 à 14 : échelle 1 ; fig. 15 et 16 : échelle 2).

1, *Heliolithus kleinpelli*, RJC 1287, NP 6 ; 2, Même espèce, nichols croisés, 90° ; 3, *Discoaster mohleri*, RJC 1267, NP 7/NP 8 ; 4, *Discoaster lodoensis*, RJC 1359, NP 12 ; 5, *Fasciculithes billii*, RJC 1287, NP 6 ; 6, Même espèce, nichols croisés, 90° ; 7, *Discoaster multiradiatus*, RJC 1306, NP 9 ; 8, *Marthasterites bramlettei*, RJC 1250, NP 10 ; 9, *Marthasterites tribrachiatus*, RJC 1359, NP 12 ; 10, *Chiphragmalithus acanthodes*, RJC 1246, NP 15 ; 11, *Nannotetrina cristata*, RJC 1246, NP 15 ; 12, *Heliolithus riedeli*, RJC 1286, NP 8 ; 13, *Heliolithus riedeli*, RJC 1286, NP 8 ; 14, *Marthasterites furcatus*, remanié du Crétacé supérieur, RJC 1250, NP 10 ; 15 et 16, *Wetzeliella coleothrypta*, photos prises en microscopie électronique à balayage.

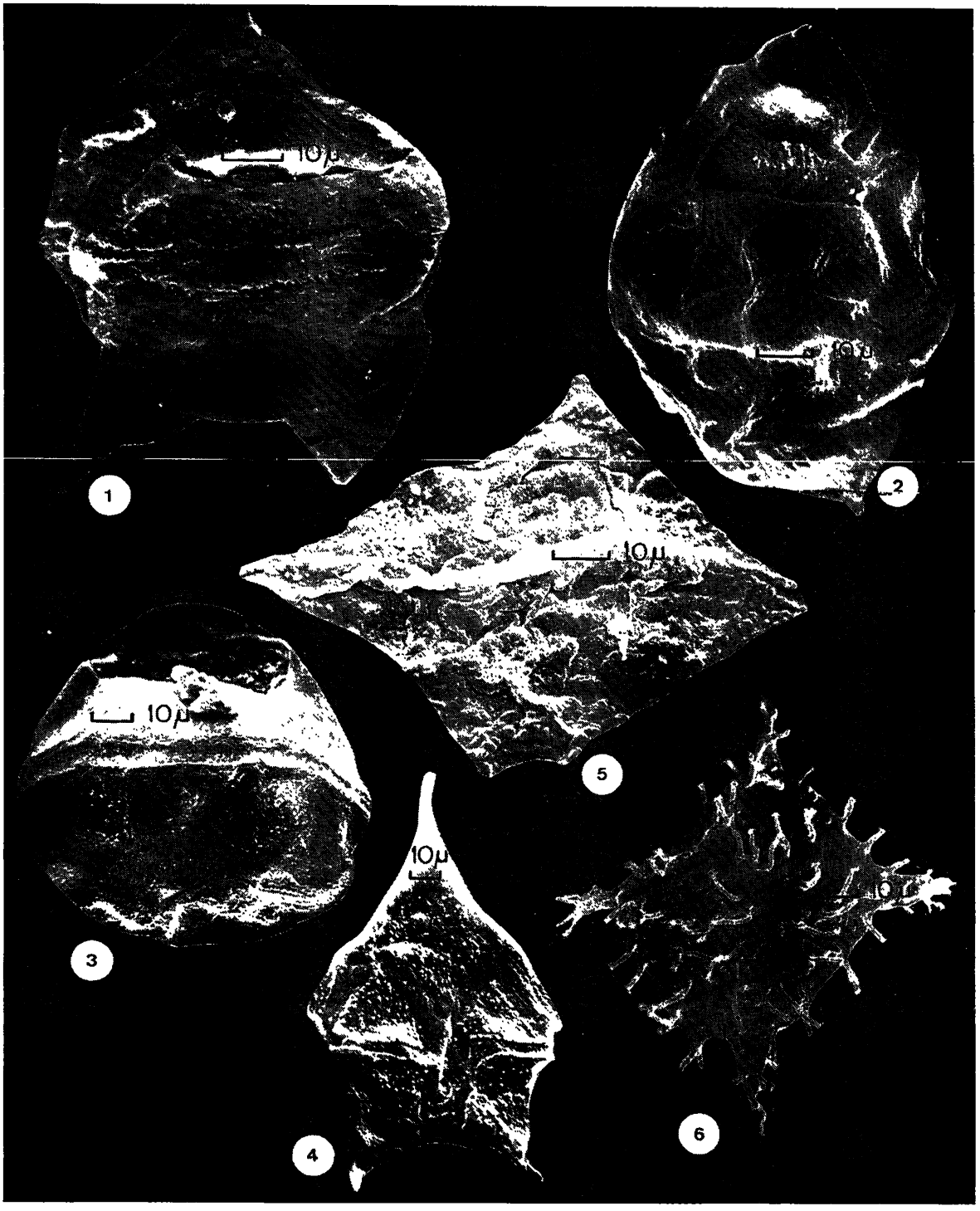

PLANCHE IV
(photos prises en microscopie électronique à balayage).

1, *Deflandrea oebisfeldensis* ; 2, *Deflandrea cornumammila ta* ; 3, *Deflandrea eocenica* ; 4, *Deflandrea striata* ; 5, *Wetzeliella perforata* ; 6, *Wetzeliella* cf. *symetrica*.