Étude micrographique du crétacé supérieur du Vercors

Nicole Roubichou

▶ **To cite this version:**

Nicole Roubichou. Étude micrographique du crétacé supérieur du Vercors. Paléontologie. 1954. dumas-00974448

HAL Id: dumas-00974448

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00974448

Submitted on 7 Apr 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

(23 octobre 1954)

Nicole ROUBICHOU
1954

—

ETUDE MICROGRAPHIQUE

DU CRETACE SUPERIEUR

DU VERCORS

—

Mémoire présenté devant la Faculté des Sciences en vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Supérieures de Géologie et soutenu le 23 octobre 1954

Qu'il me soit permis de remercier ici tous ceux qui m'ont aidée de leur enseignement et de leurs conseils, en particulier Monsieur le Doyen MORET qui m'a constamment guidée dans mon travail.

Je ne manquerai pas de remercier Monsieur le Professeur BARBIER, ainsi que Messieurs MICHEL et DEBELMAS, pour l'attention bienveillante qu'ils ont apportée à cette étude.

L'objet du diplôme que je présente ici consiste en l'étude micrographique du Crétacé supérieur des chaînes subalpines des environs de Grenoble, mais cette étude se trouve limitée à la série qui s'étend entre Sassenage et Fontaine, et au gisement des couches à Orbitoides de Méaudre, toutes localités situées dans le Massif du Vercors.

Néanmoins, pour avoir un repère précis, j'ai fait débuter ma coupe à la "lumachelle" très caractéristique qui surmonte l'Urgonien, car il est difficile de repérer la limite exacte entre le Crétacé moyen et supérieur ; j'étudierai donc tout ce qui surmonte cette lumachelle, c'est-à-dire le Crétacé moyen, d'ailleurs peu développé, et surtout le Crétacé supérieur.

Le Crétacé moyen et supérieur forment, à cet endroit, sur le rebord occidental du grand pli faillé de Sassenage, de grands escarpements calcaires de couleur plus ou moins jaunâtre en général, très compacts, et atteignant parfois plus de 150 m. d'épaisseur. C'est le long de ces pittoresques falaises où de très nombreuses sources vives entretiennent une agréable fraîcheur, qu'ont été recueillis nos échantillons.

Je vais d'abord, dans un historique très bref, rappeler les travaux qui ont été faits, sur les étages moyens et supérieurs du Crétacé dans nos gisements. Après avoir donné un aperçu paléogéographique du Vercors à cette époque, j'exposerai la description géologique de mon terrain et enfin son étude micrographique.

I. HISTORIQUE

Ce n'est qu'en 1846, avec l'éminent géologue Charles LORY, que commence l'étude du Crétacé moyen et supérieur de notre région et les résultats qu'il en a déduits par la suite, ont peu varié depuis.

Dès 1836, le Crétacé inférieur avait été groupé sous le nom de Néocomien et en 1840, d'ORBIGNY dans sa "Paléontologie Française" (terrains crétacés) divise le Crétacé en Néocomien - Gault et Craie proprement dite, sudivisée elle-même en deux :

- une partie supérieure ou craie blanche, correspondant approximativement au Sénonien ;
- une partie inférieure ou craie chloritée dont le Cénomanien représente la base et le Turonien le sommet.

En 1846, Ch. LORY indique déjà la superposition des lauzes et de la craie supérieure dans le gisement de Fontaine, mais leur attribution à un étage précis est encore douteuse et ce n'est qu'en 1857, que ce même géologue dans une "note sur une excursion à Sassenage" montre que : les calcaires à Silex de Fontaine, surmontant les lauzes, ne sont que le prolongement de la craie blanche du massif de la Grande Chartreuse qui contient les fossiles caractéristiques de la craie du Bassin de Paris ; quant aux lauzes sous-jacentes, par induction stratigraphique il les fait correspondre à la partie supérieure de la craie chloritée, c'est-à-dire au Turonien. Le Cénomanien manque à Sasse-

nage, mais est signalé dès à présent à la Fauge. La partie gréseuse des lauzes repose sur le Gault : conglomérat grossier dont la "lumachelle" est considérée comme la base.

Mais en 1880, Ch. LORY va trouver dans ces lauzes un fossile très intéressant : Belemnitella mucronata, même à la partie inférieure, de sorte que toutes ces lauzes doivent être rapportées, non au Turonien, mais à la craie blanche, comme les calcaires à Silex. Elles reposent directement sur le Gault, et il n'y a pas de Turonien.

Par la suite, de nombreux géologues grenoblois, W. KILIAN, Ch. JACOB, M. BREISTROFFER, P. LORY ont étudié le Crétacé moyen du Vercors et ont montré la présence indiscutable d'Albien et de Cénomanien, ce dernier étant localisé au gisement de la Fauge ; mais nulle part ils n'ont signalé de fossiles turoniens.

Donc, si on admet que lauzes et calcaires à silex appartiennent au Sénonien, l'attribution des couches gréseuses de base, surmontant immédiatement le Gault, reste douteuse car elles sont dépourvues de macrofossiles et d'après la faune d'Ammonites et de Bélemnites recueillies, même l'Emschérien n'existerait pas dans notre région.

En résumé, au-dessus du Gault de Sassenage, après une lacune du Cénomanien, Turonien et Emschérien, les lauzes correspondraient au Campanien et les calcaires à silex au Campanien supérieur - Maestrichtien ? car les couches à Orbitoides de Méaudre qui représentent la partie supérieure de ces calcaires, ont une faune bien étudiée par V. PAQUIER et qui, en bien des points, est identique à celle de Maëstricht.

Résumé de nos connaissances actuelles du Crétacé moyen et supérieur sur le gisement de Sassenage en particulier, par l'étude de la macrofaune.

		Sassenage	Vercors
CRETACE Supérieur	Maëstrichtien	Calcaires à Silex ?	Couches à Orbitoides Calcaire à silex?
	Campanien	Lauzes	Lauzes
	Emschérien	manque	manque
Moyen	Turonien	manque	manque
	Cénomanien	manque	Grès blanc de Fauge
	Albien	Couche phosphatée et sables verts	
		Lumachelle	Lumachelle

II. SITUATION PALEOGEOGRAPHIQUE DU VERCORS, AU CRETACE.

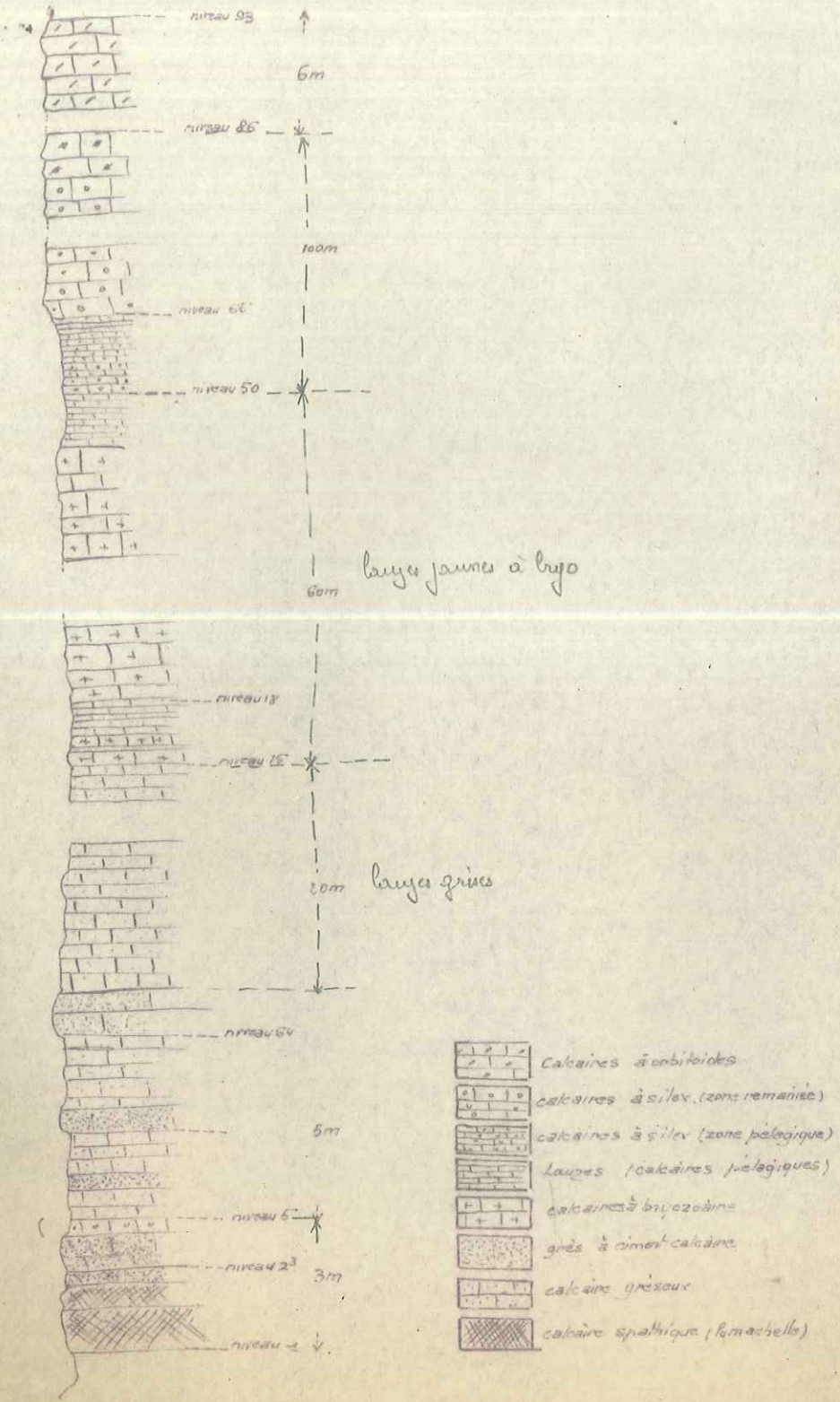
Il est nécessaire je crois, de rappeler très rapidement la position paléogéographique des chaînes subalpines dès le Jurassique.

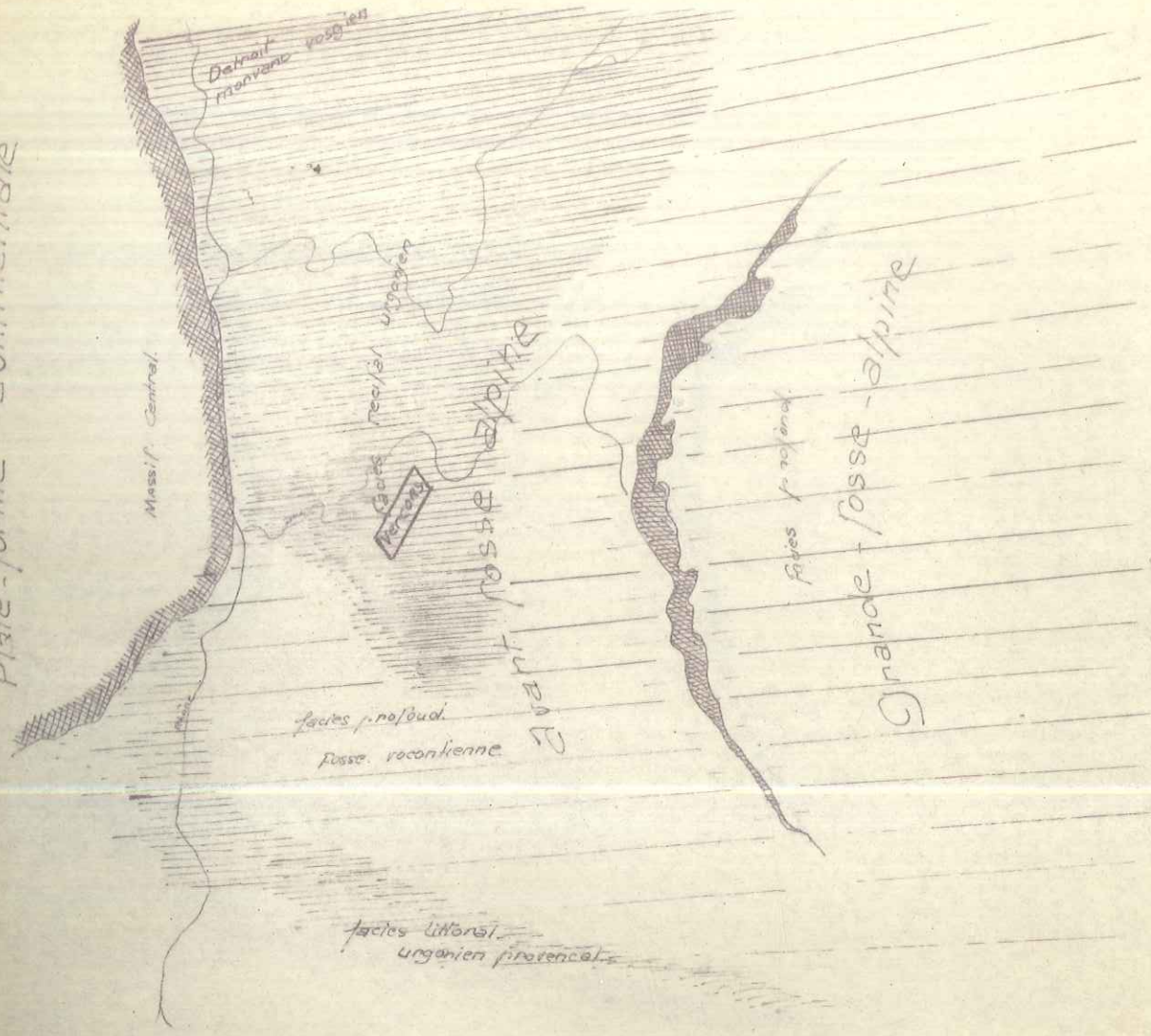
En effet, c'est à partir de cette période que vont s'individualiser 2 grands ensembles correspondant en France, à la mer alpine à E, domaine d'une sédimentation profonde s'étendant approximativement sur les Alpes et les régions méditerranéennes, et un vaste continent à W, recouvert par des mers épicontinentales peu profondes.

La ligne de rivage correspondrait à la bordure orientale du Massif Central, du Bassin de Paris et du Jura, suivant les époques, car elle n'est pas fixe et nos chaînes subalpines qui occupent une position intermédiaire entre ces 2 grandes zônes, auront tantôt des faciès profonds, tantôt des faciès plus littoraux quoique toujours

Coupe du crétacé moyen et supérieur

de Sassenage - Méaudre.





Situation paléogéographique du Vercors à la fin du crétacé inf.²

- régions émergées ou hauts fonds
- faciès récifal urgonien
- faciès profond

marins.

Dès la fin du Trias, on a donc d'E en W :

- la grande fosse alpine, zône de sédimentation vaseuse profonde, séparée par une série d'îlots ou de hauts-fonds ;
- la cordillère briançonnaise, d'une avant-fosse alpine plus occidentale, moins profonde, et se situant à l'emplacement des chaînes subalpines.

Pendant tout le Jurassique, notre région va correspondre à une sédimentation uniformément vaseuse, d'autant plus profonde que l'on se rapproche de la cordillère briançonnaise et ce régime va se continuer en partie durant le Crétacé inférieur mais avec moins d'uniformité, car les faciès littoraux de bordure, ceux du Jura en particulier, vont envahir à plusieurs reprises nos chaînes et c'est ainsi que le Crétacé inférieur se termine, comme l'indique la carte n° 1, par les formations récifales de l'Urgonien qui se sont étendues plus à l'Est.

Avec le Crétacé moyen apparaît une nouvelle zône émergée correspondant à l'isthme durancien. Cet isthme s'étend à l'Est des Maures et l'Estérel, jusqu'au Massif Central (carte n° 2). La mer alpine se trouvait donc limitée vers le Sud par cet isthme, vers l'W par le Massif Central et elle communiquait largement vers le Nord avec la mer épicontinentale du Bassin de Paris, par le détroit morvano-vosgien.

C'est alors que le Crétacé moyen va s'individualiser nettement dans notre région, car il survient un brusque changement dans le rythme de sédimentation. Dans cette partie occidentale toujours peu profonde de l'avant-fosse alpine, de violents courants sous-marins vont raviner le fond rocheux urgonien. Les sables déposés au gré des courants vont donner les grès verdâtres glauconieux caractéristiques et ce même régime se continue pendant tout l'Albien.

Au Cénomanien, correspond toujours une zône de faciès côtier, néritique peu profond, où les courants s'atténuent et où la glauconie diminue peu à peu.

Nous avons vu que l'étude de la faune macroscopique indiquerait une lacune générale du Turonien et même de l'Emschérien, peut-être est-ce une émersion, l'absence de sédiments continentaux datant de cette époque résultant de leur destruction par la mer sénonienne transgressive et, toujours par l'étude de la macrofaune, on considère que cette transgression débute au Campanien.

Au moment où la mer, par ailleurs, abandonne les chaînes subalpines méridionales où Campanien et Maestrichtien marins ne sont pas représentés, elle envahit les chaînes subalpines septentrionales pour y rester jusqu'à la fin du Maestrichtien. Les calcaires sénoniens correspondent à un approfondissement de la mer d'autant plus marqué que l'on se dirige vers le Nord ; là elle rejoignait la mer profonde briançonnaise et communiquait largement vers l'W avec le Bassin de Paris par la région du Jura, comme l'indique sa faune septentrionale de Bélemnitelles.

L'étude micrographique du Vercors va nous montrer un faciès qui, surtout au sommet, est intermédiaire entre le faciès plutôt littoral du Dévoluy et le faciès profond pélagique de la Chartreuse.

L'absence de Danien indique que notre région était déjà émergée à cette époque et elle va le rester pendant tout le Nummulitique.

III. DESCRIPTION GEOLOGIQUE DU GISEMENT SASSENAGE - BALMES DE FONTAINE, OÙ ONT ETE PRELEVES NOS ECHANTILLONS.

La grande falaise urgonienne limitant vers le Sud le clos Michal au lieudit "la Poya" est surmontée d'une deuxième falaise, plus petite. C'est à sa base que débute notre coupe.

D'abord quelques affleurements difficiles à étudier, car recouverts en grande partie par les broussailles ou les éboulis, sont formés d'un calcaire roux, grossière-

ment cristallin en cassure avec de nombreuses facettes miroitantes et où des graviers de quartz sont facilement visibles à l'oeil nu. Ce sont des calcaires à entroques gréseux, correspondant à ce que les anciens géologues grenoblois appelaient la lumachelle.

