Le Rhétien en région lyonnaise : analyse palynologique *

Bernard COURTINAT (1)
Fabrice MALARTRE (2)
Fabienne GIRAUD (1)

The Rhaetian near Lyons (France): a palynological study

Géologie de la France, n°1, 1998, pp. 3-19, 9 fig.

Mots-clés: Palynomorphe, Biostratigraphie, Rhétien, Rhône, Belmont, Saint-Didier-au-Mont-d'Or.

Key words: Palynomorphs, Biostratigraphy, Rhaetian, Rhône, France, Belmont, Saint-Didier-au-Mont-d'Or.

Résumé

Du point de vue stratigraphique, nous rencontrons dans les éléments palynologiques de la région lyonnaise un assemblage de taxons, qui compte tenu de leurs extensions stratigraphiques connues (extinction ou apparition) est caractéristique du Rhétien. Ces taxons sont Anaplanisporites echinatus, Dapcodinium priscum, Inaperturopollenites dubius, Retitriletes clavatoides, Retitriletes semimuris, Rhaetipollis germanicus, Rhaetogonyaulax rhaetica, Ricciisporites tuberculatus, Suessia swabiana, Tigrisporites microrugulatus, Tsugaepollenites pseudomassulae et Zebrasporites thuringiacus. Cet assemblage est attribuable à la zone d'assemblage à Rhaetipollis germanicus. Les associations palynologiques, multiples, sont caractérisées par l'absence ou la grande rareté d'éléments typiques des associations européennes comme Aratrisporites, Densosporites ou Triancoraesporites. On note occasionnellement une forte fréquence de Rhaetogonyaulax rhaetica. Ceci souligne des différences significatives observées entre les associations palynologiques lyonnaises et celles qui sont observées dans d'autres secteurs géographiques très proches. De la même manière, cela confère un cachet particulier à ces associations lyonnaises par comparaison à celles du Jura, du BasDauphiné et de l'Ardèche. Il est donc fondé d'envisager des différences paléoenvironnementales pour expliquer ce caractère palynologique typé du Rhétien lyonnais, qui est décrit pour la première fois.

Abridged English version

Introduction and regional stratigraphy

The Rhaetian Stage is still an enigma because of the absence of a formal stratotype. The aim of this paper is not to air our "sentiments" on this fact – we follow the point of view of Dagys and Dagys (1994) and Tozer (1994) and adopt the time scale for the Triassic period of Gradstein et al. (1994) – but to present an analysis based on detailed palynological investigation of Rhaetian deposits in two boreholes and an underground gallery near Lyons (southeastern France; Fig. 1).

The lithologic units intersected by the boreholes are composed, from the base up, of alternations of siltites, sandstones and limestones overlain by black sandy shales with nodules of limestone; the siltites are rich in echinid and ostracod bioclasts and are associated with storm deposits. The same lithological composition was identified in the underground gallery, although with more limestone levels, in places with a high content of bi-

valve shells. The top of the section consists of oolitic limestones, mainly grainstones.

Palynological results and dating

The succession, from a palynological standpoint, is distinguished by 34 spore and 31 pollen taxa, and a rich dinocyst and acritarch microflora (10 species) including acanthomorph acritarchs, herkomorph acritarchs, peridinial dinophycae, chlorophycae, and undetermined Leiosphaeridae (see systematics list in the French text). It should be noted that although the presence of the classical taxa R. tuberculatus and R. germanicus is not indicative of the Rhaetian stage (Fig. 2), the associated presence of palvnomorphs such as Anaplanisporites echinatus, Dapcondinium priscum, Inaper-turopollenites dubius, Retitriletes clavatoides, Retitriletes Rhaetipollis germanicus, semimuris, Rhaetogonyaulax rhaetica, Ricciisporites tuberculatus, Suessia swabiana, Trilites microrugulatus, Tsugaepollenites pseudomassulae and Zebrasporites thuringiacus is significative of a Rhaetian age. Thus, the studied sections are Rhaetian in age (Figs. 3, 4A, 4B and 5).

Local evaluation of palynological associations

The spores and pollen assemblages from the boreholes and the underground

^{*} Manuscrit reçu le 16 juillet 1997, accepté le 15 janvier 1998.

⁽¹⁾ Université Claude-Bernard Lyon 1, UFR Sciences de la Terre, UMR 5565, 43 Boulevard du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex.

⁽²⁾ Institut National Polytechnique de Lorraine, Ecole Nationale Supérieure de Géologie, UMR 7566, Rue du Doyen Marcel-Roubault, BP 40, 54501 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex.

gallery constitute local associations that can be defined on the basis of the combined occurrence of dinocysts, abundant Circumpolles, and some species of spores.

- Borehole C1 at Belmont (Fig. 6): only one association is defined from the occurrence of D. priscum. Other characteristics are an abundance of Circumpolles (C. granulata and C. meyeriana; 22 to 71%) and spores, mainly K. reissingeri and L. argenteaeformis (5 to 45%). The most striking feature is the absence of R. rhaetica and the rarity of pollen grains other than Circumpolles.
- Borehole X1 at Belmont (Fig. 7): the assemblage presents three associations.
- 1 The XIA association (17.20 m 10.55 m) characterized by an abundance of Circumpolles (C. torosus and C. meyeriana; 15 to 85%) and spores (10 to 34%). Marine elements are dinocysts (B. caminuspina, B. delicata, B. langii, C. hexagonalis, D. priscum), Leiosphaeridae and acanthomorph acritarchs (Micrhystridium). R. rhaetica is absent or very rare.
- 2 The X1B association (25.75 m) dominated by R. rhaetica (95%) in association with B. delicata, C. polypartita, D. priscum and rare Botryococcales.
- 3 The XIC association (29.20 m 26.10 m) composed of Circumpolles (C. torosus and C. meyeriana; 6 to 50%), disaccates (O. pseudoalatus; 4 to 45%) and spores (6 to 37%). One notes a scarceness of R. rhaetica and more generally of dinocysts and acritarchs.
- Underground gallery at Saint-Didier-au-Mont d'Or (Fig. 8): the assemblage presents two associations.
- 1 The SA association (S11-S09), fairly similar to the X1B association with dominant R. rhaetica (31 to 63%) and a comparable composition in sporomorphs (mainly C. granulata, O. pseudoalatus, R. germanicus, R. tuberculatus).
- 2 The SB association (S08-S01) with similarities to the XIC association in high percentages of Circumpolles and O. pseudoalatus.

Regional comparisons

Considering the general aspect of the palynological assemblages recovered

from boreholes C1 and X1 at Belmont and the underground gallery at Saint-Didier-au-Mont-d'Or in southeastern France, we can correlate them to the Orbell's Rhaetipollis zone. In detail, however, one notes the absence or rarity of common European genera of spores (Aratrisporites, Densosporites, Limbosporites, Perinosporites, Triancoraesporites or Zebrasporites) and pollen (Granuloperculatipollis, Lunatisporites or Ovalipollis). Also of note is the strong variations of R. rhaetica, which is in places dominant. These features are local, but original.

Publications on recent palynological studies in relatively nearby areas, i.e. the Largentière Basin, deposits in the Jura Mountains, the Bas-Dauphiné (a geographical sector in the Alps), show that none of these sites presents consistent and strong palynological similarities with the Lyons area, particularly where marine elements are concerned.

General conclusions

This is the first time that the Rhaetian has been biostratigraphically characterized and truly recognized in the Lyons area that we have studied. In the past, it was tentatively located below the first levels in which Psiloceras planorbis (lowermost Hettangian) is found and above the Upper Triassic facies. It is also the first time that a complete Rhaetian section is described in this area. Correlating the studied sites through the defined palynological associations (Fig. 9) indicates that the Rhaetian deposits developed between near-shore and open marine conditions.

Introduction : palynologie et Rhétien

Du point de vue palynologique, la limite Rhétien-Hettangien est difficile à caractériser (à de très rares exceptions près comme en Lorraine, Rauscher *et al.*, 1995). Fisher et Dunay (1981) en fournissent une bonne démonstration et, dans leurs conclusions, ils remettent en cause le rôle stratigraphique des associations sporopolliniques rhéto-hettangiennes. Devons-nous pour autant rejeter ces associations sporopolliniques? La réponse est non car, d'une part, la composition intime d'une association en spores et grains de pollen (nombre d'individus de chaque espèce ou diversité

spécifique) à un instant donné et pour une région donnée peut être le reflet du climat (Taugourdeau-Lantz, 1984). D'autre part, chaque association sporopollinique ou zone d'association, renferme des taxons qui ont, aujourd'hui avec l'accumulation des données, une valeur stratigraphique. Malheureusement, ceux-là ne sont pas ceux qui sont classiquement employés. Prenons l'exemple des zones à Rhaetipollis et à Heliosporites, créées par Orbell (1973). Ces deux zones sont en continuité stratigraphique. La première est principalement rencontrée dans le Rhétien mais elle débute dans le Keuper et se prolonge dans le Lias inférieur. La seconde n'est connue que dans le Lias inférieur. La zone à Rhaetipollis est définie, outre le taxon index, par l'abondance de formes comme Classopollis torosus, Granuloperculatipollis rudis ou Ricciisporites tuberculatus, associées à une forte proportion du genre de dinokyste Rhaetogonyaulax. Chacun des taxons choisis pour exemple a une répartition globale qui déborde les limites inférieure et supérieure du Rhétien. Ainsi, Classopollis torosus, Rhaetipollis germanicus et Ricciisporites tuberculatus sont déjà présents au sommet du Carnien et le sont encore après le Rhétien. De la même manière, Granuloperculatipollis rudis apparaît dès le Norien et dure au-delà de l'Hettangien. Malgré cela, des auteurs, tels Cuny et al. (1995) ont daté du Rhétien des couches parce qu'elles renfermaient R. germanicus, entre autres (« La seule présence de Rhaetipollis germanicus et de Ricciisporites tuberculatus permet de confirmer l'âge rhétien de ces niveaux »; p. 37).

