Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 56 (1963)

Heft: 2

Artikel: Sur l'âge du Flysch à Helminthoïdes des Préalpes romandes et chablaisiennes

Autor: Badoux, Héli / Weidmann, Marc

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-163040

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 20.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Sur l'âge du Flysch à Helminthoïdes des Préalpes romandes et chablaisiennes

par **Héli Badoux** et **Marc Weidmann** (Lausanne)

ABSTRACT

Using palynological analysis, the authors have tried to settle the question of the age of the Helminthoïd Flysch based formerly only on reworked foraminifera. The results corroborate those based on foraminifera. The Helminthoïd Flysch is surely maestrichtian and therefore must be severed from the thrusted mass of the Préalpes médianes on which it rests. It may form a separate tectonical unit or be part of the nappe of the Simme.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction 513
Le problème du Flysch à Helminthoïdes 514
La palynologie et les problèmes du Flysch 516
Choix des échantillons 518
Provenance des échantillons 518
Méthodes de désagrégation, de préparation et d'examen 519
Liste des microfossiles organiques du Flysch à Helminthoïdes 520
Microplancton 520
Sporae dispersae 521
Répartition des formes par grands groupes morphologiques 523
Discussion et comparaisons 523
Mode de dépôt du Flysch à Helminthoïdes 525
Liste bibliographique 526

Introduction

Dans les travaux récents ayant pour objet les Flysch préalpins, on note deux tendances générales.

La première tente de résoudre les nombreux problèmes qui se posent encore par des levers de carte précis et par une stratigraphie détaillée, appuyée sur des données micropaléontologiques; cette façon de faire, qui donne généralement d'excellents résultats, se heurte cependant à un obstacle qui tient au faciès même du Flysch qui est pauvre en foraminifères stratigraphiquement utilisables et non remaniés.

La deuxième tendance consiste à appliquer à l'étude des Flysch préalpins des techniques utilisées jusqu'alors dans d'autres domaines: répartition des minéraux lourds, nature des minéraux argileux, étude des traces de courants, des ichnofossiles, etc... Malheureusement toutes ces techniques sont trop souvent utilisées seules sans être incluses dans une étude d'ensemble dont la base demeure une bonne carte de détail. En plus de cela, on se heurte toujours à la même difficulté: l'absence de repère stratigraphique sûr. D'autres modes d'investigation s'imposent donc, permettant de tourner ces difficultés ou de les éliminer dans une certaine mesure.

Grâce à l'appui du Fonds National Suisse pour la Recherche Scientifique, nous avons pu, depuis bientôt deux ans, appliquer à l'étude des Flysch préalpins les techniques d'analyse sporopollinique couramment employées dans les recherches pétrolières.

L'un de nous (M. W.) a pu s'initier à ces méthodes lors d'un stage au Laboratoire de Palynologie de l'Institut Français du Pétrole (Rueil–Malmaison) dont le directeur, M. B. de JEKHOWSKY, a droit à toute notre gratitude pour sa généreuse hospitalité.

Le problème du Flysch à Helminthoïdes[1])

Dans les Préalpes romandes et chablaisiennes, le Flysch à Helminthoïdes est très étroitement lié aux Flysch des Nappes de la Simme, des Préalpes médianes et de la Brèche. Nous ne voulons pas reprendre l'historique détaillé des travaux consacrés à ces problèmes complexes et passionnants, depuis que B. STUDER, en 1834, emprunta aux vachers du Simmenthal ce terme banal qui est devenu depuis d'un usage universel: le Flysch. On trouvera dans les ouvrages de V. GILLIÉRON (1885), A. JEANNET (1918) et F. RABOWSKY (1920) d'excellentes études critiques des anciens travaux et dans celui de J. KLAUS (1953) l'analyse des études parues de 1920 à 1950.

En résumé, nos connaissances touchant le Flysch préalpin en général et le Flysch à Helminthoïdes en particulier ont progressé de la manière suivante.

Jusqu'en 1939, on considérait le Flysch préalpin dans son ensemble comme entièrement éocène, si bien qu'une teinte jaune uniforme recouvrait de vastes espaces de nos cartes; cependant A. JEANNET (1918) et F. RABOWSKY (1920) en avaient déjà soustrait quelques parcelles en découvrant ici et là des fossiles cénomaniens dans un Flysch dont ils faisaient la nouvelle Nappe de la Simme.

Depuis une vingtaine d'années, les progrès de la micropaléontologie rendirent possible une attaque de ce difficile problème. Grâce aux foraminifères, l'extension et la stratigraphie de la Nappe de la Simme furent précisées. Le Flysch restant était attribué aux Préalpes médianes. Il englobait alors un Flysch schisto-gréseux à la base et le Flysch à Helminthoïdes au sommet. La découverte par J. TERCIER (1942) de Discocyclines dans la série schisto-gréseuse de base résolvait une partie du problème et on attribuait tout naturellement un âge éocène à l'ensemble du Flysch des Préalpes médianes. Les thèses de J. KLAUS (1953) et E. TWERENBOLD

[1]) Rappelons que les termes Flysch à Helminthoïdes (B. CAMPANA, 1943), Plättchenflysch (B. S. TSCHACHTLI, 1941) et Plattenflysch (P. BIERI, 1946) sont synonymes.

(1955) vinrent compliquer ce schéma simple par la mise en évidence, dans le Flysch à Helminthoïdes, d'une microfaune datant du Crétacé supérieur. Cette découverte obligeait à séparer le Flysch à Helminthoïdes de la Nappe des Préalpes médianes et à en faire, soit une nappe indépendante et nouvelle (J. KLAUS, 1953), soit à le rattacher à la Nappe de la Simme (E. TWERENBOLD, 1955 et H. GUILLAUME, 1955).

Plusieurs études récentes (G. BOTTERON, 1961; H. BADOUX, 1962; H. BADOUX et C.-H. MERCANTON, 1962) abordent à nouveau cette question; elles soulignent le caractère remanié des foraminifères trouvés dans le Flysch à Helminthoïdes et la nécessité des nouvelles recherches.

Quel est donc, aujourd'hui, le problème du Flysch à Helminthoïdes? Tout le monde s'accorde sur ce point: la Nappe des Préalpes médianes possède un Flysch schisto-gréseux d'âge yprésien-lutétien supérieur, dont l'épaisseur est en général très faible, quelques dizaines de mètres au plus. Au-dessus de ce Flysch tertiaire maintenant bien daté, vient le Flysch à Helminthoïdes dans lequel on trouve parfois des foraminifères cénomaniens très nettement remaniés et plus fréquemment un assemblage à cachet campanien-maestrichtien qui est lui aussi plus ou moins remanié selon les régions... ou plutôt selon les auteurs.

