

# Les palynomorphes du Rhétien du bassin de Lodève : stratigraphie et environnements de dépôts

Bernard COURTINAT (1)  
Samuel PIRIOU (2)

*Rhaetian palynomorphs in the Lodève Basin: stratigraphy and depositional environments*

Géologie de la France, n° 3, 2002, 3-16, 4 fig., 2 tabl.

Mots-clés : Palynomorphe, Rhétien, Paléoenvironnement, Hérault, Bassin Lodève.

Key words: Palynomorphs, Rhaetian, Paléoenvironnement, Hérault France, Lodève France.

## Résumé

L'analyse palynologique de 52 échantillons récoltés dans la formation rhétienne du bassin de Lodève (sud du Massif central, coupes de Pégairolles et de Parlatges) confirme l'âge rhétien initialement déduit des arguments lithostratigraphiques. Les palynoflores sont comparables à celles qui sont connues en Europe de l'Ouest et en particulier à celles de l'Ardèche et du Lyonnais. Quatre associations sporopolliniques se succèdent des faciès terrigènes du Keuper jusqu'aux carbonates de l'Hettangien qui limitent la formation rhétienne (sens lithostratigraphique). L'association 1, réunissant les échantillons du Keuper, n'apporte pas de précision stratigraphique. Elle est constituée essentiellement de grains de pollens (*Circulina meyeriana*, *Circulina granulata* et *Ovalipollis pseudoalatus*). Les deux associations suivantes renferment des marqueurs du Rhétien et sont très différentes par leur composition. L'association 2 (« Rhétien inférieur ») est également dominée par les *Circulina* et *O. pseudoalatus* mais d'autres grains de pollen y sont régulièrement rencontrés mais en faible quantité (*T. pseudomassulae*, *R. germanicus*, *O. cultus*, *Inaperturopollenites*, *Cycadopites* et *Abietinaepollenites*) ainsi quelques spores (*A. varius*, *A. echinatus*, *B. comamensis*, *C. spiniger*, *D. mesozoïca*, *L. argenteaformis*, *R. tuberculatus*, *T. microrugulatus* et *T. microverrucosus*).

Les dinokystes (*D. priscum* et *R. rhaetica*) sont peu communs (moyenne 10 %) dans les sédiments lagunaires associés mais par épisodes *R. rhaetica* peut atteindre de forts pics d'abondance (50 % à 90 %). L'association 3 (« Rhétien supérieur ») se distingue par un enrichissement en spores et en microplancton, dont notamment *D. priscum*. Ce changement palynologique est contemporain des premiers dépôts transgressifs carbonatés de rampe de haute énergie qui annonce l'installation de la plate-forme mésozoïque. Enfin, et malgré l'absence de palynomorphes hettangiens sensu stricto, la dernière association (4) présente un cachet hettangien certain. Elle souligne un changement de la végétation (augmentation des grains de pollen, dont *Circulina*, au détriment des spores) au passage de conditions de sédimentation plus stables ou abritées.

## Abridged English Version

### Introduction and lithostratigraphy

Palynology is a valuable stratigraphic tool for dating the Rhaetian in West European continental series lacking ammonoid fauna. The Rhaetian stage, of course, still remains imperfect because of the absence of a formal stratotype. In addition, its definition through palynology varies according to different authors. Here, adopting the time scale of Gradstein

et al. (1994) for the Triassic period, we present new palynological data based on two sections (Pégairolles and Parlatges) of Rhaetian deposits in the Lodève Basin (southeastern Massif Central, France).

At the top of the Triassic, a series has been termed the Rhaetian Formation owing to the presence of *Avicula concerta*. It is a significant lithostratigraphic unit (Lopez, 1992) composed of silicoclastic-calcareous sediments that overlie Keuper facies and are overlain by Hettangian mudstone from which *Psiloceras planorbis* had previously been recovered. Lopez (1992) subdivided this Rhaetian Formation into two members: a lower member representative of a littoral sedimentary complex with lagoonal deposits (shale and dolomitic mudstone) and fluvial argillaceous sandstone, and an upper member composed of calcareous shoal deposits (grainstone to wackestone) that represent an important transgressive period. The overlying Hettangian mudstone reflects a more stable sedimentation system that grades into restricted marine conditions.

### Palynological results and paleoenvironments

As regards the paleoenvironmental setting, 52 samples were collected from the Keuper deposits through to the Hettangian carbonates. Four palynological assemblages were found. Association 1 is poorly

Manuscrit déposé le 1<sup>er</sup> septembre 2001, accepté le 15 juillet 2002.

(1) UFR Sciences de la Terre, Université Claude Bernard Lyon 1, 43 bd du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex, France.

(2) UFR Sciences de la Terre et de la Mer, Université Sciences Technologiques Bordeaux 1, avenue des Facultés, 33405 Talence, France.

calibrated because organic matter is rare; it is represented only by *Ovalipollis pseudoalatus* and thermophilic pollens such as *Circulina meyeriana* and *Circulina granulata*. This assemblage belongs to the Keuper, although the same microflora has been found locally in the upper member of the Rhaetian Formation in deposits reflecting hypersaline lagoonal conditions.

The next two associations contain Rhaetian palynomorphs. Association 2 is representative of the lower member of the Rhaetian Formation (sensu Lopez, 1992), which contains more fossiliferous assemblages than the Triassic and corresponds to a less arid climate. *Circulina* spp. and *O. pseudoalatus* everywhere dominate the assemblages, but low percentages of other continental species are common, such as *T. pseudomassulae*, *R. germanicus*, *O. cultus*, *Inaperturopollenites*, *Cycadopites*, *Abietinaepollenites*, *A. varius*, *A. echinatus*, *B. comaumensis*, *C. spiniger*, *D. mesozoica*, *L. argenteaeformis*, *R. tuberculatus*, *T. microrugulatus* and *T. microverrucosus*. Spores are poorly represented (>5%) and microplanktons, with predominant *D. priscum* and *R. rhaetica*, are not common (average 10%); the lagoonal or bay conditions indicated by the sedimentological data did not favour their development. Exceptionally, *R. rhaetica* dominates (50 to 90%) in lagoonal shaly siltstone and beach silty sandstone, and other phytoplankton species such as *Beaumontella langi*, *B. delicatum*, *Michrystidium lymensis*, *M. exilium* and *Veryahium formosum ancorostratum* are present in places.

Association 3 reflects an important microfloral change characterized by an enrichment in spores (with the first appearance of *Kraeuselisporites reissingeri*, *Camarozosporites rudis*, *Retitritilites semimuris* and *Zebraosporites interscriptus*) to the detriment of *Circulina* spp. and *O. pseudoalatus*. Marine palynomorphs such as *D. priscum* become dominant, indicating more open marine conditions. This last association is associated with high-energy carbonates of the upper member and is located just above a transgressive surface (Lopez, 1992; Haudiquet, 1997). The landward encroachment seems to have been detrimental to *R. rhaetica*, which becomes rare in carbonates.

Association 4 is found either in the Hettangian carbonates or at the top of the Rhaetian Formation (sensu Lopez,

1992). This interval shows an increase in pollen grains such as *Circulina* spp. and *Pollenites verrucosus*. The spores have a proportionally lower presence, except for *K. reissingeri* and *L. argenteaeformis* (2 to 4%). Quantitatively, *Michrystidium* spp. replaces *D. priscum*, indicating more restricted marine conditions (Wall, 1965) in line with the sedimentological data. No typical Hettangian taxa have been recorded; although *Todisporites*, *L. cerebriformis* and *L. adrienniformis* only appear here for the first time, they are known elsewhere from older deposits.

