

Les accidents siliceux dans les calcaires lacustres du Castrais et de l'Albigeois

par MICHEL P. MOULINE *

Mots clés. — Silicification, Calcaire, Lutétien, Stampien, Pliocène, Sédimentation lacustre, Syngénèse, Diagenèse (Diagenèse post-sédimentaire), Coupe sondage.
Tarn, Lot-et-Garonne.

Résumé. — Deux des formations calcaires du Castrais et de l'Albigeois contiennent des accidents siliceux : d'une part les calcaires lutétiens de Castres et de Labruguière et d'autre part les calcaires stampiens de la région de Cordes. Les modes de gisement de ces deux silicifications sont différents. En effet, ils sont d'origines différentes. Les premières sont contemporaines aux dépôts des calcaires lutétiens. Les secondes dans l'ensemble post stampiennes, peut-être très tardives. En essayant de les replacer dans leurs contextes respectifs, il est proposé quelques hypothèses interprétatives.

Silicified accidents in the lacustrine limestones of the Castrais and the Albigeois

Abstract. — Two of the limestone formations of Castrais and Albigeois contain silicifications : the limestones of Castres and Labruguière (lutetian) and the stampian limestones of the Cordes area. The characteristics of these two silicifications are different according to their different origins. The first silicification is contemporary of the lutetian limestone deposits, and the second silicifications are late post-sedimentary diagenesis. Hypothesis on sedimentary and diagenetic environments are proposed.

I. — INTRODUCTION.

Les quartzifications et les meulériisations des sédiments continentaux sont fréquentes en Aquitaine. Elles sont bien connues dans les formations aquitaniennes et stampiennes de la partie centrale et septentrionale de ce bassin ; elles le sont moins pour sa partie orientale où seules les meulières stampiennes de la région de Cordes ont été citées par les anciens auteurs [Vasseur, 1904]. Des accidents plus anciens n'ont été que rarement observés, en Castrais ou en Albigeois, car leurs affleurements tiennent une place réduite dans tout l'ensemble des formations [Biro, 1955] ; aussi restent-ils méconnus, même s'ils sont nombreux. Leur connaissance, en fait, n'a pu être approfondie qu'avec les divers sondages traversant aujourd'hui, de part en part, les séries continentales du Castrais.

Cet article a pour but, non de proposer une étude complète de ces accidents siliceux, mais plutôt d'attirer l'attention des chercheurs sur ceux-ci et de cerner les questions auxquelles devraient répondre les études ultérieures.

II. — POSITIONS STRATIGRAPHIQUES ET MODES DE GISEMENT DES ACCIDENTS SILICEUX EN CASTRAIS ET EN ALBIGOIS.

Ces accidents siliceux se situent dans des formations bien datées. Les plus récents occupent une grande place dans les calcaires dits « de Cordes » du Stampien moyen [Niveau de Rabastens de Ginsburg, 1972]. Les plus anciens se localisent dans

les calcaires connus en affleurement sous le nom de « Calcaires de Castres et de Labruguière » du Lutétien supérieur.

A ces différences de position dans les séries stratigraphiques s'ajoutent de profondes dissemblances dans le mode de gisement de ces accidents siliceux. Certains peuvent silicifier dans la masse plusieurs bancs superposés d'anciens calcaires lacustres, et ceci sur une vingtaine de mètres d'épaisseur. C'est le cas le plus fréquent du Stampien moyen. Ce sont les meulières exploitées, autrefois, à Clairac et à Bégoute, qui s'étendent dans la région de Cordes depuis les affleurements les plus septentrionaux des calcaires stampiens vers Bournazel jusqu'à ceux de Villeneuve-sur-Vère, au Sud-Est. A l'Ouest, ils se poursuivent jusqu'à la faille limite orientale du Dôme de la Grésigne.

Très souvent, les formations meulériisées du premier type ont l'apparence de calcaires lacustres banals. Seuls le caractère de leur cassure au choc du marteau et les tests à l'acide révèlent sur le terrain leur véritable nature.