En effet, E. TWERENBOLD (1955) nie catégoriquement le remaniement des foraminifères maestrichtiens, tout en admettant que seules quelques Orbitolines indiquent un remaniement de niveaux cénomaniens. Par contre, B. CAMPANA (1949), J. KLAUS (1953), G. BOTTERON (1961), H. BADOUX (1962) s'accordent pour noter que

1) toutes les découvertes de faunes maestrichtiennes dans le Flysch à Helminthoïdes ont été faites dans les grès ou les microconglomérats, dont les grains ont les mêmes dimensions que celles des foraminifères. Ces derniers ont donc été granoclassés avec le matériel détritique. Ils sont par contre absents dans les calcaires fins et les marnes du Flysch où normalement on s'attendrait à les trouver.

2) Les foraminifères sont très souvent silicifiés et le matériel qui remplit leurs loges est différent du ciment des grès.

Ces quatre auteurs concluent au remaniement indiscutable de la microfaune maestrichtienne. Et cependant on n'a jamais découvert dans le Flysch à Helminthoïdes de fossiles plus jeunes que le Maestrichtien. Les Globigérines d'affinité paléocène et la *Globorotalia* notées par A. WIDMER (cité in G. BOTTERON, 1961, p. 102) sont des formes trop mal conservées pour pouvoir être prises en considération; quant à l'«embryon microsphérique de Nummulite» cité également par A. WIDMER dans le même Flysch à Helminthoïdes de la région de Leysin, il ne peut en aucun cas s'agir d'un Nummulitidé. C'est une section spiralée rappelant un peu une section équatoriale de Nummulite, mais sa taille est beaucoup trop faible. D'ailleurs, la silicification grossière du test rend impossible une détermination générique précise.

L'état actuel de nos connaissances nous permet de formuler deux hypothèses:

1) Le remaniement des foraminifères daterait du Priabonien; des conditions paléogéographiques très particulières interdiraient la vie des organismes susceptibles de se fossiliser dans le bassin. Les microfossiles qui s'y déposent ne proviendraient

que de l'érosion de terrains cénomaniens et maestrichtiens. Le Flysch à Helminthoïdes ferait suite directement au Flysch schisto-gréseux et formerait ainsi la série terminale de la Nappe des Préalpes médianes.

2) L'apport de foraminifères serait dû à des courants de turbidité alimentés par des dépôts côtiers contemporains, c'est-à-dire campaniens-maestrichtiens. Il faut alors séparer le Flysch à Helminthoïdes des Préalpes médianes et en faire, soit une nappe indépendante, soit le rattacher à la Nappe de la Simme avec laquelle il formerait une série unique, renversée, dans les synclinaux des Préalpes médianes.

Si la deuxième solution semble la plus probable, le fait incontestable du remaniement de la microfaune laisse planer un doute sur l'âge réel de cette série. Il nous est apparu souhaitable de rechercher des arguments nouveaux avant de prendre position et c'est ce que nous avons tenté grâce à l'analyse sporopollinique.

D'autres problèmes plus généraux se posent encore à propos du Flysch à Helminthoïdes: ses relations avec la Nappe de la Simme, ses rapports avec les divers «Flysch à Helminthoïdes» de la chaîne alpine (voir R. Staub, 1949; R. Trümpy, 1960; M. Lanteaume et H. Haccard, 1960; A. Guillaume, 1961; M. Lemoine, 1961; ainsi qu'une série d'articles publiés par des géologues italiens et français dans le fasc. 3, vol. LXXX, 1962, du Boll. Soc. Geol. Italiana et consacrés aux divers Flysch de Ligurie, des Alpes-Maritimes et de la région des Gets, Haute-Savoie). Nous ne discuterons pas ici ces questions, pas plus que celles de l'origine de ces unités, car elles sortent actuellement du cadre de nos recherches.

La palynologie et les problèmes du Flysch

A notre connaissance, seule E. Hofmann (1948) a jusqu'à présent appliqué les techniques de l'analyse palynologique à l'étude des Flysch du domaine alpin. Les résultats de ces recherches, limitées à un Flysch cénomanien des environs de Salzbourg, seraient sujets à caution d'après H. Straka (1961). En dehors du domaine alpin, divers Flysch des Carpathes (H. Kozikowsky, 1956), de l'Oural, etc... ont fait l'objet d'analyses palynologiques dont les résultats sont des plus intéressants.

Le domaine alpin est donc encore vierge à ce point de vue et c'est là une des difficultés majeures auxquelles nous nous heurtons. En effet, le manque de corrélations et de coupes de référence bien datées palynologiquement, l'état encore très sommaire de nos connaissances touchant la répartition, aussi bien horizontale que verticale, des divers types de microfossiles organiques, tout cela ne facilite pas les interprétations des spectres sporo-polliniques de nos Flysch. Par ailleurs l'anarchie règne encore dans la taxonomie des sporae dispersae et les données publiées sont dispersées dans les périodiques les plus divers et souvent difficilement accessibles. Cependant, si la palynologie n'est pas encore capable d'apporter en général des données stratigraphiques aussi précises que les foraminifères, dans le domaine des Flysch préalpins, elle est promise à un très brillant avenir.

Les avantages de la palynologie sont en effet suffisamment nombreux pour ne pas se laisser décourager par des inconvénients, qui vont d'ailleurs disparaître au fur et à mesure des progrès de cette nouvelle discipline. Les avantages sont les suivants:

– présence des sporae dispersae et des microplanctontes dans presque tous les faciès généralement dépourvus de foraminifères.
– répartition horizontale très étendue, jusqu'à plusieurs milliers de km. (M. Rossignol, 1961).
– répartition verticale très variable selon les espèces ou les groupes d'espèces, mais permettant, grâce à d'emploi judicieux de certaines méthodes statistiques d'édifier des zones stratigraphiques fines et précises pour une région donnée (B. de Jekhowsky, 1958; B. de Jekhowsky et O. P. Varma, 1959).
– possibilité d'utiliser les microfossiles organiques pour des reconstitutions paléogéographiques.
– enfin les questions de remaniement peuvent se résoudre assez facilement et ne présentent pas tous les inconvénients qu'elles ont lors de l'étude des foraminifères.

Le remaniement des complexes sporo-polliniques est un phénomène bien connu (P. Thomson, 1952; I. Cookson, 1955; T. M. Harris, 1958; E. N. Ananova, 1960; P. S. Martin et J. Gray, 1962, etc...) assez facilement décelable grâce aux critères suivants:

1) L'état de conservation des grains peut donner des indications mais il n'est pas déterminant, car le simple transport des sporo-pollens du lieu d'origine à celui du dépôt les corrode parfois profondément.

2) Le diagramme sporo-pollinique dressé d'après plusieurs échantillons d'une même coupe stratigraphique peut montrer de brusques perturbations dans les courbes de fréquence relative avec apparition puis disparition de pics aberrants; il faut là aussi interpréter ces phénomènes avec prudence, car les remaniements n'en sont pas nécessairement la seule cause.

