

Le Cénomanien moyen à lignite de Saint-Laurent-de-Carnols (Gard). Données palynologiques et sédimentologiques. Implications paléoécologiques

Jean-Louis Dureux ⁽¹⁾ et Michel G. Gaillard ⁽²⁾

Mots-clés : Cénomanien, (Structure sédimentaire), Cycle sédimentaire, Palynomorphe,
Sédimentation lagunaire, Coupe géologique, Gard (Saint-Laurent- de-Carnols)

Résumé

Le faciès ligniteux du Cénomanien gardois (faciès Paulétien) est constitué de quatre unités lithologiques qui forment un cycle sédimentaire comprenant une phase régressive suivie d'une phase transgressive. La palynoflore est équivalente à celle de La Bironnière (Vendée) qui marque la partie supérieure du Cénomanien moyen. Le milieu de dépôt correspond à une lagune calme, entourée d'une forêt ombrophyle et sciaphyle caractérisée par l'importance des Ptéridophytes et des Gymnospermes. Les Angiospermes dicotylédones sont déjà représentées par des pollens tricolpates. Un climat chaud et plutôt humide est invoqué.

Abstract

In the section, Cenomanian lignitic facies (named Pauletian) is about 70 meters thick. From the bottom, four lithological units are observed : lignitic sandstones, lignitic clays, shelly limestones with lignitic beds, glauconitic and marine fossiliferous sandstones. These units form a sedimentary cycle. It begins by a regressive stage, characterised by a lithological positive sequence, then a transgressive stage follows. Palynoflora looks like those of La Bironnière (Vendée) which is characteristic of the middle Cenomanian upper part. The paleogeographical environment corresponded to a quiet lagoon, or a mud flat, surrounded by ombrophylous and sciaphylous forest where grew ferns (Cyatheaceae Schizaceae, Osmundaceae, Gleicheniaceae) and Gymnosperms (Taxodiaceae, Cupressaceae). Dicotyledonous are represented by tricolpates pollens. The climate, reconstituted from palynological data, appears tropical, quite wet and hot.

I. Introduction

En rive droite du Rhône, dans le département du Gard, les formations cénomaniennes sont conservées à la faveur de structures synclinales, dont la plus septentrionale est connue sous le nom de Massif de la Céze (J. Sornay, 1950). Ces formations regroupent quatre unités lithostratigraphiques (J. Sornay, 1950) avec de bas en haut :

- des grès verts à *Orbitolina concava* (Lamarck), épais de quelques mètres, réputés d'un âge Cénomanien inférieur ;
- un ensemble de grès ferrugineux, de quartzites et d'argiles bariolées (faciès "Tavien", E. Dumas, 1875) ; ces dépôts, de puissance variable (0 à 30 m) seraient liés à une paléosurface d'altération cénomanienne (Cl. Parron, 1975) ;

-une série carbonatée, assez épaisse (50 à 70 m) comprenant des horizons ligniteux et des calcaires "lacustres" à characées (faciès "Paulétien", E. Dumas, 1875) rapportés au Cénomanien moyen à supérieur.

-enfin, des calcaires à silex et à huîtres (*Exogyra columba*, Lamarck), attribués au Cénomanien supérieur.

Une coupe, puissante d'une soixantaine de mètres, a été levée dans le faciès paulétien, près de Saint-Laurent-de-Carnols (fig.1), le long de la route D 141 qui mène à Salazac (feuille Pont-Saint-Esprit à 1 / 50 000 ; x = 773,7 y = 216,7 ; numéro d'identification au Service des collections du Département des Sciences de la Terre de l'Université Lyon I : 5 090 30 277 01).

Cette coupe a été étudiée en détail dans un but de reconstitution des milieux de dépôts, par le biais d'analyses sédimentologiques (J.L. Dureux, 1982) et microfloristiques (M.G. Gaillard, 1982).

*Manuscrit reçu le 10 mai 1985, accepté le 28 mai 1985.

(1) Département des Sciences de la Terre, Université Claude Bernard, Lyon I, 22-43 avenue du 11 novembre 1918, 69 622 Villeurbanne cedex

(2) Sulvintin-en-Ergué-Gabéric, 29 000 Quimper

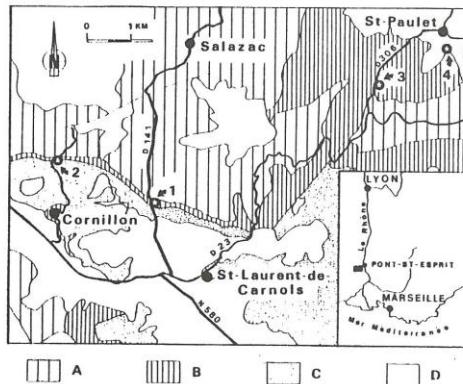


Fig.1 - Carte de localisation.