Présentation géologique (coupes et sondages étudiés) (fig. 1)

La série triasique lyonnaise n'est connue que par une reconstitution obtenue à partir d'affleurements épars et de qualité très inégale. La limite Trias-Jurassique est actuellement inconnue à l'affleurement. Les seuls auteurs en avoir donné une description sommaire sont tout d'abord Falsan et Locard (1866), Fontannes (1873) puis, plus récemment, Mouterde (1953) et enfin Courel (1973). Grâce à des sondages carottés effectués dans la vallée de l'Azergues (sondages C1 et X1, région de Belmont) et à une réinterprétation d'une coupe levée dans une ancienne adduction souterraine d'eau

(souterrain de Saint-Didier-au-Mont-d'Or), nous avons à disposition un enre-gistrement continu de la série liasique (Carixien) au socle paléozoïque. Nous datons pour la première fois le Rhétien lyonnais à l'aide des palynomorphes alors qu'il n'était daté, jusqu'à présent, que par défaut car il est sous-jacent aux couches qui renferment *Psiloceras pla-norbis* (marqueur de la base de l'Hettangien inférieur). En revanche, l'étude des nannofossiles se révèle être infructueuse; nous n'avons rencontré aucune forme conservée déterminable.

S'agissant du Rhétien proprement dit, notre propos n'est pas de statuer sur son sort en tant qu'étage ou pas. Une récente synthèse sur ce point est développée par Dagys et Dagys (1994) ainsi que par Tozer (1994). Nous ferons référence ici à l'échelle des temps mésozoïques établie par Gradstein *et al.* (1994).

Sur le plan lithologique, le Rhétien reconnu dans les sondages de la région lyonnaise est marqué par une alternance d'argilites le plus souvent noires, de grès et de niveaux calcaires. La partie supérieure est constituée par des argilites noires à nodules de calcaire argileux. Ceux-ci présentent un faciès mudstone à wackestone. Les rares éléments figurés sont des bioclastes (essentiellement des bivalves). L'aspect noduleux du faciès est dû à une intense bioturbation, responsable de la déformation du litage. Les lavages effectués dans les argilites, révèlent qu'elles sont riches en débris d'échinodermes (radioles et fragments de tests) et en ostracodes. Des structures de tempêtes sont associées à ces niveaux d'argilites. Il s'agit de grès fins calcaires à litage de rides asymétriques tridimensionnelles venant en remplissage de gouttières d'érosion. Dans le souterrain, on retrouve les mêmes faciès mais les niveaux calcaires sont plus nombreux. Des passées à coquilles granoclassées sont interprétées comme étant des événements épisodiques de type tempête venant troubler la sédimentation chronique argileuse. La caractéristique lithologique essentielle du Rhétien du souterrain est la présence, au sommet, de niveaux oolithiques à faciès grainstone.

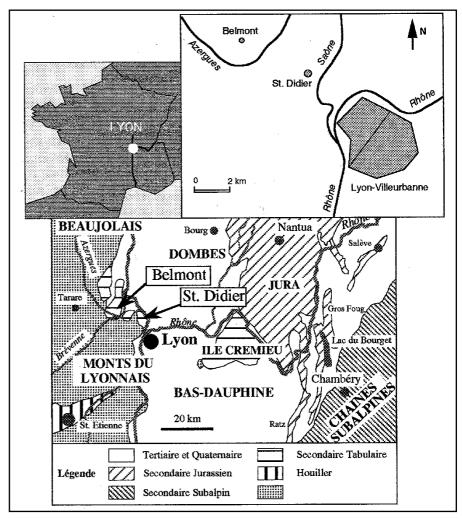


Fig. 1.- Carte de situation des localités de Belmont et de Saint-Didier.

Fig. 1.- Location map of the Belmont and Saint- Didier localities.

Inventaire palynologique

Cet inventaire comprend des spores, des grains de pollen, des dinokystes, des acritarches et des microalgues provenant des lames palynologiques issues des échantillons récoltés dans le secteur étudié.

Spores

Acanthotriletes ovalis Nilsson 1958 Acanthotriletes varius (Nilsson) Schuurman 1977 (pl. 1, fig. 20) Anapiculatisporites spiniger (Leschik) Reinhardt 1962 (pl. 1, fig. 18) Anaplanisporites echinatus Schulz 1967 (pl. 1, fig. 1)

Annulispora folliculosa (Rogalska) De Jersey 1959

Baculatisporites comaumensis (Cookson) Potonié 1956

Calamospora tener (Leschik) De Jersey 1962

Camarozonosporites rudis (Leschik) Klaus 1960 (pl. 1, fig. 15)

Cirratriradites cf. saturni (Ibrahim) Wilson et Bentall 1944 in Schuurman 1977 Conbaculatisporites mesozoicus Klaus

Converrucosisporites cameroni (De Jersey) Playford et Dettmann 1965

1960

Converrucosisporites cf. luebbenensis Schulz 1967

Deltoidospora auritora (Reinhardt) Lund 1977

Deltoidospora mesozoica (Thiergart) Schuurman 1977

Densosporites fissus (Reinhardt) Schulz 1967

Ischyosporites cf. mesofoveasolidus Adloff et al. 1974

Kraeuselisporites cuspidus Balme 1963 Kraeuselisporites reissingeri (Harris) Morbey 1975 (pl. 1, fig. 5) Leptolepidites argenteaeformis (Bolchovitina) Morbey 1975

Limbosporites lundbladii Nilsson 1958

Lophotriletes verrucosus Schulz 1967

Microreticulatisporites fuscus (Nilsson) Morbey 1975

Retitriletes clavatoides (Couper) Döring et al. 1963 (pl. 1, fig. 4)

Retitriletes gracilis (Nilsson) Döring et al. 1963

Retitriletes semimuris (Danze-Corsin et Laveine) McKellar 1974 (pl. 1, fig. 6)

Ricciisporites tuberculatus Lundblad 1954 (pl. 1, fig. 22)

Sphagnumsporites psilatus Couper 1958 (pl. 1, fig. 14)

Striatella seebergensis Mädler 1964 (pl. 1, fig. 12)

Taurocusporites verrucatus Schulz 1967 Tigrisporites microrugulatus Schulz 1967 (pl. 1, fig. 21)

Trilites microverrucosus (Hageman) Adloff et al. 1974

Zebrasporites interscriptus (Thiergart) Klaus 1960

Zebrasporites thuringiacus (Schulz) Orbell 1973 (pl. 1, fig. 8)

Grains de pollen

Abietineaepollenites microalatus Potonié

Araucariacites australis Cookson 1947

Chasmatosporites magnolioides (Erdtman) Nilsson 1958

Circulina granulata Adloff et al. 1974

Circulina meyeriana Klaus 1964

Classopollis torosus (Reissinger) Balme 1957 emend. Morbey 1975 (pl. 1, fig. 17) Concentrisporites hallei (Nilsson) Wall 1965

Duplicisporites granulatus (Leschik) Scheuring 1970

Duplicisporites tenebrosa (Scheuring) Scheuring 1978

Granuloperculatipollis rudis Venkatachala et Goczan emend Morbey 1975

Inaperturopollenites cf. *orbicularis* Nilsson 1958

Inaperturopollenites dubius (Potonié et Venkatachala) Thomson et Pflug 1953 (pl. 1, fig. 3)

Monosulcites minimus Cookson 1947 Ovalipollis cultus Scheuring 1970 Ovalipollis minimus Scheuring 1970

Ovalipollis pseudoalatus (Thiergart) Schuurman 1977 (pl. 1, fig. 11)

Platysaccus papilionis Potonié et Klaus 1954

Pollenites verrucosus Rogalska 1954

Praecirculina granifer (Leschik) Klaus 1960

Quadraeculina anellaeformis Maljavkina 1949

Rhaetipollis germanicus Schulz1967 (pl. 1, fig. 7)

Spheripollenites subgranulatus Couper 1958

Striatoabieitites aytugii Visscher emend. Scheuring 1970

Taeniaesporites rhaeticus Schulz 1967 Tsugaepollenites pseudomassulae (Mädler) Morbey 1975 (pl. 1, fig. 19)

Vesicaspora fuscus (Pautsch) Morbey 1975 Vitreisporites pallidus (Reissinger) Nilsson 1958

Acritarches

Cymatiosphaera polypartita Morbey 1975 Micrhystridium exilium Wall 1965

Micrhystridium lymensis var. gliscum Wall 1965

Dinokystes

Beaumontella caminuspina (Wall) Below 1987 a

Beaumontella delicata (Wall) Below 1987 a

Beaumontella langii (Wall) Below 1987 a Dapcodinium priscum Evitt 1961 emend. Below 1978 (pl. 1, fig. 2)

Rhaetogonyaulax rhaetica (Sarjeant) Loeblich et Loeblich emend. Below 1987 (pl. 1, fig. 13)

Suessia swabiana Morbey 1975 emend. Below 1978 (pl. 1, fig. 10)

Chlorophycées

Botryococcus non déterminées (pl. 1, fig. 16).