3) Un autre moyen de mettre en évidence un remaniement consiste à calculer, d'après les fréquences relatives, le rapport «organismes d'origine-terrestre» / «organismes d'origine-marine»; si ce rapport présente de fortes variations d'un échantillon à l'autre dans une même coupe, et si ces variations ne sont pas régulièrement croissantes ou décroissantes, il y a de fortes chances pour qu'un remaniement en soit responsable.

4) L'identification, dans la microflore d'un échantillon, de formes manifestement caractéristiques d'étages différents est bien entendu la meilleure manière de déceler un remaniement. S. Holtz (1961) en donne un fort bel exemple: dans un échantillon datant de l'Oligocène moyen, il a trouvé, en plus des formes oligocènes, des espèces datant de l'Eocène, du Crétacé supérieur et du Lias alpha. Des recherches suffisamment poussées permettront toujours de trouver dans des sédiments remaniés des sporo-pollens contemporains du remaniement; ce sont en effet des organismes d'origine terrestre dont la présence dans les dépôts remaniés est totalement indépendante des conditions écologiques régnant lors du remaniement, conditions auxquelles sont si sensibles les organismes d'origine marine (et notamment les foraminifères). Dans certains niveaux cependant, les sporae dispersae contemporaines du remaniement sont parfois si rares par rapport aux formes remaniées plus anciennes que leur présence peut être très difficile à mettre en évidence; cet inconvénient s'élimine partiellement en prélevant sur le terrain des échantillons

moyens de plusieurs dm^3 et un nombre suffisamment grand d'échantillons provenant de coupes différentes.

Choix des échantillons

Les échantillons étudiés dans ce travail ont été récoltés sur le terrain en tenant compte de divers facteurs importants, d'une part pour permettre une bonne analyse palynologique, et d'autre part pour donner une idée générale du contenu sporo-pollinique du Flysch étudié:

1) lithologie – les faciès qui se révèlent les plus favorables à l'analyse palynologique sont caractérisés par un pourcentage de carbonates très faible, par l'absence ou par un très faible pourcentage d'éléments grossiers, par une couleur sombre montrant que le sédiment n'a pas été oxydé après son dépôt. La présence de débris charbonneux ou de restes de plantes est un indice favorable, mais non indispensable. En résumé, les roches les plus favorables sont les argiles, les schistes légèrement calcaires ou gréseux, les silts et les charbons. A part ces derniers, ces types de roches sont largement représentés dans les Flysch.

2) prélèvement des échantillons – afin d'éviter une pollution possible par des débris organiques, des spores ou des pollens actuels, et aussi pour ne prélever autant que possible que des roches ayant échappé à l'oxydation superficielle qui, dans certains cas, peut être très profonde (cf. B. DE JEKHOWSKY et A. JACOB, 1961), nous avons toujours choisi des coupes naturelles dont la fraîcheur est constamment renouvelée, soit les lits de torrent et les arêtes soumises à l'érosion, ou des coupes artificielles récentes.

3) échantillons moyens – comme les fréquences absolues et relatives des microfossiles organiques sont très variables d'un lit à l'autre, nous avons autant que possible constitué des échantillons moyens couvrant une tranche de sédiment de 0,5–1 m environ, afin d'avoir des fréquences plus représentatives de l'ensemble de la roche.

Provenance des échantillons

Coupe de la Plagersfluh: route du Jaunpass, Canton de Fribourg; J. KLAUS (1953, pp. 69–70) a décrit une partie de cette coupe avec beaucoup de détails et y signale des *Globotruncana*. Les deux échantillons que nous y avons prélevés sont relativement pauvres en sporae dispersae. Ils se situent respectivement à 25 et 50 m environ en amont de la fin de la coupe détaillée de J. KLAUS.

Coupe de Poises: flanc sud des Monts Chevreuils, Canton de Vaud; E. TWERENBOLD (1955, pp. 85–86), décrit cette coupe et y signale une microfaune à cachet maestrichtien. Nos échantillons proviennent des cotes 1510, 1540, 1590, 1615 environ. Tous les quatre sont riches en microfossiles organiques.

Coupe du Ruisseau de Vers Bar: dans le ruisseau qui descend des pentes SE de la Tour du Mayen et qui passe par Vers Bar et Cergnat, Ormonts Dessous, Canton de Vaud. Cette coupe est la plus complète de toutes et couvre une série de Flysch de plus de 100 m d'épaisseur. A partir du dernier affleurement de Couches Rouges des Préalpes médianes (1315 m), on note une dizaine de m de Quaternaire

qui recouvre partiellement le Flysch schisto-gréseux paléocène, puis (1310 m) le début de la série du Flysch à Helminthoïdes dans laquelle nous avons prélevé des échantillons aux cotes 1310, 1285, 1280, 1275, 1265, 1258, 1245, 1227, 1210; un sentier traverse ici le ruisseau qui coule ensuite sur des dépôts quaternaires. Dans le Flysch, la direction des couches varie entre N 30 E et N 65 E, avec des pendages de 50–60° vers le SE. La surface des bancs est très riche en empreintes diverses parmis lesquelles dominent les Fucoïdes et les Helminthoïdes; les lames minces ont révélé la coexistence des deux assemblages de foraminifères tous deux nettement remaniés: le premier est Cénomanien et le second Maestrichtien (A. WIDMER, 1959, travail de diplôme inédit, Lausanne).

Au point de vue palynologique, quatre échantillons sont très riches, quatre sont relativement pauvres et un pratiquement stérile.

Coupe de l'Abbaye de Vallon: route de la vallée supérieure du Brevon, entre Cherny et l'ancienne Abbaye de Vallon, dans un petit ruisseau et dans le talus de la route, respectivement à 600 et 550 m en aval de l'Abbaye; Haute Savoie, France. Les deux échantillons que nous y avons prélevés contiennent des microfossiles organiques nombreux et bien conservés.

En résumé, cette étude préliminaire porte sur 17 échantillons de Flysch à Helminthoïdes, dont 10 sont riches en microfossiles organiques, 3 médiocrement riches, 3 pauvres et un stérile.

Méthodes de désagrégation, de préparation et d'examen

Nous avons employé la méthode décrite par B. DE JEKHOWSKY (1959) pour la désagrégation, le montage et l'examen des préparations. Elle s'applique parfaitement au Flysch en général; cependant, pour améliorer la qualité des préparations qui, sans cela, resteraient assez pauvres, nous avons ajouté à la méthode standard de l'Institut du Pétrole une centrifugation en liqueur dense du résidu de la désagrégation (mélange bromoforme-alcool de densité 1,8–2,0).