Cette assise qui ne mesure que quelques mètres d'épaisseur passe en continuité à des calcaires toujours à entroques, mais d'aspect plus finement cristallin et où la glauconie est plus rarement oxydée. Ils sont suivis de calcaires gris, mais très finement gréseux et glauconieux.

En continuant à monter dans les éboulis, les couches étant toujours redressées dans le même sens E-W, nous rencontrons de nouvelles assises de plus en plus supérieures. Elles ont perdu cet aspect cristallin, ce sont des grès : ils atteignent de 3 à 4 m. d'épaisseur, sont plus ou moins grossiers mais toujours glauconieux.

A leur partie supérieure et constituant un excellent repère se trouve une assise continue, d'approximativement 5 cm. d'épaisseur, formée uniquement de silex noirs alignés dans le sens de la stratification. Ils sont inclus dans un calcaire très fin, glauconieux, ayant à peu près 50 cm. d'épaisseur avec une structure qui apparaît très hétérogène parfois. Ils montrent, et ceci est même visible à l'échelle de l'échantillon, des zônes gréseuses et glauconieuses et d'autres de calcaires très fins.

Des calcaires grisâtres siliceux, plus ou moins gréseux suivant les niveaux et formant à eux seuls toute la partie visible de la falaise non cachée par la végétation, surmontent ces couches. Ils présentent une alternance à peu près régulière de bancs compacts de 20 cm. environ et de bancs très minces de 0,5 à 1 cm. Ces calcaires gréseux sont de plus en plus fins quand on s'élève, mais quelques-uns très sableux sont de véritables

grès à ciment calcaire, comme l'assise terminale formant le replat de la falaise.

Ils sont suivis de nouvelles formations, les lauzes, appelées ainsi parce qu'elles se présentent en bancs bien stratifiés, se débitant facilement en grandes dalles. Ces lauzes forment, avec les calcaires à silex qui les surmontent, les grandes falaises qui bordent la plaine jusqu'aux Balmes de Fontaine.

La succession des différents faciès que l'on y rencontre est la suivante :

- A la base les "lauzes grises", d'un gris bleuâtre, débutant par des formations encore gréseuses qui continuent le régime des calcaires à grain fin, rarement mêlés de sable siliceux. Elles se rencontrent dans la carrière Nord abandonnée et forment les parois abruptes du chemin du "Coup de Sabre" atteignant environ 20 m. d'épaisseur.
- C'est alors que l'on arrive à une zône que l'on pourrait appeler intermédiaire et où le faciès pélagique précédent se trouve intercalé entre de nouveaux calcaires, tout à fait différents, gréseux, jaunâtres, qui peu à peu constituent à eux seuls les couches suivantes :

Ces calcaires forment un nouvel ensemble, les "lauzes jaunes", caractérisées essentiellement par l'abondance des Bryozoaires. Exploitées pour moëllons dans la deuxième carrière, elles correspondent à une épaisseur assez grande puisque par endroit elles atteignent une soixantaine de mètres. Leur partie supérieure passe insensiblement à des couches encore glauconieuses mais à grain fin, qui correspondent à des calcaires vaseux pélagiques. Ce sont ces calcaires, où peu à peu apparaissent des silex, qui forment le passage avec les calcaires à silex suivants.

- Les calcaires à silex formant les falaises blanches des Balmes de Fontaine où les couches sont à peu près horizontales, se différencient des lauzes par leur aspect plus compact, car la stratigraphie, bien qu'existant, est le plus souvent masquée, et surtout par la présence de silex.

Ceux-ci, blonds ou noirs, ressortent sur le fond blanc du calcaire et sont presque toujours alignés dans le sens des couches. Si on regarde plus attentivement ces calcaires, on voit qu'au milieu de leur pâte blanche, plus ou moins cristalline et grossière, et sans grains de quartz, les taches vertes de glauconie diminuent peu à peu pour disparaître complètement au bout de quelques mètres.

C'est avec ces calcaires à silex, qui atteignent une centaine de mètres à Fontaine, que s'arrête notre coupe du Sénonien.

GISEMENT de MEAUDRE

Pour avoir les couches terminales fossilifères, il faut aller jusqu'à Méaudre ou, plus exactement, jusqu'au village de la Périnière, sur le bord de la route d'Autrans à Méaudre. Là, les calcaires à silex blancs-jaunâtres, plus ou moins rosés parfois et qui présentent le même faciès que les couches tout à fait supérieures de Sassenage, sont recouverts sur un espace d'ailleurs assez restreint, des fameuses couches à Orbitoïdes.

Ce sont des calcaires jaunes, compacts, dépourvus de silex, atteignant de 4 à 5 m. d'épaisseur et qui sont bourrés de ~~petits~~ gros Foraminifères lenticulaires du groupe des Orbitoïdés.

C'est avec ces calcaires, qui représentent toujours comme le montre l'étude microscopique l'étage maëstrichtien, que se termine notre Crétacé supérieur.

IV. ETUDE MICROGRAPHIQUE

Les échantillons qui ont servi de matériel pour la fabrication des lames minces ont été prélevés le long de la coupe que je viens de décrire et ceci environ tous les 2 mètres. Néanmoins, dans de nombreux cas, lorsqu'une plus courte variation de faciès était visible sur le terrain, les prélèvements ont été plus rapprochés, ce qui est le cas en particulier pour les couches gréseuses surmontant la lumachelle.

Toutes les coupes minces sont numérotées en partant de la base, de 1 à 49 pour lumachelle, grès et lauzes; de 50 à 85 pour les calcaires à silex; enfin de 87 à 93 pour les couches à Orbitoïdes de Méaudre, comme l'indique la coupe de la page 10

Avant d'aborder l'étude successive de chacune d'elles, j'exposerai très brièvement ma méthode de travail.

En ce qui concerne les minéraux détritiques en particulier, j'indiquerai simplement leur taille et leur fréquence relative sans déterminer exactement chacun d'eux, car leur étude en lumière polarisée nécessite des coupes très minces ; or si l'on pousse trop loin cette usure, la microstructure des organismes disparaît en partie et il devient bien plus difficile de les identifier.

Pour les organismes, mon but n'est pas non plus une détermination rigoureuse car, dans ce cas, il faudrait avant tout dégager par lavage les micro-organismes ; en coupe mince, la détermination spécifique est très souvent impossible, le genre n'est pas toujours très précis et l'attribution à tel groupe zoologique plutôt qu'à tel autre est parfois assez incertaine.

Ce qui me semble intéressant, c'est l'étude des formes benthiques et pélagiques en général, de leur aspect, leurs proportions relatives, leurs variations au cours des temps et en combinant d'une façon logique les observations faunistiques et minéralogiques essayer d'en dé-

duire, très approximativement, l'état de la mer à cette époque.

Coupe 1. "lumachelle".

Notre coupe débute, comme nous l'avons vu, par un calcaire appelé lumachelle mais correspondant à un calcaire à entroques, qui, par sa faune macroscopique daterait de l'Aptien supérieur . Néanmoins, comme il constitue un excellent repère de base pour le Crétacé moyen je le décrirai rapidement :

- C'est un calcaire roux, compact, grossièrement cristallin;en cassure, il présente de nombreuses facettes miroitantes dues à la transformation en cristaux de calcite de débris de squelettes d'Echinodermes. Il apparaît tacheté de nombreux points noirs correspondant à de petits grains oxydés de glauconie.

Minéraux détritiques. Ils sont nombreux représentés essentiellement par des grains de quarts, de taille moyenne, souvent très mal roulés, parfois groupés en nids. Quelques-uns très grands correspondent à de gros graviers visibles à l'oeil nu.

Minéraux accessoires. Seule est présente la glauconie en grains de taille moyenne, le plus souvent oxydés.

Organismes. Ils forment la plus grande partie de la roche. Ce sont pour la plupart des débris d'Echinodermes facilement reconnaissables à leur structure réticulée très souvent soulignée par la glauconie. Il est évidemment difficile d'attribuer la part de crinoïdes et d'oursins mais, certains fragments subcirculaires, formés d'un tissu très fin et très serré indifférencié, à structure radiée et possèdant un canal axial de très petit calibre, doivent sans aucun doute être rapportés à des articles de crinoïdes.

En proportion plus faible se trouvent des débris de Mollusques et de Brachiopodes, ces derniers reconnaissables

à leur couche prismatique perforée de nombreux canaux.

Ciment Peu important, il est formé de calcite moyennement cristallisée mêlée à de très fines particules argileuses.

Coupe 2. (Photo Pl. I - 1).

La coupe précédente passe en continuité à des calcaires toujours à entroques grisâtres mais à cassure plus finement cristalline avec de très petits grains de glauconie.

Minéraux détritiques. Ils sont comme précédemment, essentiellement représentés par des grains de quartz de taille moyenne et à contours généralement anguleux ; très irrégulièrement disposés, le plus souvent groupés en nids, leur fréquence, quoique plus élevée, est toujours assez faible.

Minéraux accessoires. La glauconie présente n'est représentée que par de rares petits grains à contours arrondis.

Organismes. Identiques aux précédents, leurs débris sont généralement de taille plus grande. Après les Echinodermes représentés à côté d'articles de crinoïdes par d'assez fréquentes plaques d'oursins, viennent de rares fragments de Bryozoaires et quelques restes de Mollusques. Les foraminifères ne jouent qu'un rôle insignifiant : Textulaires arénacés de petite taille et quelques Lagénidés calcaires à test épais du genre Dentalina sont les seuls représentants.

Ciment. Formé de calcite plus largement cristallisée, il occupe une place guère plus importante.

Donc: Calcaire très littoral, essentiellement organique.

Coupe n° 2^1.

Un faciès plus détritique commence à apparaître avec

un calcaire plus gréseux et glauconieux, ayant perdu cet aspect cristallin.

Minéraux détritiques. Représentés par des grains de très petite taille, peu anguleux en général et régulièrement disposés ; leur fréquence quia faiblement augmentée est moyenne.

Minéraux accessoires. La glauconie, plus abondante, est représentée comme le quartz, par grains de petite taille.

Organismes. Les restes d'Echinodermes, de Bryozoaires, de Mollusques, très fragmentés et à structure parfois difficilement reconnaissable, sont les seuls visibles. ~~Comme précédemment~~. Comme précédemment, nous avons donc toujours une faune uniquement benthique.

Ciment. La calcite moyennement cristallisée qui le constitue est interrompue par de nombreuses zônes sombres, d'aspect nuageux, correspondant à de fines particules argileuses agglomérées.

Coupe n° 2^3 (Photo Pl. I - 2.

Nous arrivons à un véritable grès à ciment calcaire où grains de quartz et de glauconie représentent à eux seuls plus des 3/4 de la roche.

Minéraux détritiques. De taille très irrégulière avec de petits grains anguleux, quelques rares grands éléments mais la plupart de taille moyenne, le quartz a une fréquence très élevée ; la muscovite, quoique moins abondante, est fréquente.

Minéraux accessoires. De fréquence très élevée, la moitié de celle du quartz approximativement, la glauconie se présente en grains moyens, arrondis et le plus souvent oxydés.

Organismes. Très rares. Les seules formes observées sont de petits Rotalidés arénacés peu nombreux, mêlés à des fragments d'Echinodermes et de Bryozoaires.

Ciment. Formé de calcite moyennement cristallisée, il n'occupe qu'une faible place.

Donc : Formation toujours littorale d'un grès à très rares organismes.

Coupe n° 3 (Photo Pl. I - 3).

Faciès toujours détritique de grès fin glauconieux.

Minéraux détritiques. Ils sont en diminution : les grains de grande taille avec de rares très grands éléments arrondis sont nombreux, formant par place près de 40 % de l'ensemble. Fréquence donc élevée.

Minéraux accessoires. La glauconie, toujours plus abondante, continue à augmenter, sa fréquence atteint celle du quartz et parfois même la dépasse. Elle forme des grains arrondis ou très irréguliers, agglomérés souvent en taches vertes ou brunes quand elle est oxydée.

Organismes. Toujours faiblement représentés ; les Textularidés et les Rotalidés arénacés, de petite taille, forment l'essentiel de la faune.

Ciment. De calcite moyennement cristallisé, il renferme des zônes argileuses plus nombreuses.

Donc : Niveau identique mais un peu moins gréseux.

Coupe N° 3^1 (Photo Pl. II - 1).

Grès formé d'éléments plus grossiers.

Minéraux détritiques. Prédominants, ils sont formés d'éléments de très grande taille, très roulés, à répartition irrégulière et dont la plupart sont parcourus en tous sens par de nombreuses stries.

Minéraux accessoires. La fréquence de la glauconie diminue ainsi que la taille des grains mais on note la présence de grosses plaques de phosphate de chaux englobant de nombreux grains de quartz et de glauconie.

Organismes. Un peu plus abondants que précédemment, ils sont formés de fragments très brisés d'Echinodermes, de Mollusques, et accessoirement de Bryozoaires dont l'intérieur des loges est souvent empli d'argiles. Les foraminifères arénacés, très petits toujours, sont rares.

Ciment. Se caractérise par sa grande hétérogénéité, alors que certaines zônes sont formées de calcite moyennement cristallisée, d'autres de calcite très finement cristallisée sont intimement mêlées à des particules argileuses.

Quoique n'entrant pas pour moitié dans la constitution de l'ensemble, il l'emporte largement sur les organismes.

Donc très grossiers, à très gros éléments correspondant à une brusque augmentation du diamètre des grains de quartz tandis que la fréquence reste la même.

Coupe n° 4 (Photo Pl. II - 2.).

Les assises devenant de plus en plus gréseuses, on aboutit à un grès friable, très glauconieux mais plus fin et représentant parfois de gros graviers de quartz, irrégulièrement répartis et peu nombreux.

Minéraux détritiques. Les grains de quartz plus anguleux ont diminué très brusquement de taille tandis que leur fréquence reste élevée.

Minéraux accessoires. A la glauconie toujours identique et de fréquence élevée s'ajoute du phosphate de chaux peu abondant.

Organismes. Les Spongiaires forment le groupe prédominant. Les spicules assez irrégulièrement répartis constituent par endroits un véritable feutrage comparable à celui d'une gaize ; les spicules monoaxes, brisés mais robustes, sont les plus nombreux, quelques formes triradiées se rapportent aux Tetractinellidés.
Tous sont plus ou moins modifiés par la fossilisation, la

plupart ayant un canal fortement élargi, comblé par de l'opale ou par des particules très fines du ciment ; rares sont les formes au canal étroit et vide. On rencontre de nombreux débris de calcaires dont la plupart doivent se rapporter au groupe des Bryozoaires et des Echinodermes, parmi ces derniers certains fragments de grande taille montrent une structure réticulée bien conservée.

Les Rotalidés arénacés sont rares.

Ciment. Vaseux, formé d'un mélange intime de calcite en très menus éléments et d'argile dont la proportion a notamment augmenté, il prédomine.

Donc : Grès fin à ciment vaseux contenant de nombreux spicules de Spongiaires.

Coupe nº 5 (Photo Pl. II - 3 ; Pl. III 1. dessins Pl. I - 1).

Au sommet de cette zône gréseuse apparaît brusquement un faciès différent de calcaires sublithographiques grisâtres, avec à leur base une assise à peu près continue de silex noirs.

L'échantillon 5 sur lequel a été fait cette coupe, provient de la base de ces calcaires sous les silex. C'est un calcaire gris, très fin.

Minéraux détritiques : Plutôt rares, ils sont représentés par quelques grains de quartz de petite taille, anguleux, et d'autres plus grands aux contours arrondis.

Minéraux accessoires. Comme pour le quartz, on note une forte chute de fréquence de la glauconie représentée par de petits grains.

Organismes. Brusque changement:à une faune essentiellement benthique jusqu'à présent, se superpose une faune pélagique où les foraminifères sont prédominants du moins si l'on considère les organismes reconnaissables. Car en effet il existe une foule de débris, tous petits

et aux contours généralement peu roulés ; parfois soudés les uns aux autres en certaines zônes, ou le plus souvent dispersés dans le ciment vaseux ils forment près de 30 % de la roche.

- Les Lagénidés sont particulièrement abondants à ce niveau, représentés par des formes uniloculaires à test calcaire mince, souvent comblées par de la calcite secondaire ; les genres Lagena et Fissurina prédominent.

Aux Gumbélines apparaissant moins nombreuses que les Lagénidés, sont associées quelques Globigérines et Globorotalidés. Parmi ces derniers, on peut reconnaître le genre Glohotruncana avec Globotruncano Tapparenti lapparenti Bolli. (Turonien - Campanien. sup Maestrichtien) dont un exemplaire est entièrement calcifié.

- Les Spongiaires, prépondérants dans les grès précédents, sont, quoique moins nombreux, assez bien représentés. Les spicules répartis de façon très irrégulière sont un mélange de formes grêles les plus abondantes et de tronçons robustes. La plupart sont monoaxes et très brisés ; quelques spicules triradiés sont entièrement calcifiés.

La faune benthique, à part les Spongiaires et les multiples débris indéterminables dont la plus grande partie doit appartenir à des restes de Bryozoaires, n'est plus représentée que par de rares Textularia arénacés de grande taille, très épais, et quelques grands Miliolidés.

Ciment. Occupant à lui seul bien plus des 3/4 de la roche, il est toujours formé de menus éléments de calcite et d'argile intimément mélangés.

Donc : Niveau de calcaire fin, très différent des précédents, et où les organismes pélagiques sont prédominants. L'étude de quelques éclats de silex noirs montre un véritable feutrage de spicules de Spongiaires grêles, mêlés à de très rares débris indéterminables.

Coupe n° 5^1 (Dessins Pl. 1 - 2 - 3).

Ce calcaire, contenant les silex, passe à sa partie supérieure à un calcaire grisâtre, toujours sublithographique, mais de structure par endroits très hétérogène ; il est traversé par des zônes finement gréseuses et glauconieuses constituant des sortes d'enclaves ; là, de nombreux grains de quartz de taille moyenne en général, à part la présence de grands éléments, sont réunis à des grains de glauconie plus petits, arrondis, mais aussi très abondants, par un ciment vaseux à Globigérines et Gumbélines ; souvent on y trouve de très grands fragments de Bryozoaires très peu roulés.
A part ces enclaves, la microstructure des zônes calcaires est absolument identique à celle de la coupe précédente : Lagénides, Gumbelines et Globigérines mêlées à de grands foraminifères calcaires d'ailleurs très brisés et spicules calcifiés très fins sont les seuls organismes observés.