Crassosphaera hexagonalis Wall 1965 Leiosphaeridia non déterminées

Âge des ensembles lithologiques analysés

Nous observons un fond commun de taxons dans les deux sondages et le souter-

rain de Saint-Didier. Un grand nombre d'entre eux n'apportent pas une précision stratigraphique pour le Trias supérieur et le Lias inférieur. Seuls, quelques-uns disparaissent ou encore apparaissent dans le Rhétien, en Europe (fig. 2).

Taxons disparaissant au Rhétien

- Anaplanisporites echinatus (pl. 1, fig. 1): répartition connue Trias supérieur-Rhétien. Allemagne Trias supérieur-Rhétien (Schulz, 1957; Heunisch, 1986);
- Ovalipollis cultus: répartition connue Ladinien-Rhétien. Suisse - Ladinien-Carnien (Scheuring, 1970, 1978); France -Ladinien supérieur à Rhétien (Adloff *et al.*, 1984);
- *Tigrisporites microrugulatus* (pl. 1, fig. 21) : répartition connue Trias supérieur-Rhétien. Allemagne Trias supérieur à Rhétien (Schulz, 1967; Heunisch, 1986);
- Tsugaepollenites pseudomassulae (pl. 1, fig. 19) : répartition connue Ladinien-Rhétien. Allemagne Rhétien supérieur (Mädler, 1964) ; Angleterre Rhétien inférieur à supérieur (Orbell, 1973 ; Marshall et Whiteside, 1980) ; Autriche Rhétien (Morbey, 1975) ; France Ladinien-Carnien (Doubinger et Adloff, 1977 ; Taugourdeau-Lantz et Lachkar, 1984) ;

Taxons apparaissant au Rhétien

- Abietineaepollenites microalatus : répartition connue Rhétien-Oligocène.

Cette espèce est rencontrée dans le Rhétien de France (Adloff *et al.*, 1984); elle est citée jusque dans l'Oligocène (Chateauneuf, 1980) en France mais est signalée dans des dépôts plus récents (Miocène) comme ceux de Turquie (Nakoman, 1968).

- Acanthotriletes ovalis : répartition connue Rhétien-Aalénien. Allemagne - Rhétien-Aalénien (Achilles, 1981 ; Weiss, 1989) ; Angleterre - Rhétien-Hettangien (Wall, 1965 ; Morbey, 1975 ; Warrington, 1974) ; Autriche - Rhétien-Hettangien (Morbey, 1975 ; Karle, 1984) ; France - Hettangien (Briche et al., 1963) ; Suède -

Hettangien-Aalénien (Nilsson, 1958; Guy-Ohlson et Malmquist, 1985);

- Deltoidospora auritora: répartition connue Rhétien-Callovien inférieur. Allemagne Rhétien Callovien inférieur (Achilles, 1981; Brenner, 1986; Weiss, 1989); Autriche Hettangien (Karle, 1984); France Rhétien Toarcien (Médus, 1983; Boutet, 1981); Suède Hettangien supérieur Sinémurien supérieur (Guy-Ohlson, 1981);
- *Inaperturopollenites dubius* (pl. 1, fig. 3) : répartition connue Rhétien-Pliocène

Cette espèce apparaît dans le Rhétien de France (Doubinger et Adloff, 1977; Adloff *et al.*, 1984); sa répartition stratigraphique est importante puisque Méon-Vilain la signale dans le Pliocène de France (1970).

- Lophotriletes verrucosus : répartition connue Rhétien moyen-Aalénien. Allemagne - Rhétien moyen (Schulz, 1967) ; Suède - Toarcien - Aalénien (Guy-Ohlson, 1986) ;
- Retitriletes clavatoides (pl. 1, fig. 4): répartition connue Rhétien-Eocène supérieur

Cette espèce est décrite pour la première fois dans le Rhétien par Levet-Carette (1964). Châteauneuf (1980) la signale jusque dans l'Eocène supérieur.

- Retitriletes semimuris (pl. 1, fig. 6): répartition connue Rhétien-Callovien

La première citation de ce taxon dans le Rhétien est due à Lesage (1968) ; cependant les couches étudiées par Lesage sont aujourd'hui attribuées à l'Hettangien. Morbey (1975) le rencontre dans le Rhétien d'Autriche. Lund et Pedersen rencontrent cette espèce jusque dans le Callovien (Groenland).

- *Trilites microverrucosus*: répartition connue Rhétien-Hettangien. France Rhétien Hettangien (Doubinger et Adloff, 1977; Adloff *et al.*, 1984);
- Zebrasporites thuringiacus (pl. 1, fig. 8): répartition connue Rhétien-Hettangien. Allemagne Rhétien (Schulz, 1962, 1967; Mädler, 1964; Geiger et Hopping, 1968; Lund, 1977; Achilles, 1981; Brenner, 1986; Weiss, 1989); Angleterre Rhétien Hettangien (Orbell, 1973; Morbey, 1975; Fisher et

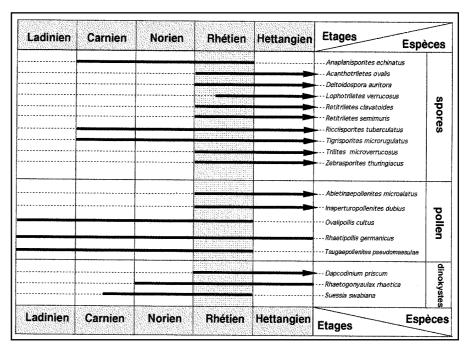


Fig. 2.- Table de répartition européenne d'une sélection de spores, grains de pollen et dinokystes d'intérêt stratigraphique rencontrés en région lyonnaise.

Fig. 2.- Stratigraphy chart of selected European palynomorphs in the Lyon's area.

Dunay, 1981; Fisher, 1985; Warrington, 1974); Autriche - Hettangien (Karle, 1984); France - Rhétien (Schurmann, 1977); Luxembourg - Rhétien (Schurmann, 1977); Pays-Bas - Rhétien (Herngreen et de Boer, 1974); Pologne - Rhétien (Orlowska-Zwolinska, 1983); Suède - Rhétien (Tralau, 1968).

Il est intéressant d'observer, à propos des extensions stratigraphiques, que la spore *R. tuberculatus* et le pollen *R. germanicus* ne sont pas des marqueurs du seul Rhétien bien qu'utilisés parfois comme marqueurs du Rhétien (voir introduction; cf. ci-dessous leur répartition stratigraphique connue);

Ricciisporites tuberculatus (pl. 1, fig. 22): répartition connue Carnien-Sinémurien inférieur. Allemagne - Carnien -Sinémurien inférieur (Schulz, 1962, 1967; Lund, 1977; Schurman, 1979; Achilles, 1981; Brenner, 1986; Weiss, 1989); Angleterre - Norien - Hettangien (Geiger et Hopping, 1968; Orbell, 1973; Warrington, 1974; Morbey, 1975; Marshall et Whiteside, 1980); Autriche - Rhétien -Hettangien (Morbey, 1975; Karle, 1984); France - Rhétien - Lias (Lesage, 1968; Doubinger et Adloff, 1977; Schurman, 1977; Adloff et al., 1984; Cuny et al., 1995; Rauscher et al., 1995); Luxembourg - Rhétien inférieur-Hettangien inférieur (Schurman, 1977; Adloff et Doubinger, 1982); Norvège - Rhétien (Smith, 1974); Pays-bas - Rhétien - Sinémurien inférieur (Herngreen et De Boer, 1974); Pologne - Norien - Hettangien (Rogalska, 1971; Orlowska-Zwolinska, 1983); Suède - Rhétien - Hettangien (Guy-Ohlson, 1981, 1984);

- Rhaetipollis germanicus (pl. 1, fig. 7): répartition connue Ladinien-Hettangien. Allemagne - Rhétien-Aalénien (Schulz, 1967; Lund, 1977; Brenner, 1986; Weiss, 1989); Angleterre - Ladinien-Hettangien (Orbell, 1973; Morbey, 1975; Fisher et Dunay, 1981); Autriche - Rhétien-Hettangien (Morbey, 1975); France - Rhétien (Schurman, 1977; Adloff et al., 1984 ; Taugourdeau-Lantz et Lachkar, 1984; Cuny et al., 1995; Rauscher et al., 1995); Luxembourg - Rhétien (Schurman, 1977; Adloff et Doubinger, 1982); Pays-bas - Rhétien (Herngreen et De Boer (1974); Pologne - Rhétien (Orlowska-Zwolinska, 1983); Suède - Rhétien moyen (Guy-Ohlson, 1981);

Si nous nous intéressons aux palynomorphes marins, nous observons que les formes classiques *R. rhaetica* et *D. priscum* du Rhétien n'ont pas des extensions stratigraphiques qui sont limitées à ce seul étage Rhétien (cf. ci-dessous leur répartition stratigraphique connue).