## Conclusions

For the first time the *Avicula concorta* zone has been palynologically studied in the Lodève area. The microflora presents a common set of taxa that are known in the Western European realm. This investigation confirms the earlier stratigraphic assignment (Lopez, 1992). Two palynozones are well recognized in the Rhaetian Formation: a lower unit (Association 2) characterized by the predominance of pollens (*Circulina* spp. and *O. pseudoalatus*), and an upper unit (Association 3) marked by a great diversification of spores. The abundance of thermophilic plants in the lower member of the Rhaetian Formation indicates general semi-arid paleoclimatic conditions. This palynozone can be assigned to phases 2 and 3 of Rauscher et al. (1995) in the Lorraine area and to Association A of Adloff and Doubinger (1982) in the Luxembourg area. Association 3, rich in spores and microplankton, reflects a palynological change in the balance of continental and marine areas that gave rise to an important evolution in the paleoecological and climatological conditions and that was contemporary with the first transgressive carbonate deposits. The palynological assemblages are similar to phase 4 of Rauscher et al. (1995) and to Association B of Adloff and Doubinger (1982). This enrichment in spores has been observed in other regions, notably the Préalpes Médiannes area (Mettraux and Mohr, 1989) and Ardèche area (Fauconnier et al., 1995), and consequently seems to be a typical association of the Upper Rhaetian.

## Introduction

La série sédimentaire du bassin de Lodève, située au sud du Massif central,

comprend au sommet du Trias une formation silicoclastique-carbonatée. Celle-ci s'intercale entre les sédiments terrigènes gréso-argilo-évaporitiques de l'Anisien et du Norien (faciès germanique du Bundsandstein et du Keuper) et les sédiments marins carbonatés du Lias. Cet ensemble de faciès est réputé d'âge rhétien depuis la découverte de *Avicula concorta* par De Rouville et Bioche (Dieulafait, 1868 ; in Lopez, 1992). Cependant la rareté de ce petit bivalve et l'absence d'autres biomarqueurs comme les ammonites, rendent incertaines les limites de l'étage (sensu Gradstein et al., 1994). Lopez (1992) utilise le terme de Formation rhétienne qu'il fonde sur la base d'arguments lithostratigraphiques. Cette formation s'insère entre les dépôts terrigènes anhydritiques du Keuper et les carbonatés de Parlatges dans lesquels Roquefort (1934, in Lopez, 1992) identifiait une faune à *Psiloceras planorbis* rapportée à l'Hettangien basal. La reconnaissance de discontinuités sédimentaires fondée sur une analyse faciologique permet aujourd'hui de bonnes corrélations à l'échelle du bassin (Lopez, 1992 ; Haudiquet, 1997). Pourtant, l'âge des dépôts demeure hypothétique.

En Europe de l'Ouest, les séries à ammonites rhétiennes sont rares. Pour pallier ce manque de type d'archive, les arguments biostratigraphiques ont fréquemment été empruntés à la microflore. Ainsi, une riche littérature décrit des associations palynofloristiques ; citons par exemple les travaux d'Orbel (1973), de Morbey (1975) et de Schuurman (1977, 1979), qui traitent de sections européennes de référence, puis ceux de Lesage (1968), d'Adloff et Doubinger (1975, 1982), de Mettraux et Mohr (1989), de Rauscher et al. (1995) et de Courtinat et al. (1998) consacrés à des régions françaises ou voisines. Bien que des difficultés de corrélation à l'échelle européenne demeurent, les écozones palynologiques constituent un outil stratigraphique précieux à l'échelle régionale.

L'étude des sections de Pégairolles et de Parlatges a pour objectif de dresser un inventaire des palynomorphes du bassin de Lodève, ce qui n'avait pas été effectué jusqu'à présent, pour vérifier l'âge des dépôts et comparer les associations définies avec les environnements sédimentaires. Ce travail s'inscrit dans un objectif plus large qui vise à analyser la distribution des palynofaciès dans les divers

contextes sédimentaires du Rhétien du pourtour est et sud du Massif central.

### Les coupes étudiées

La formation rhétienne affleure largement sur la bordure méridionale du plateau jurassique des Causses du Larzac. Les deux portions de coupes étudiées, situées entre Lodève et le Caylar (fig.1), font partie des sections les plus puissantes visibles sur le terrain. La coupe de Pégairolles permet notamment de suivre en continuité les zones de passage avec le sommet du Keuper et la base des calcaires hettangiens.

Puissante d'environ 55 m, la Formation rhétienne présente une grande diversité de faciès sédimentaires, tant latéralement que verticalement, qui témoigne de l'installation d'un système littoral complexe où ont interféré les processus marins et continentaux sous des conditions probablement semi-arides (Lopez, 1992 ; Lopez *et al.*, 1997 ; Haudiquet, 1997).

D'un point de vue lithostratigraphique, Lopez (1992) a distingué deux membres dans la Formation rhétienne ; chacun d'entre eux a été divisé en trois unités (fig. 2). Le membre inférieur, qui est dominé par les faciès terrigènes d'affinité triasique, comprend :

- une Unité Inférieure (UI), globalement granocroissante, qui débute par une alternance d'argiles bleu-noir-vert silteuses et de mudstone-wackstone dolomitiques gréseux et bioturbés. Cet ensemble est scellé par des grès grossiers feldspathiques, mal classés, dont l'organisation séquentielle, selon Lopez *et al.* (1997), plaide en faveur d'un système deltaïque en tresse. Le sommet de l'unité est composé de sables mieux classés à rides de vagues ;

- une Unité Médiane (UM) marquée par une alternance d'argiles bleu-vert et de mudstones-wackstones dolomitiques qui marqueraient un retour des conditions lagunaires ;

- une Unité Supérieure (US) formée par des grès de composition mixte silico-clastique carbonatée et des mudstones dolomitiques à laminations stromatolitiques. Les caractères stratonomiques des faciès sédimentaires sont variables verticalement et latéralement dans cette unité.

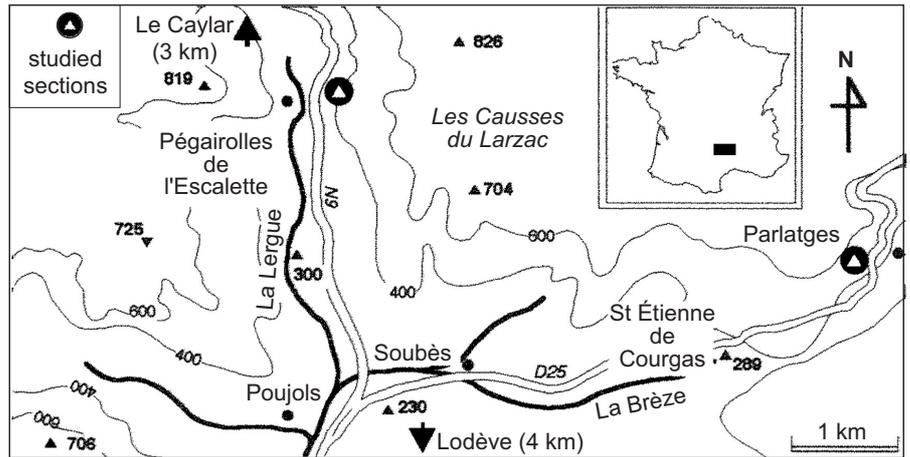


Fig. 1.- Situation géographique des coupes de Pégairolles de l'Escalette et de Parlatges dans le Sud-Est français.

Fig. 1.- Location map of the studied sections in southeastern France (Pégairolles de l'Escalette and Parlatges).

Ainsi, on passe de lobes de barres d'embranchures (à Pégairolles) à des environnements de plage et d'avant-plage dominés par la houle et les tempêtes (à Parlatges).

Le membre supérieur, quant à lui, est dominé par les faciès carbonatés. Il est constitué de deux barres d'épaisseur d'environ 5 m à faciès grainstone, appelées Barre Inférieure (BI) et Barre Supérieure (BS), qui montrent de grandes stratifications obliques tangentielles typiques des grandes dunes hydrauliques soumis à la dynamique de la mer ouverte. Ces barres sont séparées par une intercalation médiane (IM) correspondant à une alternance de marnes et de bancs de mudstones. Puissante d'environ deux mètres, cette unité enregistre les dépôts d'un milieu marin protégé, d'arrière barre. Le passage de la Formation rhétienne avec l'Hettangien s'observe par l'apparition d'une succession de niveaux calcaires mudstones peu épais (1 à 10 cm). La faune (ophiurides, gastéropodes nannofomes, bivalves à tests fins), identifiée par Lopez (1992), évoque un milieu de vasière abritée.