Parmi les Globotruncaha, toujours

- Globotruncana lapparenti lapparenti Bolli.

Ces déterminations de Globotruncana ainsi que les suivantes ont été faites par comparaison avec les formes décrites par BOLLI sur le Crétacé supérieur des nappes helvétiques. Cet auteur a pu vérifier la répartition de la microfaune par l'échelle de macrofaune établie par A. HEIM et J. BOEHM et donner ainsi une base d'étude pour les séries compréhensives dépourvues de macrofaunes.

Coupe n° 5^2 (Phot. Pl. III-2, Dessins Pl. I - II - III).

En s'élevant le long de ces calcaires, on constate que la proportion de grains de quartz qui, comme nous l'avons vu était faible au niveau des silex, augmente dans le calcaire qui devient plus gréseux sans que son apparence se modifie autrement. Il se présente comme un calcaire subli-

thographique grisâtre.

Minéraux détritiques. Les grains de quartz sont tous de petite taille aux formes anguleuses et régulièrement répartis ; la fréquence qui a brusquement augmenté est moyenne.

Minéraux secondaires. La glauconie suit le quartz dans son augmentation, mais elle est assez rare ; présence de quelques grains de phosphate de chaux.

Organismes. Comme précédemment, les foraminifères prédominent, du moins si l'on considère les organismes déterminables, car approximativement 50 % de la roche sont formés de débris calcaires ayant sans doute une origine organique mais qu'il est impossible d'attribuer à un groupe quelconque. Les restes de Bryozoaires allant de fragments assez gros à des éléments très fins, doivent y être largement représentés, tous sont roulés et souvent altérés.

Parmi les foraminifères, ce sont les Globotruncana qui sont les plus abondants ; ils sont représentés par une grande variété de formes à test calcaire généralement épais et dont l'intérieur des loges, suivant les caprices de la fossilisation, est tantôt calcifié, tantôt rempli de ciment vaseux et tantôt même d'opale.

Ces Globotruncana, déjà rencontrés en petit nombre dans les niveaux pélagiques précédents, sont très intéressants car ce sont les seuls organismes microscopiques présents qui nous permettent de dater nos couches. Ce sont :

- Globotruncana lapparenti inflata Bolli (Turonien inf.) représenté par plusieurs exemplaires correspondant bien à la description donnée par BOLLI. Les tours internes rappellent ceux de lapparenti avec les deux carènes mais les dernières loges, ou seulement la dernière, perdent leurs carènes pour devenir plus ou moins sphériques et à cloison généralement plus mince.
- Globotruncana lapparenti bulloides Vogler (Turonien, Coniacien, Santonien inf.), avec des loges sphériques saillantes ;
- Globotruncana lapparenti lapparenti Bolli (Turonien-

Campanien, qui sont avec les suivantes de plus en plus nombreuses. Les faces dorsales et ventrales sont parallèles, de même que les côtés pourvus de deux carènes.

- Globotruncana lapparenti tricarinata Quereau (Turonien-Maestrichtien) qui porte une troisième carène sur le bord de la cavité ombilicale.

Parmi les Globorotalidés, signalons à côté de Globotruncana, le genre Globorotalia, abondamment représenté.

D'assez nombreuses Gumbèlines et Globigérines à test calcaire très mince déterminent cette faune pélagique.

Les Lagénides sont toujours présents, aux genres précédents s'ajoutent des formes de plus grande taille du genre Dentalina.

Présence de Buliminidés, mais rares.

La faune benthique, très réduite, est formée comme précédemment de quelques Rotalidés arénacés et grands Textularia très épais.

Ciment. Toujours vaseux, formé d'argile et de calcite finement cristallisée, il est en réduction aux dépens des débris organiques indéterminables.

Coupe N° 6 (Dessins Pl. IV, 1-2-3).

Peu différent du précédent, c'est toujours un faciès de calcaire fin.

Les Minéraux détritiques et accessoires sont dans les mêmes proportions, on peut signaler une faible augmentation du quartz et de la glauconie.

Les Organismes ne prédominent pas, du moins si l'on fait abstraction des débris, et ils sont nombreux, dont l'origine organique est encore visible.

Le Globorotalidés et parmi eux les Globotruncana sont les plus abondants ; persistance de deux formes déjà rencontrées :

-Globotruncana lapparenti inflata Bolli

-Globotruncana lapparenti tricarinata Quéreau.

Toujours présence de Buliminidés calcaires. Les grands Textularidés arenacés sont en augmentation ainsi que les Rotalidés arenacés de petite taille.

Donc : Ce niveau comme le précédent est toujours vaseux avec prédominance des organismes pélagiques quoique les débris calcaires fins, indéterminables y soient abondants. Les Globotruncana, particulièrement nombreux, indiqueraient un âge turonien, l'espèce Globotruncana inflata Bolli étant caractéristique de cet étage ; nous ne la retrouvons pas d'ailleurs, dans les couches suivantes.

Coupe n° 6^1 (Phot. Pl. III - 3 ; Dessins Pl. IV 4-5-6-7).

L'enrichissement en particules détritiques augmentant, on aboutit à un véritable grès très fin et glauconieux.

Minéraux détritiques. Prédominants, ils forment plus des 3/4 de l'ensemble. Brusque augmentation de taille et de fréquence des grains de quartz qui, moyens, très anguleux et assez régulièrement répartis, ont une fréquence très élevée.

Minéraux accessoires. La glauconie également plus importante perd souvent son allure caractéristique de grains pour se présenter sous forme de taches irrégulières, parfois oxydées. Rares grains de phosphate de chaux englobant parfois des éléments de quartz.

Organismes. Quoique l'on soit dans un niveau très détritique, les mêmes formes pélagiques s'y rencontrent. Globigérines et Gumbélines sont abondantes ainsi que Globotruncana présentant souvent un test calcaire plus épais ; on y reconnaît :

- Globotruncan lapparenti lapparenti Bolli ;
- Globotruncana lapparenti tricarinata Quéreau ;

Les débris organiques, dont la plupart se rapportent aux Bryozoaires, sont prédominants, dispersés dans le ciment. Toujours Lagénides et Buliminidés. Les grands Textularidés arénacés sont plus rares.

Ciment. Vu la prédominance des minéraux détritiques et des débris, le ciment vaseux n'a qu'une place assez réduite.

Donc : Grès à ciment vaseux avec toujours organismes pélagiques.

Coupe n° 6^2 (Phot. Pl. IV, 1-2 ; Dessins Pl. IV, 8).

Le niveau correspondant est formé d'un grès grisâtre plus fin que le précédent où les grains de quartz occupent moins de 50 % de la roche.

Minéraux détritiques. Ils sont de taille moyenne, légèrement plus petits mais irrégulièrement répartis, avec de temps en temps de gros éléments isolés. La fréquence qui a diminué reste élevée.

Minéraux accessoires. Augmentation des grains, souvent fendillés, de glauconie ainsi que du phosphate de chaux.

Organismes. A part les Spongiaires ils sont médiocrement représentés. Les spicules d'éponges monoaxes prédominent. Leur canal est le plus souvent élargi, comblé par le ciment ou par l'opale ; très nombreux, ils s'enchevêtrent par endroits.

Les foraminifères pélagiques sont toujours présents avec les Globotruncana nombreux, mais difficiles à déterminer, car en sections transversales. Gumbelines et Globigérines bulloides d'Orbigny sont dans les mêmes proportions. Signalons un exemplaire net d'Orbulina universa d'Orbigny avec, à l'intérieur, une minuscule Globigérine à plusieurs loges.

Lagenidés et Rotalidés calcaires sont rares.

Ciment : Toujours vaseux, formé de calcite finement cristallisée et de particules argileuses, il est encore réduit.

Coupe 6^3 (Phot. Pl. IV, 3).

Calcaire fin, très peu glauconieux, à caractère essentiellement pélagique.

Les minéraux détritiques et accessoires très rares, sont représentés par de très petits éléments anguleux, réunis par un ciment vaseux : celui-ci/qui forme plus de 60% de la roche, prédomine visiblement sur les organismes déterminables et sur les débris non reconnaissables très fins, assez nombreux.

Organismes. Presque exclusivement des Foraminifères pélagiques, en particulier Globigérines, Gumbélines avec Gumbelina globulosa Erhenberg, - Lagénidés à test mince (lagena).
Parmi ces Lagénidés on voit apparaître pour la première fois un organisme calcaire de très grande taille : 0,8 mm. de diamètre ; de son centre entièrement calcifié partent 9 cloisons épaisses, faiblement incurvées, limitant des loges complètement envahies de calcite secondaire. Cette forme que nous rencontrerons assez souvent dans les couches suivantes appartient au genre Lenticulinas.

A ces foraminifères s'ajoutent quelques spicules monoaxes d'éponges, toujours très fins et le plus souvent renflés en fuseau. Ils sont bien plus abondants dans la coupe n° 6^{3m} faite dans un autre échantillon mais toujours prélevé au même niveau.

Donc : calcaire marneux pélagique.

Coupe n°6^4 (Phot. Pl. V, 1. Dessins pl. V, 1-2-3-4-5).

Brusquement nous passons d'un faciès pélagique à un faciès de nouveau très détritique, gréseux. La surface structurale de cette assise de quelques dms d'épaisseur seulement, présente de nombreuses traces d'érosion comme si elle avait été ravinée par des courants violents.

Minéraux détritiques : Très rapide augmentation de taille et de fréquence. Les grains de quartz, très ir-

réguliers, de taille moyenne pour la plupart avec de gros éléments arrondis, striés et d'autres petits, anguleux, sont régulièrement répartis ! La fréquence est de nouveau élevée.

Niveaux accessoires : La glauconie est extrêmement répandue sous l'aspect de grains réguliers mais toujours de petite taille.

Organismes. Bien que l'on soit dans un niveau gréseux, la faune conserve son caractère pélagique. Aux Globorotalidés, Gumbélines précédentes, s'ajoutent seuls quelques textulaires arénacés de grande taille, des Rotalidés plus petits mais également arénacés.

Signalons ~~cependant~~ simplement que les Globigérines sont absentes tandis que les Globotruncana sont assez bien représentés.

Les principales formes sont toujours :

- Globotruncana lapparenti tricarènata Quéreau les plus abondants et
- Globotruncana lapparenti bulloides Vogle.

On trouve un exemplaire net que je ne peux assimiler exactement à aucune forme décrite par REEZ ou BOLLI. Il a des caractères intermédiaires entre Globotruncata lapparenti lapparenti avec ses deux carènes latérales et Globotruncata lapparenti bulloides par ses derniers tours plus sphériques.

Quelques débris à structure réticulée se rattachent à des Echinodermes.

Ciment. Toujours vaseux il est peu développé car, outre les minéraux détritiques, les débris organiques indéterminables occupent une large place.

Donc : Niveau gréseux mais toujours riche en organismes pélagiques.

Coupe n° 6^5 (Phot. Pl. VI,2).

Un nouveau banc gréseux nettement individualisé surmonte le précédent, plus épais il est formé d'un grès plus

fin, très glauconieux.

Minéraux détritiques. Fréquence toujours élevée des grains de quartz, mais diminution brusque de leur taille. Ils sont petits et anguleux formant par endroits plus de 60% de la roche.

Minéraux secondaires. La glauconie dont la fréquence suit celle du quartz forme toujours de petits grains souvent oxydés.

Organismes. La faune n'a pas varié, prédominance à côté des Gumbélines, Globigérines et Globorotalidés de débris organiques indéterminables avec de grands foraminifères calcaires très brisés. De petits Textularidés et Rotalidés arénacés sont fréquemment présents.

Ciment. Identique au précédent avec par endroit des zônes plus franchement argileuses.

Ce niveau représente le dernier grès des couches de base des lauzes, les assises suivantes ne sont plus que des calcaires plus ou moins gréseux où la faune pélagique est toujours présente.

Coupe n° 7 (Phot. Pl. V, 3.- Dessins Pl. V, 6-7).

C'est un calcaire très fin, d'aspect plus ou moins scintillant, dû à la présence de petits fragments d'Echinodermes inclus dans de larges cristaux de calcite ; sa microstructure est très hétérogène.

Minéraux détritiques : Dans certaines zônes marneuses étroites, dépourvues souvent d'organismes, les grains de quartz sont très nombreux et de petite taille ; ils sont très rares dans les zônes vaseuses riches en organismes pélagiques, enfin complètement absents dans les parties calcaires à aspect diffus du ciment alors formé presque exclusivement de la soudure de débris organiques très fins.

Minéraux accessoires. La glauconie a toujours la même fréquence.

Organismes. Après les débris calcaires fins incorporés au ciment, la prédominance est aux formes pélagiques. Les Globigérines sont nombreuses, à paroi mince, bien conservée, avec des loges le plus souvent remplies de ciment marneux, elles sont accompagnées de Gumbélines et Globotruncana avec l'espèce :

- Globotruncana lapparenti lapparenti Bolli.

Présence de Buliminidés calcaires (Bolivina sp.) petits et toujours de de quelques Textulaires arénacés et spicules d'éponges ; ceux-ci, monoaxes, à canal élargi rempli d'opale, sont parfois assez abondants.

Ciment. Variable suivant les zônes considérées, tantôt très fin associé à l'argile, il occupe une place importante, tantôt de calcite moyennement cristallisée il est réduit entre les multiples débris calcaires.

Donc : calcaire pélagique contenant de nombreux débris calcaires fins, indéterminables.

Coupe n° 8 (Dessins Pl. VI, 1-2-3).

Toujours calcaire fin, finement gréseux.

Les Minéraux détritiques moins nombreux que précédemment, de très petite taille et très anguleux, sont associés à la glauconie dans les mêmes proportions.

Organismes. Prédominance des fins débris calcaires. Les Globigérines et les Gumbélines ont augmenté en nombre tandis que les Globotruncana ont diminué, mais toujours quelques formes parmi lesquelles on reconnaît :

- Globotruncana lapparenti lapparenti Bolli
- Globotruncana lapparenti bulloïdes Vogler

Les Textularidés et Rotalidés arénacés ainsi que les Nodosariidés sont de plus en plus répandus.

Ciment Formé de calcite très finement cristallisée intimement mêlée à de minuscules particules argileuses, il est réduit aux dépens des débris calcaires nombreux, mais plus régulièrement répartis.

Coupe 9 (Phot. Pl. VI, 1. Dessins Pl. VI, 4-5-6-7, Pl. VII).

Bien que présentant toujours le même aspect, ce calcaire est plus détritique, il constitue un niveau très riche en Globotruncana.
Sa microstructure assez hétérogène rappelle un peu celle du niveau 7.

Minéraux détritiques. Ils sont représentés par de petits grains très anguleux et irrégulièrement groupés en nids. Leur fréquence, qui a nettement augmenté, est moyenne. Mêmes constatations pour la glauconie.

Organismes. Après les débris indéterminables toujours prédominants, viennent les Globotruncana qui se trouvent dans la proportion la plus forte observée jusqu'à présent. Deux espèces contribuent à cette abondance :

- Globotruncana lapparenti lapparenti Bolli,
- Globotruncana lapparenti tricarinata Quéreau

Globigérines et Gumbolines sont très rares ; mais toujours présence de Lagénidés. Quelques spicules robustes, monoaxes, à canal d'opale, sont à l'état de débris dans le ciment.

Coupe 10 (Dessins pl. VIII).

Ce niveau diffère très peu du précédent. Sa structure un peu moins hétérogène présente encore cependant des zones uniquement vaseuses, sans organismes.
Les deux espèces précédentes de Globotruncana sont, quoique moins abondantes, les organismes les plus répandus, du moins si l'on fait abstraction de menus débris calcaires indéterminables incorporés au ciment et toujours prédominants.
Les spicules monoaxes de Spongiaires, très denses en certai-

nes zônes vaseuses, qualques Textulaires arénacés, terminent l'énoncé de cette faune.

Coupe n° 11 - n° 12

Même faciès de calcaire grisâtre, très peu glauconieux. Les minéraux détritiques rares ont toujours même taille et même fréquence ; diminution encore de la glauconie.

Organismes. Tandis que les formes arénacées minces, de petite taille, représentées par des Rotalidés et des Buliminidés (Noniona sp.) augmentent, les Gumbélines et les Globotruncana au contraire diminuent. Persistance de Buliminidés calcaires très minces (Bolivina sp.).

Dans la coupe n° 12, se rencontrent également de grands fragments d'Echinodermes, de Mollusques, de Bryozoaires réunis par un ciment moins vaseux formé de calcite moyennement cristallisée.

Coupe n° 13 (Phot. Pl. VI - 2, Dessins Pl. IX,1-2-3-4).

Changement notable de faciès plus vaseux et pélagique avec augmentation du ciment aux dépens des débris calcaires indéterminables et des minéraux détritiques qui sont rares et très petits.

Organismes. Représentés essentiellement par des foraminifères pélagiques, tous calcaires, à test très mince ; l'intérieur des loges rarement calcifié est le plus souvent comblé par le ciment vaseux.

Gumbélines et Globigérines atteignent une fréquence très élevée. Quelque Globotruncana se rapportent indiscutablement à l'espèce

- Globotruncana lapparenti tricarinata Quéreau

On observe toujours en très petit nombre des Lagénidés et de rares Rotalidés arénacés.

donc : Niveau vaseux, plus pélagique, où les débris indéterminables sont en régression.

Coupe n° 14 (Dessins Pl. IX, 5-6-7).

De nouveau niveau plus détritique où les fragments de Bryozoaires et autres organismes indéterminables sont prédominants.

Minéraux détritiques. Les grains de quartz qui ont augmenté en taille et en nombre, ont une fréquence encore faible.

Minéraux accessoires. Outre la glauconie, plus abondante, rares grains de phosphate de chaux.

Organismes. Les foraminifères prédominent. Les Globotruncana sont en augmentation : à côté de Globotruncana lapparenti lapparenti Bolli, on rencontre une forme se rapprochant plus de Globotruncana lapparenti bulloides que de Globotruncana lapparenti lapparenti, mais ceci paraît bien improbable car cette espèce ne dépasse pas habituellement le Santonien inférieur ; or nous sommes vers le 1/3 inférieur des lauzes.