A ce premier type d'accident siliceux, s'oppose un second, essentiellement cantonné dans les calcaires du Lutétien supérieur. Ils sont localisés pour la plupart sous plus de 200 m de sédiments bartoniens exempts de silicifications et de quartzifications. Ils sont inconnus dans les grands affleurements du

* Inst. de géodynamique, Univ. de Bordeaux III, Av. des Facultés, 33450 Talence.

Note présentée à la séance du 15 février 1982, déposée le 22 février 1982 ; manuscrit définitif reçu le 23 juin 1982.

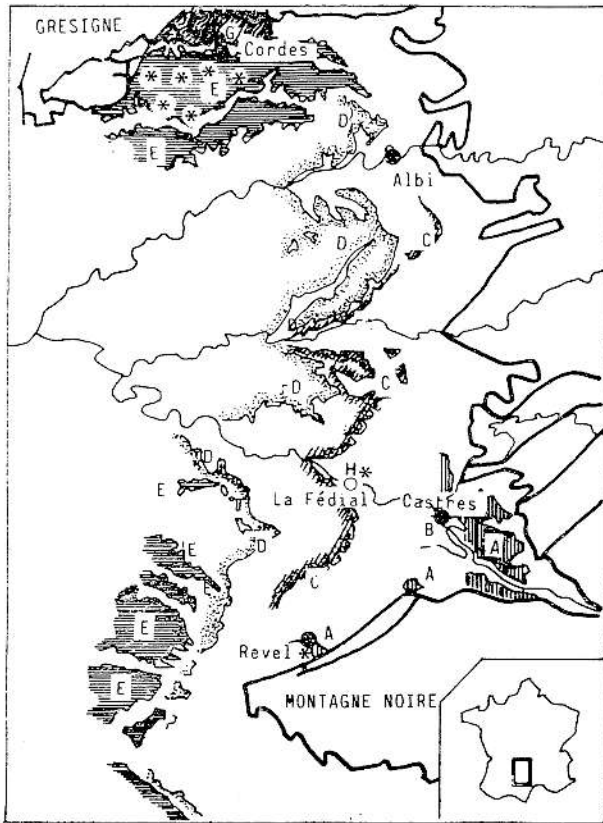


FIG. 1. — Carte du Castrais et de l'Albigeois. Position des différentes formations calcaires : (A) les calcaires de Castres, (B) les calcaires de la base du Bartonien, (C) les calcaires de Cuq et Vielmur, (D) les calcaires de Saint-Paulet, Saint-Martin de Damialle, de Lautrec, d'Albi, de la fin du Bartonien début Stampien, (E) les calcaires stampiens, au Nord ceux de Cordes. En (G) la zone à remblaiement sableux du paléo Cérrou sans doute pliocène. En (H) le sondage de La Fédial rencontrant en profondeur les calcaires de Castres affleurant plus à l'Est et au Sud (région de Revel). Les astérisques désignent les zones où sont présentes les silicifications observées.

FIG. 1. — Map of the Castrais and of the Albigeois ; position of the various limestone formations.

Causse de Labruguière qui occupe pourtant une surface de plus de cent kilomètres carrés et qui montre presque toute la série dans l'intégralité de son épaisseur. Les causes d'un tel contraste méritent d'être approfondies.

III. — RAPPEL DES DIVERS FACIÈS TYPES PRÉSENTS AU SEIN DES CALCAIRES LACUSTRES DE L'AQUITAINE ORIENTALE ET DES DIVERSES SÉQUENCES QUI LES CARACTÉRISENT.