- *Dapcodinium priscum* (pl. 1, fig. 2): répartition connue Rhétien-Pliensbachien.
- Rhaetogonyaulax rhaetica (pl. 1, fig. 13): répartition connue Norien moyen-Hettangien.
- *Suessia swabiana* (pl. 1, fig. 10) : répartition connue Carnien supérieur-Rhétien.

Les répartitions stratigraphiques des exemples utilisés montrent qu'il n'existe pas de taxons qui, pris seuls, permettent de caractériser le Rhétien. En revanche la zone d'association (fig. 2) qui comprend les taxons caractéristiques Anaplanisporites echinatus (pl. 1, fig. 1), Dapcodinium priscum (pl. 1, fig. 2), Inaperturopollenites dubius (pl. 1, fig. 3), Retitriletes clavatoides (pl. 1, fig. 4), Retitriletes semimuris (pl. 1, fig. 6), Rhaetipollis germanicus (pl. 1, fig. 7), Rhaetogonyaulax rhaetica (pl. 1, fig. 13), Ricciisporites tuberculatus (pl. 1, fig. 22), Suessia swabiana (pl. 1, fig. 10), Tigrisporites microrugulatus (pl. 1, fig. 21), Tsugaepollenites pseudomassulae (pl. 1, fig. 19) et Zebrasporites thuringiacus (pl. 1, fig. 8), date avec certitude le Rhétien.

Dans le sondage C1 (fig. 3), nous rencontrons *A. echinatus* dans tous les échantillons excepté dans le plus profond. Mais, dans ce dernier, *A. microalatus*, *D. priscum et I. dubius* sont présents. Tous les échantillons compris entre la cote 58,65 m et la cote 53,80 m, sont d'âge rhétien.

Dans le sondage X1 (fig. 4 A et 4 B), la présence de *A. echinatus* entre la cote 27,50 m à 10,55 m et celle de *D. priscum* à la cote 29,20 m date l'intervalle (29,20 m - 10,55 m) du Rhétien.

Dans le souterrain (fig. 5), la présence du dinokyste *D. priscum* dans l'échantillon le plus ancien étudié (S08), et celle de la spore *A. echinatus* et du grain de pollen *T. pseudomassulae* dans l'échantillon le plus récent étudié (S09) confèrent à cet intervalle un âge rhétien.

Les échantillons rhétiens des sondages C1 et X1 et ceux de la coupe de Saint-Didier sont-ils contemporains ou bien peut-on parvenir à les ordonner stratigraphiquement les uns par rapport aux autres ? Il peut sembler difficile d'argumenter sur le synchronisme, ou non, des différentes coupes étudiées compte tenu du fait que ces échantillons sont situés dans un même secteur géographique et que les associations sont très différentes d'une coupe à l'autre.

Avec les données lithologiques, nous avons de bons équivalents entre les deux sondages (marnes noires que surincombent les calcaires beiges ; dans la coupe de Saint-Didier les marnes noires précèdent des faciès oolithiques qui sont inconnus dans les sondages C1 et X1. L'analyse des associations palynologiques autorise-t-elle une corrélation stratigraphique ?

Les associations du Rhétien lyonnais

Les associations décrites font référence aux variables quantitative et qualitative. S'agissant du quantitatif, les fréquences relatives ont été calculées à partir du total des microfossiles d'origine continentale (terrestre : spores et grains de pollen ; eaux douces : *Botryoccoccus*) ou marine (dinokystes, acritarches ou chlorophycées). Ces pourcentages reposent sur le comptage de 142 à 668 palynomorphes par échantillon (50 analysés, 17 stérils). La richesse est liée à la litho-

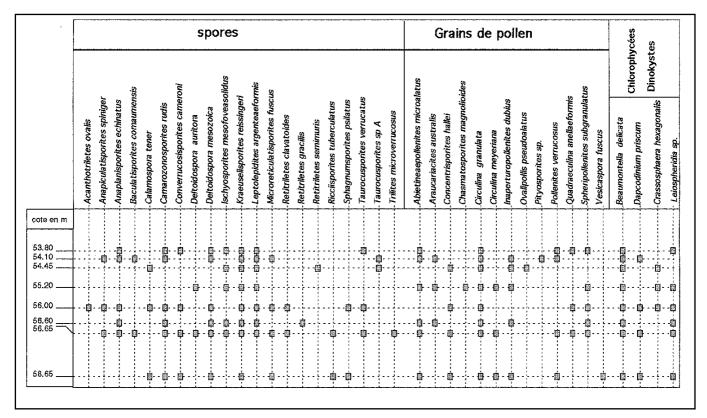


Fig. 3. - Les spores et grains de pollen, dinokystes et acritarches du sondage C1 de Belmont.

Fig. 3.- Spores, pollen grains, dinocysts and acritarchs from borehole C1 at Belmont.

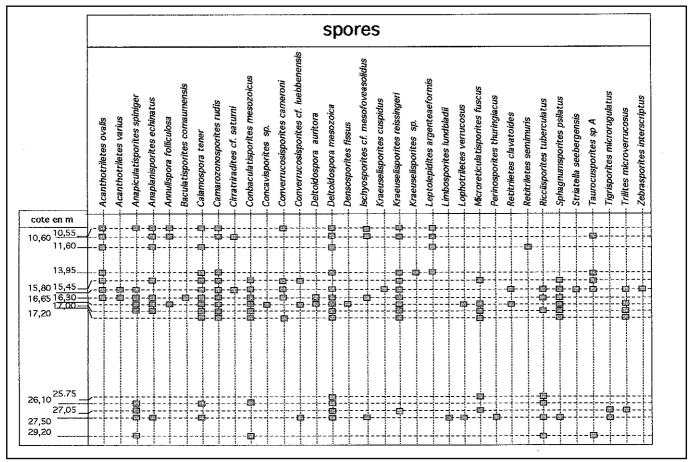


Fig. 4 A.- Les spores du sondage X1 de Belmont.

Fig. 4 A.- Spores from borehole X1 at Belmont.

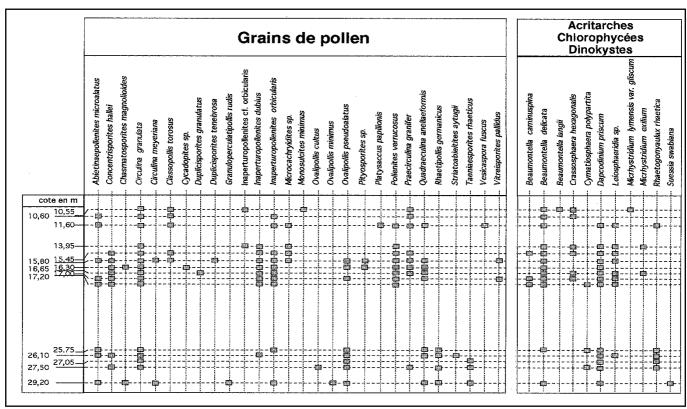


Fig. 4 B.- Les grains de pollen, dinokystes et acritarches du sondage X1 de Belmont.

Fig. 4 B.- Pollen grains, dinocysts and acritarchs from borehole X1 at Belmont.

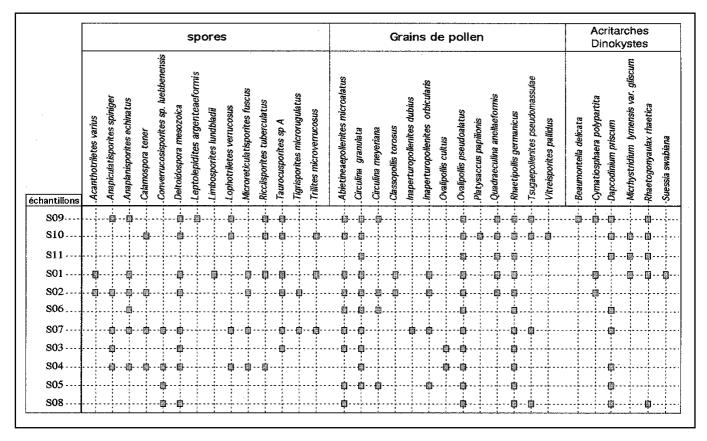


Fig. 5.- Les spores et grains de pollen, dinokystes et acritarches du souterrain de Saint-Didier.

Fig. 5.- Spores, pollen grains, dinocysts and acritarchs from the underground gallery of Saint-Didier.