Gumbélines et Globigérines sont rares ainsi que les Rotalidés arénacés toujours semblables. Les spicules de Spongiaires ne jouent qu'un rôle insignifiant : ce sont des fragments monoaxes, de faible dimension et entièrement calcifiés.

Ciment. Presqu'exclusivement calcaire, il est formé d'argile, de calcite finement cristallisée associée aux éléments organiques très fins. Il n'est pas prédominant.

Donc : Toujours calcaire à organismes pélagiques et débris calcaires indéterminables.

Coupe n° 15 (Phot. Pl. VI, 3. Dessins Pl. IX, 1).

Brusquement on passe à un calcaire de constitution tout à fait différente ; grisâtre, finement gréseux, il se caractérise essentiellement par l'abondance de Bryozoaires.

Minéraux détritiques. Forte augmentation de taille

des grains de quartz qui, anguleux ou arrondis, sont moyens, mais fréquence faible.

Minéraux accessoires. La glauconie forme de petits grains très dispersés et souvent épigénise les organismes en particulier les loges de Bryozoaires.

Organismes. Ils forment à eux seuls 80% de l'ensemble. Après les Bryozoaires représentés par des débris de dimensions très diverses, depuis les éléments macroscopiques jusqu'à ceux qui ne comprennent qu'une partie de loges, viennent les Echinodermes : ce sont des articles de crinoïdes avec canal central vaseux, des fragments de plaques d'oursins ou des sections longitudinales de piquants. Les restes de Mollusques et de Brachiopodes sont médiocrement abondants. On note une forte augmentation des foraminifères arénacés avec Textulaires et Rotalidés et la présence de grands Lagénidés calcaires, à cloisons épaisses, se rapportant au genre Lenticulina. Toutes ces formes sont essentiellement benthiques, mais fait intéressant on note la très rare présence de quelques Globigérines et Gumbélines à paroi calcaire plus épaisse, réunies dans les parties vaseuses du ciment.

Ciment. Moyennement cristallisé en général avec zônes vaseuses peu développées, il n'a qu' une place restreinte aux dépens des débris depuis les grands fragments jusqu'aux éléments qui se confondent avec lui.

Donc : calcaire à organismes benthiques avec encore de rares îlots vaseux à faune pélagique.

Coupe n° 16 (Phot. Pl. VII, 1 ; Dessins Pl. X, 2-3).

Alors que l'on pouvait s'attendre à voir s'installer le faciès à Bryozoaires, de nouveau on rencontre un horizon pélagique, mais avec quelques grandes formes calcaires très épaisses.

Les minéraux détritiques et accessoires sont prati-

quement absents.

Organismes. Les foraminifères sont très abondants ; leur taille et l'épaisseur de leur test est variable mais les petites formes calcaires à paroi mince prédominent. Ce sont surtout des Gumbélines et accessoirement des Globigérines et Globotruncana qui sont à peu près dans les mêmes proportions. Parmi ces dernières on reconnaît:

- Globotruncana lapparenti tricarinata Quéreau. :

Les Lagénidés sont ici bien représentés par de petites formes du genre Frondicularia, particulièrement abondante à ce niveau et par le genre Lenticulina, déjà rencontré avec un exemplaire net, entièrement calcaire, les loges délimitées par 8 cloisons étant emplies de calcite largement cristallisée. Fait curieux, cette forme à affinité nettement benthique, est dans un milieu pélagique. Le ciment très prédominant est formé de menus éléments de calcite et d'argile intimement mélangés.

Coupe n° 17 (Phot. Pl. VII, 2).

Toujours même aspect de calcaire sublithographique mais plus clair et contenant ici quelques silex noirs. Dépourvu d'éléments détritiques, il est essentiellement caractérisé par l'abondance des débris de Spongiaires. Ce groupe prédomine nettement : ce sont des bâtonnets monoaxes très grêles, calcifiés, à canal très souvent visible car élargi et rempli d'opale ou de ciment ; souvent ils sont déposés parallèlement les uns par rapport aux autres.

Des Globigérinidés fort rares, aux loges comblées d'opale, sont disséminées dans le ciment. Celui-ci, de même nature que précédemment, forme plus des 2/3 de l'ensemble.

Donc : calcaires vaseux pélagiques intercalés entre des niveaux plus littoraux de calcaires à Bryozoaires.

C'est à partir du niveau 18 que débutent véritablement les calcaires à Bryozoaires qui vont se succéder sur près de 60 m. d'épaisseur.

D'une façon générale, ils se présentent en bancs épais, jaunâtres, plus ou moins grossiers, d'aspect spathique dû à la présence à peu près constante de plaques d'Echinodermes. Celles-ci sont en effet incluses dans de grandes plages de calcite secondaire et on voit les clivages se prolonger de la plaque dans la calcite qui l'entoure. Echinodermes, Mollusques et Textulaires arénacés, toute faune benthique, sont toujours associés en quantité variable aux Bryozoaires.

Le ciment formé de calcite plus ou moins cristallisée n'occupe qu'une place réduite par rapport aux organismes.

Cependant leur structure n'est pas toujours absolument semblable de la base au sommet ; il existe des niveaux plus détritiques, d'autres plus vaseux et nous verrons en particulier apparaître dès le niveau 29 un faciès plus profond à débris plus roulés, tandis que commencent à se manifester quelques formes pélagiques.

Coupe n° 18 (Dessin Pl. IX, 1).

Les minéraux détritiques sont représentés par de rares grains de quartz, toujours très petits et anguleux. La glauconie est absente.

Organismes. Bryozoaires : quoique très abondants, ils sont à l'état de fragments de petite taille, pour la plupart de sections transversales ou longitudinales de colonies. On peut distinguer en particulier une coupe transversale de Bryozoaires cheilostomes à cellules rayonnées typiques. Ils forment approximativement les 3/4 de la roche.

Les débris d'Echinodermes sont assez nombreux, ceux de Mollusques plus rares.

Les Foraminifères arénacés sont, après les Bryozoaires les formes les plus nombreuses. Ce sont de grands Textularia, très larges, à paroi épaisse, mêlés à des Rotalidés

également de grande taille et encore plus abondants.
A ces formes arénacées s'ajoutent quelques rares échantillons calcaires. Citons des Buliminidés et des Lagénidés benthiques avec Lenticulina sp.
Un foraminifère net doit être rapporté au genre Eponides (Rotalidés) auquel il se rapproche par son aspect et ses caractères.
Encore quelques Globoratalidés, de très rares Gumbélines, et Globigérinidés sont épars dans les zônes vaseuses.

Ciment. Il est formé de calcite moyennement cristallisée, contenant parfois d'assez grandes plages, quelques particules argileuses sont groupées en zônes irrégulières peu importantes.

Coupe n° 19 (Phot. Pl. VIII, 3).

Faciès peu différent du précédent.
Notons la forte augmentation de taille des grains de quartz, tandis que leur fréquence reste faible. Il en est de même pour la glauconie mais taille plus petite.
Les Bryozoaires sont encore plus nombreux et surtout représentés par des éléments de plus grande taille moins brisés. On peut distinguer en sections transversales nettes des Cyclostomes et Cheilostomes; la structure fibreuse de leur paroi est bien conservée et l'intérieur des individus est rempli de calcite largement cristallisée. Souvent la structure de la colonie est soulignée par son épigénisation par des sels de fer. Les débris de Mollusques et surtout d'Echinodermes sont abondants. De nombreuses plages de calcite portent un tissu réticulé noirâtre ou parfois même de simples taches sombres régulièrement disposées, indiquant les restes d'Echinodermes ; leur section tangentielle de radiole d'oursin est particulièrement nette : on voit les septa qui ne sont pas reliés par des tissus interseptaux apparaître comme des bandes parallèles ajourées.
Les grands Textularidés et Rotalidés sont encore nombreux.

Ciment. Identique au précédent, mais les grandes plages de calcite secondaire sont abondantes.

Donc : Calcaires à Bryozoaires riches en foraminifères arénacés.

Coupe n° 20-21 (Dessins Pl. XI, 2-3-4).

La principale différence avec le niveau précédent porte sur le ciment formé de calcite très largement cristallisée, l'absence de minéraux détritiques et la très forte diminution des Rotalidés et Textularidés arénacés.
Aux Bryozoaires et Echinodermes, toujours semblables, et dans les mêmes proportions, s'ajoutent des débris de Mollusques bien plus nombreux, certains représentant des fragments de couche lamelleuse, à structure entrecroisée, fibreuse, d'autres, plus abondants dans la coupe 20, des sections transversales de couches prismatiques d'Inocerames, avec des coupes hexagonales de prismes de taille grossièrement semblable.
Dans la coupe 21, les sections transversales de Bryozoaires étant nombreuses j'ai essayé d'en déterminer quelques-unes d'après les planches de d'ORBIGNY sur "les Bryozoaires du Crétacé supérieur" mais ceci s'avère difficile et imprécis car il faudrait des sections complètes, or, souvent elles sont brisées avec leur structure plus ou moins cachée par une cristallisation secondaire de calcite. Cependant les principales formes représentées peuvent être attribuées aux genres Vincularia, Biflustra et plus rarement Eschara, toutes formes trouvées dans le Sénonien du Bassin de Paris.
Signalons enfin une coupe longitudinale d'un organisme calcaire à paroi très épaisse et formé d'une seule série de loges dont l'intérieur est rempli de calcite moyennement cristallisée. C'est sans doute une section de Lagénidé.

Coupe n° 22.

L'ensemble présente un aspect plus broyé. Les grains de quartz peu nombreux sont de taille moyenne, mais les petits fragments calcaires de Bryozoaires entrent pour une part importante dans la constitution du ciment. Celui-ci formé de calcite moyennement cristallisée présente par endroits des zônes vaseuses. Les organismes sont identiques. Les Mollusques présentent leur maximum de développement et on remarque une augmentation des foraminifères arénacés en particulier des grands Textularia.
Présence de rares Gumbélines dans les îlots vaseux.
Ce niveau correspondrait à la présence de courants qui amenaient les organismes pélagiques et broyaient plus ou moins, en les charriant, les colonies de Bryozoaires.

Coupes N° 23 - 25 (Phot. Pl. VIII, 1).

Calcaire à Bryozoaires typique. De nouveau les débris organiques sont plus grands et réunis par un ciment de calcite très largement cristallisée ; les grains de quartz et de glauconie de petite taille sont rares.
Légère diminution des Echinodermes et des Mollusques au profit des Bryozoaires. Présence, comme d'ailleurs dans les coupes précédentes, de foraminifères calcaires épais, souvent incomplets, et de Bulimènidés.
Les Textulaires arénacés sont en régression.

Coupe n° 26 (Phot. Pl. VIII, 2).

C'est toujours un calcaire spathique jaunâtre, mais à son niveau les minéraux détritiques augmentent brusquement en taille et en nombre. Les grains de quartz, anguleux, de taille moyenne, prédominent sur les éléments de grande taille aux contours arrondis ; très irrégulièrement répartie, leur fréquence est moyenne.

Les minéraux accessoires sont représentés par de rares grains de glauconie et quelques mouchetures de sels de fer.

Organismes. Ils sont semblables aux précédents : aux Bryozoaires prédominants, plus ou moins roulés, s'ajoutent les débris d'Echinodermes, de Mollusques, en particulier de nombreux prismes d'Inocérames et des Rotalidés, Textularidés, Valvulinidés arénacés à test très épais.

Ciment. Dans sa masse formée de calcite moyennement ou largement cristallisée, on remarque de nombreuses petites taches et traînées d'un calcaire argileux sombre. Il ne contient pas de minéraux détritiques, mais c'est là que sont localisés la plupart des organismes arénacés.

De nouveau la présence de courants se manifeste par l'apport de minéraux détritiques et l'aspect brisé et roulé parfois des Bryozoaires.

Coupes n° 27 - n° 28 (Phot. Pl. VIII, 3).

La microstructure est absolument identique, sauf que les éléments organiques sont plus grands et que les minéraux détritiques sont très rares. Le ciment est formé de calcite plus largement cristallisée.

Organismes. Les Textularidés arénacés, Valvulinidés, sont plus nombreux et on note la présence de grands Lagénidés avec le genre lenticulina.

Dans ce niveau comme dans le précédent, se rencontrent des sections lenticulaires à structure réticulée, les mailles du réseau semblant avoir une forme hexagonale ont une disposition variable, souvent radiée, parfois concentrique. Ces fragments correspondent à des débris d'algues calcaires.

Donc : Calcaire à Bryozoaire typique avec Foraminifères arénacés nombreux.

Coupes n° 29 à 35 (Phot. Pl. IX, 1-2 ; Dessins Pl. XII, Pl. XIII, 1).

Il est inutile de décrire séparément le microfaciès de chacune de ces coupes car il se retrouve identique sur une dizaine de mètres.

Minéraux détritiques. Ils sont rares sauf aux niveaux 31 et 35 où les grains de quartz, de taille variable, plutôt petite, ont une augmentation de fréquence assez sensible La teneur en glauconie est faible.

Organismes. Les Bryozoaires vont naturellement prédominer mais ils sont de plus en plus fragmentés ; des débris ayant perdu leur forme se présentant comme des éléments cependant encore peu roulés, sont éparpillés dans un ciment de plus en plus vaseux ; les sections encore entières permettent de reconnaître les genres Biflusta et Eschara trouvés dans le Sénonien du Bassin de Paris.

Les restes d'Echinodermes et de Mollusques présentent aussi cet aspect détritique; crinoïdes et oursins coexistants offrent dans la préparation 32 toutes les variétés de formes ; c'est le niveau où ils sont les plus nombreux et ils donnent un aspect très spathique au calcaire.

Parmi les Mollusques, j'ai rencontré plusieurs coupes de Dentales analogues à celles figurées par CUVILLIER dans l'Aquitaine.

Les Lagénidés augmentent rapidement, tant du moins en ce qui concerne les formes à test épais, bien représentées par les genres Lenticulina, Dentalina, Nodosaria etc. - Présence d'un organisme curieux, net dans la coupe 33, que je n'ai pas pu déterminer exactement mais qui doit se rapporter à la famille des Planorbulinidés. C'est une forme subcirculaire dont les loges arrondies sont grossièrement concentriques ; arénacé dans les premiers tours, il est entouré d'une paroi calcaire épaisse.
Augmentation des Valvulinidés et Textularidés arénacés très épais, généralement très grands. Même proportion assez faible de Rotalidés arénacés et calcaires.
Toujours débris sphériques ou, Cannelés à structure réticulée correspondant à des algues calcaires.
Les formes pélagiques sont visibles dans les niveaux plus

marneux, ce sont des Globigérines, de petites Gumbélines et des Globotruncana parmi lesquels se trouve :

Globotruncana lapparenti tricarenata Quéreau

Ciment : Généralement il se présente comme formé de calcite moyennement cristallisée avec des zônes argileuses très étendues. Néanmoins, aux niveaux 31-33 il est largement cristallisé tandis que dans les coupes 29-31-35 où les minéraux détritiques sont les plus abondants il est uniquement vaseux.

Donc : Toujours calcaires à Bryozoaires mais déposés dans une zône plus profonde ou plus agitée par les courants comme l'indiquent les débris plus épais et aux angles souvent émoussés, mêlés à des fragments très fins dont la structure n'est plus reconnaissables ; le ciment plus vaseux avec parfois d'abondants minéraux détritiques dont la présence d'ailleurs accompagne celle des organismes pélagiques.

Coupe n° 36 (Phot. Pl. IX, 3).

Horizon gréseux où les grains de quartz de taille moyenne atteignent uns fréquence élevée par endroit ; ils sont irrégulièrement répartis. Les grains de glauconie moyens ont aussi une fréquence élevée qui suit celle du quartz.
Aux mêmes organismes toujours brisés s'ajoutent des Textularidés et Vavulinidés très nombreux. Dans le ciment vaseux, quelques Globigérines et Gumbélines sont visibles.

Coupes n° 37 - 38 - 39.

Elles sont identiques aux précédentes, mais les minéraux détritiques sont presque absents, par contre la glauconie formée toujours de petits grains atteint parfois

une fréquence élevée ; souvent elle est localisée à l'intérieur des loges de Bryozoaires; les Rotalidés calcaires sont de plus en plus nombreux. Le ciment vaseux, avec des zônes de calcite moyennement cristallisée, se réduit aux dépens des débris de grands organismes: Bryozoaires, Mollusques, Echinodermes, qui deviennent plus roulés.

Coupes nº 40 - 41 - 42 (Phot. Pl. X, 1. Dessins Pl; XIII, 2-3-4).

Je les ai séparées de coupes précédentes parce que ce sont de nouveau des niveaux riches en minéraux détritiques. Les grains de quartz, de grande taille, aux formes variables mais plutôt arrondies, sont irrégulièrement répartis mais de fréquence élevée.

Minéraux accessoires. La glauconie est très abondante, en grains presque toujours oxydés.

Organismes. Bryozoaires, Echinodermes, Mollusques sont très fragmentés et roulés ; souvent la structure de leurs débris est difficilement reconnaissable et ils apparaissent nettement comme des éléments détritiques usés et roulés lors de leur transport. On note une forte augmentation des Foraminifères arénacés, surtout des Rotalidés, plus faible pour les Textularidés et les Valvulinidés ; quelques Miliolidés sont visibles.
Apparition de Rotalidés calcaires de très grande taille à enroulement nummulitoïde mais ici, à la différence des Nummilites, la muraille bien plus large que les cloisons s'épaissit progressivement du côté externe où elle porte des bourrelets et d'autre part les tours de spires sont moins nombreux. Présence de Lagénidés calcaires.

Ciment. Il est formé de calcite plus largement cristallisée que dans les couches précédentes avec de nombreux îlots argileux aux niveaux 41-42.

Donc : Toujours calcaire à Bryozoaires à débris très roulés et grands minéraux détritiques ; la calcite très largement cristallisée du ciment est due à un phénomène

secondaire, les îlots vaseux sont toujours présents.

Les calcaires suivants sont tout à fait différents, de couleur plus claire, blancs ou jaunâtres, ils sont sublithographiques sauf en certains îlots gréseux où sont concentrés de nombreux grains de quartz et de glauconie.

Coupes nº 43 - 44 (Phot. Pl. X, 2-3 ; Dessins Pl. XIII, 5 ; Pl. XIV, 1-2-3-4).

Donc niveaux plus marneux où le ciment formé de calcite finement cristallisée intimement mêlée à des particules argileuses occupe plus de la moitié de la roche.

