

**LA PLACE
DES FORMATIONS STROMATOLITQUES ET ONCOLITIQUES
DANS L'ANALYSE SÉQUENTIELLE
DES SÉDIMENTS FLUVIOLACUSTRES TERTIAIRES
DU CASTRAIS ET DE L'ALBIGEOIS**

par M. Ph. MOULINE.

RÉSUMÉ.

Les stromatolites et les oncolites de l'Éocène et de l'Oligocène que l'on peut observer dans le Castrais et l'Albigeois, paraissent liés à des niches écologiques relativement limitées et appartenir à des espèces sténobiontes. Ces niches sont des plans d'eau peu profonds, fermés pour que les oncolites, en cours de développement, ne s'en échappent pas malgré leur motilité. D'autre part, les limites de tolérance de la cénose de ces structures organosédimentaires suggèrent qu'elles ne croissent que dans des eaux relativement peu chargées aussi bien en produits solides qu'en produits dissous. Ceci est mis en évidence tant par des observations de terrain, que par l'interprétation d'analyses séquentielles des diverses séries stratigraphiques de cette région.

ABSTRACT.

The stromatolith and the algal ball of the Eocene and of the oligocene which we are able to see in the area of Castres and of Albi, seem to be linked to ecological recesses of relatively limited extension and they appear to belong to the stenobiontic species.

The recesses are shallow water expanses which are closed so that the algal ball, as they are growing, may not escape despite their motility.

On the other hand, the limited conditions under which the environment required for the growth of these organo sedimentary structures will be found, suggest that their growth will take place only in waters of low solid or dissolved loads.

This, is being brought out, as well through observations on the field as through the reading of « sequential » analyses of various stratigraphic series of this area.

Mots-clefs :

Formations continentales - Cyanophycées - Structures organosédimentaires - analyse séquentielle - dolomie - paléoécologie - complexes fluviolacustres.

Les corps sédimentaires fluviolacustres du Castrais et de l'Albigeois offrent de très nombreux gisements de constructions stromatolitiques à habitus variés. Cette richesse permet d'observer ces accumulations dans différents faciès, termes de séquences qui définissent les modèles sédimentaires régionaux. Ces nouvelles

observations entraînent la remise en cause de la classification établie en 1966 [MOULINE M.-Ph., 1966] et un certain nombre de réflexions sur la présence des Cyanophycées, soit comme données cinématiques et sédimentologiques, soit comme données biologique et écologique.

Les encroûtements stromatolitiques et les boulets concrétionnés se sont développés particulièrement au Lutétien moyen (grès d'Issel), à la fin du Lutétien (calcaires de Castres et de Labruguière et leurs équivalents latéraux), à la partie terminale du Stampien inférieur (molasses de Puylaurens de la région de Puylaurens, de Lautrec et de Graulhet), à la fin du Stampien moyen (dans les petits deltas et les séries grés-molassiques surmontant les calcaires à *Brotia albigenis* (région de Valderies et de Puygebon), au Stampien supérieur (complexes molassiques susjacentes aux « calcaires de Cordes », proprement dits, dans la région du Verdier, de Cahuzac-sur-Vère et d'Alos). Les formes stromatolitiques du Castrais et de l'Albigeois peuvent être classées d'un point de vue morphologique [MOULINE M.-Ph., 1966] en :

- revêtements en lames, plus ou moins étendus, véritables nappages moulant les sommets de banes;
- gâteaux d'Algues, coussins hémisphéroïdes, aplatis, de dimensions variables prenant parfois l'allure de récifs lorsqu'ils atteignent des tailles voisines du demi décamètre;
- boulets algaires de tailles et formes diverses;
- momies de branches et de racines, dont les volumes ont été préservés par le développement d'une succession de films stromatolitiques qui ont créé autour d'elles des manchons d'un ou plusieurs centimètres d'épaisseur.

**I. ESQUISSE DU MODÈLE SÉDIMENTAIRE
ET SITUATION DES FORMES STROMATOLITQUES ET ONCOLITIQUES
DU CASTRAIS ET DE L'ALBIGEOIS
AU SEIN DES DIVERSES UNITÉS QUI LE CONSTITUENT**

Le bassin sédimentaire du Castrais et de l'Albigeois est le lieu de pressions antagonistes diverses de facteurs géodynamiques les plus classiques. Mais les expansions ou les rétrécissements, continuels ou passagers, de cette dépression partiellement endoréique, lui donnent, à chaque époque, une physionomie propre. Elle est assujétie au Sud et au Sud-Est à des reliefs lointains mais puissants : les paléoPyrénées, et soumise à l'influence de terres exondées de faible altitude, proches et placées à l'Est : le paléoMassif Central. Ces deux pôles ont constamment dominé le développement progressif de l'histoire paléogéographique de ce territoire compris entre les actuels : Montagne Noire et Dôme de la Grésigne. Le premier pôle,