1. Coupe de Saint-Laurent-de-Carnols : 2 : Coupe du chemin de Dalverny ; 3 : Affleurement de Saint-Paulet-de-Caisson ; 4 : Sonde de Saint-Paulet : A : Crétacé inférieur et moyen ; B : Cénomanien ; C : Turonien et Sénonian ; D : Tertiaire et Quaternaire

II. Données sédimentologiques et palynologiques

1. Description de la coupe.

Environ 90 niveaux ont été différenciés (fig.2 et 3). Le pendage général des couches est de 40° vers le sud. On peut distinguer, de bas en haut, quatre grandes unités lithologiques.

a. Grès ligniteux (bancs 4 à 12).

Au-dessus de grès glauconieux bioturbés (bancs 1 à 3), rapportés au Cénomanien inférieur (F.Faure, 1962 L. Damiani *et al.* 1980), vient un ensemble de sables plus ou moins indurés, assez grossiers, quartzeux, de couleur grise. Les débris ligniteux, ainsi que les terriers, y sont abondants. Cette unité débute par un niveau d'argile ligniteuse et se termine par un banc induré ferrugineux.

b. Argiles à lignites (bancs 13 à 30)

Cette unité, épaisse d'une quinzaine de mètres, est constituée d'argiles grises, ou ocre, entrecoupées de couches de lignite argileux (20 à 40 cm d'épaisseur). Des bancs sableux, gris ou ocre, sont encore présents vers la base, tandis que, vers le haut, apparaissent des niveaux calcaires.

c. Calcaires coquilliers à intercalations ligniteuses (bancs 31 à 86).

Sur une trentaine de mètres, s'observe un ensemble essentiellement carbonaté, comprenant des calcaires coquilliers, des calcaires à traces de racines, des marnes grises plus ou moins sableuses et des argiles ligniteuses. La malacofaune recueillie comprend les genres *Ostrea*, *Corbula*, *Cyrena*, *Lucina*, *Tympanotonos*

et *Potamides*. Ces fossiles sont classiques dans les faciès lagunaires du Cénomanien (J. Répelin, 1902). Un horizon (n° 42) a livré une empreinte de feuille de dicotylédone incomplète, rapportée aux *Lauraceae*. Des niveaux de remaniements à galets de calcaires ou d'argiles ligniteuses sont présents (banc 41, 64, et 66). Vers le haut, apparaissent des bancs gréseux (bancs 70 et 75) à huîtres et stratifications obliques.

d. Grès glauconieux à débris d'huîtres (bancs 87 à 94).

Le passage aux calcaires à exogyres s'effectue par un ensemble de grès glauconieux et d'argiles vertes. Cette unité, actuellement mal visible, a été étudiée au nord du village de Cornillon, le long du chemin de Dalverny ($x = 771,5$; $y = 217,3$). Les grès sont grossiers, quartzeux, très riches en débris d'huîtres. Quelques intercalations argilo-ligniteuses sont visibles. Vers le haut, apparaissent des calcaires à spicules d'éponges.

2. Minéralogie des fractions argileuses et sableuses.

L'analyse des minéraux argileux (fig.2) montre que les grès ligniteux se différencient des grès verts sous-jacents par leur pauvreté en illite (10 %) et leur richesse en kaolinite (50 à 60 %). Dans les argiles à lignites et la majeure partie de l'unité calcaire, la kaolinite est dominante (75 %) par rapport aux smectites. L'illite n'est présente qu'à l'état de traces. Au sommet de l'unité des calcaires à lignites, les smectites reprennent de l'importance (50 à 80 %). Dans la fraction argileuse, les minéraux lourds montrent un cortège assez constant, dominé par le couple tourmaline-zircon (75 %), la staurolite (15 %), les oxydes de titane (5 %) et l'ensemble disthène-andalousite-grenat (5 %).

3. Contenu palynologique

Sur les huit échantillons prélevés dans des lithofaciès constants, sept contiennent des éléments figurés. Seul, l'échantillon n°3 est aphytique.

a. Dinoflagellés.