Des rivages vers le centre d'un bassin lacustre à sédimentation carbonatée se succèdent les faciès suivants :

Bull. Soc. géol. Fr., 1983, n° 1

a) *Sur les grès proprement dites et dans les zones inondables périphériques*, d'une part des faciès, à termes généralement granoclassés, riches en clas-tiques — si le substratum est sablograveleux — ou en intraclastes calcaires sporadiques d'exonda-tion ; d'autre part des faciès où abondent marmorisa-tions, concrétisations de type poupée, encroûte-ments carbonatés accompagnés ou non de surfaces durcies, traces de dessiccation. Se joignent souvent à ces objets des traces de végétation avec leur cortège de bioturbation.

b) *Sur les beines d'alluvion*, des faciès aux sé-quences granoclassées où on retrouve généralement comme termes : — des calcaires à petits galets intraformationnels associés ou non à des apports terrigènes d'autant plus abondants que l'on se trouve à l'aplomb d'un débouché fluvial, — des calcaires terrigènes contenant des grains de quartz plus ou moins fins ou une certaine quantité d'argile, — des calcaires ligniteux, — des calcaires à thanato-coenose de Gastéropodes, — des calcaires à débris de Characées (Gyrogonites et tiges verticillées) et à sapropèles, — des calcaires à figures de courant (des rides de fond généralement), — des calcaires fins sans structures (sans doute bioturbés).

Tous ces termes sont concaténés. Cependant statistiquement ils sont regroupés au sein des familles séquentielles suivantes :

— la première : image de faciès représentant des énergies de dépôts relativement fortes avec les termes caractérisés par la présence des intrafor-mationnels centimétriques ;

— la seconde : image de faciès représentant des énergies de dépôt moyennes avec les termes caractérisés par les intraformationnels souvent de petite taille, par des apports argileux ou silteux ;

— la troisième : image de faciès représentant des énergies de dépôts faibles avec de petits oncolithes, des débris ligniteux, des débris de Gastéropodes, des Gyrogonites, et où parfois les rides de courants sont fréquentes ;

— la quatrième : image de faciès représentant des énergies quasi nulles, avec des tiges verticillées de Characées, des sapropèles.

c) *Sur les talus et les plaines lacustres*, d'une part, des séquences granoclassées essentiellement repré-sentantes de sédimentation où les énergies de dépôts sont souvent faibles, plus rarement moyennes ; d'autre part des séquences où de nombreuses réorga-nisations des sédiments déposés s'intègrent aux autres éléments constitutifs des unités lithologiques formant les divers termes des séquences. Le rôle des phéno-mènes de gravité est déterminant dans cette mise en place des sédiments avant leur lithification définitive.

Donc chaque lieu d'une formation carbonatée lacustre est caractérisé par la spécificité de sa lithologie et des structures sédimentaires qui l'accompagnent. L'étude des évolutions séquentielles sur plusieurs verticales permettent évidemment, avec un caractère certain de fiabilité, d'écrire l'histoire de l'évolution paléogéographique et paléoclimatique du bassin ; les séquences types très brièvement résumées précédemment sont légèrement différentes selon les climats régnant lors de leur élaboration.

Ainsi possède-t-on un outil permettant l'approche de phénomènes accessoires ou connexes placés au sein d'une série complète de sédiments lacustres.

IV. — PLACE DES ACCIDENTS SILICEUX DU CASTRAIS ET DE L'ALBIGEOIS DANS LES ENSEMBLES SÉDIMENTAIRES DE L'OLIGOCÈNE ET DU LUTÉTIEN.

a) *Les accidents siliceux des sédiments stampiens.* L'un des caractères principaux des meulériisations de la région de Cordes est que leur présence n'est généralement pas subordonnée à une évolution des sédiments qui les contiennent. Elles affectent d'une manière uniforme des formations qui furent calcaires avant d'être meulériisées, puisque des témoins sporadiques distribués d'une manière aléatoire sont encore calcaires.

Quel que soit le contexte paléogéographique des dépôts lacustres dont témoignent les évolutions séquentielles, quelle que soit la somme des avatars que ces dépôts aient pu subir ensuite (exondation, dessiccation, remaniements ou colonisation par de la végétation ou bien subsistance sous les eaux permettant aux fousseurs de bioturber ces sédiments), la silicification est générale ou presque. Elle se répartit d'une manière quasi uniforme avec un gradient de décroissance de son intensité indépendant des contingences paléogéographiques du Stampien.

b) *Les accidents siliceux des sédiments lutéliens.* Le caractère principal de ces accidents est son apparition sporadique dans les sédiments calcaires. Ce phénomène est illustré par la coupe suivante extraite de l'un des sondages profonds du Castrais (Cuq la Fédial, fig. 2).