paléoPyrénéen, se manifeste, en premier lieu, par les apports d'un appareil fluvial qui, du Bartonien à la fin du Stampien, déplace son débouché et sa zone d'expansion selon une direction constante armoricaine, en deuxième lieu par l'ampleur de sa dynamique qui efface les variations climatiques, les fluctuations tectoniques locales, rendant anecdotique sur la plus grande partie du bassin sédimentaire considéré, les conséquences des effets concurrentiels et contraires qui peuvent exister entre les apports paléoPyrénéens d'une part, paléoMassifs centraux d'autre part. Ceci constitue donc une des tendances les plus essentielles de l'évolution de ce Bassin. Le second pôle, le paléoMassif Central, est recouvert d'altérites, faiblement drainées par de petits cours d'eau non turbides en étiage, terres sensibles au ruissellement qui se manifeste au niveau des écoulements en nappe par une lourde charge en matériaux sableux qui se déposent en limite des zones inondées dès que localement une période pluviale s'engage ou qu'une déformation d'ordre tectonique ravive les reliefs amonts voisins. Entre ces deux pôles la répartition non aléatoire des principales familles de faciès constitue un modèle sédimentaire [MOULINE M.-Ph., 1974] qui, en partant du débouché du grand appareil fluvial vers la dépression continentale considérée, est schématiquement composé :

- de chenaux divaguants,
- de levées longitudinales de détritiques plus ou moins grossiers,
- de zones palustres plus ou moins étendues,
- de zones lacustres plus ou moins pérennes mais dont la polarité sédimentaire très marquée permet de différencier le côté delta du côté continental,

de plaines inondables et inondées dont les rivages d'argiles rouges avec, ou sans, graviers, comportent aussi, d'une part les produits de remaniements dus aux effets des clapotis des vagues et d'autre part les matériaux des coulées boueuses venant des zones exondées. Les différentes formes stromatolitiques du Castrais et de l'Albigeois se répartissent, dans cet ensemble, conformément aux indications de la figure 1, et il sera intéressant, après avoir regroupé quelques observations de terrain, de réétudier la situation des formes stromatolitiques et oncolitiques du Castrais et de l'Albigeois en fonction du fait que le premier pôle paléogéographique ci-dessus défini s'oppose au second par l'ordre de grandeur des divers phénomènes qu'ils commandent. Cette différence d'échelle permet de faire abstraction pour le premier des variations climatiques et des fluctuations tectoniques prises en compte par le second.

Dans les affleurements les oncolites se présentent sous un aspect très induré et leur forte densité nous induit dans un premier mouvement, à les considérer presque comme des éléments quel-

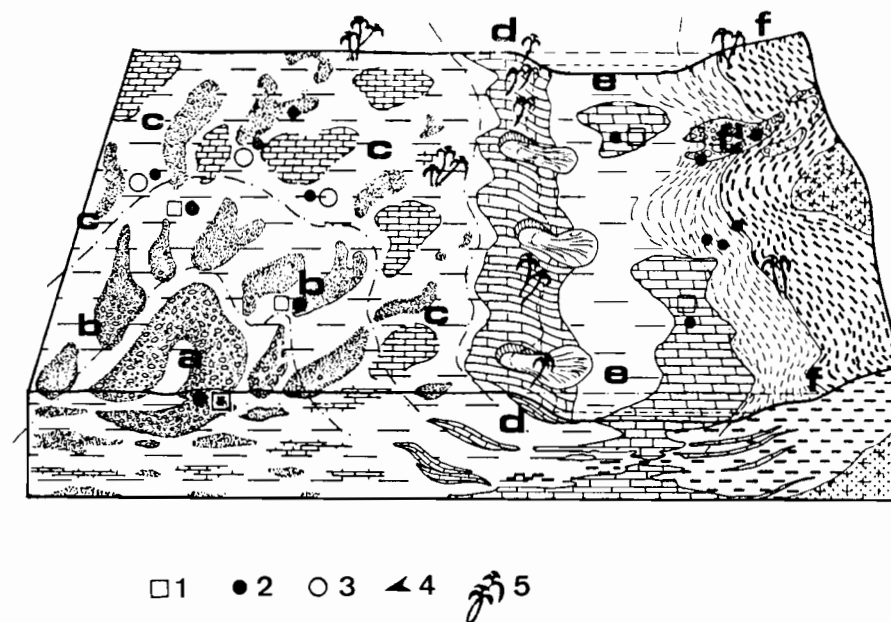


FIG. 1. - Principaux modes de gisements des constructions stromatolitiques et oncolitiques au sein des corps sédimentaires fluviolacustres du Castrais et de l'Albigeois.

Légende : les lettres : a, b, c, d, e, f, désignent, conformément à l'article de MOULINE M.-Ph. [1974], les diverses familles de faciès qui constituent les édifices sédimentaires fluviolacustres du Castrais et de l'Albigeois :

- a) le cœur du paléo delta pyrénéen riche en conglomérat;
- b) la zone des chenaux divaguants à grès molassiques et à levées longitudinales de galets;
- c) les zones palustres avec les petits lacs de calcaires lacustres;
- d) la barre de sédimentation;
- e) la plaine sous-lacustre;
- f) les prairies littorales inondables.