La Formation rhétienne marque une période transgressive, accentuée au passage Trias-Lias et soulignée par plusieurs discontinuités d'importance variable correspondant à des périodes d'érosion ou de non-dépôt. Lopez (1992) a distingué trois surfaces majeures (D1, D2 et D3) séparant des systèmes de dépôt différents et dont l'extension peut être considérée isochrone à l'échelle locale.

D'autres limites de séquences de rang inférieur ainsi que l'intervalle à stromatolithes de l'Unité Supérieure constituent de bons repères stratigraphiques (fig. 4).

### Échantillonnage et méthodes

Notre étude se base sur 52 échantillons : 3 sont issus des argiles bariolées du Keuper, 47 de la formation rhétienne (30 pour Pégairolles ; 17 pour Parlatges) et enfin 2 dans l'Hettangien (faciès de Parlatges). À Pégairolles, les prélèvements ont été effectués en continu depuis le Keuper jusqu'au sommet du membre supérieur de la Formation rhétienne. L'intervalle étudié dans la coupe de Parlatges recouvre le sommet de l'Unité Supérieure jusqu'au faciès de Parlatges. Dans cette portion de coupe, le suivi de l'évolution des microflore s'est avéré altéré par des échantillons très appauvris en matière organique.

Les échantillons ont été prélevés dans des sédiments de nature variée (argile, grès, dolomie, calcaire) et traités suivant une procédure classique (Barss & Williams, 1973) : acide fluorhydrique et chlorhydrique pour éliminer la fraction minérale ; tamisage sur un tamis à mailles de 10 µm ; aucune oxydation n'a été pratiquée.

### Inventaire palynologique

45 échantillons ont livré une microflore abondante comprenant des spores

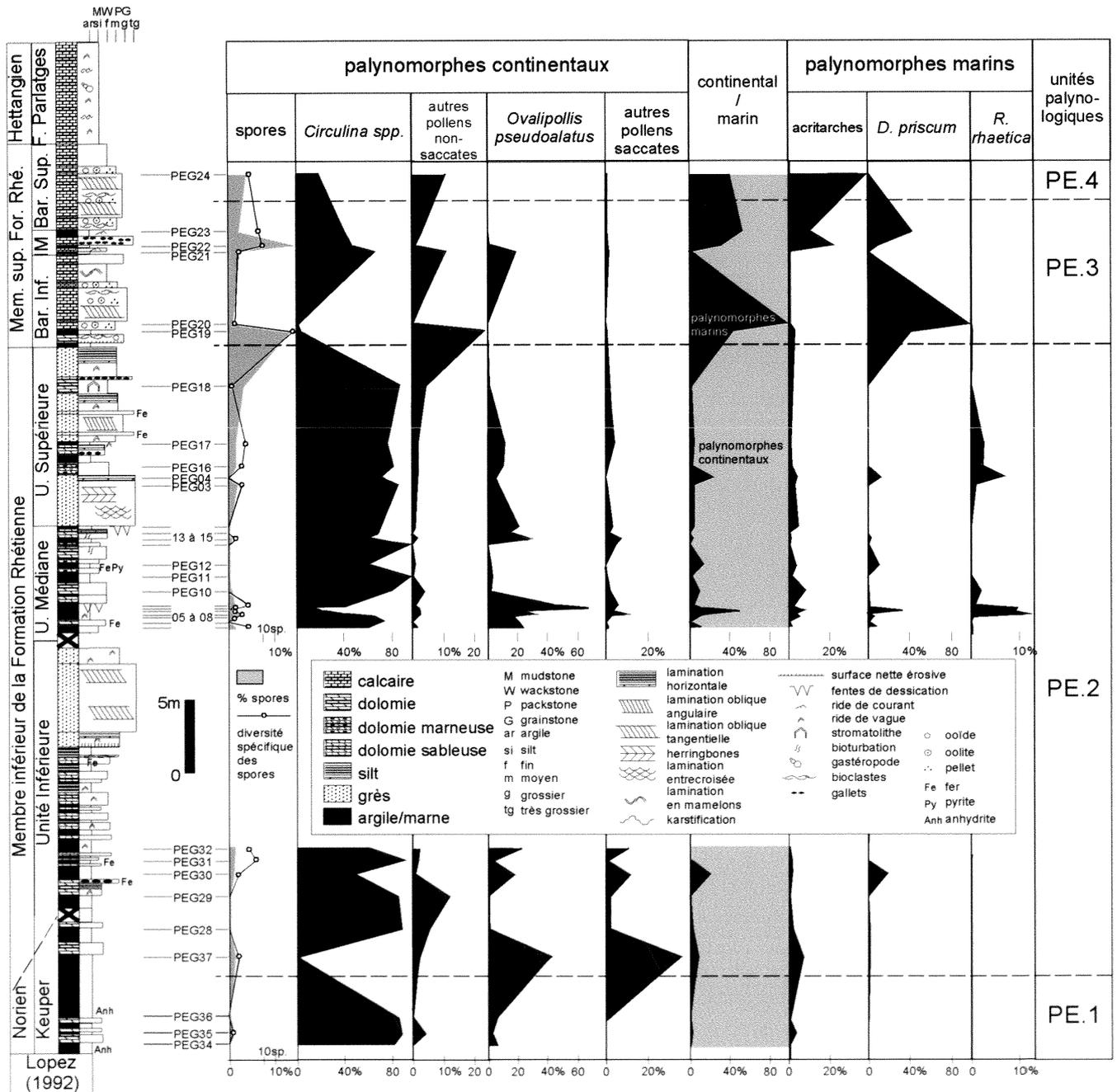


Fig. 2.- Distribution des principaux groupes et espèces palynologiques dans la coupe de Pégairolles.

Fig. 2.- Distribution of main palynological groups and species from the section at Pégairolles.

des grains de pollen, des kystes de dinoflagellés, des acritarches et des chlorophycées. L'inventaire sporopollinique est riche de 46 espèces représentant 38 genres. Les palynomorphes marins sont moins diversifiés (6 espèces d'acritarches, essentiellement des *Micrhystridium*, et 6 espèces de kystes de dinoflagellés). La répartition de ces taxons est précisée dans les tableaux 1 et 2.

**Spores**

- Acanthotriletes varius* (Nilsson) Schuurman 1977
- ?*Anaplanisporites echinatus* Schulz 1967
- Baculatisporites comaumensis* (Cookson) Potonié 1956
- Camarozonosporites rudis* (Leschik) Klaus 1960

- Carnisporites austeriscus* Morbey 1975
- Carnisporites spiniger* (Leschik) Morbey 1975
- Convruccosisporites cameroni* (De Jersey) Playford et Dettmann 1965
- Convruccosisporites luebbenensis* Schulz 1967
- Deltoidospora auritora* (Reinhardt) Lund 1977

Unit	palynomorphes continentaux					continental / marin	palynomorphes marins			unités palynologiques
	spores	Circulina spp.	autres pollens non-saccates	Ovalipollis pseudoalatus	autres pollens saccates		acritarches	D. priscum	R. rhaetica	
PAR16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PA.2
PAR15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAR14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PA.1
PAR13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAR12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAR11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAR10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAR09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAR08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAR07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAR06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAR05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAR04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAR03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAR02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAR01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAR01b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fig. 3.- Distribution des principaux groupes et espèces palynologiques dans la coupe de Parlattes.

Fig. 3.- Distribution of main palynological groups and species from the section at Parlattes.

*Deltoidospora mesozoica* (Thiergart) Schuurman 1977

*Kraeuselisporites reissingeri* (Harris) Morbey 1975

*Leiotriletes adrienniformis* Nilsson 1958

?*Leiotriletes gulaferus* Potonié et Kremp 1955

*Leptolepidites argenteaeformis* (Bolchovitina) Morbey 1975

*Leptolepidites* cf. *circulus* (Kedves et Simoncsics) Morbey 1975

*Lycopodiacidites cerebriformis* Van Erve 1977

*Microreticulatisporites fuscus* (Nilsson) Morbey 1975

*Neochomotriletes triangularis* (Bolchovitina) Reinhardt 1962

*Patinasporites densus* Leschik 1955

*Retitriletes semimuris* (Danzé-Corsin et Laveine) McKellar 1974

*Ricciisporites tuberculatus* Lundblad 1954

*Sphagnumsporites psilatus* Couper 1958

*Taurocusporites verrucatus* Schulz 1967

*Tigrisporites microrugulatus* Schulz 1967

*Todisporites minor* Couper 1958

*Trilites microverrucosus* (Hageman) Adloff et al. 1974

*Zebrasporites interscriptus* (Thiergart) Klaus 1960

**Grains de pollen**

*Abietinaepollenites* sp.