Le premier échantillon (banc 4) a livré les espèces suivantes : *Oligosphaeridium* sp., *Tanyosphaeridium varieclanum* Davey, Downie, Sarjeant et Williams 1966, *Prolinoxosphaeridium deicense* D,D,S et W, 1966, et *Exosphaeridium phragmites* D,D,S et W, 1966.

b. Spores et pollens

Une soixantaine d'espèces a été répertoriée (fig.4). Le spectre sporo-pollinique est généralement dominé par une ou deux espèces qui dépassent 25 % du total (fig.5). On observe, d'un échantillon à l'autre, des variations importantes dans le nombre total d'espèces : une trentaine dans les échantillons 1 et 5, 14 dans l'échantillon n° 2 et moins de 10 dans les autres. Il en est de même en ce qui concerne le rapport entre le pourcentage des spores et celui des pollens : plus de 85 % de spores dans les échantillons 2 et 5, contre 40 % dans les niveaux 4 et 8.

Deux groupes dominent numériquement les spores : les Zonales et les Triletes, avec les genres *Appendicisporites*, *Gleicheniidites*, *Cyathidites* et *Leitorites*. Les Monoletes (genre *Laevigatosporites*) sont peu représentées.

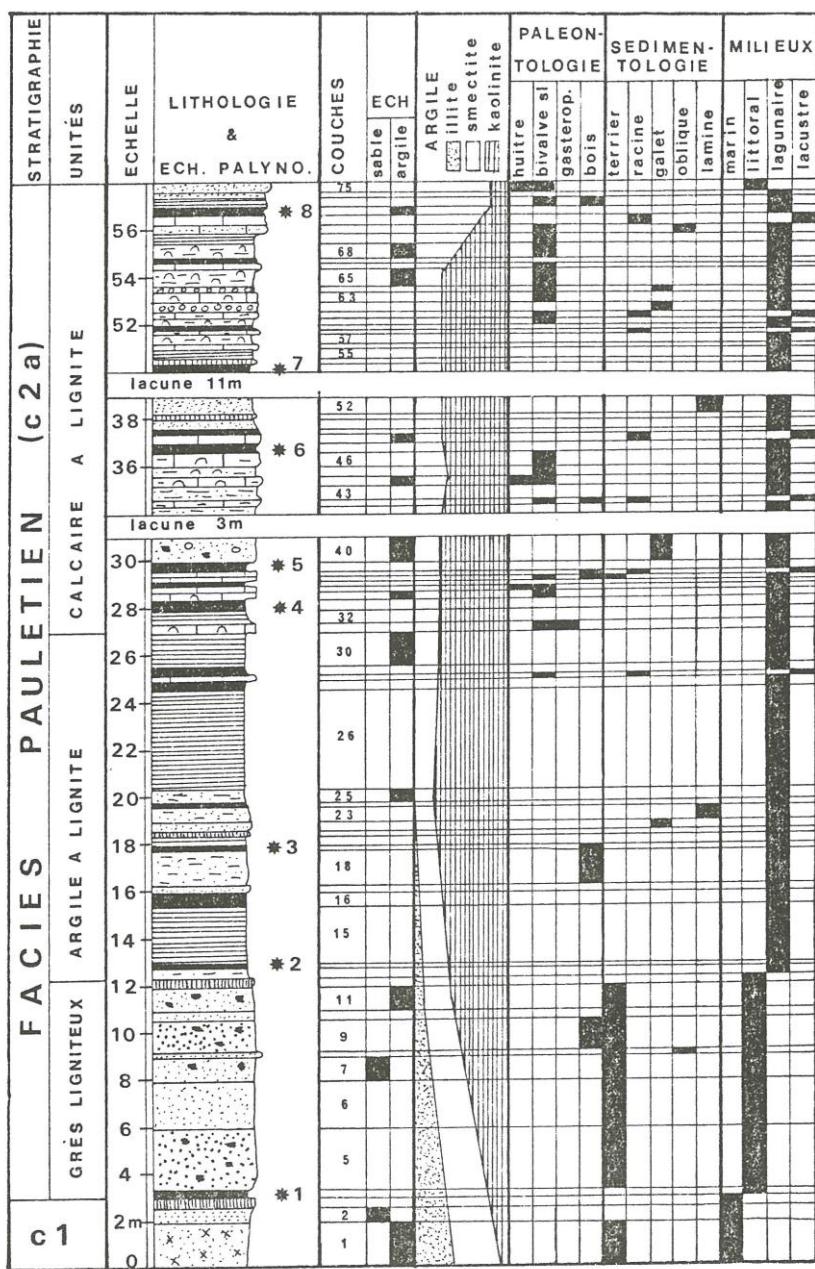


Fig. 2. -Coupe de Saint-Laurent -de-Carnols

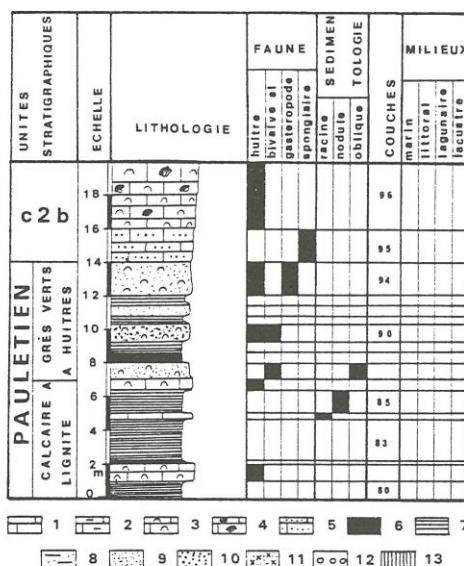


Fig.3. - Coupe du chemin de Dalverny.
(légende valable pour les figures 2 et 3)

1 : calcaire ; 2 : calcaire argileux ; 3 : calcaire à huîtres ; 4 : calcaire à silex ; 5 : Grès calcaire ; 6 : lignite ; 7 : argile ; 8 : argile sableuse ; 9 : sable fin ; 10 : sable grossier ; 11 : sable glauconieux ; 12 : galets ; 13 : croûte ferrugineuse

Parmi les pollens, signalons l'importance des Aletes (genre *Inaperturopollenites*) et des *Tricolpates* avec en particulier les genres *Clavatricolpites* et *Gemmaticolpites*.