- 1) revêtement stromatolitique nappant la surface des biefs;
- 2) galets encoûtés, oncolites;
- 3) gâteaux d'Algues et récifs algaires;
- 4) branches et racines m'ifiées;
- 5) zones marquées par les traces de végétation.

conques de corps conglomératique. Cependant l'observation d'un grand nombre de gisements de ces formes organosédimentaires met en évidence le caractère inégal du mode de leur répartition. Ils sont presque toujours associés à des matériaux fins et leur place à la base de séquences positives, juste avant des termes lithologiques tels que des grès quartzeux dont les grains ont une taille voisine de

0,5 mm au maximum, est déjà une indication précieuse. De plus ces gisements semblent parfois avoir échappé à la contrainte d'ordre dynamique dont le tri granulométrique est l'expression courante. A côté d'ensembles de granules et de boulets algaïres de taille relativement homogène, existent des mélanges d'oncolites les plus hétérométriques : par exemple, dans les grès molassiques de la région de Lautrec, la présence de boules dont le diamètre approche du mètre, à côté d'éléments décimétriques, n'est pas rare. On doit donc admettre que les oncolites des mélanges, où coexistent des objets de tailles les plus diverses, ont été intégrés aux sédiments qui les encaissent lorsque leur densité est encore voisine de celle de l'eau qui les supporte, c'est-à-dire avant leur lithification complète. Ces formes algaïres relativement fragiles portent les marques des écrasements qu'elles ont subi *in situ*. Elles peuvent être embouties les unes dans les autres et se révèlent ainsi guère plus consistantes que les lames stromatolitiques parcourues par des terriers lors de leur développement [MOULINE, 1966, *fig. 1, pl. III*]. Cette différence de comportement entre les oncolites lithifiés avant, ou après transport, est importante.

— Les premiers sont devenus éléments détritiques, et à part la connotation qu'ils portent, ils ont dans l'état actuel des recherches, une signification dynamique génétique limitée. C'est le cas des éléments oncolitiques du champ clos de la plaine sous lacustre que représente le calcaire de Castres et de Labruguière. Ils sont liés souvent à d'autres détritiques ou à d'autres formes de remaniements intraformationnels. Ils présentent alors une répartition différentielle du type suivant : à l'échelle du corps d'accumulation, si ceux-ci sont larges, la granulométrie des objets est décroissante de l'axe vers les bords ; à l'échelle de la frange littorale où ils existent, leur taille et leur abondance sont décroissantes du rivage vers le large. Au-delà d'une certaine distance des rives, cette forme de Cyanophycées même se raréfie et disparaît. Ainsi les rencontre-t-on rarement dans les séries puissantes d'une centaine de mètres des calcaires lutéliens traversés par les sondages de la région de Vielmur (sondages à carottes finement observables), car ceux-ci sont éloignés de plus de 20 km des rivages de leur bassin de sédimentation.

— Les seconds seuls apparaissent alors comme les tenants possibles d'implications écologiques intéressantes et l'on peut supposer après les premières observations de terrain que les oncolites, lors de leur développement, sous peine d'être entraînés dès qu'un courant se manifeste, croissent dans des niches écologiques particulières caractérisées par leur aspect protégé : un lobe de méandre abandonné, une vasque plus ou moins étendue d'eau au milieu des zones palustres ou lacustres. Les observations de terrain,

présentées selon un parcours transversal des zones déjà définies dans les premiers alinéas de ce paragraphe, permettront une mise en évidence simple des conclusions déjà énoncées.

II. PLACE DES DIVERSES FORMES

D'ENCRÔTEMENTS STROMATOLITIQUE ET ONCOLITIQUE

DANS LES SÉQUENCES TYPES DE CHAQUE UNITÉ PALÉOGÉOGRAPHIQUE.

Le pôle paléopyrénéen.

Les formations dites à Cyanophycées se présentent sous la forme de nappage moulant la surface des biefs, surmonté de quelques galets enrobés de films algaïres dans les chenaux du cœur du delta du côté du pôle paléopyrénéen. Cet habitus est constant dans la suite continue des strates. Ces stromatolites sont toujours situés au contact de la surface négative modelée par des actions érosives assez vives pour dégager du substratum une topographie différenciée en biefs, lits, digues et replats hors d'eau (*fig. 2 a*). Il n'y a donc aucun doute, le développement de ces formes algaïres marque un arrêt de l'activité d'abrasion mécanique et se place avant une reprise des écoulements dont la turbulence croissante, puis décroissante, permet la destruction partielle de ces stromatolites, le recréusement en biefs, finalement la décroissance de turbulence qui lui succède permet un dépôt massif de matériaux qui comblent définitivement le chenal où dans le premier temps de son existence les Cyanophycées ont pu se développer en toute quiétude. Cette association de figures de ravinement, nappée de stromatolites fossilisés par des faciès gréseux riches en conglomérats, peut être bien observée au sommet de la grande coupe du Rivalou (Stampien inférieur), région de Puylaurens et dans les affleurements de la butte de la Salle (Stampien supérieur) près de Missècle.