En principe nous avons compté dans chaque échantillon une centaine de spores et de pollens déterminables avec suffisamment de précision pour être classés dans l'un des grands groupes morphologiques suivants: Triporates, Tricolpates, Tricolporates, Bisaccates, Inaperturates, Praecolpates, Classopollis, Trilètes lisses (= Laevigati), Trilètes à tori (= Toriati), Trilètes ornés (= Apiculati et Muronati), Trilètes zonés (= Zonotrilètes), Monolètes lisses (= formes lisses, chagrinées, micro-ponctuées, micro-réticulées), Monolètes ornées. Lorsque l'état de conservation des grains est assez bon, nous les déterminons génériquement ou spécifiquement.

D'habitude, ce nombre de 100 grains déterminables est atteint après l'examen de 1–3 lames de format 24 × 32 mm; cependant certains échantillons n'ont fourni que quelques dizaines de grains après examen de 3 ou 4 lames; nous n'avons alors pas insisté et nous ne tenons pas compte de manière rigoureuse des moyennes calculées d'après ces échantillons pauvres.

Les fréquences relatives qui sont à la base des interprétations stratigraphiques (cf. B. DE JEKHOWSKY, 1958), sont toujours calculées selon le principe suivant: 100% = nombre total de sporae dispersae déterminées et classées dans un des

grands groupes ci-dessus. En plus des sporae dispersae, nous avons également déterminé et calculé les fréquences relatives des groupes suivants: Hystrichosphères, Dinoflagellés, *Ovoidites*, Microforaminifères, Scolécodontes, Cuticules, Trachéïdes, Mousses et Champignons. Ces diverses moyennes, ainsi que celles des autres rapports que nous avons calculés, c'est-à-dire le rapport Hystrichosphères/Dinoflagellés et le rapport microfossiles d'origine marine/microfossiles d'origine terrestre, peuvent présenter un grand intérêt pour des reconstitutions paléogéographiques, en plus de leur application stratigraphique. Nous les reprendrons probablement dans un futur travail d'ensemble sur le Flysch à Helminthoïdes.

Liste des microfossiles organiques du Flysch à Helminthoïdes

Nous n'en ferons qu'une rapide énumération, sans entrer dans les détails et sans aller jusqu'à la détermination spécifique en ce qui concerne la plupart des formes. Cette façon de procéder est parfaitement adaptée au but essentiellement stratigraphique que nous poursuivons. Nous espérons pouvoir bientôt entreprendre une étude plus détaillée de ces microfossiles.

MICROPLANCTON

Hystrichosphaeridea

G. Hystrichosphaera (O. We.) Defl. – très abondant dans presque tous les échantillons (jusqu'à 45%, en moyenne 8%); plusieurs espèces dont les plus courantes sont *H. ramosa* (Ehrbg.) O. We. et *H. furcata* (Ehrbg.) O. We.
G. Hystrichosphaeridium Defl. – très abondant également dans presque tous les échantillons (jusqu'à 20%, en moyenne 5%); nombreuses espèces parmi lesquelles *H. tubiferum* (Ehrbg.) Defl., *H. complex* (White) Defl., *H.* aff. *dictyophorum* Cooks et Eis., *H. salpingophorum* Defl., *H. ramuliferum* Defl.
G. Hystrichokolpoma Klumpp – rare, deux espèces.
G. Areoligera Lej.-Carp. – très rare, une espèce.
G. Cannosphaeropsis (O. We.) Defl. – très rare, une espèce: *C.* cf. *aemula* (Defl.).
G. Baltisphaeridium Eis. – présent dans presque tous les échantillons, mais relativement peu abondant (jusqu'à 6%, en moyenne 1%); six espèces au minimum, dont les plus fréquentes sont *B. pilosum* (Ehrbg.) et *B. fimbriatum* (White).
G. Raphidodinium Defl. – très rare, une espèce: *R.* cf. *fucatum* Defl. (appartient aux *Dinoflagellata* ?).
G. *Micrhystridium* Defl. – courant, présent dans la plupart des échantillons (jusqu'à 13%, en moyenne 2%); plusieurs espèces dont *M. inconspicuum* Defl., *M. fragile* Defl., une forme ressemblant beaucoup à *M. cometes* Val., mais de taille sensiblement plus grande (env. 30 microns), ce qui la rapprocherait plutôt de *Baltisphaeridium* Eis.
G. Pterospermopsis W. We. – rare, une espèce, *P.* cf. *danica* W. We.
G. Tenua Eis. – abondant dans quelques échantillons, plusieurs espèces à ornementation très variable: *T. hystricella* Eis., «Forma C» Evitt 1961, etc. . . . (à classer dans les *Dinoflagellata* ?).

Dinoflagellata

G. Gonyaulax Dies. – probablement 5–6 espèces (jusqu'à 16%, en moyenne 3%), présent dans de nombreux échantillons.
G. Apteodinium Eis. – très rare, probablement une espèce appartenant à ce genre.
G. Pterodinium Eis. – courant, plusieurs espèces.
G. Deflandrea Eis. – très courant, nombreuses espèces (jusqu'à 13%, en moyenne 4%): *D. phos-*

phoritica Eis., *D.* cf. *bakeri* Defl. & Cooks. semblent les plus abondantes, ainsi que les formes de passage décrites et figurées par W. R. Evitt (1961, pl. 1 et 2, fig. 1–4).
G. Odontochitina Defl. – deux à trois espèces relativement courantes dans la plupart des échantillons (en moyenne 3%); surtout *O. operculata* (O. We.) Defl.
G. Peridinium Ehrbg. – rare, une espèce.

Les genres et espèces suivants sont très rares et nous n'en avons trouvé qu'un ou deux exemplaires:

cf. *G. Paleohystrichophora* Defl.
G. Gymnodinium Stein – *G.* cf. *pontis-mariae* Defl.
cf. *Ophiobolus lapidaris* O. We.
Ceratium (*Euceratium*) cf. *fusus* Ehrbg. *forma filosum* O. We.

MICROFOSSILES DIVERS

Nous avons signalé dans une autre note (M. Weidmann, 1962) la présence de plusieurs types de microfossiles organiques dans quelques Flysch préalpins; tous sont présents dans le Flysch à Helminthoïdes. Nous en donnons pour mémoire la liste ci-dessous: Microforaminifères de types variés, Scolécodontes, débris et spores de mousses et de champignons, cuticules, trachéïdes.

SPORAE DISPERSAE

Nous ne mentionnerons ici que les formes dont l'état de conservation est suffisamment bon pour permettre une détermination générique ou éventuellement spécifique. Nous avons rencontré de très nombreux individus dont la classification n'a pu se faire avec sûreté qu'au niveau des taxa les plus élevés et qui entrent probablement dans des genres qui ne sont pas mentionnés ci-dessous. En principe, nous avons suivi la classification de R. Potonié (1956–1960) pour les *Pollenites* et celle de W. Krutzsch (1959) pour les *Sporites*.