Minéraux détritiques. Localisés en nids les grains de quartz sont de taille moyenne et anguleux ; là leur fréquence est élevée tandis que partout ailleurs ils sont pratiquement absents ou représentés par de rares petits grains.

Minéraux accessoires. La glauconie forme des grains plus ou moins réguliers, de taille moyenne ; sa fréquence comme celle du quartz est parfois élevée.

Organismes. Bryozoaires, Echinodermes, Mollusques sont toujours abondants à l'état de débris, mais ceux-ci, encore plus petits que précédemment et très roulés pour certains sont dispersés dans le ciment vaseux. Les formes arénacées sont bien représentées par de grands Foraminifères à test très épais et loges entièrement comblées par la calcite. Peut-être s'agit-il de Rotalidés ? Quelques grands Miliolidés et de très rares Textularidés complètent ces formes.
Les Rotalidés calcaires identiques aux précédents sont nombreux en sections transversales.

Ciment. Très vaseux il renferme quelques organismes pélagiques, peu nombreux : Globigérines et Gumbélines très petites et à paroi mince sont mêlées à des spicules monoaxes fins, entièrement calcifiés.

Donc : calcaire où les Bryozoaires en petits fragments roulés ne sont plus qu'accessoires tandis que l'importance du ciment vaseux pélagique augmente indiquant toujours un approfondissement.

Coupe N° 45 (Phot. Pl. XI, 1 ; Dessins Pl. XIV, 5).

Ce calcaire se différencie seulement des précédents par une faible variation de taille et de fréquence des éléments détritiques.
Les grains de quartz de taille moyenne, parfois assez grande, et plus régulièrement répartis ont une fréquence élevée. La glauconie très abondante se présente sous des aspects très variés : comme dans les coupes précédentes sous forme de grains détritiques, réguliers, arrondis, à peu près de même taille que le quartz ; d'autres sont bien plus gros et manifestement formés in situ, ne portant pas de traces d'un transport quelconque ; enfin présence de larges plaques à contours extérieurs anguleux, irréguliers, qui sont très souvent oxydés et les sels de fer qui en résultent masquent complètement la structure de la roche par endroit. Les grains de phosphate de chaux ne sont pas rares, de grande taille ils sont riches en inclusions de quartz, de glauconie et parfois de pyrite.
Organismes. Les débris de grands organismes calcaires de grande taille ou au contraire très brisés, sont épais et comme précedemment dispersés dans un ciment vaseux pélagique.
Signalons simplement le nombre de plus en plus grand des Rotalidés calcaires et de formes arénacées.
Parmi les spicules du ciment, présence à côté de bâtonnets monoaxes fins de formes triradiées, les 3 branches formant entre elles un angle de 120°.
Aux Globigérines et Gumbélines s'ajoutent des Globotruncana de grande taille avec une forme intéressante : c'est une espèce à une seule carène périphérique dont les dernières loges du côté ventral pendent fortement sous la

carène donnant à l'ensemble une allure élevée.
Malgré la forme arrondie des premièresloges et la très forte carène située à la base de la dernière loge, je rapporterai cette espèce à :

Globotruncana stuarti de Lapparent (Campanien sup.r, Maëstrichtien);

certaines reproductions de RENZ présentent d'ailleurs ces caractères d'une façon plus ou moins nette.
Nous pouvons donc conclure, grâce à la présence de Globotr truncana stuarti de Lapp., que ces calcaires sont d'âge au moins Campanien supérieur, car si de nombreux géologues considèrent cette espèce comme Maestrichtienne, il ne faut pas oublier que de LAPPARENT qui l'a définie, la fait débuter au Campanien supérieur.

Coupe n° 46 (Phot. Pl. XI, 2-3 ; Dessins Pl. XIX, 6).

C'est un calcaire très fin où glauconie et quartz ont disparu, ou ne sont représentés que par de très rares éléments extrêmement petits. Il est à remarquer que mêmes dans les formations uniquement pélagiques, on rencontre toujours quelques cristaux de quartz de très faible taille.

Organismes. Les débris de grands organismes calcaires sont réduits pour laisser une place prédominante au ciment vaseux et aux organismes pélagiques qu'il contient. Ces débris, représentés par des fragments de Bryozoaires, parmi lesquels on peut reconnaître le genre Vincularia, des restes d'Echinodermes et de Lagénidés calcaicaires, sont petits et grêles. Textulaires et Rotalidés arénacés sont rares.

Dans le ciment, pullulent les formes pélagiques qui, en certaines zônes dépourvues de débris, sont, avec les spicules de Spongiaires fins et brisés, les seuls organismes. Les Gumbélines abondantes l'emportent sur les Globigérines et les Globotruncana. Parmi ces derniers on peut reconnaître :

- Globotruncana lapparenti lapparenti Bolli.

Donc : calcaire pélagique où les débris sont plus rares et plus fins.

Coupe n° 47 (Phot. Pl. XII, 1).

Elle correspond à un niveau très vaseux particulièrement riche en spicules. Ceux-ci sont entièrement calcifiés, monoaxes, plus ou moins brisés et souvent disposés parallèlement les uns aux autres.
A part les Spongiaires, les seuls organismes sont des Globigérines et Gumbélines assez nombreuses, dans un ciment formé d'un mélange très serré d'argile et de calcite finement cristallisée.

Donc : calcaire pélagique à spicules.

Coupe n° 48.

Peu de différences avec la précédente, sinon qu'il existe ici de nombreux débris à peu près régulièrement répartis, atteignant parfois d'assez grandes tailles.
Ce sont toujours des restes de Bryozoaires, Echinodermes, quelques Mollusques, Lagénidés et autres Foraminifères calcaires très brisés. On note, accompagnant ces débris, plus ou moins roulés, des grains de glauconie assez grands et quelques rares cristaux de quartz.

Coupe n° 49.

Ce calcaire termine les formations dites lauzes ; il se caractérise par sa structure très hétérogène. C'est toujours un calcaire vaseux, très pélagique mais il renferme des enclaves de minéraux détritiques associés à des fragments organiques de très grande taille.
Ces minéraux détritiques sont représentés par d'abondants grains de quartz, très petits et anguleux, mêlés à de

nombreux grains de glauconie de taille également très faible ; souvent ces derniers sont localisés à l'intérieur des loges de Bryozoaires qu'ils accompagnent. Tous les débris organiques de ces îlots sont très grands : aux Bryozoaires les plus répandus, s'ajoutent Echinodermes, Mollusques, ainsi que des fragments de Rotalidés arénacés et calcaires.

Le ciment pélagique, naturellement toujours prédominant, contient comme le précédent un grand nombre de Globigérines, Gumbélines et de très fins débris ayant sans doute une origine organique.

Donc : calcaire pélagique, mais contenant toujours de rares débris.

Avec le niveau suivant débutent de nouvelles formations/les calcaires à silex. Ils sont absolument, par leur partie basale, identiques à la partie terminale des lauzes à la différence qu'ils contiennent des silex le plus souvent disposés en lits réguliers et que l'on retrouvera d'une façon à peu près constante jusqu'au couches à Orbitoides du sommet.

Coupe n° 50 (Phot. Pl. XII, 2).

La première assise de ces calcaires à silex se présente comme un calcaire sublithographique blanc, d'aspect un peu crayeux et absolument dépourvu de minéraux détritiques et de glauconie, encore présente au sommet des lauzes.

Organismes. La prédominance appartient à des débris très fins d'origine organique, dont certains peuvent être rattachés à des fragments de Bryozoaires, mais dont la plupart sont indéterminables. Très souvent d'ailleurs, par un phénomène de continuité, en passant des grands fragments aux très réduits, on aurait tendance à leur attribuer la même origine. Ils forment à eux seuls près de 80 % de la roche se fondant avec le ciment dont il est souvent impossible de les séparer.

Les Globigérines très abondantes et les Gumbélines sont les seuls organismes non brisés, noyés dans un ciment de calcite moyennement cristallisée, mêlée à l'argile.

donc : calcaire pélagique à débris très fins.

Coupe n° 51.

Sa structure est identique à la précédente, on note en plus la présence de quelques Rotalidés arénacés petits, peu nombreux.

Coupe n° 52 - 53 - 54 (Phot. Pl. XII, 3).

Toujours absence de minéraux détritiques et de glauconie et prédominance des débris très fins qui s'incorporent au ciment ; de nombreux cristaux de pyrite dont visibles.

Les organismes les plus répandus sont les Globigérines et les Gumbélines, dont les loges sont généralement entièrement calcifiées, quelques Rotalidés arénacés de petite taille et des spicules de Spongiaires assez nombreux par endroit.
Présence de sections transversales et longitudinales de formes calcaires à test épais devant appartenir au groupe des Lagénidés.

Coupe n° 55.

Les calcaires suivants sont toujours blancs, mais à grain moins fin, et présentent en cassure, quelques facettes miroitantes de grande taille.

Les minéraux détritiques présents, petits et anguleux sont plutôt rares.

Organismes. Les débris encore très abondants sont formés d'éléments de taille plus grande : ce sont des fragments de Bryozoaires parmi lesquels on peut recon-

naître le genre Eschara en coupe transversale, des plaques d'Echinodermes et des restes de Mollusques.
Les Foraminifères qui sont les plus nombreux, si on fait abstraction des grands organismes brisés, sont des Gumbélines et Globigérines très petites et à paroi extrêmement mince ; quelques sections calcaires de Rotalidés de petite taille sont visibles.

Les formes arénacées sont représentées par de grands Rotalidés et Textularidés.

Ciment. C'est encore un mélange intime de calcite en menus éléments et d'argile, la proportion de cette dernière semblant avoir augmenté.

Donc : Toujours calcaire à ciment pélagique mais où apparaissent de nouveau de grands débris calcaires peu roulés.

Coupes n° 56 - 57 (Phot. Pl.XVII, 1).

Calcaires plus grossiers où les grains de quartz anguleux, de même taille et de même fréquence, sont irrégulièrement répartis en nids, de petits grains de glauconie les accompagnent.

Organismes. Les Bryozoaires qui sont en forte proportion sont représentés par de grands fragments, peu roulés, les débris d'Echinodermes avec sections transversales nettes de piquants à septa rayonnants, les restes de Mollusques sont plus rares.

Les mêmes Rotalidés calcaires et arénacés se rencontrent : on peut distinguer une section calcaire d'un ovale parfait, dont la paroi possède une structure fibreuse perpendiculairement à la surface ; l'intérieur est rempli de calcite finement cristallisée.

Le ciment, toujours pélagique, renferme comme précédemment quelques Globigérines et Gumbélines un peu moins nombreuses.

Calcaire identique au précédent, mais où les restes d'organismes benthiques deviennent très nombreux aux dépens du ciment pélagique.

Coupe 58.

On pénètre dans un niveau nettement pélagique avec disparition complète d'éléments détritiques, sauf quelques débris très fins qui sont peut-être des restes organiques. La prédominance est aux Gumbélines et Globigérines, généralement calcifiées et de petite taille, qui sont irrégulièrement distribuées dans le ciment vaseux ; les Globotruncana sont plus rares. Quelques Rotalidés calcaires extrêmement petits, ainsi que de minuscules formes arénacées terminent l'énoncé de cette faune.

Le ciment est un mélange à très fins débris calcaires.

Coupes 59 - 60 - 61 - 62 - 63 (Phot. Pl. XIII, 2).

Le même faciès pélagique se continue, on a toujours des calcaires sublithographiques traversés de fins filonnets de calcite.
Par endroit apparaissent de rares fragments de Mollusques mais très grands. Au fur et à mesure que l'on s'élève dans cette série on constate que la proportion de formes pélagiques augmente aux dépens du ciment ; leur maximum de fréquence se trouve au niveau de la coupe 63, où Globigérines et Gumbélines, plus rarement Globorotalidés forment approximativement le 1/10 de la roche.
Remarquons que quand nous parlons de formations pélagiques c'est parce que les organismes pélagiques sont prédominants, mais nulle part, dans les calcaires de Sassenage, nous ne pouvons dire qu'ils entrent dans la composition de la roche dans une proportion supérieure à 50 %/ Toujours nous avons par rapport à l'ensemble une fréquence relativement faible.

Donc : Toujours calcaires pélagiques mais avec de rares grands débris calcaires.

Coupe n° 66 (Dessins Pl. XV, 1).

Brusque changement d'aspect. Alors que les calcaires précédents étaient gris bleuâtres, fins, les suivants sont jaunâtres et d'aspect grossier. Ils montrent de nombreuses facettes brillantes leur donnant un aspect spathique et sont souvent traversés par de nombreux filonnets de calcite. Mais leur caractère essentiel, que nous allons retrouver avec peu de variations jusqu'au sommet des calcaires à silex, est la prédominance des restes de Bryozoaires d'aspect très particulier ; ils montrent des traces nettes de transport, ce ne sont plus que des fragments épais, de taille moyenne, aux angles fortement émoussés ; les parties minces sont réduites à de minuscules débris dispersés dans le ciment vaseux, parfois envahi par une cristallisation secondaire de calcite.
L'ensemble de ces fragments donne une microstructure d'allure sinueuse, toujours très tourmentée, comme si le sédiment après son dépôt s'était plus ou moins écoulé.
Manifestement, ces Bryozoaires ainsi d'ailleurs que les Mollusques, Echinodermes, Lagénidés qui leur sont associés, ont été charriés sous l'action de courants plus ou moins violents, dans un milieu plus profond comme l'indique le ciment vaseux à organismes pélagiques qui seul serait en place.
Les formes arénacées de Textularidés, Rotalidés, sont abondantes à ces niveaux, mais ne prennent pas part à l'allure générale tourmentée du sédiment ; elles apparaissent plutôt comme des organismes flottés qui se sont déposés une fois le sédiment en place ; bien conservés, ils tranchent d'ailleurs sur le fond clair des débris.

Coupes n° 66 à 71 (Phot. Pl. XIII, 3 ; Pl. XIV, 1. Dessins Pl. XV, 1-2-3-4 ; Pl. XVI, 1).

Les <u>minéraux détritiques</u> sont absents ou représentés

par de très rares petits grains de quartz.

Organismes. A peu près 80 % de la roche sont formés de débris de Bryozoaires épais, déchiquetés, parfois soudés les uns aux autres secondairement, montrant des traces nettes de transport. Il faut y ajouter les restes d'Echinodermes qui, aux niveaux 66-68, sont très abondants : ce sont en particulier des sections de piquants d'Oursins inclus dans de grandes plages de calcite secondaire.
Les Mollusques représentés par des fragments de couches lamelleuses et prismatiques sont un peu moins nombreux.
Parmi les fomres calcaires, grand développement des Rotalidés d'assez grande taille. Ils sont très abondants au niveau 71.
Présence de quelques grands Lagénidés.
Les Foraminifères arénacés sont représentés par de nombreux Textularidés et Valvulinidés très grands, à test épais, qui tranchent sur le fond clair de la roche. Les Rotalidés sont moins nombreux avec des formes à test épais et d'assez grande taille.
Les premiers Orbitoïdés commencent à apparaître mais généralement ils sont très brisés. Ce sont des formes de petite taille qu'il est difficile de déterminer ; les débris correspondent à des fragments de coupes transversales avec logettes latérales banales, à paroi épaisse où il n'est pas facile de distinguer des piliers.
Quelques Globigérines et Gumbélines sont visibles dans les parties vaseuses du ciment aux niveaux 68-69 en particulier.

Ciment : vu la prédominance des débris et des organismes, il est très réduit, envahi par de la calcite plus ou moins largement cristallisée suivant les niveaux ; il renferme de nombreuses zônes argileuses où sont localisés organismes arénacés et pélagiques.

Coupes nº 72 - 73.

Le ciment vaseux formé de calcite très fihement cristallisée et d'argile occupe une place importante aux dépens

des débris plus dispersés qui sont comme précédemment des restes plus ou moins roulés de Bryozoaires, Echinodermes, Mollusques, Orbitoïdés. Globigérines et Gumbélines sont plus nombreuses.
Toujours même proportion de Foraminifères calcaires : Rotalidés, Lagénidés avec le genre Dentalina, et de formes arénacées : ces dernières sont surtout des Rotalidés, des Amomalinidés avec le genre Cibicides et des Textularidés, tous à test mince.
Présence de prismes d'Inocérames.

Le niveau 73 diffère seulement par le fait que les débris calcaires plus nombreux, souvent en contact les uns aux autres, réduisent l'importance du ciment vaseux.

Coupe n° 74 (Phot. Pl. XIV, 2).

Faciès de microbrèche contenant des zônes marneuses remaniées.

Organismes. Ce sont des Bryozoaires, Echinodermes, Mollusques, très nombreux, formant à eux seuls les 3/4 de la roche ; ils présentent toujours cet aspect roulé, avec des débris de taille variable, depuis les sections encore très grandes surtout en ce qui concerne les Mollusques, jusqu'aux fragments très fins.

Les Orbitoides, plus abondants, sont pour la plupart des formes microsphériques présentant en sections transversales des loges équatoriales peu hautes.
Toujours Textularidés, Rotalidés arénacés et calcaires.
Présence intéressante de formes arénacées nouvelles constituées par d'abondants Miliolidés Orbitolines et autres organismes de la faune urgonienne des chaînes subalpines ; tous ces individus sont généralement réunis dans un ciment vaseux, avec quelques rares minéraux détritiques de très grande taille, constituant autant de zônes remaniées.

Coupes n° 75 à 85. (Phot. Pl. XIV, 1 ; Pl. XV, 1-2-3. Dessins Pl. XV, 5-6, Pl. XVI, 2-3).

Ces dernières assises des calcaires à silex ont une structure très proche de celle des niveaux 66 et 71. Elles sont séparées de ceux-ci par des couches plus vaseuses du niveau 72 et un faciès de microbrèche qui, en dehors de la faune urgonienne renferme les mêmes organismes.
On constate que les débris de Bryozoaires, Echinodermes, Mollusques, toujours roulés, d'aspect sinueux parfois et tourmentés, deviennent de plus en plus fins à mesure que l'on s'élève dans la série.
Les Orbitoïdés sont presque toujours de petites formes microsphériques, très plates et généralement brisées ; signalons toutefois quelques rares formes mégasphériques, de plus grande taille ; l'embryon allongé est uni ou biloculaire à paroi épaisse mais peu nette ; leslogettes latérales à ouverture étroites mais cloisons très épaisses sont peu nombreuses, irrégulièrement empilées, avec des piliers mal individualisés ; les loges équatoriales sont toujours très basses.
Les Rotalidés calcaires comprennent en plus des formes précédentes de nouvelles sections dissymétriques, à enroulement trochospiralé et dont les tours de spires successifs, très épais, présentent de courtes expansions irrégulières du côté externe.
Les formes arénacées sont toujours de grands Textularidés et Valvulinidés plus rares, tandis qu'au contraire augmentent les Rotalidés à test mince et de petite taille.
Les autres organismes sont semblables à grands Lagénidés, calcaires, Lagena, Globigérines

Coupe n° 86 (Phot. Pl. XVI, 1).