Dans la zone moins grossièrement détritique placée en avant des lobes conglomératiques, les édifices algaïres se présentent rarement sous des formes semblables à celles de la première zone : dans la plupart des cas, ce sont des accumulations de boulets algaïres, absentes précédemment, qui s'intègrent aux sédiments détritiques abandonnés sur place. Là encore, dans la suite continue des strates, leur développement marque la réinstallation des régimes turbulents après cette même phase de rémission, de non sédimentation qui suit une période d'érosion dans le bassin (*fig. 2 b*). Ces discordances par ravinement se corrént facilement malgré les variations des faciès qui s'opèrent en se déplaçant d'un lieu à un autre. Ces accumulations algaïres souvent fortement hétérométriques mon-

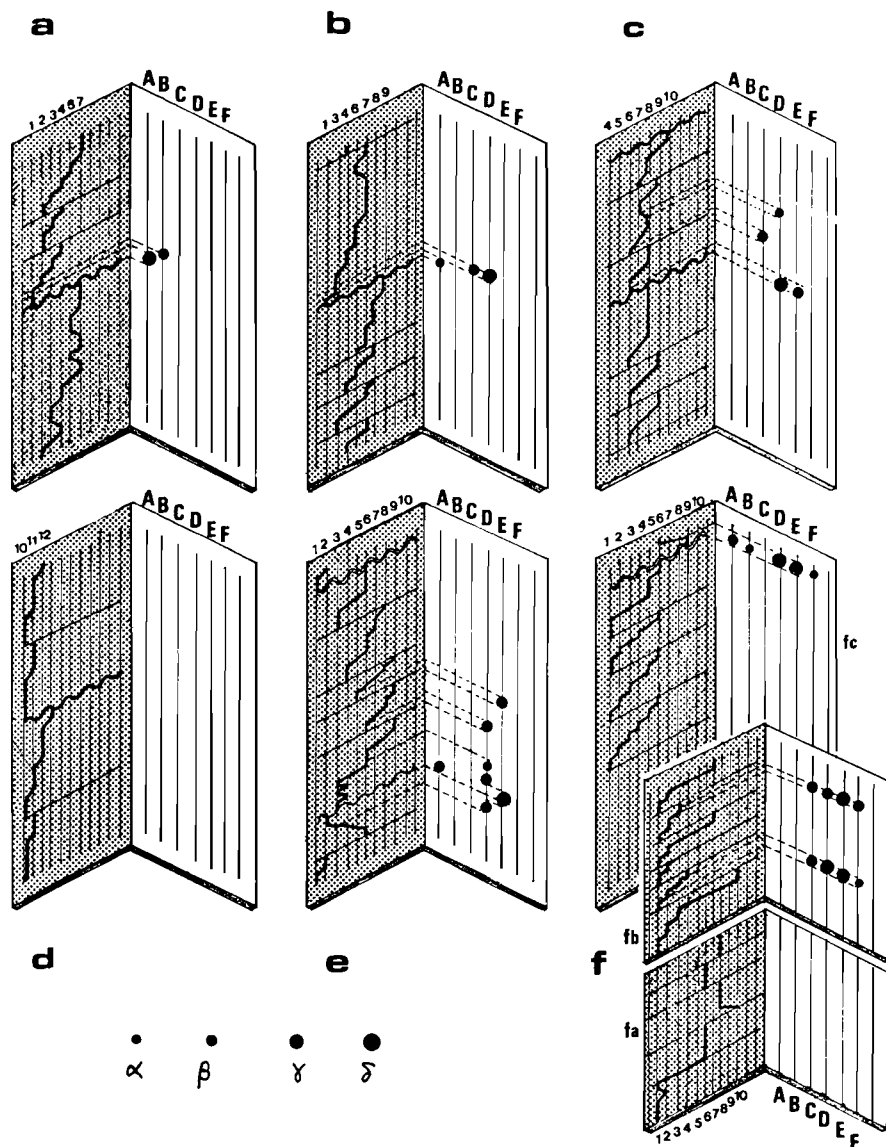


FIG. 2. Localisation des habitus des stromatolites et des oncolites en regard des divers types d'évolution séquentielle des faciès régionaux.

Sur ces dièdres, le panneau de gauche est consacré à l'analyse séquentielle. Les lettres minuscules : a, b, c, d, e, au sommet de chaque série virtuelle locale, désignent comme pour la figure 1 les diverses familles de faciès qui constituent les édifices sédimentaires fluviolacustres du Castrais et de l'Albigeois : (a) cœur

de delta, (b) zone à chenaux, (c) territoires palustres, (d) berge de sédimentation, (e) plaine sous-lacustre, (f) les faciès d'argiles à graviers, (fa) désigne les faciès anté-lutéliens, (fb) les faciès lutéliens, (fc) les faciès post-lutéliens.

Sur le panneau de droite, les lettres majuscules : A, B, C, D, E, F, indiquent les divers types de structures organosédimentaires.

- A : les revêtements, les tapis, les nappages de fond;
- B : les objets lourds encroûtés;
- C : les gâteaux algues, les formes récifales;
- D : les oncolites de petite taille;
- E : les oncolites de grosse taille;
- F : les momies de racines ou de branches.

La grosseur des points indique l'abondance relative de ces formes : α : peu; β : quelques-uns; γ : abondants; δ : très abondants.

Faciès placés sous l'influence du Pôle Paléopyrénéen.