Le milieu de dépôt est la partie centrale du bassin de Castres et de Labruguière ; les séquences observables dans le sondage de La Fédial sont à ce sujet caractéristiques.

Les silicifications apparaissent le plus souvent en fin de séquence après une phase de dépôt de matière organique et après qu'au moins des signes de retrait général des eaux se manifestent dans le bassin. Très souvent la mise en place des accidents siliceux se produit pendant ou après la phase de sécheresse mettant à sec les lacs. Les conditions de leur pro-

duction disparaît dès que les remises en eau inondent à nouveau les biefs et que la sédimentation carbonatée normale se fait sous une tranche d'eau suffisante.

Les silicifications apparaissent donc dans un cadre climatique, où la végétation peut encore se développer mais qui devient, par intermittence, assez aride pour que le régime hydrodynamique du lac donne les images séquentielles décrites en commentaire de la figure 2.

Donc il existe deux modes de silicification principaux des calcaires lacustres en Castrais et en Albigeois. Un premier mode que l'on peut qualifier de « silicification primaire », elle est contemporaine du dépôt de ces calcaires. Elle s'intercale dans l'évolution sédimentaire de la série. Elle se place toujours dans une position précise dans la suite des termes séquentiels avec toujours les mêmes caractères de récurrence. Un second mode que l'on peut qualifier de « silicification secondaire ». Elle se superpose à n'importe quel faciès calcaire, qu'elle imbibe en continu sur des épaisseurs variables, mais qui peuvent dépasser la vingtaine de mètres. Elle peut même se surajouter dans certains cas à une silicification primaire, telle celle de quelques niveaux siliceux, épais d'une dizaine de centimètres, de la région de Vieux et de Souel. Ces niveaux siliceux semblent bien se placer dans les cycles sédimentaires comme ceux intercalés dans les calcaires lutéliens. L'équivalent des épisodes où les dépôts de lignites et de sapropèles se mettent en place dans la formation de Castres et de Labruguière (Série d'En Gasc) étant dans les calcaires de Cordes l'épisode où se déposent les « lignites de Cestayrols et de Granejols ».

V. — INTERPRÉTATION DES FAITS OBSERVÉS.

Si les formations calcaires dans les séries continentales de l'Aquitaine orientale sont nombreuses, la plupart sont dépourvues d'accidents siliceux. Lorsqu'ils existent, ils occupent des espaces précis au sein des formations encaissantes. Dans l'état de nos connaissances, l'apparition de ces accidents siliceux semble être déterminée par les facteurs suivants :

a) *Pour les « silicifications primaires » d'âge lutélien ou stampien.* L'étude des calcaires de Castres dans leur globalité apportent les précisions suivantes sur l'apparition des accidents siliceux à ces époques, elle semble être déterminée par deux facteurs conjugués :

— d'une part, un facteur paléogéographique. Les silicifications se sont mises en place généralement dans les parties distales vis-à-vis des rivages et dans un contexte de régression des eaux sans que cela implique un changement climatique ;

— d'autre part, un facteur paléoclimatique proprement dit. En analysant séquence par séquence, toutes les séries contenues dans cette formation épaisse de plus de cent mètres, il se dégage les principales péripiétés de l'évolution affectant le paléoenvironnement lacustre du Lutétien supérieur du Castrais. Ces principales péripiétés qui constituent la trame historique de la géologie locale se déroulant au sein d'un certain nombre de paléopaysages types. Ils sont au nombre de six :

1) le lac est au maximum de son remplissage possible, il transgresse ses rivages habituels, il creuse des beines d'érosion ;

2) la surface du lac se réduit, la végétation s'étend sur la zone inondable ;