Cette coupe termine les calcaires à silex et résume

en quelque sorte l'évolution que nous avons constatée dans les couches précédentes. On aboutit à un calcaire blanc à grain très fin, dépourvu de minéraux détritiques, lesquels étaient d'ailleurs très rares dans les couches précédentes, sinon absents.
Les débris, tous prédominants, mais très fins de Bryozoaires, rares Mollusques, Echinodermes sont incorporés dans un ciment d'argile et de calcite très finement cristallisée contenant de nombreux Lagena.
Les Textularidés, Rotalidés, arénacés et calcaires, identiques aux précédents, sont rares.

Donc : toujours calcaire à débris charriés mais très fins, ayant dans l'ensemble un aspect plus pélagique.

Les coupes que je vais décrire maintenant proviennent d'échantillons prélevés au gisement de Méaudre :
Les premières coupes 87 et 88 ont été prélevées dans les calcaires contenant encore des silex mais ceux-ci ont complètement disparu dans les couches à Orbitoïdés suivantes.

Coupe n° 87.

Ce calcaire ressemble extérieurement d'une façon frappante aux dernières assises de calcaire à silex de Fontaine ; même calcaire blanc à grain très fin où des silex roux sont disposés sans ordre.
Bien des points de sa microstructure sont aussi communs.
- Les minéraux détritiques sont absents .
- De menus débris d'organismes calcaires, Bryozoaires surtout, sont incorporés dans un ciment plus ou moins vaseux mais complètement recristallisé secondairement ; il contient toujours des Lagena sphériques à test calcaire très épais.
Les Textularidés sont rares, peu épais mais souvent associés à d'autres formes arénacées plus minces à loges allongées en fuseau.

Mais :

- existence de grands débris de Mollusques, Bryozoaires, Echinodermes. Ces fragments bien conservés tranchent sur le ciment recristallisé;

apparition d'Orbitoïdés de grande taille, différents de ceux rencontrés jusqu'à présent ; ils sont encore rares et la section transversale rencontrée n'est pas axiale; néanmoins, j'attribuerai cette forme à Orbitoides media d'Archiac, peut-être terme de passage à Orbitoides apiculata Schlumberger, car comme chez cette dernière les logettes latérales sont très surbaissées, nombreuses et nous avons là une forme d'assez grande taille. Les loges équatoriales qui communiquent par 3 ou 4 ouvertures latérales augmentent rapidement en hauteur tout en se multipliant vers la périphérie.

Enfin, présence d'un organisme intéressant que nous voyons apparaître pour la première fois. Si dans cette coupe il n'est représenté que par quelques rares exemplaires on le retrouve abondamment dans les couches suivantes (Phot. Pl. XXII, 3).

C'est un Foraminifère calcaire à enroulement nummulitoïde, parcouru par tout un système de canaux ; la muraille calcaire perforée est traversée par de nombreux piliers très développés formant granules en section équatoriale ; elle porte à la périphérie des épines à peu près de même longueur que le corps de l'animal qui sont au nombre de 4 en général, mais étant situées dans des plans différents il est impossible de les obtenir toutes sur une même coupe. En comparant cette forme à celles décrites et reproduites par O. RENZ dans le Maëstrichtien d'Alfermee (Jura suisse) et J. CUVILLIER dans le Maëstrichtien à faciès néritique de la zône épicontinentale de l'avant-pays pyrénéen, on voit qu'elle correspond exactement au genre Siderolites, Calcitrapoïdes Lamarck.

Cette forme n'avait jamais été signalée dans les couches de Méaudre.

Donc, dans ce calcaire complètement recristallisé, les formes pélagiques ne sont représentées que par des Lagena assez nombreuses mais se différenciant des précédentes par un test très épais ; ce caractère indiquant une diminution de profondeur se trouve en accord avec la présence de nombreux Bryozoaires peu roulés et d'Orbitoïdés qui habituellement se trouvent dans des formations détritiques d'eaux peu profondes.

Coupes n° 88 (Phot. Pl. XVI, 2).

Elle correspond aux derniers bancs calcaires contenant de rares silex. C'est toujours un calcaire blanchâtre fin où le ciment recristallisé englobe, outre les menus débris calcaires indéterminables, uniquement des Lagena à paroi épaisse.
Dans une coupe faite au même niveau, j'ai observé un fragment de grande taille à structure curieuse qui est peut-être un Bryozoaire et des débris d'Orbitoides réduits à des fragments de loges latérales banales, je n'ai pas pu les déterminer mais sans doute correspondent-ils aux Orbitoïdés que l'on va rencontrer maintenant.

Remarque.

Avant d'aborder l'étude de la coupe 89 et des suivantes où les Orbitoïdés seront prédominants, je vais préciser quelques traits concernant leur détermination.

J'ai identifié les exemplaires de Méaudre principalement d'après les reproductions et les données de H. DOUVILLE, C. SCHLUMBERGER et A. SILVESTRI concernant trois caractères principaux :
- l'embryon des formes mégasphériques ;
- la disposition des loges équatoriales et les ouvertures par lesquelles elles communiquent ;
- la disposition des couches latérales et des piliers qui les traversent ;

enfin je rappelle brièvement que les 3 genres Orbitoides,

Simplorbites et Lépidortoides, auxquels se rapportent les formes suivantes, appartiennent à la famille des Orbitoïdés, différents principalement par des caractères de la loge embryonnaire et des piliers.

Coupe n° 89 (Phot. Pl. XVI, 3 ; Pl. XIX ; Dessins Pl. XVII, Pl. XVIII, 1-3).

Ce niveau est formé d'un calcaire détritique à ciment finement recristallisé avec certaines zônes plus argileuses. Il renferme comme précédemment de multiples débris calcaires indéterminables et de nombreux Lagena, mais il existe ici de grands fragments et les organismes sont plus nombreux avec prédominance d'Orbitoïdés.

Organismes. Les Orbitoïdés qui sont donc les plus abondants sont représentés par 3 espèces principales :

- Orbitoides apiculata Schlumberger.

Peu répandu, ce genre est représenté par quelques sections peu nettes que l'on peut considérer, à mon avis, comme des termes de passage entre Orbitoides media d'Archiac et Orbitoides apiculata Schlumberger. Une coupe transversale montre une nucléoconque ovale, à paroi calcaire épaisse et divisée intérieurement en 4 loges ; la troisième cloison transversale étant très rapprochée de la paroi à ce niveau la 4e loge est à peine visible. Les loges équatoriales réparties suivant un plan plus ou moins ondulé, communiquent par 2 ou 3 ouvertures latérales bien visibles ; les logettes latérales nombreuses sont très surbaissées, irrégulièrement empilées les unes sur les autres, elles sont traversées par des piliers compacts répartis sur toute la longueur du diamètre. Cette forme, qui mesure 7 mm. de diamètre, est faiblement biconvexe. Il existe une autre section offrant les mêmes caractères, mais avec un embryon à contours très irréguliers et divisé en 4 loges par 3 cloisons perpendiculaires.

- Orbitoides media d'Archiac.

- Orbitoides media d'Archiac.

Certaines sections qui ne sont pas axiales, mais de petite taille, très biconvexes et à piliers réunis vers le centre, appartiennent à Orbitoides media d'Archiac.

- Simplorbites gensacicus Leymerie Coupe 89 c1, c6. Dessins Pl. XVII, 1 ; Pl. XVIII, 3.

Elle se caractérise immédiatement dans les sections par son embryon énorme et très irrégulier. Entouré d'une coque épaisse il est divisé en un grand nombre de loges d'ailleurs plus ou moins complètes et sans ordre défini ; les cloisons se développent à l'intérieur de l'embryon sans toujours se réunir les unes aux autres. Les loges équatoriales augmentent progressivement de hauteur en allant vers la périphérie et présentent des ouvertures latérales nettes, en général 2 ou 3. Les logettes latérales à parois moins épaisse que chez O. media sont plus resserrées vers le centre. Les piliers peu épais sont régulièrement répartis.

Cette espèce caractéristique n'avait pas été signalée par V. PAQUIER dans son étude des Orbitoides de Méaudre, elle a été trouvée abondamment dans le Maëstrichtien de la Haute-Garonne et celui d'Alfermee où les exemplaires figurés par O. RENZ sont absolument semblables.

A ce niveau, - coupes 89 c3, c4, c5, c6, se rencontrent des Orbitolidés de très grande taille atteignant plus de 2 cms de diamètre, parfois 3. Un échantillon visible sur le bloc, mais cassé lors de la coupe, mesurait 3,2 cm.

Il est difficile de déterminer ces formes, car elles ne passent pas par l'embryon, ce sont des coupes tangentielles où l'on distingue à la fois la surface des piliers constituant autant de granules ; leur section transversale et les loges équatoriales en section horizontale.
Ces dernières augmentent progressivement de taille en allant vers la périphérie où elles deviennent énormes, avec

des ouvertures latérales nettes, arrondies, de très grande taille. Les loges latérales sont banales, irrégulièrement empilées, traversées par des piliers étroits. D'après leur taille et certains de leur caractères, il ne serait pas improbable que ces formes se rapportent à Simplorbites gensacicus Leymerie.

Les Orbitoïdés ne sont pas néanmoins les seuls organismes et à côté de grands fragments de Bryozoaires et de Mollusques, on rencontre quelques rares Rotalidés calcaires et surtout de nombreux Siderolites calcitrapoides Lamarck. On peut voir ici les piliers rayonnants nets en section transversale, et des coupes méridiennes avec 1, 2 ou 3 épines assez longues.

Coupe 90 (Phot. Pl. XVII, 2-3 ; Pl. XVIII, Pl. XX, Pl. XXI, 1 ; Dessins Pl. XVIII, 2 ; Pl. XIX).

Se présente comme un calcaire détritique bourré d'Orbitoïdés présentant ici leur maximum de développement. Le ciment est formé de calcite assez finement cristallisée, mêlée à des particules vaseuses réunies parfois en îlots. Il contient quelques grandes plages de calcite secondaire.

Organismes. Les sections transversales et équatoriales d'Orbitoides montrent un très grand nombre d'espèces :

- Orbitoides media d'Archiac est abondamment représentée. De nombreuses sections se caractérisent immédiatement par leur embryon ovalaire divisé en 4 loges par 3 cloisons dont 2 parallèles et la cloison transversale est perpendiculaire ; parfois la nucléoconque est triloculaire ou même biloculaire suivant la position de la coupe, mais les autres caractères sont toujours identiques : c'est-à-dire que l'on a des formes de petite taille, 6 à 7 mm., avec en section méridienne des loges équatoriales assez

aplaties, souvent dissymétriques, dumoins dans les parties marginales, recouvertes par des logettes latérales banales dont on voit d'ailleurs très bien les perforations. Les piliers superposés réunis les uns aux autres se traduisent sur ces coupes par des lames ondulées; en section transversale les loges équatoriales communiquant par 2 ou 3 ouvertures, augmentent progressivement de taille en allant vers la périphérie et les logettes latérales, régulièrement superposées, ont une ouverture bien moindre que l'épaisseur des cloisons. Les piliers épais sont plus nombreux dans la région centrale où, par endroit, ils font disparaître complètement les logettes latérales.
- Assez nombreuses formes microsphériques de petite taille.

- Orbitoides apiculata Schlumberger. C'est une forme de taille plus grande que l'on a considérée comme une mutation d'O. media et qui présente avec elle de nombreux points communs. L'embryon est tri ou tetraloculaire, mais dans ce cas les 2 cloisons ne sont pas parallèles mais nettement divergentes (Dessin Pl. XIX, 4) ; les loges équatoriales, en section méridienne, ont une partie antérieure plus bombée et plus symétrique que chez O. media. D'autre part la couche médiane des loges équatoriales présente en section transversale une plus grande épaisseur et augmente rapidement en hauteur ; les ouvertures des loges sont la plupart du temps supérieures à 3 et une forme microsphérique de la coupe 90 b montre jusqu'à 7 ouvertures latérales.

- Lepidorbitoides minor. Schlumberger. Représentée par un petit nombre d'exemplaires, c'est une forme de petite taille, 5 à 6 mm. Les loges équatoriales sont en section méridienne, plus convexes vers l'avant que chez les formes précédentes et très souvent en spatule dans la région centrale ; les piliers se terminent non par des lames ondulées, mais par des granules arrondis, répartis régulièrement (Phot. Pl.). La coupe n'étant pas méridienne mais passant par le sommet, montre un embryon peu net où

l'on distingue néanmoins une forme biloculaire.
Une autre section transversale montre un embryon biloculaire réniforme, caractéristique et des loges équatoriales qui, comme précédemment sont dépourvues d'ouvertures latérales, ce dernier caractère comme nous le savons, les séparent du genre Orbitoides où ces ouvertures sont toujours présentes.

- Lepidorbitoides socialis Leymerie. Une forme de grande taille, 10 mm., dont les loges équatoriales à face antérieure très convexe sont dépourvues d'ouvertures latérales et dont les loges latérales très serrées, sont régulièrement superposées, correspondrait par ces caractères à Lepidorbitoides socialis Leym ; malheureusement la coupe tangentielle ne passe pas par l'embryon.

- Omphalocyclus macroporus Lamarck. Formé d'une seule catégorie de cellules il est représenté par une section transversale nette.

Donc : à ce niveau particulièrement riche, les Orbitoidés sont représentés par l'association d'Orbitoides media d'Arch., les plus nombreux, d'Orbitoides apiculata Schl., avec parfois des formes de transition où les loges commencent à s'ovaliser, de Lepidorbitoides minor Schl., bien plus rare, et de quelques Omphalocyclus macroporus Lamk.
Outre les Orbitolidés, le ciment englobe toute une foule d'organismes, Bryozoaires, Mollusques, Echinodermes, à l'état de fragments, généralement peu volumineux.
Quelques formes pélagiques rares sont à signaler : Globigérinidés, Globotruncana, Lagena à paroi épaisse.
Présence de grands Rotalidés calcaires toujours semblables, à test épais.
Toujours Siderolites calcitrapoides Lamk. et quelques Textularidés arénacés de grande taille.

Coupe 91.

C'est un calcaire vaseux, plus ou moins détritique, où les Orbitoidés sont rares. Je n'ai rencontré, malgré de nombreuses coupes faites à ce niveau, qu'une seule section tangentielle ; je l'attribuerai à Lepidorbitoides socialis Leym. C'est une forme de grande taille, faiblement biconvexe, dont les loges équatoriales qui augmentent progressivement de hauteur sans se diviser ne possèdent pas d'ouvertures latérales. Les logettes latérales sont nombreuses et très surbaissées et les piliers plus abondants au centre.

Le ciment formé d'argile et de calcite finement cristallisée, renferme toujours de nombreux Lagéna à paroi épaisse, des Siderolites calcitrapoides Lamk. et quelques Textulaires arénacés petits. Les débris de Bryozoaires et de Mollusques sont toujours présents, mais très fins.

Signalons la présence de formations assez curieuses : en section transversale elles apparaissent comme des sphères de calcite largement cristallisée, généralement disposées par paire et en section longitudinale comme des tubes montrant à l'extrémité des amorces de courbures. Peut-être s'agit-il de restes d'Annélides ?

Coupe nº 92 (Phot. Pl. XXI, 2-3 ; Pl. XXII, 1-2 ; Dessins Pl. XX, 1-2 ; Pl. XXI.

Calcaire détritique comme le précédent mais de nouveau très riche en Orbitoïdés et autres organismes.

Les Orbitoïdés sont représentés à ce niveau par 3 formes :

- Orbitoides media d'Archiac toujours présente, avec parmi d'autres sections, une très belle coupe transversale (Phot. Pl. XXII, nº 2.- Dessin Pl. XXI, 1).

C'est une forme biconvexe de 7 mm. de long et 3 mm. d'épaisseur dans la région centrale. L'embryon ovale, entou-

ré d'une muraille épaisse, est divisé en 4 loges par 3 cloisons dont 2 sont parallèles, les loges équatoriales communiquant seulement par 2 ou 3 ouvertures latérales augmentent peu en hauteur quand on s'éloigne du centre. Les logettes latérales banales régulièrement empilées, très surbaissées et nombreuses, sont traversées par des piliers s'étendant sur toute la longueur du diamètre, mais plus épais et plus resserrés au centre où ils tendent à faire disparaître les logettes latérales.
Je rapporte à cette espèce d'autres sections transversales ayant les mêmes caractères mais dont l'embryon est triloculaire (coupe 92 a, Dessin Pl. XX, n° 1).

- Orbitoides apiculata Schlumberger avec en particulier une forme microsphérique de grande taille : 1 cm. ; les loges de la couche équatoriale très épaisses, augmentent progressivement en hauteur en se subdivisant et possèdent des ouvertures latérales très nombreuses allant jusqu'à 6.

- Orbitoides sp. ? 92 a, Phot. Pl. XXII, 1 - Dessins Pl. XX, 2). C'est une forme assez curieuse mais bien caractéristique et que j'ai déjà rencontrée dans la coupe 90 b.
Elles est étroite, faiblement biconvexe ; l'embryon est aussi étroit, mais très allongé et divisé en un certain nombre de loges incomplètes ; il n'y a en général pas de muraille calcaire épaisse autour de la nucléoconque. Les piliers peu épais, bien individualisés et répartis d'une façon à peu près régulière sur toute la longueur du diamètre, font saillie à la surface. Les loges équatoriales qui sont basses autour de l'embryon, augmentent professivement de taille vers la circonférence, surtout, mais ne se divisent pas en hauteur; elles communiquent par des ouvertures latérales petites. Les logettes latérales plus ou moins régulièrement superposées sont très surbaissées et nombreuses. Peut-être est-ce une forme dégénérée ?