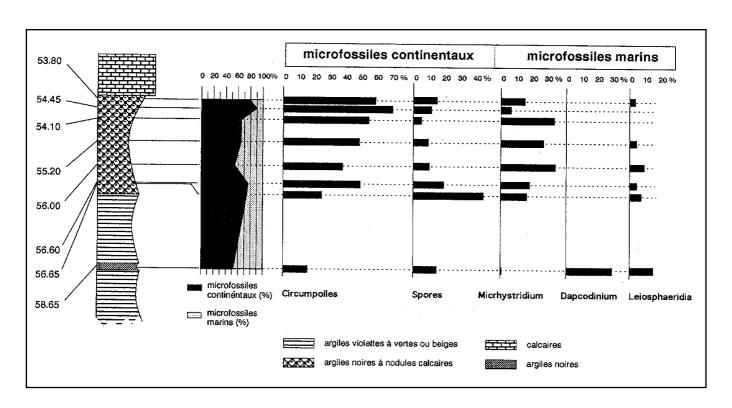


Fig. 6.- Analyse quantitative des principaux groupes de palynomorphes dans le sondage C1 de Belmont.

Fig. 6.- Quantitative analysis of the main palynomorph groups from borehole C1 at Belmont.

logie des échantillons. Par ordre de richesse décroissante, les lithologies sont des argilites, des siltites, des marnes noires, des carbonates et des argiles ocre. L'aspect qualitatif prend en compte les espèces.

- le sondage C1 (fig. 6)

Nous définissons une seule association dans ce sondage. Elle est fondée sur la présence de *D. priscum*.

L'association C1 (56,65 m - 58,65 m)

Les éléments d'origine terrestre dominants sont les Circumpolles (*C. granulata* et *C. meyeriana*) dont les fréquences augmentent de bas en haut (22 à 71 %) et les spores (5 à 45 %).

Chez les spores, *K. reissingeri* et *L. argenteaeformis* peuvent atteindre 17 % (échantillon 56,65 m). Les grains de pollen, autres que les Circumpolles, sont peu abondants (quelques pourcents) et nous remarquons la quasi-absence de *O. pseudoalatus*.

Chez les palynomorphes marins, l'absence de *R. rhaetica* est remarquable. En revanche, la fréquence des *B. delicata* est non négligeable (7 à 35 %). Le reste des éléments marins est représenté par les *C. hexagonalis, D. priscum*, sporadiques, et des Leiosphères.

- le sondage X1 (fig. 7)

Nous définissons trois associations dans ce sondage, la première correspond aux échantillons qui sont compris entre les cotes 17,20 m et 10,55 m, la seconde à l'échantillon 25,75 m et la troisième aux échantillons correspondant aux cotes 29,20 m à 26,10 m.

L'association X1A (17,20 m - 10,55 m)

Les éléments terrestres sont représentés par les Circumpolles (*C. torosus* et *C. meyeriana*; 15 à 85 %) et les spores (10 à 34 %). La diversité spécifique en spores est moyenne et évolue entre 8 et 22 taxons (pic à la cote 15,80 m).

Les éléments marins sont représentés par *B. caminuspina* (pic à 30 % à la cote

11,60 m), *B. delicata, B. langii, C. hexagonalis, D. priscum* (jusqu'à 15 % à la cote 15,45 m), des Leiosphères (46 % à la cote 13,95 m) et des *Micrhystridium*. Les *R. rhaetica* sont absents ou rares dans cette association.

L'association X1B (25,75 m)

L'élément dominant est *R. rhaetica* (95 %), associé à *B. delicata*, *C. polypartita*, *D. priscum* et de rares Botryococcales. La diversité spécifique est faible et, quantitativement, les sporomorphes sont peu abondants.

L'association X1C (29,20 m - 26,10 m)

Les principaux éléments terrestres sont les Circumpolles (*C. torosus et C. meyeriana*; 6 à 50 %), les disaccates (*O. pseudoalatus*; de 4 % à 45 %, du bas vers le haut) et les spores (6 à 37 %) mais avec une diversité spécifique moyenne plus faible que dans l'association précédente (4 à 13; pic à la cote 27,50 m).

Au sein des sporomorphes marins, les *R. rhaetica* sont absents à peu abondants

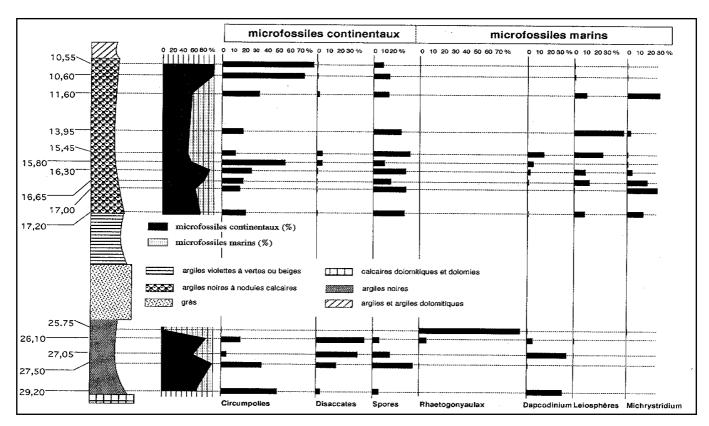


Fig.7.- Analyse quantitative des principaux groupes de palynomorphes dans le sondage X1 de Belmont.

Fig. 7.- Quantitative analysis of the main palynomorph groups from borehole X1 at Belmont.

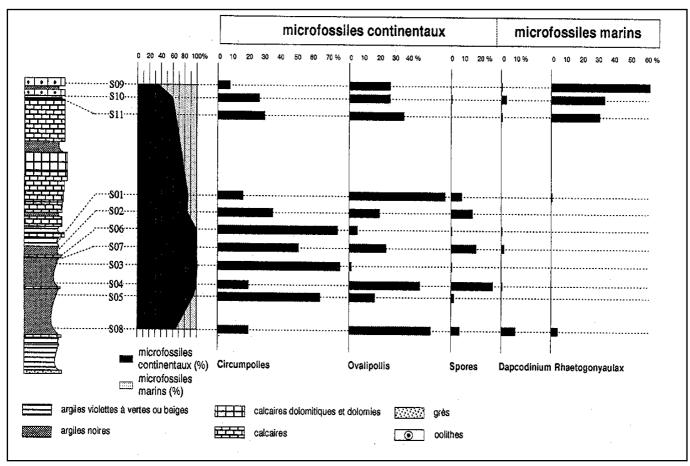


Fig. 8.- Analyse quantitative des principaux groupes de palynomorphes du souterrain de Saint-Didier.

Fig. 8.- Quantitative analysis of the main palynomorph groups from the underground gallery at Saint-Didier.

(de 0 à 5 % du bas vers le haut) et la proportion de *D. priscum* est variable (de 1 à 38 %; le maximum étant observé à la cote 27,05 m). Les autres éléments marins sont des *B. delicata*, des *Leiosphaeridia* spp., *S. swabiana* et des Botryococcales, dont les fréquences relatives ne dépassent pas 1 %.

le souterrain de Saint-Didier (fig. 8)

Nous distinguons deux associations : la première dans l'intervalle S11-S09 (le haut de la coupe) et la seconde dans l'intervalle S08-S01 (le bas de la coupe).

L'association SA (S11-S09)

Cette association est comparable à X1B avec les *R. rhaetica* dominants (31 à 63 %). Les assemblages en sporomorphes sont semblables (présence de *C. granulata*, *O. pseudoalatus*, *R. germanicus*, *R. tuberculatus* pour n'en citer que quelques-uns) même si les proportions respectives de ces éléments sont plus fortes dans SA que dans

X1B, en réponse symétrique à une fréquence plus faible de *R. rhaetica*.

L'association SB (S08-S01)

Cette association est comparable à l'association X1C puisque nous retrouvons comme éléments importants les Circumpolles, les *O. pseudoalatus* et, dans une moindre mesure, les spores. Les éléments marins sont présents mais rares (*C. polypartita, D. priscum, M. lymensis* var. gliscum, R. rhaetica, S. swabiana, Botryococcales).

Les associations sporopolliniques en Europe

Dans chacun des deux sondages et dans le souterrain de Saint-Didier, nous rencontrons des associations à contrastes nets. Ces associations et leurs contrastes sont-elles connues en Europe et quelles en sont les interprétations? Les études les plus importantes consacrées aux sections européennes de références (Orbell, 1973;

Morbey, 1975; Schuurman, 1977, 1979) montrent que le Rhétien est une zone charnière entre le Norien et le Lias. Cette transition paraît se faire tardivement dans le Rhétien; c'est la limite entre la zone à *Rhaetipollis* et la zone à *Heliosporites* d'Orbell (1973), la limite TK-LR (souszone Me) de Morbey et Neves (1974) et de Morbey (1975) et la limite entre les assemblages 3 et 4 de Schuurman (1977).