3) la végétation périclite avec un nouveau recul

des eaux du lac et les effets d'un climat plus contrasté se marquent au niveau des phénomènes d'érosion et de la production de certains objets sédimentaires ;

4) les eaux sont basses dans le lac, et les lasses exondées ne se recouvrent plus de la moindre végétation ; la rigueur du climat contrasté se marque de plus en plus ;

5) les apports en provenance des cours d'eau permanents sont si réduits, que le problème de leur permanence est posé ; de plus, la sédimentation calcaire devient indigente ; des phénomènes de confinement apparaissent avec le stockage de matière organique ;

6) les conditions de dépôt sont semblables aux précédentes, à quelques détails près. Il n'y a plus de précipitation de carbonates, ou presque, sur une

FIG. 2. — Coupes dans les « Calcaires de Castres et de Labruguière » au niveau du sondage de La Fédial.

1 : débris bréchiqes de calcaires allochtones ; 2 : brèche de dessiccation et intraclastes remaniés ; 3 : brèches de dessiccation en place ; 4 : brunifications, traces de confinement avant exondation ; 4 b : fentes de dessiccation ; 5 : traces de racines ; 6 : silicification sans limite nette ; 7 : silicification en banc et pénétrant dans une fente de dessiccation ; 8 : thanatocoenose de Gastéropodes ; 9 : traces de terrier et bioturbation ; 10 : Laminæ contenant de la matière organique ; 11 : microstratification ; 12 a : figure de glissement et surface de glissement, 12 b : discontinuité ; arrêt de sédimentation, 12 c : stylolithes.

— *Analyse séquentielle* (analyse événementielle) :

a : remise en eau, ravinement ; b : apports d'allochtones et manifestations des influences issues des paléoenvironnements exondés voisins ; c : apports de coquilles, mise en place de thanatocoenoses ; d : sédimentation calcaire d'importance relativement forte ; e : sédimentation de calcaire et de produits organiques alternés, mise en place des laminites à sapropèle ; f : sédimentation calcaire à taux faible de précipitation, souvent phénomène de bioturbations ; g : mise en place de végétation, tendance à l'exondation ; h : exondation ; i : l'apparition des *Silicifications*.

— *Principaux événements* :

Coupe A : 1 : sur des calcaires brunifiés par le confinement des eaux avant leur exondation, s'étalent des produits de remaniement divers : débris des calcaires précédents délités par les effets de sécheresse, apports de produits ferrugènes en provenance des reliefs amont ; 2 : brèche de dessiccation en place, avec brunissement préalable d'un calcaire ayant perdu toute structure, sans doute par bioturbation ; 3 : mise en place d'un ciment envahissant la brèche de dessiccation, recouvrant le tout puis passant à une suite de dépôts d'apparence varvée ; 4 : reprise de la sédimentation calcaire redevenant plus abondante ; 5 : nouveaux dépôts de matière organique, mise en place de racines dans les sédiments, suivie d'une exondation ; 6 : dépôts microstratifiés de calcaire passant en 7 : à des arrivées de petits intraclastes ; 8 : sédimentation calcaire ralentie, bioturbation, mise en place de terriers ; 9 : rétablissement du régime des microstratifications du calcaire, le sommet de ce dépôt n'est pas connu ; 10 : apparition de fentes de dessiccation, les plus profondes (11) sont silicifiées ; 12 : ravinement de la formation précédente ; 13 : mise en place d'une thanatocoenose dans une phase de dépôts très riches en matière organique, provenant de la destruction éventuelle de végétation bordière marécageuse, lors de remises en eau brutales ; 14 : nouvelle apparition de fentes de dessiccation, suivie de leur recouvrement par un petit banc silicifié ; 15 : dépôt à la fois slumpé et bioturbé, il est silicifié ; 16 : discontinuité ; 17 : sédimentation de calcaire à microstratifications sporadiques ; 18 : arrêt de la sédimentation avec mise en place de fentes de dessiccation ; 19 : remise en eau du bief de sédimentation avec apport de matière organique et d'intraclastes divers, passant à des morceaux de calcaire allochtone de taille importante, ici des calcaires lithographiques correspondant à un autre milieu de dépôt.