Pour les familles de faciès : a, b, c, d, les termes des séquences sont :

1. figures de ravinement,
2. les faciès à poudingues,
3. les grès grossiers,
4. les grès fins sans figure marquée de sédimentation,
5. les remaniements intraformationnels de silt ou d'éléments gréseux,
6. les silts,
7. les limons,
8. les argiles calcaires pédogénétiées,
9. les encroûtements carbonatés au milieu des argiles pédogénétiées,
10. les calcaires palustres,
11. les faciès à bioturbations radiculaires,
12. les faciès à slumps.

Faciès placés à la fois sous l'influence du Pôle Paléopyrénéen et du Pôle Paléo Massif Central.

Pour la famille de faciès e, les termes de séquences sont :

1. les faciès détritiques,
2. les faciès à remaniements intraformationnels importants,
3. les faciès à légers remaniements intraformationnels,
4. les calcaires à traces de détritiques,
5. les calcaires riches en gravelles
6. les faciès ligniteux,
7. les calcaires à Gastéropodes,
8. les calcaires à Ostracodes et Characées,
9. les calcaires à microstratifications laminaires,
10. les faciès bioturbés.

Faciès placés sous l'influence du Pôle Paléo Massif Central.

1. les argiles à graviers et conglomérats grossiers d'écoulements en nappes,
2. argiles à graviers fins d'écoulements en nappes,
3. faciès de soutirage à pavage monocouche,
4. faciès riches en traces de végétation et de pédogenèse,
5. faciès à imprégnations carbonatées, pouppées carbonatées,
6. argiles carbonatées à intercalation de calcaires palustres,
7. argiles de bassin de décantation,
8. faciès argilo gréseux à lentilles de grès,
9. faciès deltaïques gréseux,
10. conglomérats de galets de quartz.

trent que les apports stromatolitiques ont été chassés encore vivants des sites où ils se développaient.

Par contre, dans la zone palustre, vaste champ d'inondation marécageux, une variété plus grande des formes stromatolitiques se manifeste. Leurs modes de gisement vont donc être d'autant plus variés que la variété s'institue aussi dans la nature des sites qui les contiennent. Ceux-ci se divisent en trois types de territoire, aux tendances évolutives communes mais différenciées par la nature des écoulements dont ils sont témoins, par le caractère du modelé de leur fond et par la lithologie des dépôts sédimentés. Les principaux types de formations à Cyanophycées et leurs principaux modes de gisements sont :

- des granules et des boulets de taille décimétrique, dans les secteurs où les écoulements sont chenalés dans des lits bien individualisés, fossilisés par les silts et les grès molassiques qui les ont comblés (région de Cri-Cri près de Graulhet) ;

— des oncolites de petite taille (5 à 10 mm), dans les secteurs où les eaux s'étalant sur des fonds mornes et plats, déposent des séries uniformes d'argiles calcaires et de calcaires argileux (série sommitale du Val Mariolle près de Graulhet) ;

— des « gâteaux » stromatolitiques jouxtant des cuvettes nappées par le même matériau algaire dans les secteurs où sur les fonds se différencient quelques bosses et creux faiblement marqués. Ces gâteaux d'Algues sont des édifices modelés en relief convexe ovalaire où les laminae sont irrégulièrement jointives. Lorsqu'elles ne sont pas étroitement juxtaposées, elles emprisonnent entre elles de fines nappes d'argile intercalaire, signe de quelque recouvrement passager de l'ensemble. Ces édifices de tailles diverses, souvent larges d'une cinquantaine de centimètres (au Bruc près de Montdragon), peuvent atteindre plusieurs mètres (environ de Brousse), prenant alors l'aspect de véritables récifs. Mais dans cette zone de plaine d'inondation, lieu de décantation où la diminution relative de capacité des eaux est aggravée de site en site au fur et à mesure que l'on s'éloigne des amonts paléopyrénéens et que l'influence des apports qui en proviennent perd en puissance ce qu'elle gagne en étendue, la répartition des formes stromatolitiques, dans le déroulement évènementiel qui se dégage d'une analyse séquentielle (*fig. 2 c*), devient plus délicat à interpréter, et les raisons qui déterminent la présence de telle ou telle forme, en tel ou tel lieu, est plus difficilement décelable. Ces difficultés commencent dès que les détritiques déjà rares en amont disparaissent en aval. Dans les tableaux résumant les analyses lithologiques, les courbes qui permettent de dégager des séquences se redressent en « I » au fur

et à mesure que l'on s'éloigne du pôle paléopyrénéen. De plus ces difficultés ne s'éluent point entièrement dans le relevé des discontinuités sédimentaires, car si ces dernières, lorsqu'elles existent, demeurent corrélables avec celles des régions où la représentation séquentielle est expressive, leur nombre diminue et leur netteté subit la même variation que les autres données et s'estompe en passant de surfaces négatives encore bien marquées à quelques diasthèmes accidentels séparant des ensembles peu différenciés. Cependant, malgré cela, on peut affirmer que généralement la présence des boulets et des granules, répartis par ordre de diamètre décroissant, est ici aussi liée à des surfaces de discontinuité, tout comme celle des récifs à Cyanophycées et des cuvettes nappées de revêtement stromatolitique qui deviennent fréquentes à la périphérie de cette zone-là, où l'épuisement des eaux laisse de nombreux sites temporairement exondés, marqués par des surfaces durcies et plus rarement par des traces de bioturbations radiculaires. Ceci est d'autant mieux observable que ces niveaux d'Algues fossiles sont les seuls éléments qui rompent la monotonie pétrographique de ces séries sédimentaires. Donc dans chacune des séries naturelles caractéristiques des diverses unités paléogéographiques recensées, les stromatolites apparaissent le plus souvent près d'une discontinuité importante, marquée par un saut de classe lithologique traduisant un retour vers le pôle des plus grandes turbulences.