- Les zones à Rhaetipollis et Heliosporites d'Orbell (1973). Dans la zone à Rhaetipollis, C. meyeriana et O. pseudoalatus (= O. ovalis d'Orbell, op. cit.) germanicus et sont abondants; R. R. tuberculatus le sont épisodiquement. Au sommet de cette zone, Rhaetogonyaulax est l'élément marin dominant. Cette zone est décrite en Suède (zone 1 de Raunsgaard et Lund, 1980); elle correspond aussi aux zones à Ricciisporites-Polypodiisporites et Rhaetipollis-Limbosporites de Lund (1977). Dans la zone à Heliosporites (synonyme de Kraeuselisporites), C. meyeriana est encore abondante comme O. pseudoalatus et R. ger-

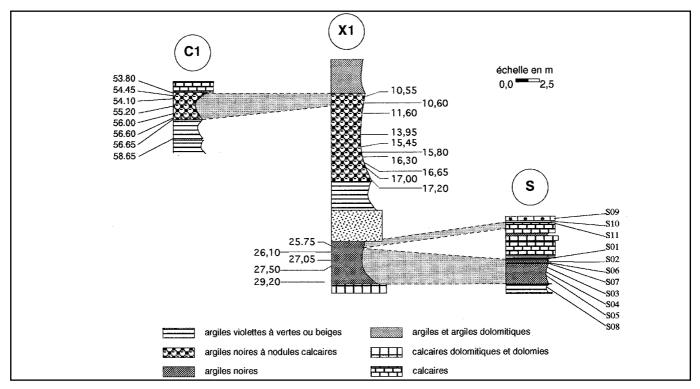


Fig. 9.- Proposition d'une corrélation entre les sondages C1, X1 et le souterrain de Saint-Didier (S) fondée sur les associations palynologiques.

Fig. 9.- Proposed correlation between boreholes C1 and X1 at Belmont and the underground gallery at Saint-Didier (S) based on palynological associations.

manicus à la base de la zone. R. tuberculatus n'est pas citée dans cette zone. Mais Warrington (1974; Unit Z) rencontre dans des couches à Psiloceras planorbis du Somerset R. tuberculatus en association avec Heliosporites altmarkensis (synonyme de Kraeuselisporites reissingeri). C'est l'analogue de la zone 2 de Raunsgaard et Lund (1980) ou bien de la zone à Pinuspollenites-Trachysporites de Lund (1977).

- Les zones palynologiques de Morbey et Neves (1974) et Morbey (1975). La base du Rhétien correspond au sommet de la zone TR (C. torosus-G. rudis) qui est une association typique du Norien dans laquelle les spores, C. meyeriana et Micrhystridium spp. sont abondants. Au-dessus, vient la zone TL (R. tuberculatus-B. langii) riche en spores, C. meyeriana, O. pseudoalatus (= O. ovalis), D. priscum et Micrhystridium spp. La zone LR (L. lundbladii-Cingulatisporites rhaeticus) surjacente est surtout riche en spores et C. meyeriana, les autres formes rencontrées précédemment sont présentes sans être abondantes.

Dans la zone suivante, TK (P. thuringiacus-Comparodinium koessenium), l'élément majeur est *R. rhaetica*, associé à *C. torosus, O. pseudoalatus et R. tuberculatus*. La zone TK est d'âge hettangien dans sa partie supérieure (souszone FG; *D. fissus-R. gracilis*). Selon Morbey (1975) la partie moyenne de la zone TK (sous-zone Mi; *Convolutispora microrugulata*) est comparable à la zone à *Rhaetipollis*.

- Les phases 3 et 4 de Schuurman (1977, 1979). La phase 3 est caractérisée par l'abondance de O. pseudoalatus et de Corollina spp., en association à R. tuberculatus, G. rudis et R. germanicus. A ces formes s'ajoute un grand nombre de spores telles Zebrasporites laevigatus, P. thuringiacus ou encore L. lundbladii, pour n'en citer que quelquesunes. Selon Schuurman (1979) la phase 3 est l'équivalent du sommet de la zone TR, des zones TL et LR et des souszones Me et Mi de la zone TK de Morbey (1975). Elle correspond à l'association a8 d'Adloff et al. (1984) et aux associations A et B d'Adloff et Doubinger (1982). La phase 4 connaît la disparition de O. pseudoalatus, G. rudis et R. germanicus ainsi que celle d'un grand nombre de spores trilètes. Les formes abondantes sont Corollina spp. et K. reissingeri; le nouvel élément important est *R. semimuris* qui est cité en association avec les formes caractéristiques de la sous-zone FG de Morbey (1975). La phase 4 est l'équivalent de la sous-zone FG de Morbey, de l'unité Z de Warrington (1974), de la « pollen zone 1 » de Herngreen et De Boer (1974), de l'assemblage « obere Rhät » de Schulz (1967), de la zone C d'Adloff et Doubinger (1982) ou encore de l'étape 4 de Rauscher *et al.* (1995).

Schuurman (1979) propose de rassembler les phases 3 et 4 en une zone d'assemblage à *R. germanicus*. Cette zone est reconue dans toute l'Europe mais aussi en Amérique du Nord (Dunay et Fisher, 1974; Félix, 1975; Fisher et Bujak, 1975).

Les associations sporopolliniques : corrélations (fig. 9)

L'assocation riche en Circumpolles sans ou avec de rares *R. rhaetica* du sommet du Sondage X1 est reconnue dans le sondage C1. Il est ainsi possible d'envisager une correspondance entre les associations C1 et X1A et plus précisément entre l'association C1 et la par-

tie sommitale de l'association X1A, en prenant pour argument la disparition de R. rhaetica. L'association X1B est définie par la très forte proportion de R. rhaetica et les faibles représentations des autres palynomorphes. C'est aussi le caractère de l'association SA rencontrée au sommet du souterrain de Saint-Didier, Enfin l'association X1C a les caractères de l'association SB du souterrain de Saint-Didier, riche en Circumpolles, Disaccates, Dapcodinium et Rhaetogonyaulax. Nous observons dans les associations X1C et SB, S. swabiana, un dinokyste très rare dans nos échantillons. Il est envisagé que la partie analysée du souterrain de Saint-Didier soit l'équivalent de la partie inférieure du sondage X1 et que la zone étudiée du sondage C1 soit l'analogue de l'ensemble tout-à-fait supérieur du sondage X1.

Ces équivalents sont-ils d'une nature paléoenvironnementale ou bien d'ordre stratigraphique?

Le comportement du dinokyste R. rhaetica nous paraît très intéressant et susceptible d'apporter un élément de réponse. Quels sont les faits ? Nous rencontrons un niveau dans lequel R. rhaetica, atteint un maximum de 95 % de l'ensemble des microfossiles organiques. Une telle fréquence est exceptionnelle bien que de fortes proportions relatives de ce dinokyste aient été auparavant décrites. C'est, en France, l'exemple de Cuny et al., (1995) qui signalent 40 % de R. rhaetica dans un niveau (B2) rapporté au Rhétien inférieur. Rauscher et al. (1995) indiquent de fortes proportions de microfossiles marins dans le Rhétien inférieur de Lorraine, jusqu'à 60 %, mais ils ne précisent pas quel est le taxon abondant. Nous avons mis en exergue, dans le précédent paragraphe, le fait qu'au sommet de la zone à Rhaetipollis et Heliosporites d'Orbell (1973), R. rhaetica était abondant. De la même manière, Morbey (1975; figure 28) rencontre deux évenements à forte proportion de R. rhaetica placés dans la souszone Mi, de la zone TK (P. thuringiacus-Comparodinium koessenium). La souszone Mi est indiquée par cet auteur comme étant d'âge rhétien supérieur.

Ainsi, de fortes fréquences de *R. rhaetica* seraient rapportées tantôt dans le Rhétien inférieur tantôt dans le Rhétien supérieur. Ceci nous incite à penser que les fortes abondances de *R. rhaetica* sont plutôt d'origine paléoécologique.

Cette conclusion rejoint un fait parfaitement bien connu et qui concerne l'abondance des grains de pollen du groupe des Circumpolles, qui était utilisée anciennement comme argument stratigraphique et dont on sait, depuis plus d'une décennie, qu'il est le reflet de paléoenvironnements particuliers.

Conclusions

En n'en considérant que les grands traits, les associations rencontrées dans les échantillons de la région lyonnaise sont analogues à celles qui ont été décrites en Europe. Toutes peuvent être attribuées à la zone d'assemblage à Rhaetipollis (R. germanicus). Les taxons qui définissent cette zone d'assemblage sont typiques du Rhétien mais leur répartition stratigraphique n'est pas calquée sur la durée de cet étage. En effet, cette zone d'assemblage débute dans le Norien et se termine dans l'Hettangien. L'analyse bibliographique de la répartition des spores et grains de pollen cités dans le Rhétien fait ressortir quelques éléments palynologiques qui prennent une utilité stratigraphique s'ils sont employés comme zone d'association. Ce sont Anaplanisporites echinatus, Dapcodinium priscum, Inaperturopollenites dubius, Retitriletes clavatoides, Retitriletes semigermanicus. muris. Rhaetipollis Rhaetogonyaulax rhaetica, Ricciisporites tuberculatus, Suessia swabiana, Tigrisporites microrugulatus, Tsugaepollenites pseudomassulae et Zebrasporites thuringiacus.