Coupe B : 1 : sédimentation de calcaire microstratifié où sont placées quelques coquilles de Gastéropodes ; 2 : des stylolithes ; 3 : apparition progressive de matière organique dans les calcaires qui disparaît en (4) ; 5 : mise en place de laminites où alternent le dépôt de matière organique et de sédiment dépourvu de celle-ci ; 6 : récurrence des faciès vus en 5 ; 7 : sédimentation calcaire à microstratifications sporadiques ; 8 : mise en place de nouvelles laminites à matière organique ; 9 : la sédimentation devient plus turbulente avant de s'arrêter, l'exondation est en train de progressivement se faire, les zones de turbulence moyenne gagnent le centre du bassin, l'exondation totale du secteur se produit ensuite suivie de la silicification du sédiment exondé.

Coupe C : 14 : sédimentation de calcaire microstratifié, contenant sporadiquement de la matière organique ; 2 : dépôt sans matière organique ; 3-4-5 : dépôts slumpés, contenant de la matière organique, slumps de ravinement probablement par des courants sous-lacustres ; 6 : sédimentation de calcaire assez lente pour être bioturbée d'abord totalement, puis devenant plus rapide (traces de bioturbations devenant bien conservées) ; 9 : exondation, mise en place de végétation au cours de ce retrait des eaux, mise en place de silicification ; 10 : mise en place de produit de dessiccation remanié par une remise en eau brutale du bassin ; 11 : sédimentation calcaire à microstratifications sporadiques (passage de légers courants), présence de matière organique diffuse ; 12 : brèche d'éléments calcaires cimentés par une matrice riche en matière organique ; 13 : intraclastes allochtones provenant d'une zone exondé ; 14 : reprise de la sédimentation calcaire.

FIG. 2. — *Sections in the « Limestones of Castres and Labruguière » at the level of the La Fédial borehole.*