Le cortège sporo-pollinique montre un mélange entre deux groupes d'éléments. Le premier comprend des spores lourdes et de grandes tailles, peu mobiles, comme les *Appendicisporites* (100 µm). Le second est constitué par de petites formes, plus mobiles, ainsi que par de grands pollens anémophiles, comme les *Disaccites* (60 µm). Les pourcentages respectifs, entre les *Disaccites* et les *Appendicisporites* évoluent de façon antagoniste (tabl.1) : les premiers atteignent un pourcentage maximum de 5 % dans les échantillons 1, 7 et 8, tandis que les seconds sont abondants (25 % du total) dans les autres échantillons.

c. Autres constituants.

Les échantillons contiennent également de la matière organique amorphe, des cuticules dont la taille varie entre 100 et 200 µm et des débris ligneux plus petits (30 à 50 µm).

L'échantillon n° 1 s'individualise par son abondance en matière organique amorphe. Les autres échantillons montrent, du bas vers le sommet de la

coupe, une augmentation progressive de la teneur en matière organique amorphe et, parallèlement, une diminution du nombre de cuticules (tabl.1).

III. Interprétations stratigraphiques et paléoécologiques

1. Eléments de datation.

La présence de pollens du genre *Klausipollenites* dans le premier échantillon permet d'admettre un âge Cénomanien moyen, par comparaison avec le spectre palynologique du gisement du col des Robines, en Haute-Provence (J. Médus, 1970). *Tricolpopollenites retiformis* Thompson et Pflug, 1953, présent dans l'échantillon n° 5, est caractéristique, dans le sondage de Loudun (Haute-Vienne), des horizons du Cénomanien moyen à supérieur (J. Louail et al., 1978).

Les pourcentages de *Classopollis*, d'*Inaperturopollenites*, de *Gleichenioidites*, de pollens biaïles et d'Angiospermes, sont assez proches de ceux cités dans le gisement de La Bironnière (C. Azéma et al., 1972) qui marque, en Vendée, la partie supérieure du Cénomanien moyen.

Les comparaisons avec le gisement voisin de Laudun, dans le Gard (J. Médus et J.M. Triat, 1969), s'avèrent très difficile en raison du caractère nettement plus continental de notre coupe.

En conclusion, le faciès paulétien de Saint-Laurent-de-Carnols contient une palynoflore semblable à celle décrite dans les terrains de la partie supérieure du Cénomanien moyen français.