Grâce à l'association de ces éléments nous pouvons dater les associations palynologiques de la région de Lyon du Rhétien, ce qui constitue la première datation formelle de cette étage dans la région. De plus, il est intéressant de souligner l'absence complète ou épisodique ou la très grande rareté d'éléments qui sont fréquents dans les associations européennes comme les formes des genres de spores Aratrisporites, Densosporites, Limbosporites, Perinosporites ou Triancoraesporites et de grains de pollen Granuloperculatipollis ou Ovalipollis. Il est également intéressant d'opposer à ces absences ou ces raretés les fortes fréquences occasionnelles du dinokyste R. rhaetica, puisque cette espèce atteint un maximum de 95 %.

Ces conclusions soulignent la diversité, voire les contrastes, qui existent au niveau d'associations palynologiques observées dans des secteurs géographiques très proches les uns des autres. C'est ce qui rend délicat l'emploi de ces associations à des fins biostratigraphiques. Pour l'heure, aucune explication fondée et précise ne peut être donnée pour rendre compte de ces variations. Les secteurs géographiquement voisins de la région lyonnaise sont ceux du Jura et du Bas-Dauphiné, étudiés par Adloff et al. (1984); Cuny et al. (1995) et ceux du Bassin de Largentière, en Ardèche, décrits par Doubinger et Adloff (1977), Taugourdeau et al. (1984, 1985) et Fauconnier et al. (1996). Les associations décrites sont globalement analogues à celles du Lyonnais puisqu'elles peuvent être attribuées à la zone d'assemblage à R. germanicus mais, en termes de fréquences, les différences sont fortes, notamment en ce qui concerne quelques uns des éléments marins. Toute tentative de corrélation nous semble prématurée ; c'est pourquoi, en l'état d'avancement de nos analyses nous en restons à des considérations globales. Les associations rhétiennes de la région lyonnaise présentent un cachet particulier, intermédiaire entre ce que nous connaissons dans le Jura et le Bas-Dauphiné. Les analyses sédimentologiques en cours, nous autorisent à penser que les milieux de dépôts étaient de types plutôt margino-littoraux, avec par moments des arrivées de matériels lacustres très importantes, et évoluant vers un milieu marin franc.

Références

Achilles H. (1981b) - Die Rätische und -Liassische Mikroflora Frankens. Palaeontographica, 179, 1-4, 1-86.

Adloff M.C., Doubinger J. (1982) - Etude palynologique du Rhétien et de l'Hettangien de cinq sondages situés dans les environs de Mersch (Luxembourg). Bull. inf. géol. Bassin de Paris, 19, 2, 9-20.

Adloff M.C., Appia C., Doubinger J., Lienhardt M.J. (1984) - Zonations palynostratigraphiques dans les séries triasiques traversées par les sondages dans le Jura et le Bas-Dauphiné. *Géologie de la France*, n°1 et 2, 3-22.

Blendinger E. (1988) - Palynostratigraphy of the Late Ladinien and Carnien in the Southeastern Dolomites. Rev. Palaeobotany Palynol., 53, 329-346.

Boutet C. (1981) - Etude palynoplanctologique du Trias et du Jurassique inférieur et moyen de Grésigne-Sud Quercy. *Trav. Lab. Géol. Méditerr. Univ. Paul Sabatier Toulouse*, n° d'ordre 2512, 1-161.

Brenner W. (1986) - Bemerkungen zur Palynostratigraphie der Rhät-Lias-Grenze in SW-Deutschland. Neues Jb. Geol. Paläontol., Abh., Dtsch , 173, 2, 131-166

Briche P., Danze-Corsin P., Laveine J.P. (1963) - Flore infraliasique du Boulonnais (macro et microflore). Mém. Soc. Géol. Nord, 13, 1-143.

Chateauneuf J.J. (1980) - Palynostratigraphie et Paléoclimatologie de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène du Bassin de Paris. Mém. BRGM, Fr. 116, 1-357.

Courel L. (1973) - Modalités de la transgression mésozoïque : Trias et Rhétien de la bordure Nord et Est du Massif Central français. *Mém. Soc. Géol., Fr.* **118**, 1-150.

Cuny G., Mazin J.M., Rauscher R. (1995) - Saint-Germain-les-Arlay : un nouveau site rhétien daté par la palynologie et l'étude des vertébrés dans le département du Jura (France). Rev. Paléobiol., 4, 1, 35-48.

Dagys A.S., Dagys A.A. (1994) - Global correlation of the terminal Triassic. Mém. Géol. Université Lausanne, 22, 25-34.

Doubinger J., Adloff M.C. (1977) - Etudes palynologiques dans le Trias de la bordure sud-est du Massif Central français (Bassin de Largentière, Ardèche). Sci. Géol., 30, 59-74.

Dunay R.E., Fisher M.J. (1974) - Late Triassic palynofloras of North America and their european correlatives. Rev. Palaeobotany Palynol., 17, 179-186.

Falsan A., Locard A. (1866) - Monographie géologique du Mont d'Or lyonnais et de ses dépendances. Savy éditeur, Paris, 1-499.

Fauconnier D., Courtinat B., Gardin S., Lachkar G., Rauscher R. (1996) - Biostratigraphy and Triassic successions in the Balazuc-1 borehole (GPF Programme). Stratigraphic setting inferred from dinoflagellate cysts, pollen, spores and calcareous nannofossils. *Marine Petrol. Geol.*, **13**, 6, 707-724.

Felix C.J. (1975) - Palynological evidence for Triassic sediments on Ellef Ringnes Island, Arctic Canada. Rev. Palaeobotany Palynol., 20, 109-117.

Fisher M.J., Bujak J. (1975) - Upper Triassic palynofloras from Arctic Canada. Geosci. Man, 11, 87-94.

Fisher M.J., Dunay R.E. (1981) - Palynolgy and the Triassic/Jurassic boundary. Rev. Palaeobotany Palynol., 34, 129-135.

Fisher M.J. (1985) - Palynology of sedimentary cycles in the Mercia Mudstone and Penarth Groups (Triassic) of Southwest and Central England. *Pollen et Spores*, 27, 1, 95-112.

Fontannes F. (1873) - Sur une coupe de l'Infra-Lias prise au sommet du Narcel (Mt d'Or). Histoires Naturelles, Arts utiles, 1-4.

Geiger M.E., Hopping C.A. (1968) - Triassic stratigraphy of the southern North Sea Basin. Philosoph. trans. Royal Society London, B, 254, 1-36.

Gradstein F.M., Agterberg F.P., Ogg J.G., Hardenbol J., Van Veen P., Thierry J., Huang Z. (1994) - A Mesozoic time scale. *J. Geophys. Research*, 99, 24051-24074.

Guy-Ohlson D. (1981) - Rhaeto-Liassic palynostratigraphy of the Valhall bore No. 1, Scania. Geol. Fören. Stockholm Förh., 103, 2, 233-248.

Guy-Ohlson D. (1984) - Lower Jurassic (Toarcian) palynology of the Vilhelmsfält bore n°1, NW Scania, Southern Sweden. 6ème conférence internationale de Palynologie, Calgary, 58.

Guy-Ohlson D. (1986) - Jurassic palynology of the Vilhelmsfält Bore n°1, Scania, Sweden. Section of Palaeobotany, Swedish Museum of Natural History, 1-127.

Herngreen G.F.W., De Boer K.F. (1974) - Palynology of Rhaetian, Liassic and Dogger Strata in the Eastern Netherlands. Geol. en Mijnbouw, 53, 343-368.

Heunisch C. (1986) - Palynologie des unteren Keupers in Franken, Süddeutschland. Palaeontographica, B, 200, 1-6, 33-110.

Karle U. (1984) - Palynostratigraphische Untersuchungen eines Rhät/Lias-Profils am Fonsjoch, Achensee (Nördliche Kalalpen, Österreich). *Mitt. österreich geol. Geselsch.*, 77, 331-353.

Lesage M.T. (1968) - Etude palynologique de l'Infralias de la Périphérie du Morvan et comparaison avec les autres bordures du Massif Central. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, **10**, 287-292.

Levet-Carette J. (1964) - Microflore infraliasique du Boulonnais (carrière Napoléon). Ann. Soc. Géol. Nord, 84, 265-287.

Lund J.J. (1977) - Rhaetic to lower Liassic palynology on the onshore south-eastern North Sea Basin. Danm. Geologiske Underssogelse, 109, 1-105.

Madler K. (1964) - Die geologische Verbreitung von Sporen und Pollen in der Deutschen Trias. Beihefte Geol. Jahrb., 65, 1-147.

Marshall J.E., Whiteside D.I. (1980) - Marine influence in the Triassic uplands. Nature, 287, 627-628.

Medus J. (1983) - Des palynoflores de l'Infralias de Normandie (France). Geobios, 16, 19-28.

Meon-Vilain H. (1970) - Palynologie des formations miocènes supérieures et pliocènes du Bassin du Rhône (France). *Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon,* 38, 1-167.