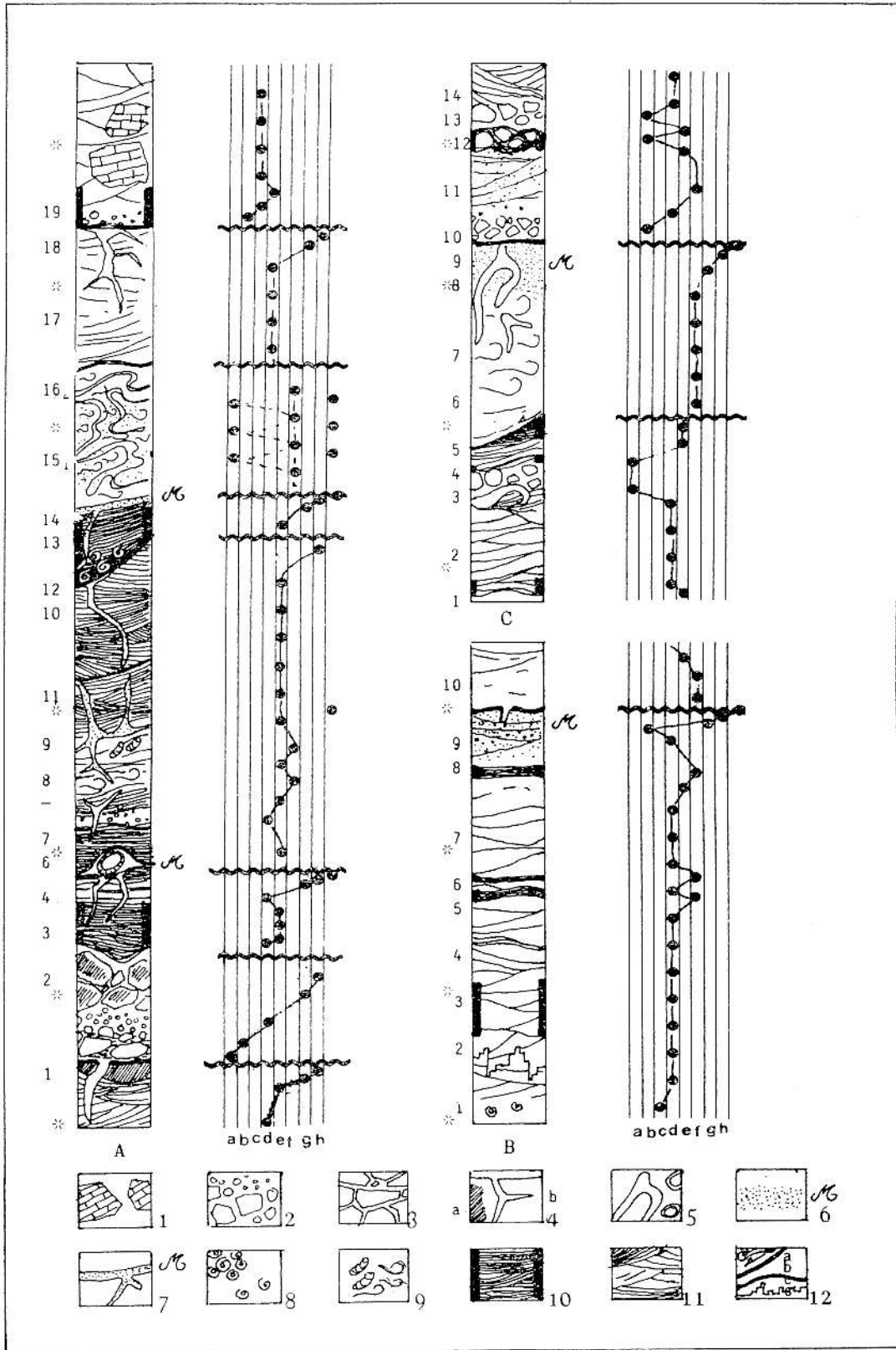


FIG. 2. — (Voir légende page ci-contre.)

grande partie du lac, mais une remise en eau des biefs se manifeste, les Cyanophycées se développent en beaux récifs accompagnés d'oncolithes.

Les accidents siliceux se mettent en place dans le cadre du cinquième paléopaysage. Ce qui pose de très nombreuses questions qui restent pour l'instant sans réponse assurée. Certes parmi les facteurs qui subordonnent l'existence d'un paléo-environnement type le degré d'aridité régnant sur un territoire joue un rôle non négligeable. La multiplication de certains termes séquentiels dans les coupes étudiées ne laisse aucun doute à ce sujet. Mais il est paradoxal que le paysage 5, cadre des phénomènes étudiés ici, soit aussi celui qui fossilise une grande quantité de matière organique parfois exploitable [Mouline, 1966]. Aussi l'étude sédimentologique complète des calcaires de Castres et de Labruguière apportera sans aucun doute des éléments de réponse. En particulier, elle situera mieux le rôle complémentaire qu'il convient d'attribuer à l'établissement d'un niveau de base local qui place la phase des dépôts ligniteux comme les prémisses de la grande phase d'extension de la surface lacustre en Castrais. De même, il faut souhaiter que les études palynologiques apportent des renseignements complémentaires utiles sur la flore à Schizocacées qui a pu se développer, au point que les témoignages de son existence abondent dans certains affleurements (En Gasc à l'Est de Labruguière). L'identification de plantes à phytolites ayant éventuellement existé d'une part, une meilleure approche des phénomènes paléopédogénétiques s'étant manifestée à ces périodes d'autre part, permettront peut-être d'explorer certaines des voies suggérées par Erhart [1973].

b) *Pour les « silicifications secondaires » apparues au sein des calcaires stampiens.* La mise en place de silicifications est mal élucidée. L'épaisseur colossale des meulièrementisations, leur répartition avec ce caractère inhabituel, sur de très grandes étendues au Nord du bassin de l'Albigeois, étonnent, posent à elles seules une question. Une hypothèse météorique des silicifications appliquée à ces ensembles n'est guère satisfaisante. Elle n'explique pas facilement la polarité de la répartition isograde de ces meulièrementisations très puissantes au contact de la faille limite du Dôme de la Grésigne et au Nord de Cordes et s'amenuisant dans les autres directions. De plus l'hypothèse hydrothermale de ces meulièrementisations à proximité de la faille de Villefranche ne peut dans l'état de nos connaissances être totalement éliminée.