2. Reconstitutions paléofloristiques et interprétations paléoclimatiques.

Deux ordres représentent la majorité du spectre sporo-pollinique : les Filicales et les Coniférales. Les premiers, bien diversifiés au point de vue générique, sont abondants à la base de la coupe. Les seconds prennent une très grande importance au sommet de la coupe. Les Filicales et les Coniférales à pollens inaperturés constituaient, par comparaison avec leurs représentants actuels, des peuplements forestiers hygrophytes et sciaphyles, avec des *Taxodiaceae*, des *Cyatheaceae*, des *Gleicheniaceae* et des *Schizaceae*. Les fougères épiphytes (*Lycopodiaceae*) et celles de marécages (*Osmundaceae*) sont également présentes. Cette reconstitution, d'après les données palynologiques, est confirmée par l'abondance des macrorestes végétaux (*Taxodiaceae*, *Araucariaceae*) découverts dans les environs de Saint-Paulet-de-Caisson (fig. 1).

Les Angiospermes à pollens tricolpés et tricolporés (dicotylédones) sont assez bien représentées, mais leurs attributions à des formes actuelles restent hypothétiques. Cependant, l'empreinte foliaire de *Lauraceae* s'accorde avec le paléopaysage présenté. L'abondance relative dans certains niveaux de

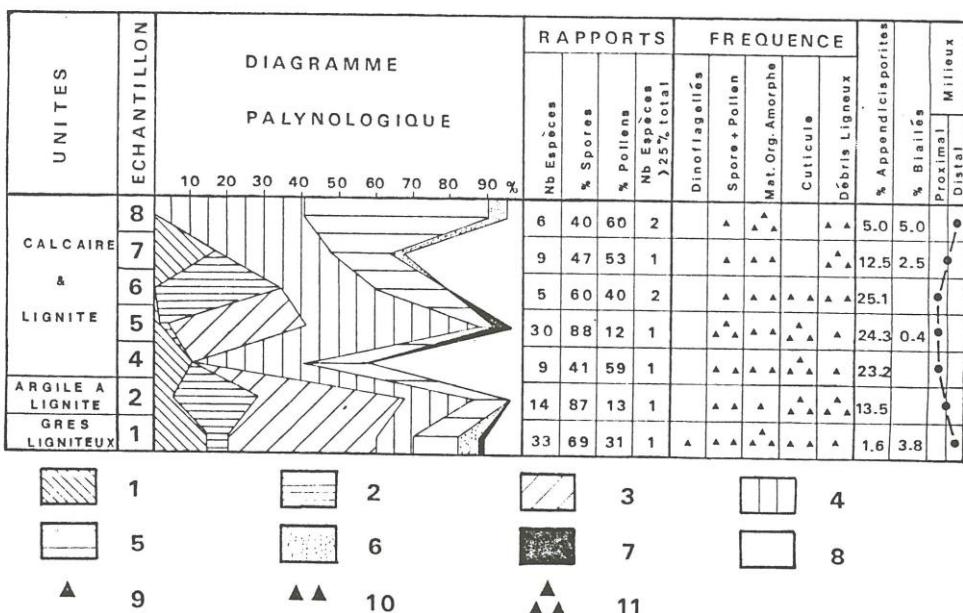


Fig.4.- Diagramme palynologique 1 : *Lycopodiaceae*; 2: *Cyatheaceae* 3 : *Gleicheniaceae* ; 4: *Schizaceae, Polypodiaceae et Osmundaceae* ; 5 : *Taxodiaceae* ; 6 : *Disaccites* ; 7 : *Monocolpates* ; 8 : *Tricolpates* et *Tricolporates* ; 9 peu abondant ; 10 : abondant ; 11 : très abondant

pollens anémophyles pourrait signifier la présence, en arrière-pays, de forêts héliophyles de substrat plus sec.

La reconstitution paléoclimatique peut être tentée en terme d'humidité et de chaleur. Un grand nombre de genres, recensés dans cette coupe, demande un climat chaud et humide, comme les fougères (*Gleicheniaceae*, *Polypodiaceae*, *Schizaceae*), les conifères à pollens inapertures (*Taxodiaceae*, *Cupressaceae*) et les plantes à pollens monocolpés (*Palmae*, *Cycadaceae*). Cette tendance climatique correspond aux schémas admis pour l'Europe de l'Ouest (A. Hallam, 1984).