LE RHÉTIEN EN RÉGION LYONNAISE : ANALYSE PALYNOLOGIQUE

Mohr B., Werner C. (1985) - Geologische und palynologische Untersuchungen im Rhät und Hettangien der Can de l'Hospitalet (Dept. Lozere, Frankreich). Berliner geowissenschftliche Abhandlungen, A, 60, 91-109

Morbey S.J., Neves R. (1974) - A scheme of palynologically defined concurrent-range zones and subzones for the Triassic Rhaetian stage (sensu lato). *Rev. Palaeobotany Palynol.*, **17**, 161-173.

Morbey S.J. (1975) - The palynostratigraphy on the Rhaetian stage, Upper Triassic in the Kendelbachgraben, Austria. Palaeontographica, B, 152, 1-3, 1-75.

Mouterde R. (1953) - Etudes sur le Lias et le Bajocien des bordures nord-est du Massif Central Français. *Thèse Faculté des Sciences de l'Université de Lyon.* Librairie Polytechnique Béranger, Paris, 1-457.

Nilsson T. (1958) - Uber das Vorkommen eines Mesozoischen Sapropelgesteins in Schonen. Acta Univer. lundensis, 54, 10, 1-122.

Nakoman E. (1968) - Contribution à l'étude de la microflore des lignites de Seyitömer (Turquie). Pollen et Spores, 10, 3, 521-556.

Orbell G. (1973) - Palynology of the British Rhaeto-Liassic. Bull. Geol. Surv. Great Britain, 44, 1-45.

Orlowska-Zwolinska T. (1983) - Palynostratigraphy of the Upper Part of Triassic Epicontinental Sediments in Poland. *Prace Instytut Geologicznego CIV*, 4 Fig., + 36 tables.

Pedersen K.R., Lund J.J. (1980) - Palynology of the plant-bearing Rhaetian to Hettangian Kap Stewart Formation, Scoresby Sund, East Greenland. *Rev. Palaeobotany Palynol.*, 17, 161-173.

Rauscher R., Hilly J., Hanzo M., Marchal C. (1995) - Palynologie des couches de passage du Trias supérieur au Lias dans l'Est du Bassin parisien. Problèmes de datation du «Rhétien» de Lorraine. Sci. Géol, 48, 1-3, 159-185.

Raunsgaard K., Lund J.J. (1980) - Palynology of the plant-bearing Rhaetian to Hettangian Kap Stewart Formation, Scoresby Sund, East Greenland. Rev. Palaeobotany Palynol., 31, 1-69.

Rogalska M. (1971) - Division of the Liassic deposits in Poland (except for the Carpathian area) based on microscope examinations. *Mém. BRGM Fr.*, n°75, Colloque du Jurassique, Luxembourg 1967, 201-210.

Scheuring B.W. (1970) - Palynologische und palynostratigraphische Untersuchungen des Keupers im Bölchentunnel (Solothurner Jura). Schweiz. Paläont. Abhdlg, 88, 1-119.

Schulz E. (1962) - Sporenpaläontologische Untersuchungen zur Rhät-Lias Grenze in Thüringen und der Altmark. Geologie, 11, 3, 308-319.

Schulz E. (1967) - Sporenpaläontologische Untersuchungen rätoliassischer Schichten im Zentralteil des germanischen Beckens. *Paläont. Abhdlg, B*, **2**, 3, 427-633

Schuurman W.M.L. (1976) - Aspects of late Triassic palynology. 1. On the morphology, taxonomy and stratigraphical/geographical distribution of the forms genus Ovalipollis. *Rev. Palaeobotany Palynol.*, **21**, 241-266.

Schuurman W.M.L. (1977) - Aspect of late Triassic palynology. 2. Palynology of the «Grès et Schiste à Avicula contorta» and Argiles de Levallois» (Rhaetian) of northeastern France and Southern Luxemburg. Rev. Palaeobotany Palynol., 23, 159-253

Schuurman W.M.L. (1979) - Aspect of late Triassic palynology. 3. Palynology of latest Triassic and earliest Jurassic deposits of the northern limestone Alps and southern Germany, with special reference to a palynological characterization of the Rhaetian stage in Europe. Rev. Palaeobotany Palynol., 27, 53-75.

Smith D.G. (1974) - Late Triassic pollen and spores from the Kapp Toscana formation, Hopen, Svalbard - a preliminary account. *Rev. Palaeobotany Palynol.*, 17, 175-178

Taugourdeau-Lantz J., Lachkar G. (1984) - Stratigraphie par les marqueurs palynologiques sur la bordure ardéchoise du Bassin Sud-Est. *Documents BRGM Fr.*, n° 81-11, 59-71.

Taugourdeau-Lantz J., Lachkar G. (1985) - Stratigraphie par les marqueurs palynologiques sur la bordure ardéchoise du Bassin du Sud-Est. *Documents BRGM Fr.*, n° 95-11, 149-163.

Taugourdeau-Lantz J. (1984) - Les associations palynologiques du Trias languedocien dans leur cadre européen : influence du milieu (sols de végétation - milieu sédimentaire). Géologie de la France, 1/2, 23-28.

Tozer E.T. (1994) - Significance of Triassic stage boundaries defined in North America. Mém. Géol. Univ. Lausanne, 22, 155-170.

Tralau H. (1968) - Botanical investigations into the fossil flora of Eriksdal in Fyledalen, Scania, II. The middle Jurassic miospores. *Sveriges Geol. Underssökning Ca*, **633**, arsbok 62, 1-185.

Visscher H., Krystyn L. (1978) - Aspects of the Late Triassic palynology. 4. A palynological assemblage from ammonoid-controlled Late Karnian (Tuvalian) sediments of Sicily. *Rev. Palaeobotany Palynol.*, **26**, 93-112.

Wall D. (1965) - Microplankton and spores from the Lower Jurassic in Britain. Micropaleontol., 11, 151-190.

Warrington G. (1974) - Studies in the palynological biostratigraphy of the British Trias. 1. Reference sections in west Lancashire and north Somerset. Rev. Palaeobotany Palynol., 17, 1-2, 133-147.

Weiss M. (1989) - Die sporenfloren aus Rät und Jura Südwest-Deutschland und ihre beziehung zur ammoniten-stratigraphie. *Palaeontograph.*, B, **215**, 1-6, 1-168.

Planche photographique

Planche 1/Plate 1

Les lames palynologiques sont intégrées à la collection B. Courtinat (Univ. Lyon 1).

The figured specimens are housed in the B. Courtinat collection (Univ. Lyon 1).

- Photo 1. Anaplanisporites echinatus Schulz 1967 lame/slide: X1 16,65; 79/17,3
- Photo 2. Dapcodinium priscum Evitt 1961 emend. Below 1978 lame/slide: X1 27,05; 67,6/11,5
- Photo 3. Inaperturopollenites dubius (Potonié et Venkatachala) Thomson et Pflug 1953 lame/slide: X1 15,45; 64,3/13,7
- Photo 4. Retitriletes clavatoides (Couper) Döring et al. 1963 lame/slide: X1 15,80; 72,11/22,7
- Photo 5. Kraeuselisporites reissingeri (Harris) Morbey 1975 lame/slide: C1; 24,7/103,9
- Photo 6. Retitriletes semimuris (Danze-Corsin et Laveine) McKelllar 1974 lame/slide: C1 54,45; 75,8/13,2
- Photo 7. Rhaetipollis germanicus Schluz 1967 lame/slide: X1 29,20; 69,5/16,8
- Photo 8. Zebrasporites thuringiacus (Schluz) Orbell 1973 lame/slide: X1 27,50; 69,2/16,2
- Photo 9. Leptolepidites argenteaeformis (Bolchovitina) Morbey 1975 lame/slide: X1 13,95; 33,5/108,2
- Photo 10. Suessia swabiana Morbey 1975 emend. Below 1978 lame/slide: X1 29,20; 71,6/15,7
- Photo 11. Ovalipollis pseudoalatus (Thiegart) Schuurman 1977 lame/slide: S7; 41/106,5
- Photo 12. Striatella seebergensis Mädler 1964 lame/slide: C1; 38/101,3
- Photo 13. Rhaetogonyaulax rhaetica (Sarjeant) Loeblich et Loeblich emend. Below 1987 lame/slide: X1 25,75; 77/18
- Photo 14. Sphagnumsporites psilatus Couper 1958 lame/slide: X1 16,65; 50,4/108,8
- Photo 15. Camarozonosporites rudis (Leschik) Klaus 1960 lame/slide: X 16,65; 46,1/196,4
- Photo 16. Botryococcus non déterminées lame/slide: X1 25,75; 53,5/102
- Photo 17. Classopollis torosus (Reissinger) Balme 1957 emend. Morbey 1975 lame/slide: C1; 46/104,5
- Photo 18. Anapiculatisporites spiniger (Leschik) Reinhardt 1962 lame/slide: X1 16,65; 44/102,3
- Photo 19. Tsugaepollenites pseudomassulae (Mädler) Morbey 1975 lame/slide: S7; 71/15,5
- Photo 20. Acanthotriletes varius (Nilsson) Schuurman 1977 lame/slide: C1 48,2/101,6
- Photo 21. Tigrisporites microrugulatus Schlutz 1967 lame/slide: X1 27,05; 72/11,6
- Photo 22. Ricciisporites tuberculatus Lundblad 1954 lame/slide: X1 25,75; 73,9/18