Sporites

G. Leiotriletes (Naum.) R. Pot. & Kr. – relativement courant, n'est pas présent dans tous les échantillons (de 1–5%, en moyenne 1%); *L. microadriennis* Kr., *L.* cf. *pseudomesozoicus* Kr. et probablement deux autres espèces.
G. Stereisporites Pf. – courant, présent dans presque tous les échantillons (jusqu'à 7%, en moyenne 2%); *S. stereoides* (R. Pot. & Ven.) Th & Pf., *S.* cf. *minor* (Raatz) *minor* Kr., *S. psilatus* (Ross) Th. & Pf.
G. Punctatisporites Ibr. – assez rare (1–2%); probablement deux espèces.
G. Concavitriletes (Thg.) Kr. – rare, une seule espèce.
G. Gleicheniidites (Ross) Kr.
G. Toroisporis (Pf.) Kr.
G. Toripunctisporis Kr.
G. Concavisporites Pf.

Ces quatre derniers genres sont rares et difficiles à déterminer plus précisément (1–2%), dans deux échantillons seulement.

G. Baculatisporites Th. & Pf. – une espèce, très rare.
G. Echinatisporites Kr. – une espèce, très rare.
G. Trilites Cooks. – courant dans quelques échantillons seulement (1–3%), nombreuses espèces.
G. Microreticulatisporites (Knox) R. Pot. & Krp. – rare, plusieurs espèces dont *M. senonius* Kr.

G. Cicatricosisporites R. POT. & GELL. – présent dans presque tous les échantillons, mais toujours en faible proportion (1–2%); plusieurs espèces dont les plus courantes sont *C. dorogensis* R. POT. & GELL, *C.* cf. *embryonalis* KR.

G. Triplanosporites (PF.) TH. & PF. – quelques très rares grains pouvant se rapporter à ce genre actuellement très discuté.

G. Cingulatisporites TH. – très rare, uniquement des grandes formes de 80–100 microns, appartenant probablement à une seule espèce.

G. Peromonolites COUPER. – très rare, une espèce.

G. Laevigatosporites IBR. – quelques rares petites formes: *L. minor* (COOKSON) KR., *L. haardti* (R. POT. & VEN.) TH. & PF.

G. Punctatosporites (IBR.) KR. – relativement abondant (3–8%) dans quelques échantillons seulement. Probablement plusieurs espèces.

G. Schizaeoisporites (R. POT.) KR. – fréquent, petites formes de 10–25 microns (1–4%, en moyenne 2%).

G. Cicatricososporites TH. & PF. – très rare.

Pollenites

G. Inaperturopollenites TH. & PF. – genre très bien représenté dans tous les échantillons. Les formes à exine lisse ou faiblement chagrinée telles que *I. magnus* (R. POT.) TH. & PF., *I. dubius* (R. POT. & VEN.) TH. & PF. sont moins courantes (2–14%, en moyenne 4%) que les formes ponctuées et réticulées: *I. incertus* TH. & PF., *I. emmaensis* (MURR. & PF.) TH. & PF. (3–26%, en moyenne 10%). Les formes verruqueuses (*I. parvoglobulus* WEYL. & GREIF., *I. verrucosus* WEYL. & GREIF.) sont rares.

G. Zonalapollenites PF. – formes plutôt rares (1–6% dans quelques échantillons seulement); probablement plusieurs espèces dont *Z. igniculus* (R. POT.) TH. & PF.

G. Classopollis (PF.) POC. & JANS. – présent dans quelques échantillons seulement (1–10%, en moyenne 2%). Il s'agit de la forme *C. classoides* (PF.) POC. & JANS. que l'on trouve parfois en tétrades.

G. Pityosporites SEWARD. – les grains attribuables avec certitude au *G. Pityosporites* sont extrêmement rares (surtout *P. microalatus* f. *minor* (R. POT.) TH. & PF.), alors que le pourcentage des pollens bisaccates est en général élevé (jusqu'à plus de 20%, en moyenne 10%), mais il est très difficile de les déterminer à cause de leur mauvais état de conservation.

G. Trisaccites LESCHIK. – nous n'en avons trouvé qu'un seul exemplaire très corrodé.

G. Eucommiidites ERDT. – présent dans deux échantillons seulement: *E. troedssoni* ERDT.

G. Oculopollis PF. – formes très abondantes dans tous les échantillons (jusqu'à 15%, en moyenne 5–9%); au moins une dizaine d'espèces, depuis les petites formes comme *O. praedicatus* WEYL. & KRIEG., *O. aethericus* WEYL. & KRIEG., *O. fastidicus* WEYL. & KRIEG. qui sont les plus fréquentes, jusqu'aux grandes formes à pores saillants qui sont beaucoup plus rares.

G. Trudopollis PF. – plusieurs espèces, généralement de petite taille; moins fréquent que *Oculopollis*.

G. Minorpollis KR. – également des petites formes très abondantes (1–23%, en moyenne 6–10%); plusieurs espèces dont aucune ne dépasse 25 microns.

G. Triatriopollenites PF. – très abondant, toujours des petites formes ne dépassant pas 25 microns et se répartissant en plusieurs espèces (en moyenne 3–6%).

G. Subtriporopollenites PF. – mêmes remarques que pour le genre précédent.

G. Sporopollis PF. – très rare, une espèce.

G. Pflugipollis KR. – assez rare, probablement une seule espèce.

G. Latipollis KR. – peu abondant, dans quelques échantillons seulement. Probablement deux espèces.

G. Monstruosipollis KR. – très rare, une espèce.

G. Papillopollis PF. – très rare, une espèce.

G. Tetrapollis WEYL. & KRIEG. – très rare, probablement une seule espèce: *T.* cf. *competitor* WEYL. & KRIEG.

G. Tricolpopollenites TH. & PF. – souvent observé, mais toujours en très faibles quantités (1–2%); nombreuses espèces: *T. microhenrici* (R. POT.) TH. & PF., *T. liblarensis liblarensis* (TH.) TH. & PF., *T. liblarensis fallax* (R. POT.) TH. & PF., etc.

G. Ericipites WODEH. – relativement courant dans nos préparations; il s'agit presque toujours de tétrades tétraédriques compactes dont les grains sont le plus souvent lisses, sans marque trilète visible; quelques tétrades de *Classopollis* (PF.) POC. & JANS.; un tétrade appartenant au *G. Trilites* COOKS.

Incertae sedis

G. Ovoidites (R. POT.) KR. – très fréquent dans presque tous les échantillons (1–13%, en moyenne 3%); plusieurs espèces dont *O. ligneolus* (R. POT.) R. POT. cf. *forma minor* RAATZ et *forma intermedius* RAATZ.