3. Reconstitution des milieux de dépôts.

a. Apport de l'étude palynologique

Les pourcentages en grosses spores (Appendicisporites) et pollens anémophyles (Disaccites) peuvent traduire la proximité ou l'éloignement du rivage. Les échantillons 4, 5, et 6 sont, dans cette hypothèse, les plus proximaux. Leurs palynofaciès sont riches en gros éléments (cuticules, spores), piégés près des rivages. Les échantillons 1 et 8 apparaissent être les plus distaux. Leurs palynofaciès présentent des influences marines (Dinophycées, matière organique amorphe) et

contiennent près de 5 % de pollens biaillés d'origine plus lointaine. Les échantillons 2 et 7 montrent des caractères intermédiaires (tabl.1).

b. Apport de l'analyse séquentielle.

Dans la coupe, les sédiments ligniteux occupent deux positions séquentielles :

- en base de séquence d'ingression marine (J.L. Ducreux, 1982), le lignite surmonte des calcaires à traces de racines qui témoignent de la destruction périodique, par la mer, de la forêt littorale (P. Pruvost, 1942) ; il est recouvert par des argiles à coquilles, caractéristiques d'un milieu lagunaire riche en matière organique nutritive (malacofaune à espèces fouisseuses et phytophages), puis par des sables fins ou des grès à huîtres, typiques d'un milieu plus ouvert ;

- en sommet de séquence régressive, le lignite vient au dessus de dépôts laguno-marins et est coiffé par des calcaires à characées au toit desquels se rencontrent des chevelus radiculaires. Cette séquence traduit le remplissage de la lagune, puis l'installation d'un couvert végétal.

Ces deux types de séquences sont caractéristiques des milieux margino-littoraux. Elles soulignent, en domaine infra à supra-tidal, la compétition constante entre les ingressions marines et la progradation des dépôts continentaux.

ESPECES	ECHANTILLONS						
	1	2	4	5	6	7	8
Concavisporites aff. minimus.....	0.5						
Cyathidites australis.....	6.0	23.0		1.6	35.1		
Deltoidospora sp.....				0.4			
Leiotriletes cf. neddenioides.....	0.4		5.7				
Dictyophyllidites harrisii.....				7.7			
Leiotriletes regularis.....						17.5	30.0
Stereisporites sp.....	0.4						
Triplanosporites sinuosus.....	0.9			19.4			
Convolutispora sp.....	1.0			0.2			
Vadasziporites sacali.....	1.4			0.6			5.0
Vadasziporites urkuticus.....				0.4			
Cicatricosporites aff. baconicus.....	0.5						
Cicatricosporites sp.....	0.4			0.2			
Cicatricosporites venustus.....	1.2	7.7	7.7	15.5		3.5	
Appendicisporites aff. ethmos.....			1.3	0.6			
Appendicisporites matesovai.....				1.6		3.5	
Appendicisporites stylosus.....			6.5	0.5			
Appendicisporites tricornitatus.....		1.9		9.0	1.6		
Appendicisporites tricuspidatus.....					5.5	5.0	
Appendicisporites undosus.....	0.4	2.6		2.8	25.1		
Appendicisporites sp.....				1.7			
Cingulatisporites aff. distaverrucosus.....				0.5			
Clavifera triplex.....	3.9	2.6					
Gleicheniidites minor.....	0.9						
Gleicheniidites senonicus.....	36.7	37.3		38.2			
Camarozonosporites hammeni.....	12.8	4.5	9.7	0.9			
Camarozonosporites orbiculatus.....	0.3					17.5	
Camarozonosporites cf. semilevis.....	0.5						
Patella sporites sp.....	0.3						
Laevigatosporites gracilis.....				1.0			
Laevigatosporites haardtii.....	0.7						
Laevigatosporites ovatus.....	0.7						
Abietinaepollenites microreticulatus.....	2.9			0.4		2.5	5.0
Klausipollenites sp.....	0.9						
Classopollis sp.....	0.4			0.2			
Inaperturopollenites dubius.....	3.7	7.7	9.7		9.5		50.0
Inaperturopollenites globosus.....	2.2			0.8			
Inaperturopollenites hiatus.....						16.0	
Inaperturopollenites limbatus.....	5.7			3.5			
Inaperturopollenites magnus.....		1.9	6.5		10.1		
Cedripites canadiensis.....	0.7						
Cycadopites nitidus.....				0.9			
Longapertites sp.....				0.6			
Monocolpopollenites parareolatus.....				2.0			
Monosulcites minimus.....	1.4			0.3			
Clavatricolpites sp.1.....			36.7			26.5	
Fraxinipollenites rotundus.....		2.6					
Gemmaticolpites gemmatus.....	6.5	0.6	6.5	2.3	20.2	7.5	5.0
Gothanipollis gothani.....	0.5						
Psilatricolpites psilatus.....	2.9			0.2			
Retitricolpites georgensis.....	2.2	0.6					
Tricolpites sagax.....				0.3			
Tricolpopollenites retiformis.....				0.8			
Minorpollis sp.....	0.2						