*Circulina granulata* Adloff et al. 1974

*Circulina meyeriana* Klaus 1964

*Concentrisporites hallei* (Nilsson) Wall 1965

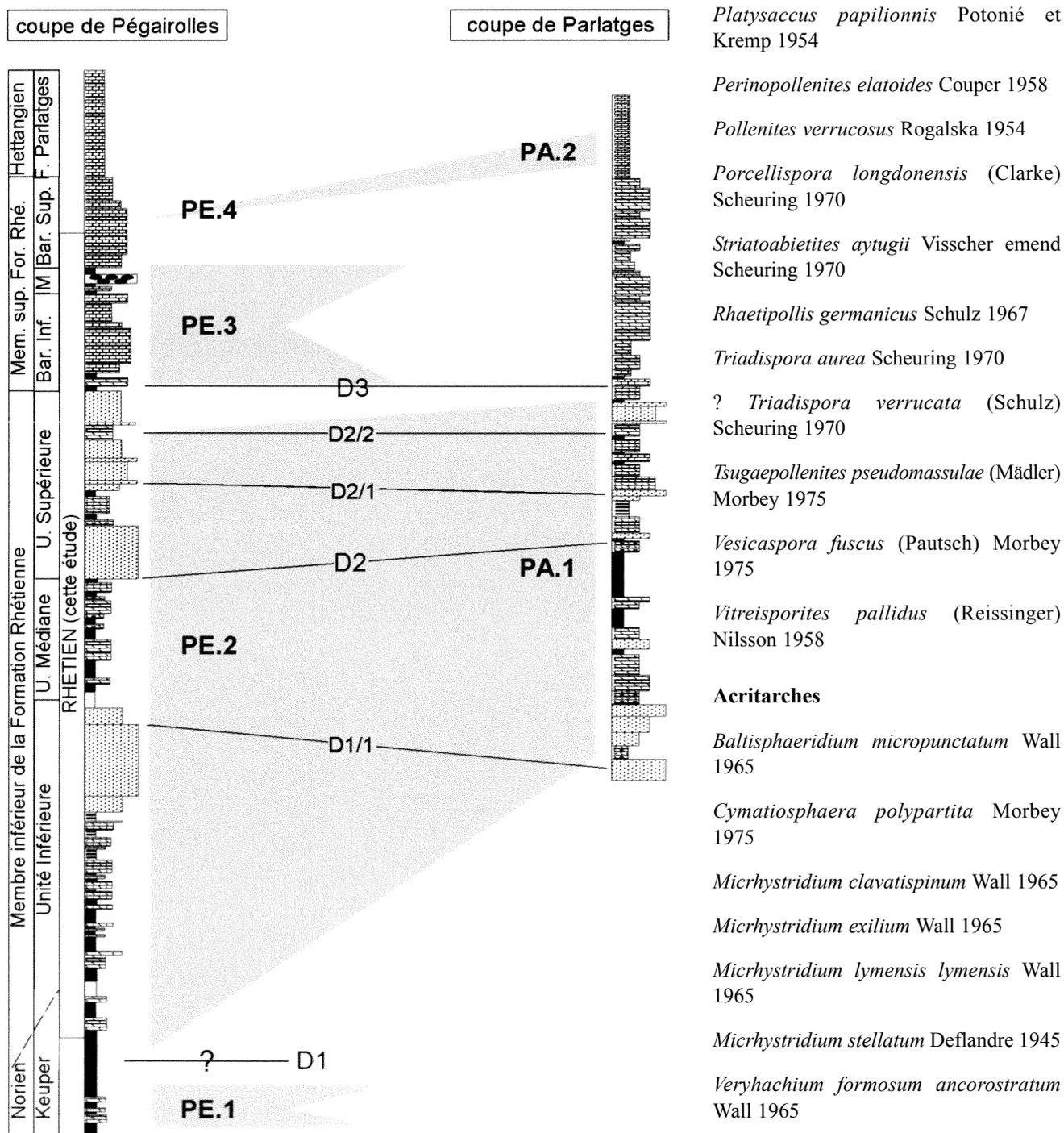


Fig. 4.- Corrélations entre les coupes de Pégairolles et de Parlatges fondées sur les données sédimentologiques (Lopez, 1992 ; droites) et palynologiques (zones grisées).

Fig. 4.- Correlations between the Pégairolles and Parlatges sections based on sedimentological (Lopez, 1992; straight lines) and palynological data (grey zones).

*Cycadopites* cf. *follicularis* Wilson et Webster 1946

*Cycadopites* sp.