Cette constatation reste vraie pour les zones où le second pôle qui guide le développement de l'histoire paléogéographique du Castrais et de l'Albigeois, le paléoMassif Central, entre en jeu, occupe une place de choix dans les rapports avec les autres facteurs géodynamiques, voire même exclut toute autre influence. Cependant il y a un fait fondamental qui différencie les zones placées sous l'une ou l'autre emprise : la présence presque permanente des Cyanophycées dans les sédiments des zones dominées par prépondérance des apports paléopyrénéens, ce qui ne va pas être le cas pour l'autre pôle.

Leur développement est toujours aléatoire dans les zones dominées par le paléoMassif Central avec leur absence totale dans les formations de l'Éocène inférieur, puis de la fin du Lutétien au Stampien moyen inclus, où elles ne réapparaissent que cantonnées dans de petits estuaires ou dans leur pourtour immédiat.

A ce découpage stratigraphique correspond un découpage facio-lithologique dont les unités reflètent par les caractères de leurs structures sédimentaires les conditions climatiques de leur mise en place. Il existe trois grandes familles de faciès d'argiles à graviers sur celle bordure du Massif Central, entre le Dôme de la Grésigne et la Montagne Noire :

des argiles antélutéliennes non carbonatées, sédiments essentiellement de 1^{er} cycle¹ constituées de dépôts variés qui évoluent du produit de décharges conglomératiques boueuses aux fines argiles kaoliniques amoncelées en séries puissantes. Ces argiles, lorsqu'elles s'exondent, se marmorisent et s'enrichissent de poupées pédogénétiques, parfois même portent de la végétation (traces visibles de racines) ;

des argiles lutéliennes, plus ou moins calcaires, d'extension géographique restreinte. Elles portent les traces de continus remaniements dus à des effets de soulirage du matériau fin, par des effets de balayage par les courants côtiers, ceux de clapotis des vagues à la limite des rivages, du ruissellement de la pluie laissant une succession de pavages de galets ou de graviers plus ou moins gros. Ce sont des sédiments de 2^e cycle qui passent latéralement aux calcaires de Castres et de Labruguière sur toute l'épaisseur, c'est-à-dire plus de cent mètres ;

des argiles postlutéliennes très puissantes, décarbonatées à l'amont, devenant calcaires vers l'aval, en passant latéralement aux zones palustres qui bordent la partie centrale du delta d'origine paléopyrénéenne. Ces sédiments de premier et second ordre affleurent sur une vaste étendue allant de la région de Réalmont au Dôme de la Grésigne. Ils résultent d'une part d'écoulements dont les matériaux déposés s'exondent entre deux crises pluviales et sont eux aussi à nouveau l'objet d'actions pédogénétiques (formation de poupées carbonatées et apparition de diagénèses précoces marmorisantes), d'autre part de drainage de faible amplitude par de petits cours d'eau non turbide qui ont laissé cependant de spectaculaires mini-estuaires constitués de grès et de conglomérats. Du point de vue hydrologique on peut classer le milieu des dépôts de ces argiles à graviers en deux catégories : le premier est soumis à un régime d'inondation en nappe qui après l'arrivée du flot voit l'élément aqueux s'évanouir, le second au contraire connaît la permanence d'un certain niveau des eaux au-dessus des sédiments apportés ou remaniés. L'absence des Cyanophycées est liée à ce premier cas, elles sont présentes dans le second ;

les argiles à graviers antélutéliennes (*fig. 2 fa*) ne contiennent donc jamais d'oncolites et de stromatolites ;

les argiles lutéliennes (*fig. 2 fb*) par contre en sont abondam-

ment fournies². Ce seront des amas de Priapolithes divers regroupés en grandes lentilles, vestiges du colmatage de quelques sillons limités par de légers ressauts (environs de Saint-Hyppolite), ce seront des pavages d'oncolites déchaussés soulignant une discontinuité, ce seront des gâteaux d'Algues épars çà et là sur une ancienne surface durcie (environs de Lamouzie, Castres), ce seront de grandes momies de racines sub-en place de section décimétrique (environs d'Augmontel près de Mazamet) [MOULINE, 1966, fig. 2, Pl. VI] ;