Répartition des formes par grands groupes morphologiques

Nous avons ainsi un spectre schématique d'ensemble pour tout le Flysch à Helminthoïdes. Ce spectre d'ensemble correspond bien, à part quelques variations de détails qui semblent plus accidentelles que systématiques, à chacun des spectres des 17 échantillons pris isolément.

Triporates – 0–60%, en moyenne 20-30%, absents dans deux échantillons.
Tricolpates – 0–4%, en moyenne 1%, présents dans la moitié des échantillons.
Tricolporates – absents dans tous les échantillons.
Praecolpates – 2 et 10%, présents dans deux échantillons.
Bisaccates – 0–42%, en moyenne 8–15%, absents dans deux échantillons.
Inaperturates – 5–95%, en moyenne 20–40%, présents dans tous les échantillons.
Classopollis – 0–10%, en moyenne 1–3%, présents dans six échantillons.
Trilètes lisses – 0–12%, en moyenne 5–8%, présents dans treize échantillons.
Trilètes à tori – 0–3%, en moyenne 1,5%, présents dans quatre échantillons.
Trilètes ornés – 0–24%, en moyenne 10–20%, absents dans deux échantillons.
Trilètes zonés – 0–9%, en moyenne 2%, présents dans six échantillons.
Monolètes ornés – 0–13%, en moyenne 4–8%, absents dans trois échantillons.
Hystrichosphères – 18–241%, en moyenne on a deux maxima très nets: un vers 200% et l'autre vers 40–60%, présents dans tous les échantillons.
Dinoflagellés – 8–150%, en moyenne 20–40%, présents dans tous les échantillons.
Ovoidites – 0–13%, en moyenne 2–3%, présents dans sept échantillons.

Rapport Hystrichosphères/Dinoflagellés – il se situe toujours entre 50 et 80% d'Hystrichosphères (100% = Hystrichosphères + Dinoflagellés), en moyenne 70%.

Rapport microfossiles marins (Hystrichosphères + Dinoflagellés + Microforaminifères)/microfossiles terrestres (*sporae dispersae*) – il est extrêmement variable et va de 0,03 à 2,01; les échantillons provenant de la même coupe présentent également de très fortes différences entre eux; la moyenne se situe autour de 0,40, ce qui montre une prépondérance des organismes d'origine terrestre sur les organismes d'origine marine.

En ce qui concerne les autres types de microfossiles organiques: microforaminifères, scolécodontes, cuticules, trachéïdes, champignons et mousses, voir M. WEIDMANN (1962).

Discussion et comparaison

Microplancton. – Nos connaissances touchant la répartition verticale de ces formes sont encore très sommaires; il semble, d'après les récents travaux qui ont traité cette question, que l'extension verticale de la plupart des espèces est grande et que les Hystrichosphères et les Dinoflagellés ne sont actuellement pas utilisables

pour une stratigraphie relativement fine dans un bassin encore inconnu au point de paléoplanctologique. Notons cependant que la presque totalité des formes énumérées ci-dessus sont connues dans des sédiments datant du Crétacé supérieur.

Sporae dispersae. – Si nous envisageons tout d'abord les extensions stratigraphiques des espèces que nous avons pu identifier, nous constatons que la très grande majorité a déjà été rencontrée dans le Crétacé supérieur (Sénonien principalement), seules quelques formes n'ont été signalées jusqu'ici que dans le Tertiaire. Ces comparaisons ne présentent pas une grande valeur, nos déterminations spécifiques étant peu nombreuses et l'extension stratigraphique des espèces du Crétacé supérieur et du Paléocène européen peu précise.

Si nous groupons nos espèces selon le schéma proposé par W. KRUTZSCH (1957 a et b), nous trouvons que seul le sommet du Crétacé supérieur peut convenir à notre microflore. Car, si de nombreux groupes de formes passent du Crétacé au Paléocène, d'autres sont strictement restreints aux derniers niveaux du Crétacé: «*cretacius*-Gruppe», *Classopollis*, *Latipollis*, *Monstruosipollis*, *Pflugipollis*, *Papillopollis*, *Protoquercus*. D'autre part, on ne trouve aucune forme caractéristique de l'Eocène supérieur qui pourrait démontrer un remaniement datant du Priabonien.

La comparaison de nos formes avec celles qui ont été décrites dans divers gisements européens bien datés et allant du Cénomanien au Maestrichtien, confirme l'impression acquise en examinant les groupes de formes (N. A. BOLCHOVITINA, 1953; S. DURAND et M. TERS, 1958; F. FIRTION, 1952; F. GOCZAN, 1961; B. PACLTOVA, 1959; H. D. PFLUG, 1953; F. THIERGART, 1949, 1953, 1954; H. WEYLAND et G. GREIFELD, 1953; H. WEYLAND et W. KRIEGER, 1953; Y. D. ZAKLINSKAYA, 1960, etc.).

Cependant un léger doute peut toujours subsister sur cette interprétation, car nous étendons au bassin alpin des données acquises dans des régions beaucoup plus éloignées. C'est pourquoi nous avons cherché à constituer une échelle de référence «typiquement alpine» au moyen d'échantillons bien datés provenant de diverses nappes. Cette échelle n'est pas encore complète, car tous les échantillons de Couches Rouges du Crétacé supérieur que nous avons examinés se sont révélés stériles. Les données dont nous disposons actuellement nous permettent cependant de constater que:

1) La microflore du Flysch à Helminthoïdes est nettement différente de celle de la Nappe de la Simme (Cénomanien et Turonien inf.) et du Complexe schisteux intermédiaire (Albien-Turonien moy.) de la nappe des Préalpes médianes. Elle contient beaucoup plus de formes angiospermiques, Triporates et quelques Tricolpates, beaucoup moins de *Classopollis* et de Praecolpates, très peu de Trilètes à tori, de formes à appendices et de *Cicatricosisporites*.

2) La microflore du Flysch à Helminthoïdes est également très différente de celle du Flysch schisto-gréseux des Préalpes médianes (Paléocène et Eocène). On constate dans ce dernier l'apparition de formes typiquement tertiaires parmi les Triporates, une brusque augmentation des Tricolpates et la présence de formes Tricolporates inconnues dans le Flysch à Helminthoïdes.

3) La microflore du Flysch à Helminthoïdes n'offre pratiquement rien de commun avec celle des Flysch priaboniens des Préalpes externes.

En résumé: La microflore du Flysch à Helminthoïdes indique un âge qui se situe entre le Turonien et le Paléocène non compris, c'est-à-dire sénonien-maestrichtien qui correspond parfaitement à celui indiqué par les foraminifères. Cela confirme ainsi l'hypothèse d'un remaniement datant du Maestrichtien.