*Granuloperculatipollis rudis* Venkatachala et Goczan emend Morbey 1975

*Inaperturopollenites dubius* (Potonié et Venkatachala) Thomson et Pflug 1953

*Inaperturopollenites orbicularis* Nilsson 1958

*Ovalipollis cultus* Scheuring 1970

*Ovalipollis minimus* Scheuring 1970

*Ovalipollis pseudoalatus* (Thiergart) Schuurman 1977

*Platysaccus papilionnis* Potonié et Kremp 1954

*Perinopollenites elatoides* Couper 1958

*Pollenites verrucosus* Rogalska 1954

*Porcellispora longdonensis* (Clarke) Scheuring 1970

*Striatoabietites aytugii* Visscher emend Scheuring 1970

*Rhaetipollis germanicus* Schulz 1967

*Triadispora aurea* Scheuring 1970

? *Triadispora verrucata* (Schulz) Scheuring 1970

*Tsugaepollenites pseudomassulae* (Mädler) Morbey 1975

*Vesicaspora fuscus* (Pautsch) Morbey 1975

*Vitreisporites pallidus* (Reissinger) Nilsson 1958

#### Acritarches

*Baltisphaeridium micropunctatum* Wall 1965

*Cymatiosphaera polypartita* Morbey 1975

*Micrhystridium clavatispinum* Wall 1965

*Micrhystridium exilium* Wall 1965

*Micrhystridium lymensis lymensis* Wall 1965

*Micrhystridium stellatum* Deflandre 1945

*Veryhachium formosum ancorostratum* Wall 1965

#### Dinokystes

*Beaumontella caminuspinia* (Wall) Below 1987

*Beaumontella delicata* (Wall) Below 1987

*Beaumontella langii* (Wall) Below 1987

*Dapcodinium priscum* Evitt 1961 emend. Below 1978

*Rhaetogonyaulax rhaetica* (Sarjeant) Loeblich et Loeblich emend. Below 1987



	PA 1											PA 2	
	PAR01b	PAR03	PAR04	PAR05	PAR06	PAR08	PAR09	PAR10	PAR11	PAR12	PAR15	PAR16	
<i>Acanthotriletes varius</i>												•	
<i>Baculatisporites comaumensis</i>		•			•								
<i>Carnisporites austeriscus</i>					•								
<i>Carnisporites spiniger</i>		•			•				•				
<i>Converrucosisporites cameroni</i>									•				
<i>Deltoidospora auritora</i>											•		
<i>Deltoidospora mesozoica</i>		•			•				•	•	•	•	
<i>Kraeuselisporites reissingeri</i>											•	•	
<i>Leiotrilites adrienniformis</i>												•	
<i>Leptolepidites argenteaeformis</i>											•	•	
<i>Leptolepidites cf. circulus</i>					•								
<i>Lycopodiacidites cerebriformis</i>												•	
<i>Microreticulatisporites fuscus</i>								•		•			
<i>Retitritites semimuris</i>											•	•	
<i>Ricciisporites tuberculatus</i>		•			•			•	•	•			
<i>Tauroscusporites verrucatus</i>					•								
<i>Tigrisporites microrugulatus</i>					•								
<i>Todisporites minor</i>											•	•	
<i>Trilites microverrucosus</i>					•								
<i>Abietinaepollenites spp.</i>		•			•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Circulina granulata</i>	•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Circulina meyeriana</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Circulina spp.</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			
<i>Concentrisporites hallei</i>									•		•		
<i>Cycadopites spp.</i>	•		•		•			•		•	•		
<i>Inaperturopollenites dubius</i>		•									•	•	
<i>Inaperturopollenites orbicularis</i>		•						•	•		•		
<i>Ovalipollis cultus</i>		•			•								
<i>Ovalipollis minimus</i>	•	•			•			•	•				
<i>Ovalipollis pseudoalatus</i>	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Platysaccus papilionis</i>	•	•			•						•		
<i>Pollenites verrucosus</i>											•	•	
<i>Porcellispora longdonensis</i>					•			•					
<i>Rhaetipollis germanicus</i>	•	•			•	•		•	•	•			
<i>Spheripollenites sp.</i>	•		•		•								
<i>Striatoabietites aytugii</i>								•					
? <i>Triadispora verrucata</i>					•								
<i>Tsugaepollenites pseudomassulae</i>		•			•			•	•	•			
<i>Vitreisporites pallidus</i>											•		
<i>Botryococcus ind.</i>	•	•			•								
<i>Leiosphaeridia ind.</i>											•	•	
<i>Baltisphaeridium micropunctatum</i>									•				
<i>Cymatiosphaera polypartita</i>		•	•		•								
<i>Michrystidium clavatispinum</i>								•					
<i>Michrystidium Lymensis</i>	•	•						•			•	•	
<i>Michrystidium stellatum</i>													
<i>Michrystidium spp.</i>	•				•			•	•		•	•	
<i>Beaumontella delicatum</i>	•	•						•	•	•	•	•	
<i>Beaumontella langii</i>	•										•	•	
<i>Dapcodinium priscum</i>	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	
<i>Rhaetogonyaulax rhaetica</i>	•		•	•			•	•	•	•	•		
<i>Suessia swabiana</i>								•					

tabl. 2.- Répartition des Palynomorphes dans la coupe de Parlatges.

tabl. 2.- Palynomorph range chart in the Parlatges section..

*Suessia swabiana* Morbey 1975

**Chlorophycées**

*Botryococcus* non déterminées,

*Leiosphaeridia* sp.

**Âges des sections étudiées**

Dans chacune des deux sections étudiées, nous rencontrons un fonds de taxons

commun aux assemblages européens (*A. varius*, *C. cameroni*, *C. granulata*, *C. meyeriana*, *C. spiniger*, *D. mesozoicus*, *D. priscum*, *G. rudis*, *I. dubius*, *I. orbicularis*, *K. reissingeri*, *L. argenteaeformis*, *M. lymensis*, *O. pseudoalatus*, *R. germanicus*, *R. rhaetica*, *R. tuberculatus*, *S. swabiana*, *T. microverrucosus*). On note cependant que les genres des spores *Aratrisporites*, *Densosporites*, *Limbosporites*, *Perinosporites* ou *Triancoraesporites* et de grains de pollen *Granuloperculatisporites* sont rares

ou absents. En tenant compte uniquement de la diversité spécifique, la microflore de la formation rhétienne lodévoise présente de fortes analogies avec celle du bassin de Largentière (Doubinger & Adloff, 1977) et de la région lyonnaise (Courtinat *et al.*, 1998). Elle se distingue cependant d'un point de vue quantitatif des assemblages lyonnais, lesquels sont généralement plus riches en spores.

Les études marquantes dédiées aux sections européennes de référence (Orbell, 1973 - Grande Bretagne ; Morbey, 1975 - Alpes occidentales ; Schuurman, 1977, 1979 - Lorraine , Luxembourg et Alpes ; Lund, 1977 - Danemark et Allemagne du Nord) montrent que le Rhétien est une zone charnière entre le Norien et le Lias, du point de vue des palynoflores. Cette transition correspond aux phases 3 et 4 de Schuurman (1977), à la zone à *Rhaetipollis* et une partie de la zone à *Heliosporites* d'Orbell (1973), à la partie supérieure de la zone TR jusqu'à la sous-zone Mi de la zone TK de Morbey (1975). Cependant, les travaux de Smith (1982) et de Brenner (1986) montrent que les zones érigées par les auteurs précités posent davantage de problèmes de corrélation qu'ils n'en résolvent. La raison paraît être liée au fait que ces zones sont des écozones. Plus récemment, Courtinat *et al.* (1998) ont proposé, pour dater le Rhétien, l'emploi d'une zone d'association fondée sur un ensemble de taxons (*A. echinatus*, *A. ovalis*, *D. priscum*, *O. cultus*, *R. semimuris*, *S. swabiana*, *T. microrugulatus*, *T. microverrucosus*, *T. pseudomassulae*) à large répartition géographique.

En se référant à cette étude biostratigraphique et grâce à la présence des taxons précités, nous validons ainsi formellement l'âge rhétien de l'intervalle PEG 37 à PEG 22 dans la coupe de Pégairolles (tabl. 1). La zone est définie à la base par la première apparition de *D. priscum* et au sommet par la disparition de *T. pseudomassulae*. Les rares et ubiquistes sporomorphes délivrés par les horizons argileux verdâtres, considérés d'âge keuper sur la base d'arguments lithostratigraphiques, n'apportent aucune précision stratigraphique.

Dans la coupe de Parlatges, l'intervalle compris entre PAR 01B et PAR 12 est lui aussi d'âge rhétien (tabl. 2). Cet intervalle correspond au membre inférieur de la for-

mation rhétienne. Dans le membre supérieur, nous n'avons pas obtenu de restes palynologiques conservés, probablement en raison des conditions de dépôt défavorables (hydrodynamisme fort). Les carbonates de Parlatges livrent des taxons connus déjà dans le Rhétien comme *R. semimuris*, *K. reisingeri* et *L. argenteaeformis*. Aucune espèce réputée hettangienne n'a été observée. Cependant, en tenant compte de l'évolution quantitative des sporomorphes, on observe un changement de la composition palynologique dans les calcaires hettangiens dont les caractéristiques (voir détails plus loin) sont à rapprocher de la zone de passage Rhétien-Hettangien de la Lorraine (Rauscher *et al.*, 1995 ; étape 5), du Luxembourg (Adloff & Doubingier, 1982), des Préalpes médianes (Mettraux & Mohr, 1989) et de l'Ardèche (Fauconnier *et al.*, 1995).

## Les associations palynologiques

La définition des associations palynologiques repose sur les aspects quantitatifs (fréquences relatives) et qualitatifs (présence, absence). Les fréquences relatives (exprimées par rapport à la totalité des palynomorphes) reposent sur le comptage de 50 à 769 palynomorphes par échantillon ; les comptages les plus faibles n'ont pas été considérés dans l'analyse.

Quatre associations palynologiques ont été définies dans la coupe de Pégairolles (fig. 2) et deux dans la coupe de Parlatges (fig. 3).

### Coupe de Pégairolles

#### Association PE 1 (PEG 34 à 36)

Cette association correspond aux échantillons prélevés dans les argiles bariolées du Keuper lesquelles se sont avérées pauvres en matière organique et très peu diversifiées. Les éléments dominants sont des *Circumpolles* (*C. meyeriana* et *C. granulata* ; plus de 90 %) et des *Inaperturopollenites* et *O. pseudoalatus* en faible quantité. Les spores et les éléments marins, représentés que par *Michrhystridium spp.*, sont rares.