L'existence d'une formation microdeltaïque, sans doute d'âge pliocène, très épaisse, juxtaposée aux calcaires de Cordes, a peut-être joué un rôle dans ces phénomènes de diagenèse. Cette formation détritique post-stampienne s'est mise en place, semble-t-il, derrière le barrage constitué par la faille limite dite de Villefranche. Elle aurait bloqué vers l'Ouest les écoulements du Cérou, contenus au Sud par les calcaires de Cordes. Cette formation est constituée de sables et graviers siliceux non ou peu consolidés, structurés en stratifications obliques et entrecroisées de faible hauteur : une vingtaine de centimètres généralement. Ces dépôts ont une trentaine de mètres d'épaisseur, ce qui induit à penser que le remplissage de ce bassin a duré un laps de temps important.

La juxtaposition de ces divers éléments suggère une percolation possible des eaux du Cérou pliocène à travers des calcaires de Cordes.

VI. — CONCLUSION.

En replaçant les accidents siliceux contenus dans les calcaires lacustres du Castrais et de l'Albigeois, l'aspect exceptionnel de leur manifestation est souligné. C'est dans des cadres paléogéographiques précis qu'ils apparaissent, avec une disposition quasi certaine des zones de dépôt en contrebas des sources de silice.

Pour les silicifications primaires, il est certain que les conditions climatiques de type aride, avec des phases climatiques contrastées, sont favorables à leur développement, mais ce développement pourrait bien être aussi lié à l'instauration de condition paléocéologique nouvelle favorable à une production végétale préalable. La simultanéité ou la subsimultanéité de la présence de la matière organique d'une part, des accidents siliceux primaires d'autre part, dans le Tertiaire du Castrais et de l'Albigeois, pose bel et bien le problème de son caractère non accidentel et des liens pouvant lier les deux faits.

Pour les silicifications secondaires tardives, même si les hypothèses hydrothermales et météoriques ne sont pas écartées, la juxtaposition à la même altitude des formations pliocènes du paléo Cérou et des calcaires stampiens de Cordes suggère la poursuite d'une recherche plus approfondie sur les phénomènes hydrogéologiques et des aspects géochimiques qu'ils impliquent qui ont pu se manifester dans cette région.

Références citées

- BIROT P. (1955). — Les méthodes de la morphologie. Orbis, Paris, P.U.F., 175 p.
 ERHART H. (1973). — Itinéraires géochimiques et cycle géologique du silicium. Paris, Doin, 247 p.
 MOULINE M. (1966). — Importance et répartition paléogéologique des silicifications dans les complexes fluviolacustres dits des « calcaires de Castres ». *Act. Soc. Lin.*, B. X., T 103, Sér. B, 8, 15 p.
 VASSEUR G. (1904). — Carte géologique au 80 000^e avec notice n° 219 Albi. *Serv. Carte. géol. France.*

- BIROT P. (1955). — Les méthodes de la morphologie. Orbis, Paris, P.U.F., 175 p.
 ERHART H. (1973). — Itinéraires géochimiques et cycle géologique du silicium. Paris, Doin, 247 p.
 MOULINE M. (1966). — Importance et répartition paléogéologique des silicifications dans les complexes fluviolacustres dits des « calcaires de Castres ». *Act. Soc. Lin.*, B. X., T 103, Sér. B, 8, 15 p.
 VASSEUR G. (1904). — Carte géologique au 80 000^e avec notice n° 219 Albi. *Serv. Carte. géol. France.*