Comme nous l'avons vu plus haut, le rapport «microfossiles marins/microfossiles terrestres» est très variable et c'est probablement un indice de remaniement, de même que l'abondance anormale de *Classopollis* et des Praecolpates dans certains échantillons. Comme nous ne connaissons pas encore le spectre sporo-pollinique d'un sédiment alpin non remanié d'âge sénonien-maestrichtien, nous ne pouvons pas dire avec certitude quelles sont, dans notre Flysch à Helminthoïdes, les formes qui sont remaniées et dans quelles proportions ce remaniement modifie le spectre original. Il faut également souligner que le remaniement intervient dans les sédiments de granulométrie très fine que nous avons analysés, schistes marneux et argileux, silts et microgrès; jusqu'à présent on ne l'avait mis en évidence grâce aux foraminifères que dans des sédiments beaucoup plus grossiers.

Mode de dépôt du Flysch à Helminthoïdes

Le problème du dépôt du Flysch en général, dont la difficulté a déjà été soulignée par J. Tercier (1948), est devenu récemment un sujet de controverse entre les partisans des bassins profonds avec apports par courants de turbidité (E. Ten Haaf, 1959; A. H. Bouma, 1961) et les partisans des bassins peu profonds sans courants de turbidité (J. P. Mangin, 1962). Les problèmes posés, ainsi que les méthodes de recherche proposées (voir notamment la discussion qui suivit la communication de J. P. Mangin) dépassent le cadre de la présente note, d'autant plus que l'optique de nos recherches est orientée principalement dans une direction stratigraphique; aussi n'avons-nous pas, pour l'instant du moins, approfondi cette question.

Nous nous contenterons de formuler quelques remarques suggérées par les résultats acquis lors de l'étude du Flysch à Helminthoïdes: nous constatons une différence notable dans la taille des spores et des pollens du Flysch à Helminthoïdes et des dépôts contemporains de l'Allemagne du Nord (Sénonien de Quedlinburg et d'Aix-la-Chapelle; cf. H. Weyland et G. Greifeld, 1953 et H. Weyland et W. Krieger, 1953) qui sont notoirement peu profonds et même continentaux. En moyenne, les formes abondantes dans le Flysch à Helminthoïdes appartiennent à des espèces de petite taille, peu ornées et de densité relativement faible. Les grosses formes décrites par les auteurs allemands sont très rares ou même absentes. Il serait logique d'en conclure que les sporae dispersae du Flysch à Helminthoïdes ont subi un transport beaucoup plus long que celles des gisements allemands, transport au cours duquel les grosses formes se sont sédimentées en premier dans des zones qui ne nous sont actuellement pas connues. Le bassin de sédimentation du Flysch à Helminthoïdes ne serait ni lacustre, ni saumâtre (présence de foraminifères et de microplanctontes en grande quantité), et la solution qui semblerait la plus plausible implique un bassin marin assez étendu pour permettre un classement des sporae dispersae d'après leur taille.

Cependant, comme nous le soulignons plus haut, nous manquons encore de points de comparaison pour tirer des courbes de fréquence et des divers rapports que nous avons calculés des renseignements valables au point de vue paléogéographique en général: mécanisme et durée du transport, profondeur du bassin, etc. et surtout pour apprécier l'importance du remaniement. C'est pourquoi le caractère très hypothétique de nos dernières remarques n'échappera, nous l'espérons, à personne.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

ANANOVA, E. N. (1960): (en russe) *Le remaniement des complexes polliniques.* Bjull. moskovsk. Obshchest. Ispytatel. Prirody, Otd. biol., *65*, 3, 132–135.

BADOUX, H. (1962): *Géologie des Préalpes Valaisannes (rive gauche du Rhône).* Mat. Carte géol. Suisse, NS, *113*.

BADOUX, H., & MERCANTON, C.-H. (1962): *Essai sur l'évolution tectonique des Préalpes médianes du Chablais.* Eclogae geol. Helv. *55*, 1, 135–188.

BIERI, P. (1946): *Über die Ausbreitung der Simmendecke in der östlichen Préalpes Romandes.* Eclogae geol. Helv. *39*, 1, 25–34.

BOLCHOVITINA, N. A. (1953): (en russe) *Caractères sporopolliniques du Crétacé de la partie centrale de l'URSS.* Bull. Acad. Sc. URSS, sér. géol. *61*, 184 p.

BOTTERON, G. (1961): *Etude géologique de la région du Mont d'Or (Préalpes Romandes).* Eclogae geol. Helv. *54*, 1, 29–106.

BOUMA, A. H. (1961): *Sedimentology of some flysch deposits.* Thèse, Utrecht.

CAMPANA, B. (1943): *Géologie des Nappes préalpines au NE de Château d'Oex.* Mat. Carte géol. Suisse, NS, *82*.

– (1949): *Sur le faciès et l'âge du Flysch des Préalpes médianes.* Eclogae geol. Helv. *42*, 2, 177–181.

COOKSON, I. (1955): *The occurrence of Paleozoic microspores in Australian Upper Cretaceous and Lower Tertiary sediments.* Austr. J. of Sc., *18*, 2, 56–58.

DURAND, S., & TERS, M. (1958): *L'analyse pollinique d'argile des environs de Challans (Vendée) révèle l'existence d'une flore cénomanienne.* C.R. Acad. Sc. Paris, *247*, 684–686.

EVITT, W. R. (1961): *Observations on the morphology of fossil Dinoflagellates.* Micropaleontology, *7*, 4, 385–420.

FIRTION, F. (1952): *Le Cénomanien inférieur de Nouvion-en-Thiérache; examen micropaléontologique.* Ann. Soc. géol. Nord, *72*, 150–164.

GILLIERON, V. (1885): *Description géologique des territoires de Vaud, Fribourg et Berne.* Mat. Carte géol. Suisse, NS, *18*.

GOCZAN, F. (1961): *Die Palynologie der Senon-Bildungen des Süd-Bakony.* Ann. Inst. geol. publ. hungar. *49*, 3, 789–799.

GUILLAUME, A. (1961): *Nouvelles données sur les terrains à faciès briançonnais et sur les Flysch des Alpes-Maritimes franco-italiennes (secteur de Limone Piemonte).* Rev. géogr. phys. et géol. dynam., 2e sér., *4*, 51–61.

GUILLAUME, H. (1955): *Observations sur le Flysch de la Nappe de la Simme.* Eclogae geol. Helv. *48*, 2, 323–328.

TEN HAAF, E. (1959): *Graded beds of the Northern Apennines.* Thèse, Groningen.

HARRIS, T. M. (1958): *Misplaced plant microfossils.* J. Pal. Soc. India, *3*, B. Sahni Memorial Number, 145–148.

HOFMANN, E. (1948): *Das Flyschproblem im Lichte der Pollenanalyse.* Phyton, Ann. Rei Bot., *1*, 1, 80–101.

HOLTZ, S. (1961): *Sporen und Pollen im marinen Mitteloligozän des Ahne-Tales (Blatt Kassel-West).* Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., *89*, 73–84.