#### Association PE 2 (PEG 37 à PEG 18)

Elle correspond au membre inférieur de la formation rhétienne. Dans cet intervalle, les résidus organiques sont relativement plus riches et plus diversifiés, tant pour les éléments terrestres que marins. Les palynomorphes terrestres dominent largement en proportion. Ils sont représentés principalement par *Circulina spp.* dont les fréquences relatives varient de 12,8 à 92,1 % et par *O. pseudoalatus* qui diminuent en nombre de bas en haut de l'intervalle (de 68,8 % à 3 %). Les *Abietinaepollenites* sont fréquents et diminuent également vers le haut, passant de 28 à 1,6 %. Parmi les autres grains de pollen, on trouve assez régulièrement *T. pseudomassulae*, *R. germanicus*, *O. cultus* ainsi qu'*Inaperturopollenites* et *Cycadopites*. Les spores sont peu diversifiées (*A. varius*, *A. echinatus*, *B. comaumensis*, *C. spiniger*, *D. mesozoïca*, *L. argenteaeformis*, *R. tuberculatus*, *T. microrugulatus* et *T. microverrucosus*) et ne dépassent pas 5 % (moyenne 1,5 %) sur le total des palynomorphes.

Les microfossiles marins sont en général peu abondants (moyenne 10 %), mais par épisodes, ils atteignent jusqu'à 50 % de l'assemblage sporopollinique (PEG 08.01). Les kystes de dinoflagellés sont représentés principalement par *D. priscum*, présent en proportions variables dans la plupart des niveaux analysés, et *R. rhaetica* dont la distribution est plus irrégulière. Des petites formes, comme les *Michrhystridium* et *B. delicatum*, sont également observées mais en faibles proportions (jusqu'à 3 %).

#### Association PE 3 (PEG 19 à 23)

Les assemblages palynologiques prélevés dans la Barre Inférieure et l'Intercalation Médiane se distinguent des assemblages précédents par un enrichissement qualitatif (de 11 à 19 espèces) et quantitatif (jusqu'à 14 %) en spores. Des taxa, tels que *R. tuberculatus*, *K. reisingeri*, *C. rudis* et *C. cameroni* atteignent quelques pour-cents, ce qui n'était pas le cas des échantillons de l'association PE 2. D'autres apparaissent pour la première fois comme *N. triangularis*, *L. cerebriformis*, *R. semimuris* et *S. psilatus*.

Les grains de pollen régressent fortement en nombre. *O. pseudoalatus* devient rare (moyenne 1 %), à l'exception

de l'échantillon PEG 21 où il atteint 19 % (résultat d'un remaniement ?). Les proportions de *Circumpolles* baissent dans les niveaux de la Barre Inférieure (de 1,5 à 5 % dans PEG 19 et 20) puis redeviennent plus abondantes dans l'Intercalation Médiane sus-jacente passant de 19 à 66 %.

Les fréquences relatives du microplancton sont relativement élevées et dominées par *D. priscum* (moyenne = 40 % ; pic d'abondance à 97 % dans PEG 20) et, dans une moindre mesure, par *B. delicata* (jusqu'à 9,3 %). Les *Michrhystridium*, *M. hymensis* en particulier, sont également communs et leurs proportions augmentent vers le haut, passant de 3 à 22 %. En revanche, *R. rhaetica* se raréfie ; un seul individu fut observé dans PEG 19.

#### Association PE 4 (PEG 24)

L'échantillon prélevé dans la Barre Supérieure se distingue par une abondance de *Michrhystridium* (36 %) et de grains de pollen *Circulina spp.* (19 %) et *P. verrucosus* (11 %). La proportion des spores est basse (3 %) et leur diversité est faible (6 espèces). On observe l'apparition de *L. adrienniformis*.

### Coupe de Parlatges

#### Association PA 1 (PAR 01BIS à PAR 12)

Cette association est caractérisée par l'abondance des *Circumpolles* (*C. meyeriana* et *C. granulata*) et de *O. pseudoalatus* qui, ensemble, constituent en moyenne 80 % du total des palynomorphes. On note que *O. pseudoalatus* diminue, passant de 15-50 % à 5-20 %, vers le haut de l'intervalle. Les *Cycadopites* et les *Abietinaepollenites* sont peu fréquents (quelques %). *R. germanicus* et *T. pseudomassulae* atteignent localement des taux importants (respectivement, 7 % dans PAR 11 et 21 % dans PAR 12). Les spores sont peu diversifiées (8 taxons maximum) et, quantitativement, elles ne dépassent pas 3 %.

Les proportions relatives des palynomorphes marins varient fortement (1 à 94 %). Alors que *D. priscum* est présent dans tous les niveaux (0,5 à 21 %) ; *R. rhaetica* apparaît épisodiquement avec parfois des fréquences élevées (56 % dans PAR 10 et 92 % dans PAR 04).

**Association PA 2 (PAR 15 et PAR 16)**

Cette association correspond aux échantillons prélevés dans les mudstones hettangiens à *Psiloceras planorbis*. Ces niveaux sont essentiellement dominés par les éléments marins, particulièrement par les acritarches (40 à 50 %) et, dans une moindre mesure, par les kystes de dinoflagellés (*D. priscum* de 8 à 11 % ; *B. langii* de 3 à 5 %). L'absence ou la très grande rareté de *R. rhaetica* est remarquable.

*Circulina* spp. et *P. verrucosus* dominent les palynomorphes terrestres avec des pourcentages moyens respectifs de 15 et 10 %. *O. pseudoalatus* est très rare. Les spores sont peu fréquentes (5 à 7,5 %) et peu diversifiées (6 à 8 taxons) mais la composition est assez originale puisque, d'une part, *K. reissingeri* et *L. argenteaeformis* atteignent 2 à 4 % - ce qui n'est pas observé dans la formation rhétienne (au sens lithostratigraphique) - et, d'autre part, parce que nous rencontrons pour les premières fois *Todisporites*, *R. semimuris*, *L. cerebriformis* et *L. adrienniformis*.

**Corrélations (fig. 4)**

Les associations PE.2 et PA.1 sont comparables par les fortes proportions de *Circulina* spp. et *O. pseudoalatus* et la présence des dinokystes *D. priscum* et *R. rhaetica*. Il peut être établi également une correspondance entre les associations PA.2 et PE.4 qui ont en commun des taux importants en *Michrystidium* spp. et en grains de pollen, *P. verrucosus* et *Circulina* spp., ainsi que par la présence de *K. reissingeri*, *L. argenteaeformis* et *L. adrienniformis*. Par commodité, nous désignerons dans la suite du texte :

- l'association 1 comme l'équivalent de PE.1,
- l'association 2 l'union de PE.2 et PA.1,
- l'association 3 l'équivalent de PE.3,
- l'association 4, l'union de PE.4 et PA.2.

Ces éléments de corrélations palynologiques viennent appuyer les correspondances préétablies par Lopez (1992) et Haudiquet (1997) fondées sur des analyses séquentielles.

**Evolution des microflores fini-triasiques dans le bassin de Lodève**

Dans les coupes étudiées, nous rencontrons des associations différentes qui peuvent résulter de modifications environnementales et climatiques. Il paraît utile de situer ces différences dans les contextes lithostratigraphiques et paléoenvironnementaux.

Dans les faciès du Keuper et jusqu'au sommet du membre inférieur de la formation rhétienne, les assemblages palynologiques sont largement dominés par *C. meyeriana*, *C. granulata* et *O. pseudoalatus*. Les *Circulina* sont des grains de pollen émis par les *Cheirolepidiaceae* dont un grand nombre de ces plantes furent des conifères thermophiles qui envahissaient les pentes des régions montagneuses et les plaines côtières sous des conditions paléoclimatiques arides (Vakhramev, 1981). Les fortes fréquences des *Circulina* (moyenne 69,6 %) observées dans les associations 1 et 2 soulignent des conditions particulièrement chaudes et sèches dans la partie inférieure des sections étudiées. Les indices sédimentologiques, comme la présence récurrente de niveaux dolomitiques à cristaux d'anhydrites, paraissent corroborer cette interprétation.