les argiles à graviers postlutéliennes (*fig. 2 fc*) seront exemptes de Cyanophycées jusqu'au moment où un régime plus élément permet à nouveau des écoulements de type fluvialite. Il s'ajoute pour cette formation au fait climatique une particularité sédimentologique : les nappes de sédiments argilo-graveleux s'y succèdent, s'y empilent les unes au-dessus des autres, imbriquées en tuiles de toit, entre deux exondations marquées par des concentrations pédogénétiques de lames encroûtées et de poupées calcaires. Ces structures en glacis, observables à Laroque, près de Réalmont, et au Garric, près de Carmaux, ne contiennent peu de niches en forme de dépression où se multiplient ailleurs les Cyanophycées. Exactement comme pour les pentes des beines de sédimentation (*fig. 2 d*), abruptes, qui séparent les zones palustres développées à la sortie des chenaux divaguants du delta principal paléopyrénéen et de la plaine sous-lacustre proprement dite, déjà sous l'influence du paléoMassif Central. L'apparition des diverses formes d'encroûtements stromatolitiques et oncolitiques dans les séquences types de ces nouvelles unités paléogéographiques auront donc leur place habituelle. Elles se manifesteront d'une manière récurrente comme les sauts de classe lithologique, avec l'arrivée de détritique traduisant l'arrivée de flots de l'amont. Elles accompagneront les faciès de remaniements sous-aquatiques des temps de rémission : ce calme avant le retour des apports qui ravineront, puis ennoieront les dépôts précédents. Elles disparaîtront dans la succession des séquences dès que seront présents des termes signifiant une rapide exondation. L'observation des grandes coupes de l'Albigeois et de nombreux autres affleurements suggère de plus qu'il existe peut-être un autre problème écologique : si les Cyanophycées ne peuvent croître visiblement que dans les lieux caractérisés par leur aspect

2. Les environs de Lamouzie et de la Gaulie (lieux dits, autrefois appelés le « Puytalos ») près de Castres restent célèbres pour les diverses momies stromatolitiques, de racines et de branches, qui dès le XVII^e siècle ont attiré l'attention des amateurs d'objets naturels. C'est ici que pour la première fois des stromatolithes ont été décrits et dénommés par F. Bourc [1691] des Priapolithes.

1. Au sens de FISHER R.P. et STEWART J.H. [1960 et 1961] et de NICOLINI P. [1970].

protégé, si elles ne se multiplient, le plus souvent, que dans les périodes où les eaux sont non turbides, elles sont cependant absentes qu'elles soient subaériennes ou subaquatiques. La reconnaissance de ce fait induit que d'autres facteurs sont inclus dans les déterminismes commandant ce phénomène.

III. AUTRES FACTEURS QUE CEUX DUS A LA MORPHOLOGIE DES SITES ET DES CONDITIONS HYDRODYNAMIQUES DES EAUX QUI S'Y RENCONTRENT.

Les tests et les analyses effectués systématiquement sur tout le territoire étudié, pour détecter et reconnaître la présence de calcaires magnésiens, de dolomies dans les divers faciès des complexes fluvio-lacustres du Castrais, de l'Albigeois, montrent que les Cyanophycées ne s'accommodent pas d'un milieu riche en magnésium.

Les faciès de plages. Si peu nombreux que soient les faciès de plages fossiles, vis-à-vis de la masse totale des sédiments calcaires et molassiques de cette partie orientale du bassin d'Aquitaine, ils existent et conservent tous des encroûtements de racines : magnifiques manchons, épais de quatre à cinq centimètres et conservés dressés souvent sur un demi-mètre ou plus de hauteur, aucun ne sont des momies stromatolitiques et aux alentours les oncolites sont absents si les sables et les argiles de ces paléosites sont dolomitiques (Pont Crouzet, près de Revel). En effet, les faciès de plages sablo-carbonatés magnésiens présentent des encroûtements homomorphes de structures organosédimentaires à Cyanophycées, mais elles n'ont rien de commun, hormis la forme, avec celles rencontrées à Augmontel ou à Escoussens en limite des calcaires de Castres. La présence de dolomie dans les sédiments des uns et son absence dans les autres différencie aussi les deux types de rivages.

Les faciès de plaine lacustre. La comparaison de deux types de plaines sous-lacustres, semblables par leur dépôt de calcaire mais d'âge différent, nous confirme la nature de ce phénomène.

La première lutélienne constitue la masse principale du calcaire de Castres et de Labruguière dans lequel s'intercalent de très nombreux niveaux de stromatolites et d'oncolites. Elle appartient à un système lacustre parfois réduit jusqu'à une mise à sec, mais régulièrement remis en eau par inondation. L'analyse séquentielle en fait la démonstration : la granulométrie et la turbulence en général sont décroissantes de la base au sommet de chaque unité séquentielle. Il ne se dépose dans ce contexte que des calcaires. En effet, tous les échantillons prélevés dans le premier système lacustre sont dépourvus de magnésium.

La seconde plaine sous-lacustre, stampienne, est une partie importante des divers calcaires de l'Albigeois et de la région de Cordes. L'absence des Cyanophycées est totale. Mais ici le système lacustre, toujours en eau, ne voit que ses berges se déplacer au rythme des variations du régime hydraulique de type aride. Les conditions hydrologiques de ces lacs étaient sans doute favorables à l'accumulation des éléments, dissous par les eaux lors de leur passage sur les zones exondées, et concentrés en période d'étiage dans ces zones endoréiques. Les calcaires de Cordes et de l'Albigeois ont des taux de concentration en magnésium non négligeables. Ils varient selon les strates et avec la proximité plus ou moins grande des rivages et des amonts à substratum jurassique, principal relief donneur de cet élément chimique. Ceci est confirmé à contrario par l'existence d'encroûtements de racines, de momies de troncs et de branches, de revêtements stromatolitiques nappant et emprisonnant le tout, d'oncolites de toutes tailles se mêlant à des éléments détritiques les plus divers, dans des lieux exceptionnels, ce sont les rares embouchures des réseaux fluviaux qui exercent leur fonction de drainage des eaux sur des substratum essentiellement cristallins et paléozoïques du paléomassif Central avec des effets de crues sans les eaux turbides d'un écoulement en nappe. Ce sont les complexes détritiques à Cyanophycées de Puygazon ou d'Alos. Ces derniers se trouvant dans les séquences typiques des crues à leur place habituelle.