A côté des Orbitoides, les autres organismes déjà présents dans les couches précédentes sont bien représentés.
Aux débris de Bryozoaires parfois très grands de Mollusques, d'Echinodermes, s'ajoutent des restes de Brachiopodes reconnaissables grâce à leurs canaux: on distingue nettement la couche prismatique interne assez épaisse traversée par des canaux perpendiculaires à la surface ; la couche externe, plus mince, est formée de lamelles lui donnant un aspect finement strié, le tout est régulièrement ondulé.
Présence de sections ovales d'organismes,plus ou moins brisées et dont le test est formé de plusieurs couches concentriques qui se séparent ; à certains endroits on peut distinguer une structure striée prononcée, perpendiculairement à la surface.
Apparition de Rotalidés calcaires de petite taille, différents des formes rencontrées jusqu'à présent, ils se caractérisent en sections transversales par un bouton central bien individualisé ; souvent les derniers tours plus minces mais toujours calcaires, portent de fines denticulations (Dessins Pl. XVI, n° 4-5).
Parmi les genres arénacés présence de quelques grands Textulariens.

Coupe n° 93 (Phot. Pl. XXII, 3. Dessins Pl. XX, 3).

Coupe nº 93 (Phot. Pl. XXII, 3. Dessins Pl. XX,3).

Avec cette dernière coupe se terminent les couches à Orbitoides de Méaudre. Nous avons toujours un calcaire à grain fin traversé par de nombreux filonnets de calcite.
Il renferme des Orbitoides mais en faible proportion ; la seule espèce que j'ai pu déterminer se rapporte à Orbitoides media d'Archiac, l'embryon entouré d'une muraille calcaire épaisse et divisée en 4 par 3 cloisons minces ; les piliers répartis sur toute la longueur sont plus épais et plus rapprochés au centre où ils font peu à peu disparaître les logettes latérales. Les loges équatoriales qui augmentent rapidement en hauteur lorsqu'on s'éloigne du centre, communiquent par des ouvertures latérales petites, jamais supérieures à trois.
Le ciment vaseux entièrement cristallisé secondairement, englobe la même association d'organismes : menus débris de Bryozoaires, Echinodermes avec quelques sections de piquants d'Oursins à septa rayonnants, fragments parfois très grands de Mollusques.
Présence constante de Siderolites Calcitrapoides Lamarck de grands Lagénidés brisés et surtout de Rotalidés calcaires identiques aux précédents ; petits avec pilier formant bouton dans la région centrale, ils sont abondants. Les organismes arénacés peu nombreux ne sont représentés que par quelques grands Textularidés.
Les formes pélagiques sont en forte proportion : ce sont des Lagena auxquels s'ajoutent quelques Globigérinidés de petite taille et Globorotalidés avec :

Globotruncana stuarti de Lapparent

Enfin les section de Siphonées verticellées de petite taille, ovales, sphériques ou cannelées, crauses ou complètement comblées par la calcite secondaire ne sont pas reres.

CONCLUSION

En s'inspirant directement de la méthode de A. CAROZZI sur l'interprétation des séries sédimentaires, nous traçons tout un ensemble de courbes indiquant les variations de fréquence des organismes et des minéraux détritiques le long de la série envisagée, ainsi que la taille très approximative de ces derniers.

Pour cela nous procédons de la façon suivante :
- en ordonnée sont portés tous les niveaux depuis la lumachelle de base 1 jusqu'au sommet des couches à Orbitoides de Méaudre, niveau 93.
- en abcisse figurent les minéraux détritiques, la glauconie et les organismes présents ; pour les premiers ainsi que pour la glauconie, la fréquence et la taille sont indiquées par une échelle relative comprenant les termes suivants :

Tf = Très faible
f = faible
M = Moyenne
F = Forte
TF = Très forte

En ce qui concerne les organismes nous les divisons en 2 groupes :

- Les organismes benthiques ;
- Les organismes pélagiques.

Les formes benthiques le plus souvent rencontrées dans notre coupe Sassenage - Méaudre se rapportent aux embranchements ou familles suivantes :
Bryozoaires - Echinodermes - Mollusques - Textularidés - Rotalidés arénacés et calcaires - Lagénidés - Spongiaires - Orbitoidés - et au genre Siderolites.
Les formes pélagiques présentes groupent les familles des Globigérinidés - Gumbélinidés - Globorotalidés - avec principalement le genre Globotruncana.
Leur fréquence moyenne est également évaluée approxima-

tivement et marquée en abcisse par les abréviations suivantes :

f = faible
M = moyenne
F = Forte
TF = Très forte

Remarque : Aucune mesure n'a été prise et toute évaluation de taille et de fréquance est faite comparativement avec une valeur que j'ai jugée moyenne.

Que déduire de l'observation de ces courbes ?
Le tracé des courbes n'étant qu'approximatif, leur interprétation par la méthode de A. CAROZZI s'appliquant à des courbes élaborées à partir de mesures très précises ne pourra aboutir ici à des résultats aussi rigoureux ; aussi complèterons-nous les déductions obtenues par les indications fournies par le ciment plus ou moins vaseux, l'allure des organismes et leur état d'usure.

L'observation des variations importantes des courbes de fréquence permet déjà d'énoncer les résultats suivants:

1° - Mer peu profonde

En effet : a - Les minéraux détritiques représentés surtout par des grains de quartz sont partout présents jusqu'au niveau 60, avec une fréquence généralement moyenne, parfois très élevée, comme dans les couches de base où les apports terrigènes prédominent.

b - La glauconie considérée comme une formation de mer peu profonde est abondante et sa courbe de fréquence suit celle du quartz; en effet celui-ci amené par les courants littoraux dans la zône de bordure, ou dans une zône plus profonde par d'importants courants, correspond à un milieu dans les deux cas aéré, condition qui, comme nous le savons favorise la présence de la glauconie.

c - La faune benthique prédomine généralement sur la faune pélagique qui, à aucun niveau, n'est exclusive ; tous les calcaires sont dus en plus grande partie

à l'activité organique, ceux formés par des boues de Bryozoaires étant très importants.

d - Les courbes de fréquence des organismes benthiques et pélagiques varient régulièrement en sens inverse, le maximum des premières correspondant à un minimum des secondes, tout au moins en ce qui concerne Bryozoaires, Echinodermes, Mollusques, les autres formes benthiques ayant comme nous allons le voir une répartition assez interrompue.

Cette variation en sens inverse des deux faunes provient du fait que la profondeur étant peu considérable, les mouvements de fond affectent les conditions de vie en surface.

2° - Augmentation de profondeur à mesure que l'on s'élève dans le Crétacé supérieur.

a) La fréquence et la taille des grains de quartz varient d'abord en sens inverse, c'est-à-dire que les niveaux où apparaissent les grains de grand diamètre en sont les plus pauvres et inversement. Ceci traduit un apport détritique désordonné ou excessif ou insuffisant, sur lequel agiront des courants d'intensité variable. Par exemple au niveau 3^1 la brusque augmentation des courants d'intensité littoraux agissant sur un stock de particules assez faible correspond à un fort accroissement de taille des grains de quartz s'accompagnant d'une chute de fréquence du fait que les petits éléments sont emportés. Cet apport détritique caractérise d'après CAROZZI une zône littorale. A partir du niveau 4 fréquence et taille varient dans le même sens indiquant un apport détritique devenu régulier caractéristique de milieux plus profonds.

b) La fréquence et la taille des éléments détritiques, si on fait abstraction des niveaux 35 à 45 où l'importance de ces éléments non accompagnés d'une variation de faune est simplement due à l'action locale de courants, diminuent graduellement lorsqu'on s'élève, les particules les plus fines étant entraînées, pour disparaître complètement à

à partir du niveau 60.
Mêmes constatations pour la glauconie qui, encore présente à la base des calcaires à silex, ne tarde pas à disparaître.
c) Si on considère les variations de fréquence des organismes à partir du niveau 18, on constate qu'à la faune benthique en diminution importante, se superpose une faune pélagique qui peu à peu devient prédominante. Comme nous allons le voir, le changement brusque de faune à partir du niveau 66 n'en est en réalité pas un. Les débris de Bryozoaires, Echinodermes, Mollusques, n'étant pas ici en place mais remaniés les variations des courbes traduisent simplement des variations d'intensité des courants qui ont amené ces élements remaniés dans un milieu toujours pélagique.

Observons maintenant plus en détal le comportement de chacune de ces courbes.

Courbe de fréquence des Bryozoaires, Echinodermes, Mollusques.

Ces 3 courbes varient parallèlement de la base au sommet avec interruption des niveaux 59 à 66. Prépondérants jusqu'au niveau 4, ces organismes sont toujours présents mais très brisés et en faible proportion jusqu'à l'assise 15 ; à partir de là et après une courte absence aux niveaux 16 et 17 ils deviennent prédominants jusqu'à 45. Mais, alors que de 18 à 30 ils sont représentés par des débris manifestement en place, sans trace de transport, ils sont par la suite très brisés, roulés et de plus en plus rares, caractères qui s'accentuent à mesure qu'on s'élève pour arriver à une disparition complète au niveau 59.
Avec l'assise 66, brusque augmentation mais aspect très différent, très brisés, usés, les angles étant généralement très arrondis et la structure difficilement visible, ils ont été arrachés à leur lieu d'existence et transportés par de violents courants sur une distance plus ou moins longue.

Dès le niveau 87 les restes peu roulés correspondent au contraire à une faune ayant vécu sur place et indiquant une diminution de profondeur.

Courbe de fréquence des Textularidés et Rotalidés arénacés.

Elles accompagnent les précédentes, mais très discontinues elles n'indiquent rien de précis dans la distribution de ces organismes.
Un fait intéressant néanmoins doit être signalé : c'est l'aspect de ces organismes qui, tranchant sur le fond calcaire de la roche et ne portant jamais de traces d'usure, même quand on les trouve dans des niveaux où tous les autres débris organiques sont roulés, fait penser à un mode de transport uniquement par suspension.

Courbe de fréquence des Rotalidés calcaires.

Elle n'indique rien de précis ; rares dans les lauzes ces organismes sont surtout abondants dans la zône remaniée des calcaires à silex et dans les couches à Orbitoides. Ils ne portent d'ailleurs pas de traces de transport comme les Bryozoaires qu'ils accompagnent, peut-être parce qu'ils étaient ici en place, pouvant s'accommoder d'un milieu plus profond.

Courbe de fréquence des Lagénidés.

Quoique très discontinue elle est néanmoins assez curieuse. Ces organismes bien que benthiques, à test calcaire souvent très épais, se comportent le plus souvent comme les formes pélagiques, absents lorsque les minéraux détritiques sont abondants, ils augmentent quand l'intensité des courants diminue comme au sommet des calcaires à silex et au niveau des couches à Orbitoides. Cette exception montre qu'ils ne peuvent sans doute s'accommoder d'un milieu détritique trop agité ou à courants trop violents.

La courbe de fréquence des Spongiaires est trop irrégulière pour que l'on puisse lui attribuer une quelconque

signification. Rarement présents dans les niveaux gréseux, auxquels cas ils sont robustes et très brisés, les spicules accompagnent le plus souvent des formations plus profondes à organismes pélagiques. Ils sont alors fins et peu brisés.

Courbe de fréquence des Globigérines, Gumbélines et Globotruncana.

Très discontinues, les deux premières varient parallèlement et normalement en opposition avec celle des apports minéraux, les maxima correspondant aux niveaux les moins détritiques. Apparaissant au niveau 5^1 elles augmentent irrégulièrement ; de 18 à 43 leur comportement apparaît assez aberrant et ce n'est que passé ce dernier niveau que la courbe plus continue indique une augmentation tandis que la faune benthique régresse. Leur fréquence encore élevée au niveau 74 diminue ensuite progressivement pour devenir nulle dans les couches à Orbitoides.

Les Globotruncana sont affectées d'un comportement assez anormal, alors que dans les niveaux à faible apport détritique leur fréquence suite celle des Globigérines et Gumbélines dans les couches de base elles varient exactement en sens inverse des précédentes ; associées aux formes benthiques subsistant dans les grès, leur maxima correspond aux niveaux les plus gréseux.

Que déduire des variations de cette faune ?
Dès le début elles correspondent à une alternance rapide de niveaux calcaires à organismes pélagiques et de niveaux gréseux. Après un passage brusque de faciès littoraux au faciès pélagique 5^1, des soulèvements ont dû se produire aux niveaux 6^1-6^{4-9}, accompagnés d'érosion intense sous-l'action de courants permettant le dépôt de grès plus ou moins grossiers sur des calcaires plus fins. Ces courants marqués par un apport massif de particules détritiques et l'aspect fin et roulé des restes de Bryozoaires expliquent l'abondance des tests pélagiques flottés de Globotruncana aux niveaux gréseux.

De 18 à 30, la faune pélagique absente correspond à un faciès plus littoral, caractère qui, comme nous le savons, s'accorde avec la prédominance de la faune benthique, puis augmentant peu à peu elle annonce un milieu plus profond où les élément benthiques roulés amenés par les courants se dispersent pour disparaître complètement. Tout différent est l'apport massif de débris remaniés dû à d'importants courants rendant, dès le niveau 66, les organismes pélagiques plus rares.
Avec le sommet des calcaires à silex, et les couches à Orbitoides, on constate que l'intensité des courants diminue, les éléments détritiques plus fins se sédimentent dans les zônes plus calmes ; on serait tenté de croire que la profondeur continue d'augmenter, les particules détritiques ne pouvant se déposer en un milieu littoral trop agité mais en fait on s'aperçoit au contraire qu'elle diminue : les formes pélagiques devenues rares, l'apparition importante de Rotalidés calcaires, d'Orbitoides, de Siderolites témoignent de faciès détritiques peu profonds.

Détermination de l'âge de la série.

Si la détermination de l'âge de cette série n'était déjà pas facilitée par la macrofaune assez rare, elle ne l'est guère mieux par l'étude de la microfaune ; les seuls organismes qui peuvent nous renseigner ici sont les Globotruncana. Or elles sont plutôt rares, surtout présentes dans les niveaux de base.

Cette série repose à sa base, sur la lumachelle d'âge aptien supérieur ; on peut admettre que les couches très gréseuses et glauconieuses qui la surmontent jusqu'au niveau 5 sont d'âge albien car si les débris phosphatés roulés, caractéristiques de cet étage, sont absents ici, on les trouve non loin de là dans le Vercors.
Les couches gréseuses suivantes deviennent très difficiles à dater, je n'ai trouvé aucun fossile caractéristique du Cénomanien et la présence aux niveaux 5 et 6 de Globotrun-

cana lapparenti inflata Bolli indiquerait un âge turonien des dépôts correspondants !
L'apparition en même temps que la précédente de Globotruncana Lapparenti bulloides Vogler, Glob. lapparenti lapparenti Bolli et Glob. lapparenti tricarinata Quéreau est normale, puisque ces formes apparaissent dès le Turonien. Par la suite, seules subsistent les deux dernières mais comme elles se répartissent du Turonien au Campanien supérieur et même Maëstrichtien pour la seconde, elles ne permettent pas de conclure à l'absence ou la présence d'Emschérien.

Au niveau 45 présence de Globotruncana stuarti de Lapparent (Campanien supérieur - Maëstrichtien, qui, associée ici à Glob. lapparenti lapparenti Bolli indique encore un âge campanien supérieur ; à partir de ce niveau correspondant à peu près au sommet des lauzes, on ne rencontre plus de Globotruncana dans les calcaires à silex dont il est bien difficile de dire s'ils sont Campanien supérieur ou Maëstrichtien ; mais la présence d'une faune (benthique) toujours identique, à part quelques Orbitoides différentes de celles de Méaudre, et de débris de Bryozoaires qui, comme nous le verrons, proviennent probablement des calcaires à Bryozoaires du Dévoluy, auxquels Ch. LORY attribue un âge campanien, indiquerait que nous sommes encore dans le Campanien supérieur.
Tous les Orbitoides de Méaudre ainsi que l'espèce Siderolites calcitrapoides Lmk, associés à Globotruncana stuarti de Lapparent, indiquent nettement cette fois un âge maëstrichtien pour ces couches terminales.

RESUME.

Avec la transgression albienne, s'installe le régime de faciès néritique gréso-glauconieux correspondant à des formations terrigènes qui ont pris naissance au bord du géosynclinal dauphinois ; l'épaisseur assez réduite de ces dépôts indique que d'intenses courants devaient produire des abrasions sous-marines importantes.

Avec le Turonien ? les conditions bathymétriques changent et on constate une succession rapide de formations gréso-glauconieuses et de calcaires plus vaseux, cette période correspond à une grande instabilité des fonds marins dans une zône agitée de violents courants. Peut-être est-ce là le contre-coup de mouvements qui, à la même époque, ont bosselé et exondé toute la région du Dévoluy. Cette instabilité se termine au niveau 16 après un brusque approfondissement de la mer marquée par l'invasion d'un faciès uniquement pélagique.

A partir de ce moment nous pénètrons dans une mer plus calme, augmentant progressivement de profondeur; aux faciès littoraux à Bryozoaires succèdent des niveaux plus pélagiques, après une période encore troublée par les courants au Campanien supérieur (niveaux 35 à 45) les sédiments épurés de tous éléments détritiques correspondent au maximum de profondeur de la mer sénonienne. C'est à ce moment que d'importants courants vont apporter les restes de Bryozoaires formant dans le fond vaseux une véritable boue à Bryozoaires. D'où venaient ces organismes ? S'ils avaient été remaniés en place, ils ne pourraient provenir que d'un sédiment déjà consolidé et l'on devrait, dans ce cas, trouver des blocs de la roche remaniée et non seulement les organismes qui la constituent ; ils ne peuvent donc venir que d'un sédiment à Bryozoaires en voie de dépôt où il n'en existait à cette époque ni dans le Nord ni dans l'Est où le faciès profond est représenté par des formations uniquement pélagiques à Globigérines et Spongiaires, ni dans le Sud, car nous savons que dans les chaînes subalpines septentrionales Campanien et Maëstrichtien ne sont pas représentés, ils ne peuvent donc provenir que du Dévoluy où en effet Ch. LORY signale, sous les calcaires à silex maëstrichtiens, la présence de calcaires à Bryozoaires. On peut donc admettre que notre région était alors au Campanien supérieur, parcourue par une zône de courants qui char-

riant les Bryozoaires du Dévoluy alimentaient l'apport détritique du Vercors.

Remarque : L'absence de Flagellés dans les silex de Sassenage s'expliquerait par le fait que nous sommes dans une zône très agitée par les courants où les Flagellés ne trouvaient pas un milieu propice à leur développement.