Les niveaux les plus riches en *Circulina* (80 à 95 %) se rencontrent dans les séries de lagune subtidale du Keuper et dans la partie supérieure de l'Unité Médiane où alternent les argilites vertes et dolomicrites ainsi que dans les horizons à laminations stromatolithiques. Ces faciès de dépôts, révélant de nombreux témoins d'émersion et de sursalure, s'inscrivent dans un contexte global régressif. En général, les faciès anhydritiques et dolomitiques sont peu propices à la conservation de la matière organique sédimentaire. Ils sont fréquemment les reflets de conditions climatiques arides qui n'incitent pas au développement d'une végétation luxuriante. Dans ces environnements de dépôt, la rareté du kérogène est due autant à une faible productivité qu'à de mauvaises conditions de préservation. Mais l'abondance des *Circulina* dans ces niveaux qui n'ont connu que de faibles apports terrigènes révèle que les *Cheirolepidiaceae* peuplaient majoritairement la plaine côtière. Les spores et les éléments marins

apparaissent notablement dans les passées argileuses de teinte bleu-noir et les sédiments sablo-silteux lors des phases relativement humides, d'activité fluviale. *O. pseudoalatus*, grains de pollen à ballonnets de petites tailles, est toutes proportions gardées plus abondants durant ces épisodes paléoenvironnementaux.

La distribution des kystes de dinoflagellés serait liée à la nature du sédiment ou de l'environnement de dépôt. Cela semble être le cas de *R. rhaetica* et de *D. priscum*. Présent en quantité variable dans 80 % des échantillons analysés, *D. priscum* pourrait être une espèce adaptée au domaine littoral quelle que soit la dynamique des eaux ou la salinité. Elle est l'élément ou l'un des éléments dominants (40 à 95 %) dans certains niveaux de la Barre Inférieure (sédimentation d'avant-plage dominée par les tempêtes) et de l'Intercalation Médiane (domaine confiné). Elle est encore bien représentée (parfois jusqu'à 30 %) dans les argiles de baie ou de lagune sursalée des Unités Inférieure et Médiane ainsi que les niveaux silteux d'avant-plage de l'Unité Supérieure. En revanche, *R. rhaetica* est épisodiquement présent. Absente dans les faciès proximaux de lagune sursalée, cette espèce se rencontre en quantité notable (2 à 13 %) dans deux intervalles bien distincts : dans les niveaux silteux de la base de l'Unité Médiane (baie ou lagune parcourue épisodiquement par les courants marins) et ceux de l'Unité Supérieure (l'avant-plage). *R. rhaetica* est abondant essentiellement dans deux assemblages silteux de la lagune (94 % dans PAR 04 et 56 % dans PAR 10) en association avec de nombreuses particules carbonneuses équidimensionnelles de petite taille et souvent arrondies. L'abondance de ces « billes organiques », élevée dans les dépôts de tempête ou de la zone de déferlement des vagues (Whitaker, 1992 ; Van Waveren, 1989), suggère un apport sédimentaire rapide traversant exceptionnellement la lagune. Les données palynologiques et sédimentologiques étayent l'idée que *R. rhaetica* se développait en domaine littoral durant des périodes influencées par la dynamique marine.

Le changement majeur qui affecte l'évolution de la microflore depuis le Keuper est la diversification des spores dans l'association 3 et la prédominance des kystes de dinoflagellés ou acritarches dans les associations 3 (en particulier *D. priscum*, 40 à 97 %) et 4 (principalement

*Micrhystridium* spp.). Ce bouleversement palynologique est contemporain de la sédimentation carbonatée du membre supérieur et de l'Hettangien ce qui fournit assez d'arguments pour indiquer une modification importante du contexte climatique et probablement paléogéographique à la fin du Rhétien dans le bassin de Lodève. Les modifications paléoenvironnementales semblent avoir été néfastes pour *R. rhaetica*, dans le domaine marin, et de *O. pseudoalatus*, sur le continent, qui deviennent rares ou absents dans l'association 3.

Le passage de l'association 2 à 3 est fortement contrasté d'un point de vue palynologique, passant d'assemblages dominés par *Circulina* spp. et *O. pseudoalatus* à un horizon exceptionnellement diversifié en spores (19 espèces dans PEG19, extrême base du Membre Supérieur) et souligne ainsi la surface de ravinement importante (D3) décelée par Lopez (1992). L'absence d'une phase palynologique intermédiaire entre l'association 2 et 3 suggère une lacune stratigraphique dont les témoins auraient été détruits durant la troisième phase transgressive rhétienne observée par Lopez (1992).

Un nouveau changement palynologique intervient au sommet de la formation rhétienne (Barre Supérieure) et se pérennise dans l'Hettangien. Il est plus progressif que le passage entre les associations 2 et 3, et se caractérise par une diminution des spores, qualitativement et quantitativement, au profit des grains de pollen, et par le remplacement des kystes de dinoflagellés par les *Micrhystridium* spp. L'apparition de *L. adrienniformis* et *R. semimuris* et les proportions élevées de *P. verrucosus*, *K. reissingeri* et *L. argenteaeformis* indiqueraient une modification du couvert végétal. La prédominance des *Micrhystridium* spp., quant à elle, traduirait une évolution de la sédimentation vers des conditions plus confinées (Wall, 1965), pouvant correspondre à un milieu de vase abritée. Ainsi, le passage du Rhétien à l'Hettangien met en évidence un changement dont l'importance est ressentie tant sur le continent que dans le domaine marin.

### Les associations palynologiques européennes

Rauscher *et al.* (1995) ont montré qu'en Lorraine les spores étaient abon-

dantes et diversifiées dans les assemblages sporopolliniques fini-triasiques (palynozone correspondant à la phase 4). Cet événement a été également observé dans des régions françaises et limitrophes, au Luxembourg (association B d'Adloff & Doubinger, 1982), dans les Préalpes Médiannes (Mettraux & Mohr, 1989) et en Ardèche (association B de Doubinger & Adloff, 1977 ; Fauconnier *et al.*, 1995 ; Courtinat *et al.*, 2002). Fréquemment, cet événement s'accompagne d'une diminution de taxa dont les plus représentatives sont *O. pseudoalatus* (Schuurman, 1976) sur le continent et *R. rhaetica* dans le domaine marin (Orbell, 1973). Ces taxa vont ensuite disparaître progressivement dans l'Hettangien. Dans le domaine lodévois, cette association palynologique correspond à l'association 3 ; elle représenterait le Rhétien supérieur voire terminal selon Rauscher *et al.* (1995). Dans les secteurs où elle est rencontrée, cette association riche en spores est précédée d'une zone peu diversifiée mais enrichie en *Circulina* spp. et *O. pseudoalatus* (e.g. phases 2 et 3 de Rauscher *et al.*, 1995 ; association A de Doubinger & Adloff, 1977) qui est l'équivalent dans cette étude de l'association 2.

Le passage Norien-Rhétien est une limite mal définie en général par la palynologie, les sédiments étant généralement très appauvris en matière organique facteur auquel il faut ajouter une faible diversification de la microflore à cette époque, globalement aride dans la partie ouest européenne. La fin du Trias (Norien) est principalement connue pour sa richesse en bisaccates (Adloff *et al.*, 1974 ; phase A, Norien supérieur, Cirilli *et al.*, 1993 ; Doubinger & Adloff, 1977). Ces grains de pollen diminuent fortement en nombre dans le Rhétien souvent au profit des *Circulina* spp. ce qui est également le cas dans la région lodévoise où les *Abietinaepollenites* ne représentent plus que 31 % de l'ensemble des palynomorphes à la base de la formation rhétienne (*sensu* Lopez, 1992) en même temps qu'apparaissent les kystes de dinoflagellés *D. pricum*, *B. delicatum* et *B. langi* et les acritarches *M. lymensis*, *M. exilium* et *V. formosum ancorostratum*.

Le passage avec le Lias est souvent mieux défini dans la littérature, comme c'est le cas en Lorraine (Rauscher *et al.*, 1995) et dans les Préalpes Médiannes

(Mettraux & Mohr, 1989). Il est marqué, en nous fondant sur des observations issues de travaux antérieurs (Adloff & Doubinger, 1974 ; Rauscher *et al.*, 1995 ; Adloff & Doubinger, 1982 ; Orbell, 1973) par (1) une réduction qualitative et quantitative des spores, (2) l'apparition de spores non ornementées, (3) une réapparition massive des *Circulina*, (4) la disparition des *R. germanicus* et *R. tuberculatus*, et (5) la prédominance de *K. reissingeri* et l'apparition de *R. semimuris*. S'agissant de la région de Lodève, bien que ces événements soient peu marqués, nous considérerons que l'association 4 présente un cachet plus hettangien que rhétien compte tenu de la présence de quelques individus de *K. reissingeri* et *R. semimuris*, de la présence de formes lisses *L. adrienniformis*, *L. cerebriformis* et *T. minor*, ainsi que de l'augmentation des *Circulina* spp.