JEANNET, A. (1913 et 1918): *Monographie géologique des Tours d'Aï et des régions avoisinantes.* Mat. Carte géol. Suisse, NS, *34*, parties I et II.

De Jekhowsky, B. (1958): *Méthodes d'utilisation stratigraphique des microfossiles organiques dans les problèmes pétroliers.* Rev. I.F.P. *13*, 10, 1391–1418.

– (1959): *Une technique standard de préparation des roches pour l'étude des microfossiles organiques.* Rev. I.F.P., *14*, 3, 315–320.

De Jekhowsky, B., & Varma, C. P. (1959): *Essais de corrélations d'après cuttings par voie palynologique simplifiée dans le Tertiaire de MB. 2 et MC. 2 (région de Meaux, S.-et-M.).* Rev. I.F.P. *14*, 6, 827–838.

De Jekhowsky, B., & Jacob, A. (1961): *Aperçu palynologique sommaire sur le Paléogène du Bassin de Paris.* C.R. somm. Soc. géol. France, *7*, 184–186.

Klaus, J. (1953): *Les Couches Rouges et le Flysch au SE des Gastlosen (Préalpes Romandes).* Bull. Soc. Frib. Sc. nat., *42*.

Kozikowski, H. (1956): *Geology of the central Carpathian depression between Zmigrod and Sanok in view of the recent investigations (The Polish Flysch Carpathians).* 20e Congr. Int. géol., Mexico, *sect. III*, 143–165 (paru en 1957).

Krutzsch, W. (1957a): *Sporenpaläontologische Untersuchungen in der sächsischböhmischen Kreide und die Gliederung der Oberkreide auf mikrobotanischer Grundlage.* Ber. Geol. Ges. DDR, *2*, 126–131.

– (1957b): *Sporen- und Pollengruppen aus der Oberkreide und dem Tertiär Mitteleuropas und ihre stratigraphische Verteilung.* Z. angew. Geol. *11/12*, 3, 509–548.

– (1959): *Mikropaläontologische (sporenpaläontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geiseltales.* Geologie, *Beih. 21/22*, 1–425.

Lanteaume, M. & Haccard, D. (1960): *Mise au point sur la stratigraphie du Flysch à Helminthoïdes des Alpes-Maritimes franco-italiennes. Considérations sur les Flysch à Helminthoïdes alpins.* C.R. Acad. Sc., Paris, *251*, 2733–2735.

Lemoine, M. (1961): *La marge externe de la fosse piémontaise dans les Alpes occidentales.* Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn., *4*, 163–180.

Mangin, J. P. (1962): *Le Flysch, sédiment climatique?* C.R. somm. Soc. géol. France, *2*, 34–38.

Martin, P. S., & Gray, J. (1962): *Pollen analysis and the Cenozoic.* Science, USA, *137*, 3524, 103–111.

Pacltova, B. (1959): (en tchèque) *On some plant microfossils from fresh-water sediments of the Upper Cretaceous (Senonian) in the South Bohemian Basin.* Part I. Sbornik Ustred. Ust. Geol., oddil pal., *26*, 47–102 (paru en 1961).

Pflug, H. D. (1953): *Zur Entstehung und Entwicklung des angiospermiden Pollens in der Erdgeschichte.* Paläontographica, Abt. B, *95*, 60–71.

Potonié, R. (1956–1960): *Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae.* Beih. Geol. Jb.; Teil I, H. *23*, 1956; Teil II, H. *31*, 1958; Teil III, H. *39*, 1960.

Rabowsky, F. (1920): *Les Préalpes entre le Simmental et le Diemtigtal.* Mat. Carte géol. Suisse, NS, *35*.

Rossignol, M. (1961): *Analyses polliniques de sédiments marins quaternaires en Israël. I – Sédiments récents.* Pollens et Spores, *3*, 2, 302–324.

Staub, R. (1949): *Betrachtungen über den Bau der Südalpen.* Eclogae geol. Helv. *42*, 2, 215–408.

Straka, H. (1961): *Über einige Fortschritte der Pollen- und Sporenforschung.* Geol. Rundschau, *51* 2, 517–530 (paru en 1962).

Studer, B. (1834): *Geologie der Westlichen Schweizer Alpen.* Text u. Atlas. Heidelberg und Leipzig.

Tercier, J. (1942): *Sur l'âge du Flysch des Préalpes médianes.* Eclogae geol. Helv. *35*, 2, 133–138.

– (1948): *Le Flysch dans la sédimentation alpine.* Eclogae geol. Helv. *40*, 2, 163–198.

Thiergart, F. (1949): *Der stratigraphische Wert mesozoischer Pollen und Sporen.* Paläontographica, Abt. B, *89*, 1–34.

– (1953): *Über einige Sporen und Pollen der Perutzer Schichten (Böhmen).* Paläontographica, Abt. B, *95*, 53–59.

– (1954): *Einige Sporen und Pollen aus einer Cenomankohle Südfrankreichs (St Paulet Caisson nahe Montélimar, nördlich Marseilles) und Vergleiche mit gleichaltrigen Ablagerungen.* Geologie, *3*, 5, 548–551.

Thomson, P. (1952): *Sekundäre Umlagerung pflanzlicher Mikrofossilien in klastischen Sedimenten.* Geol. Rundschau, *40*, 286–287.

TRUMPY, R. (1960): *Paleotectonic evolution of the Central and Western Alps*. Bull. Geol. Soc. Am., *71*, 843–908.

TSCHACHTLI, B. S. (1941): *Über Flysch und Couches Rouges in den Decken der östlichen Préalpes Romandes (Simmental-Saanen)*. Thèse, Berne.

TWERENBOLD, E. (1955): *Les Préalpes entre la Sarine et les Tours d'Aï. Région des Monts Chevreuils*. Bull. Soc. Frib. Sc. nat., *44*.

WEIDMANN, M. (1962): *Sur quelques microfossiles nouveaux dans les Flysch préalpins*. Bull. Soc. Vaud. Sc. nat., *309*, 68, 1–6.

WEYLAND, H., & GREIFELD, G. (1953): *Über strukturbietende Blätter und pflanzliche Mikrofossilien aus den untersenonen Tonen der Gegend von Quedlinburg*. Paläontographica, Abt. B, *95*, 30–52.

WEYLAND, H., & KRIEGER, W. (1953): *Die Sporen und Pollen der Aachener Kreide und ihre Bedeutung für die Charakterisierung des mittleren Senons*. Paläontographica, Abt. B, *95*, 6–29.

ZAKLINSKAYA, Y. D. (1960): *The role of Angiosperm pollen in the stratigraphy of the Upper Cretaceous and Paleogene*. Dokl. Akad. Nauk SSSR, *133*, 2, 431–434; trad. Am. Geol. Inst. 1961.

Manuscrit reçu le 19 février 1963