Tabl.1.- Spectre sporo-pollinique

4. Evolution verticale et signification du faciès paulétien.

La succession des quatre unités lithologiques forme un cycle sédimentaire de type régression-transgression.

Les unités inférieures (grès ligniteux, argiles à lignites) marquent la phase régressive. Celle-ci est soulignée dans la colonne sédimentaire par une séquence lithologique positive allant d'un pôle détritique grossier vers un pôle carbonaté. La progradation des dépôts continentaux est indiquée, dans le cortège argileux, par l'augmentation de la teneur en kaolinite. Le palynofaciès s'enrichit en cuticules et en grosses spores ; il s'appauprit en matières organiques amorphes et les dinoflagellés disparaissent.

Les unités supérieures (calcaires à lignites, grès verts à huîtres) correspondent à la phase transgressive. Elles s'organisent en une séquence lithologique négative allant du pôle carbonaté vers le pôle sableux. Le caractère de plus en plus marin du milieu est marqué en minéralogie (augmentation de la teneur en smectites, apparition de la glauconie) et dans le palynofaciès (diminution de l'abondance des cuticules et du pourcentage en grosses spores ; augmentation de la teneur en matière organique amorphe et du pourcentage en pollens biaillés). Les niveaux coquilliers deviennent également de plus en plus nombreux et on note une fréquence plus élevée des huîtres vers le haut de la coupe.

IV. Conclusions

La description de la coupe de Saint-Laurent-de-Carnols, nous a conduit à préciser l'environnement du faciès paulétien (lagune calme bordée par une forêt littorale) ainsi que son évolution au cours du temps : les quatre unités lithostratigraphiques qui composent le faciès paulétien, forment un cycle régressif-transgressif. Dans ces milieux margino-littoraux, le tri granulométrique prend une importance considérable. Les minéraux argileux subissent un vannage avec, en amont, piégeage de grosses particules (kaolinite) et transport vers le large des particules plus fines, comme les smectites (M.Thiry, 1981).

Le cycle paulétien s'intègre, pour cette période, dans le schéma évolutif du golfe rhodanien. En effet, le Cénomanien moyen correspond à une période de réduction de l'aire marine sous l'effet de puissantes décharges détritiques (B. Porthault, 1978). Au contraire, au Cénomanien supérieur s'effectue une vaste transgression caractérisée par des calcaires siliceux à huîtres, en domaine de plate-forme. Ce faciès, localement, est discordant sur les dépôts paulétiens (J.M. Triat, 1982).

Les relations entre le faciès paulétien et les paléoprofils d'altération sous-jacents, observés dans d'autres coupes de la région (J.L. Guendon, Cl. Parron, J.M. Triat, 1983) ne peuvent pas être précisées à Saint-Laurent-de-Carnols. En effet, le faciès tavien, témoin de ces paléaltérations, n'existe pas dans ce secteur septentrional (érosion ou absence de phénomènes d'altération). Les dépôts ligniteux paulétiens semblent poursuivre la sédimentation littorale du Cénomanien inférieur, comme c'est d'ailleurs le cas dans le sondage proche de Saint-Paulet-de-Caisson (P.Pruvost, 1942). Les rares niveaux ferrugineux, décrits dans la coupe de Saint-Laurent-de-Carnols, traduisent des phénomènes d'oxydo-réduction tardifs, classiques dans de tels dépôts (J.L. Dureux, 1983). Seule, l'augmentation de la teneur en kaolinite, dans les niveaux les plus régressifs, peut signifier, en amont, le décapage de manteaux d'altération.

Le palynofaciès porte également les traces d'un vannage. Les éléments figurés de grande taille (100 à 200 µm), comme certaines spores et les cuticules, sont retenues dans les milieux les plus proximaux. Au contraire, les éléments plus petits (20 à 50 µm), comme les pollens, quelques spores et les débris ligneux, sont facilement exportés et marquent ainsi les milieux les plus distaux.