### Conclusion

L'analyse palynologique des sections de Pégairolles et de Parlatges du bassin de Lodève révèle un fonds commun de taxa avec les associations rhétiennes des sections européennes de référence. Cette étude permet d'attribuer, sur la base des données palynostratigraphiques et à partir de la biozone définie par Courtinat *et al.* (1998), un âge rhétien pour la plupart des couches de la formation rhétienne définie par Lopez (1992).

La microflore observée dans cette étude est comparable à celles qui ont été décrites dans le domaine ouest européen même si *Aratrisporites*, *Densosporites*, *Limbosporites*, *Perinosporites*, *Trianco-rasporites* et *Granulopeculatisporites*, rares ou absents dans le Lodévois, sont fréquents dans le Jura, le Bas-Dauphiné, les Préalpes Médiannes, le Luxembourg ou l'Angleterre. Les assemblages palynologiques lodévois sont en particulier très voisins de ceux du domaine lyonnais et d'autres coupes de la bordure cévenole.

L'analyse du Rhétien du bassin de Lodève met clairement en évidence deux ensembles palynologiques dont l'évolution est similaire à ce qui a été observée en Lorraine, au Luxembourg, en Ardèche et dans les Préalpes Médiannes. Le premier correspond à un intervalle oligospécifique, riche en grains de pollen du complexe *Circulina* qui apparaît dans la

partie inférieure du Rhétien. Cette microflore, dominée par les sporomorphes de plantes thermophiles, accompagne les sédiments littoraux et lagunaires en contexte semi-aride. Le deuxième ensemble est caractérisé par une palynoflore qui se diversifie au niveau des spores et s'enrichit en kystes de dinofla-

gellés, témoignant d'un changement du couvert végétal et des conditions de sédimentation influencée par la dynamique marine. Cette association, observée dans la deuxième partie supérieure du Rhétien, est contemporaine des premiers dépôts carbonatés transgressifs de rampe de

haute énergie qui annonce l'installation de la plate-forme mésozoïque.

### Remerciements

Nous remercions Arts & Sciences, Bron qui a financé cette étude et nous autorise à publier les résultats biostratigraphiques.

## Références

- Adloff M.C., Doubinger J. et Palain C. (1974) - Contribution à la palynologie du Trias et du Lias inférieur du Portugal, « Grès de Silves » du nord du Tage. *Comm. Serv. géol. Portugal*, **58**, 1-5.
- Adloff M.C. et Doubinger J. (1975) - Observations palynologiques dans le Rhétien du plateau d'Antully (bordure nord-est du Massif central français). *Bulletin de la Société Naturelle d'Autun*, **73**, 5 p.
- Adloff M.C. et Doubinger J. (1982) - Etude palynologique du Rhétien et de l'Hettangien de cinq sondages situés dans les environs de Mersch (Luxembourg). *Bulletin d'information des géologues du Bassin de Paris*, **19**, 2, 9-20.
- Barss M.S. et Williams G.L. (1973) - Palynology and nannofossil processing techniques. Geological Survey of Canada Paper, 73-26.
- Brenner W. (1986) - Bemerkungen zur Palynostratigraphie des Rhät-Lias-Grenze in SW-Deutschland. *Neues Jb. Geol. Paläontol. Abh.*, **173**, 131-166.
- Cirilli S., Bucefalo Palliani R. et Pontini M.R. (1993) - Palynostratigraphy and palynofacies of the Late Triassic *R. concerta* facies in the Northern Apennines: I) the La Spezia Formation. *Revue de Paléobiologie*, **12**, 1, 179-192.
- Courtinat B., Malartre F. et Giraud F. (1998) - Le Rhétien en région lyonnaise: analyse palynologique. *Géologie de la France*, **1**, 3-21.
- Courtinat B., Rio M. et Malartre F. (2002) - Palynofacies of marginal marine deposits : the Rhaetian of the east margin of the Massif central (France). *Revue de Micropaléontologie*, **45**, 47-55.
- Doubinger J. et Adloff M.C. (1977) - Etudes palynologiques dans le Trias de la bordure sud-est du Massif central français (Bassin de Largentière, Ardèche). *Sciences Géologiques*, **30**, 59-74.
- Fauconnier D., Courtinat B., Gardin S., Lachkar G. et 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 and Petroleum Geology*, **13**, 6, 707-724.
- Gradstein F.M., Agterberg F.P., Ogg J.G., Hardenbol J., Van Veen P., Thierry J. et Huang Z. (1994) - A mesozoic time scale. *J. Geophys. Res.*, **99**, 24051-24074.
- Haudiquet S. (1997) - Partitionnement de faciès et organisation séquentielle des dépôts de la plate-forme mixte de la marge sud-cévénole. Mémoire de DEA, Université de Lille 1 et Université de Paris XI-Orsay.
- Lesage M.-T. (1968) - Etude palynologique de l'Infra-Lias de la périphérie du Morvan et comparaison avec les autres bordures du Massif central. *Bulletin de la Société géologique de France*, section 7, **10**, 3, 287-292.
- Lopez M. (1992) - Dynamique du passage d'un appareil terrigène à une plate-forme carbonatée en domaine semi-aride : le Trias de Lodève, Sud de la France. Thèse, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier.
- Lopez M., Marza P., Merzeraud G., Moussine A. et Seguret M. (1997) - Passage terrigène-carbonaté et cyclostratigraphie en plate-forme interne : la transition Trias/Lias sur la bordure des Causses et ennoisement de la plate-forme liasique. 6<sup>e</sup> Congrès Français de Sédimentologie. Livre des excursions, Publication ASF, Paris, **28**, 1-162.
- Lund J.J. (1977) - Rhaetic to lower Liassic palynology on the onshore south-eastern North Sea Basin. *Danmarks Geologiske Undersogelse*, **109**, 1-105.
- Mettraux M. et Mohr B. (1989) - Stratigraphy of the Triassic/Jurassic boundary in the « Préalpes Médiannes » nappe: Faciès and palynology. *Eclogae geologicae Helvetiae*, **8**, 2/3, 743-763.
- Morbey S.J. (1975) - The palynostratigraphy of the Rhaetian Stage, Upper Triassic in the Kendelbachgraben, Austria. *Palaeontographica*, Abt. B, **152**, 1-3, 1-75.
- Orbell G. (1973) - Palynology of the British Rhaeto-Liassic. *Bull. Geol. Surv. Great Britain*, **44**, 1-45.
- Rauscher R., Hilly J., Hanzom et 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. *Sciences Géologiques*, **48**, 1-3, 159-185.
- Schuurman W.M.L. (1976) - Aspects of late Triassic palynology. 1. On the morphology, taxonomy and stratigraphical/geographical distribution of the forms genus *Ovalipollis*. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **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 Luxembourg. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **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. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **27**, 53-75.

- Smith D.G. (1982) - Stratigraphic significance of a palynoflora from ammonoid-bearing Early Norian strata in Svalbard. *Newsletter Stratigraphy*, **11**, 154-161.
- Vakhrameev V.A. (1981) - Pollen *Classopollis*; indicator of Jurassic and Cretaceous climates. *The Palaeobotanist*, 28-29, 301-307.
- Wall D. (1965) - Microplankton, pollen and spores from the Lower Jurassic in Britain. *Micropaleontology*, **11**, 151-190.
- Van Waveren I.M. (1989) - Pattern analysis of organic component abundances from deltaic and open marine deposits: palynofacies distribution (East Java, Indonesia). *Netherlands Journal of Sea Research*, **24**, 501-509.
- Whitaker M.F., Giles M.R., & Cannon S.J.C. (1992) - Palynological review of the Brent Group, UK Sector, North Sea. *In: Geology of the Brent Group* (ed. Morton A.C., Heseldine R.S., Giles R.S. & Brown S.). *Geological Society of London Spec. Publ.*, **61**, 169-202.