L'analyse présentée ici ne prétend pas épuiser l'inventaire des inhibiteurs de développement des principales espèces d'algues d'eau douce qui ont vécu au Tertiaire dans le Castrais et l'Albigeois et dont les fantômes se sont plus ou moins bien conservés dans ces objets dénommés, selon leur forme, stromatolites ou oncolites. Il faudrait aussi se demander quelle signification doit-on accorder à l'inexistence de ces Cyanophycées dans les grès et argiles molassiques du Bartonien et du Ludien où sporadiquement apparaît du gypse.

Il se dégage de toutes ces observations la certitude que les Cyanophycées du Castrais et de l'Albigeois ont eu leur développement lié à des niches écologiques relativement limitées. C'étaient des plans d'eau peu profonds, fermés par des seuils pour que les oncolites en cours de croissance ne s'échappassent pas malgré leur motilité, car le moindre courant les auraient entraînés. D'autre part, elles devaient appartenir à des espèces sténobiontes, ne supportant ni confinement, ni grande turbidité des eaux. Le mouvement lent des eaux, créateur de remous, était de plus nécessaire pour assurer la mise en forme correcte de boulets et de priapolites, il est donc nécessaire que dans le temps leur apparition ait été liée, soit à la

fin des crues — le matériel des suivantes fossilisant le tout —, soit à la période de remise en eau des systèmes fluviolacustres au début d'un pluvial. Il est regrettable que la mesure de paléotempératures sur ces objets soit délicate, le carbonate qui les indure est celui d'un enrichissement diagénétique mal situé; car on peut imaginer que l'eau des vasques était surchauffée par le soleil dans les fins de crues, tandis que celle des remises en eau devait être plus fraîche (si l'on tient compte que les bois flottés fossilisés d'Aquitaine sont des mélanges d'espèces tropicales et d'espèces tempérées) [DUPEYRON, 1975]. Les eaux venant de hauts reliefs paléopyrénéens avaient une température obligatoirement plus basse que celles stagnantes des plaines palustres et lacustres. Aussi aurions-nous pu lever avec la mesure de la paléotempérature de leur développement, cette dernière indétermination.

BIBLIOGRAPHIE

- BOREL (P.). 1649. Les antiquités de Castres, Paris.
- DUPEYRON (J.). 1975. Contribution à l'étude des flores fossiles de l'Age nâis, thèse de 3^e Cycle, Paris VI, 174 p., XX pl.
- FISCHER (R.P.) et STEWARD (J.H.). 1960. Distribution and petrologic characteristic of sandstone beds that contain deposits of copper, vanadium and wassinum. *Geol. Surv. U.S. Washington Prof. Pap.* 100B, p. 42-44.
- MOULINE (M.-Ph.). 1966. Importance et répartition paléogéographique des Cyanophycées dans le complexe fluvio-lacustre dit des Calcaires de Castres. *Bull. Soc. Linn. Bordeaux*, t. 103, S.B., n° 8, 7 pl. h.t.
- MOULINE (M.-Ph.). 1971. Les problèmes posés par la présence de dolomite dans les calcaires lacustres du Languedoc albigéique. *96^e Congr. des Soc. Savantes*, Sect. Sciences, t. II, p. 95-107, 4 fig., 2 tabl.
- MOULINE (M.-Ph.). 1972. La sédimentation lacustre carbonatée dans la région Est Aquitaine du Castrais et de l'Albigeois, sédimentation et diagénèse. *Publ. A.G.S.O., Pau*, 14-12-72, texte ronéo, p. 31-41.
- MOULINE (M.-Ph.). 1972. La sédimentation calcaire dans les complexes fluvio-lacustres entre le Dôme de la Grésigne et la Montagne Noire. *Bull. Centre Rech., Pau, S.N.P.A.*, p. 207-232, 7 fig., 5 pl.
- MOULINE (M.-Ph.). 1974. Environnement géologique et paléogéographique des complexes fluvio-lacustres développés entre le Dôme de la Grésigne et la Montagne Noire. *C.R. Acad. Sc.*, t. 278, S.D., p. 1329-1332, 1 fig.
- MOULINE (M.-Ph.). 1973. Signification paléogéographique et paléocéologique de la répartition des formations dites à Cyanophycées dans les complexes fluvio-lacustres du Castrais et Albigeois. Texte ronéo, séminaire sur les stromatolites, Montpellier, 15-6-73, 10 p., 2 pl.
- NICOLINI (P.). 1970. Géologie des concentrations minérales stratiformes. Gauthier Villars, 778 p.