Remerciements

Nous remercions Mlle Elisabeth Samuel et M. Abel Prieur qui déterminèrent les macrorestes végétaux et la malacofaune. Nous rendons hommage à Mlle Gabrielle Latreille, aujourd'hui disparue, qui détermina les minéraux lourds.

Références bibliographiques

- AZEMA C., DURAND S., MEDUS J. (1972).- Des miospores du Cénomanien moyen. *Paléobiol. contin.*, Montpellier, 3, n°4, pp. 1-54.
- DAMIANI L *et al.* (1980).- Carte géologique à 1/50 000 de Pont-Saint-Esprit, n° 29-40, 913. BRGM éd., Orléans.
- DUREUX J.L. (1982).- Recherche de concentrations métallifères en domaine paralliques et limniques. Le cas des formations du Crétacé supérieur gardois, du Paléogène de Manosque (Alpes de Haute-Provence) et de Saint-Martin des Plains (Puy-de-Dôme). Thèse 3ème cycle, Univ. Claude Bernard, Lyon I, n° 1137, 381 p.
- DUMAS E. (1875).- Statistique géologique, minéralogique, métallurgique et paléontologique du département du Gard. Lombard-Dumas éd. Paris, 3 vol. 1129p.
- FAURE F. (1962).- Contribution à l'étude géologique et micropaléontologique du Massif de Pont-Saint-Esprit (Gard). Thèse Paris, 130 p.
- GAILLARD M.G. (1982).- Etude palynologique de gisements à lignite du Crétacé supérieur du département du Gard. Stratigraphie, paléogéographie. Thèse 3ème cycle, Univ. Claude Bernard, Lyon I, n° 1144, 135p.

- GUENDON J.L., PARRON C., TRIAT J.M. (1983).- Incidences des altérations crétaciées sur la notion de Sidérolithique dans le sud-est de la France. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), 25, n° 1, pp. 41-50.
- HALLAM A. (1984).- Continental humid and arid zones during the Jurassian and Cretaceous. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* Amsterdam, n° 47, pp. 195-223.
- LOUAIL J., BELLIER J.P., DAMOTTE R., DURAND S. (1978).- Stratigraphie du Cénomanien littoral de la marge sud-ouest du bassin de Paris. L'exemple du sondage de Loudun. *Géol. méditerranéenne*, Aix-en-Provence, 5, n° 1, pp. 115-124.
- MEDUS J., TRIAT J.M. (1969).- Le Cénomanien supérieur de la coupe de Laudun (Gard). Etude palynologique et données sédimentologiques. *Rev. Paléobot. palynol.*, Amsterdam, n° 9, pp. 213-228.
- PARRON C. (1975).- Contribution à l'étude des paléoaltérations des grès du Crétacé supérieur du Gard (de Pont-Saint-Esprit à Uzès). Conséquences stratigraphiques et paléogéographiques Thèse 3ème cycle, Fac. Sci. Techn. Saint-Jérôme, Univ. Aix-Marseille, 103p.
- PORTRAULT B. (1978).- Paléogéographie et répartition des faciès au Cénomanien dans le Bassin rhodano-vocomien. *Géol. méditerranéenne*, Aix-Marseille, 5, n° 1, pp. 173-182.
- PRUVOST P. (1942).- Un bassin houiller parallèle d'âge Cénomanien : les lignites de Pont-Saint-Esprit. *Bull. Soc. géol. Fr.* Paris, (5), 12, pp. 165-180.
- REPELIN J. (1902).- Description de la faune et des gisements du Cénomanien saumâtre ou d'eau douce du Midi de la France. Ann. Mus. Histoire naturelle, Marseille, n° 7, 112 p.
- SORNAY J. (1950).- Etude stratigraphique sur le Crétacé supérieur de la vallée du Rhône entre Valence et Avignon et des régions voisines. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble*, n° 27, 254 p.
- THIRY M. (1981).- Sédimentation continentale et altérations associées : calcifications, ferruginisations et silicifications. Les Argiles plastiques du Sparnacien du bassin de Paris. *Sci. géol. Mem.*, Strasbourg, n° 64, 173p.
- TRIAT J.M. (1982).- Paléoaltérations dans le Crétacé supérieur de la Provence rhodanienne *Sci. géol. Mém.*, Strasbourg, n° 68, 202 p.