Avec le Maëstrichtien la mer comme nous l'avons vu diminue peu à peu de profondeur, des bancs d'huîtres s'installent un peu partout ; toujours loin des rivages puisque aucun apport de minéraux détritiques ne se manifeste il a dû se produire un lent soulèvement annonçant l'émersion du nummulitique. Cette mer communiquait toujours largement avec le bassin de Paris passant par-dessus le Jura ou à Alfermee dans le Jura suisse, la faune est absolument semblable à celle de Méaudre.

BIBLIOGRAPHIE

1850-51 d'ORBIGNY (A.).- Paléontologie française, Fossiles crétacés. Bryozoaires.

1858 LORY (Ch.).- Compte-rendu d'une excursion à Sassenage. Grenoble, 1858.

1885 FALLOT (J.E.) Etude géologique sur les étages moyen et supérieur dans le SE de la France.

1891 MURRAY (J.) & RENARD (A.F.).- Report on deep sea deposits, collected during the voyage of.H.M.S. CHALLENGER, London.

1897 CAYEUX (L.).- Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires : Craie du Bassin de Paris. M.S.G.N. 4.

1900 HOVELACQUE (M.).- Album de Microphotographies de roches sédimentaires recueillies par W. KILIAN, Paris, GAUTHIER-VILLARS, 1900.

1901-1902 LORY (P.).- Contribution à l'étude micrographique du Crétacé supérieur dans le Dévoluy et les régions voisines. T.L.G. 1901-1902.

1901 SCHLUMBERGER (C.).- Première note sur les Orbitoïdes. B.S.G.F., I, 4e série.

1902 SCHLUMBERGER (C.).- Deuxième note sur les Orbitoides. B.S.G.F., II, 4e série.

1903 SCHLUMBERGER (C.).- Troisième note sur les Orbitoides. B.S.G.F., III, 4e série.

1904 SCHLUMBERGER (C.).- Quatrième note sur les Orbitoides. B.S.G.F., IV, 4e série.

1904 PAQUIER (V.).- Sur les calcaires à Orbitoides de Méaudre (Isère). B.S.G.F., t. IV, 4e série.

1908 SILVESTRI (A.).- Fossili cretacei della contrada Calcasacco presso Termini. Imerese (Palermo). Paléontoligrafia italica, Vol. 14, 1908.

1915 DOUVILLE (H.).- Révision des Orbitoides. C.R.A.S., vol. 161, 1915.

1916 CAYEUX (L.).- Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires. M.C.G.F., 1916.

1920 DOUVILLE (H.).- Révision des Orbitoides, B.S.G.F., 1920, 20, 4e série.

1922 DOUVILLE (H.).- Révision des Orbitoides. B.S.G.F., 1922, 22, 4e série.

1932 ERNI (P.).- Eline neue Siderolites spezies. Ecl. geol. Helv., vol. 25.

1933 CUSCHMANN (J.A.).- Foraminifere. Their classification and economic use . 2e éd., 1933.

1933 CUSCHMAN (J.A.).- An illustrated key to the genera of the Foraminifera. Spec. publ., n° 5, 1933.

1934 MORET (L.).- Géologie du Massif des Bornes.

1936 RENZ (O.).- Uber ein Maestrichtien-Cenomanien. Vorkommen bei Affermee am Bielersee. Ecl. Geol. Helv., vol. 29, n° 2.

1938 MARIE (P.).- Sur quelques Foraminifères nouveaux ou peu connus du Crétacé du Bassin du Paris. B.S.G.F., 8., 91.

1944 BOLLI (H.).- Zür Stratigraphie der Oberen Kreïde in den Höheren helvetischen Decken. Ecl. Geol. Helv., vol. 37, n° 2.

1944 GLAESSNER-MARTINN (F.).- Principles of micropaleontology.

1948 MORET (L.).- Manuel;de Paléontologie animale, 2e éd. 1948.

1950 GIGNOUX (M.).- Géologie stratigraphique, 4e éd., 1950.

1950 CAROZZI (A.).- Contribution à l'étude des rythmes de sédimentation. Extrait des Archives des Sciences, vol. 3, fasc. 1-2.

1951 CUVILLIER (J.).- Corrélations stratigraphiques par microfaciès en Aquitaine occidentale.

1952 GIGNOUX (M.) et MORET (L.).- Géologie dauphinoise. Initiation à la Géologie par l'étude des environs de Grenoble, 2e éd.

1952 TILEV NUH Etudes de Rosalines maestrichiennes du SE de la Turquie. Bulletin des Lab. de Géol. de l'Univ. de Lausanne.

1953 CAROZZI (A.).- Données micrographiques sur le Crétacé supérieur helvétique. Bull. de l'Institut national genevois, t. LVI, 1953.

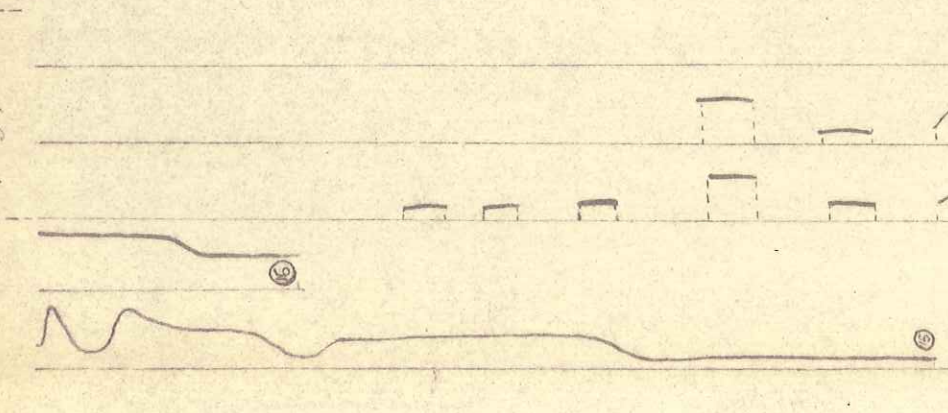
1953 PIVETEAU Traité de Paléontologie, t. I, 1953.

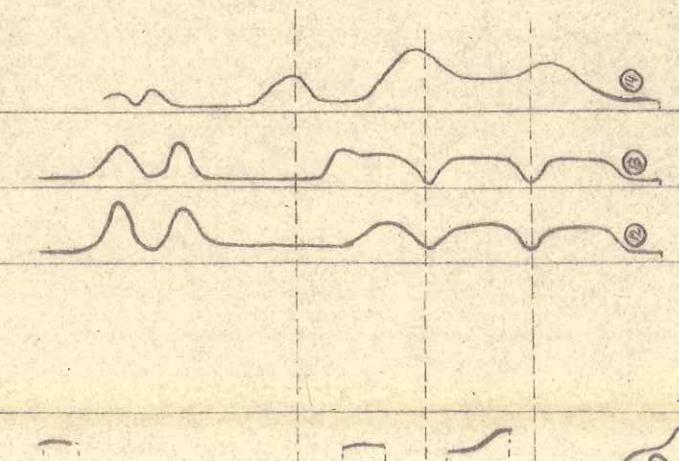
ABREVIATIONS

M.S.G.N. = Mémoires de la Soc. Géol. du Nord.
T.L.G. = Trav. Lab. Géol. Grenoble

- Niveau 26

organismes pélagiques





organismes benthiques

glucose

micronutriments dissous

Jours	Levée	Couchée
1	6h	18h
2	6h	18h
3	6h	18h
4	6h	18h
5	6h	18h
6	6h	18h
7	6h	18h
8	6h	18h
9	6h	18h
10	6h	18h
11	6h	18h
12	6h	18h
13	6h	18h
14	6h	18h
15	6h	18h
16	6h	18h
17	6h	18h
18	6h	18h
19	6h	18h
20	6h	18h
21	6h	18h
22	6h	18h
23	6h	18h
24	6h	18h
25	6h	18h
26	6h	18h
27	6h	18h
28	6h	18h
29	6h	18h
30	6h	18h
31	6h	18h
32	6h	18h
33	6h	18h
34	6h	18h
35	6h	18h
36	6h	18h
37	6h	18h
38	6h	18h
39	6h	18h
40	6h	18h
41	6h	18h
42	6h	18h
43	6h	18h
44	6h	18h
45	6h	18h
46	6h	18h
47	6h	18h
48	6h	18h
49	6h	18h
50	6h	18h
51	6h	18h
52	6h	18h
53	6h	18h
54	6h	18h
55	6h	18h
56	6h	18h
57	6h	18h
58	6h	18h
59	6h	18h
60	6h	18h
61	6h	18h
62	6h	18h
63	6h	18h
64	6h	18h
65	6h	18h
66	6h	18h
67	6h	18h
68	6h	18h
69	6h	18h
70	6h	18h
71	6h	18h
72	6h	18h
73	6h	18h
74	6h	18h
75	6h	18h
76	6h	18h
77	6h	18h
78	6h	18h
79	6h	18h
80	6h	18h
81	6h	18h
82	6h	18h
83	6h	18h
84	6h	18h
85	6h	18h
86	6h	18h
87	6h	18h
88	6h	18h
89	6h	18h
90	6h	18h
91	6h	18h
92	6h	18h
93	6h	18h
94	6h	18h
95	6h	18h
96	6h	18h
97	6h	18h
98	6h	18h
99	6h	18h
100	6h	18h

Leucates & Salses — Calcaires & silex — Leucates & étangs

Calcaires à silex

Lauzes

Limachelles

- Niveau 2.6

0 TF f. M F TF

courbe nº 1 Fréquence des minéraux détritiques
courbe nº 2 Taille des minéraux détritiques
courbe nº 3 Fréquence de la glauconie

courbe nº 4 Fréquence des Bryozoaires
courbe nº 5 Fréquence des Echinodermes
courbe nº 6 Fréquence des Mollusques
courbe nº 7 Fréquence des Textularidés
courbe nº 8 Fréquence des Rotalidés arénacés
courbe nº 9 Fréquence des Rotalidés calcaires

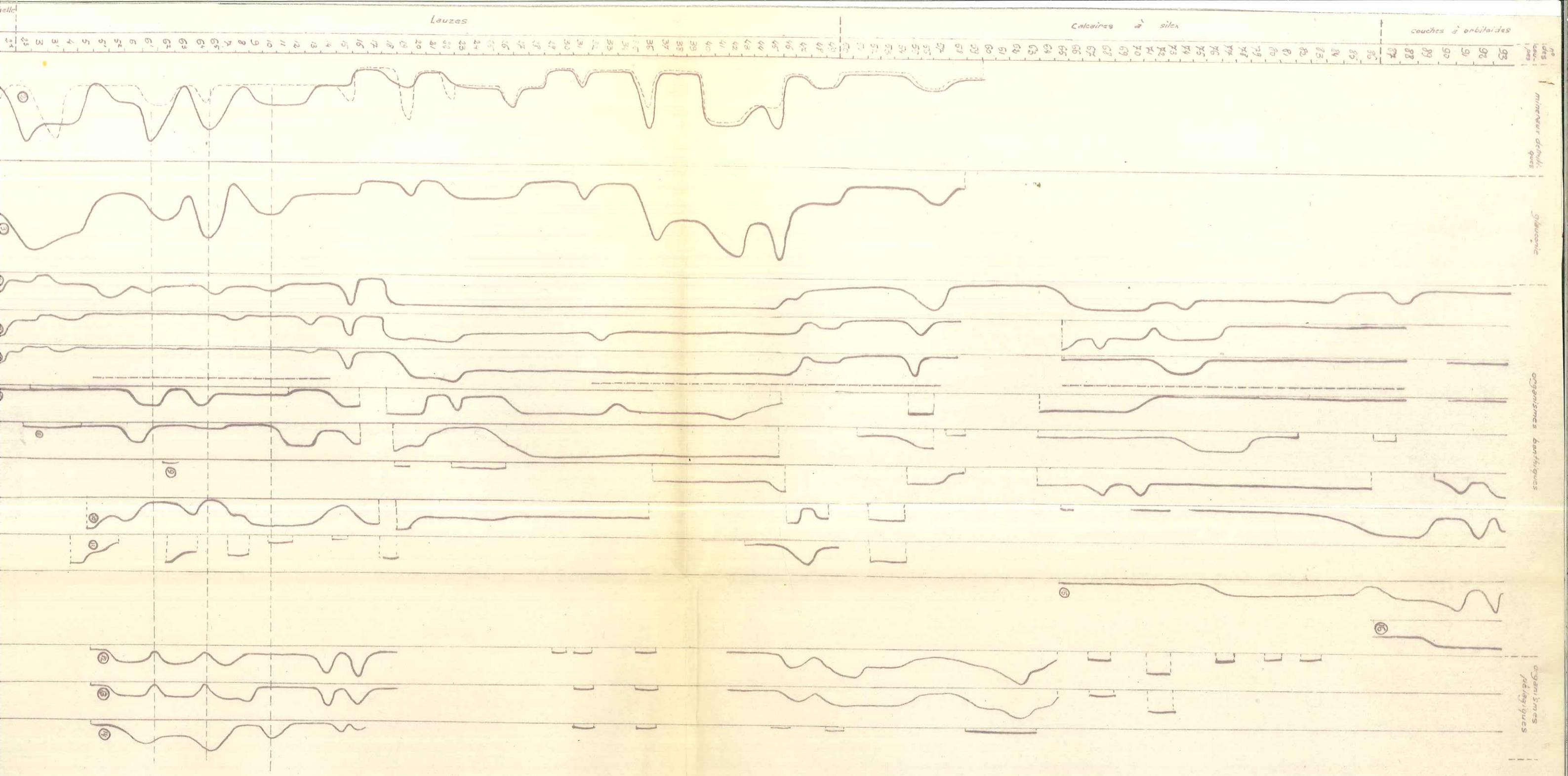
courbe nº 10 Fréquence des Lagenidés
courbe nº 11 Fréquence des spongiaires

courbe nº 12 Fréquence des globigerinidés
courbe nº 13 Fréquence des Guembelinidés
courbe nº 14 Fréquence des Globotruncana
courbe nº 15 Fréquence des orbitoïdes
courbe nº 16 Fréquence des Sidérolites

Fréquence TF = très faible
f = faible
M = moyenne
F = forte
TF = très forte

Toutes les courbes de fréquence organique ont même échelle que la courbe 4.

-.-.- Niveaux où les organismes benthiques des courbes 4-5-6 sont rares


Lauzes
Calcaires à silex
couches à orbitoïdes
n° des coupes
minéraux détritiques
glauconie
organismes benthiques
organismes pélagiques

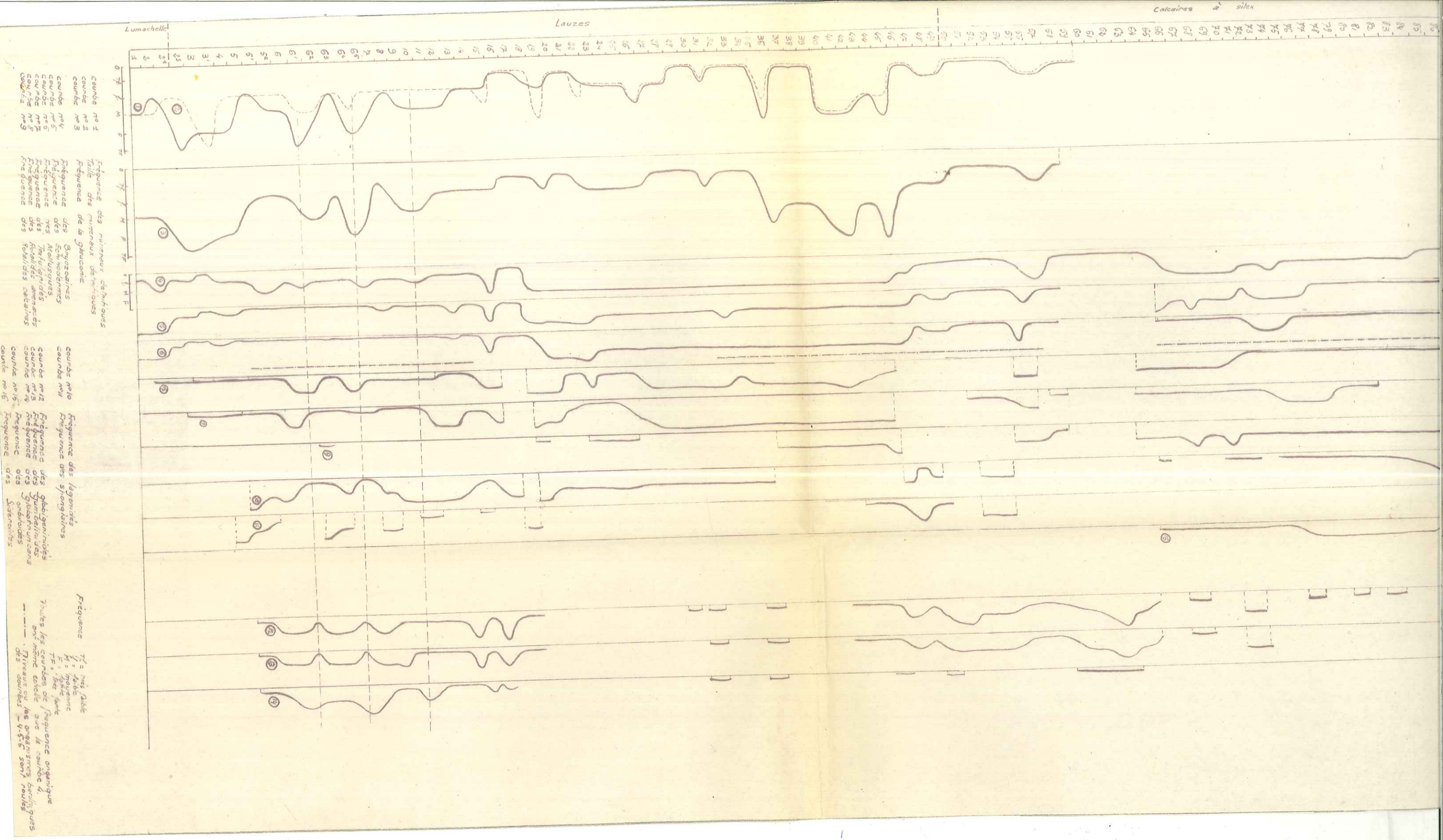
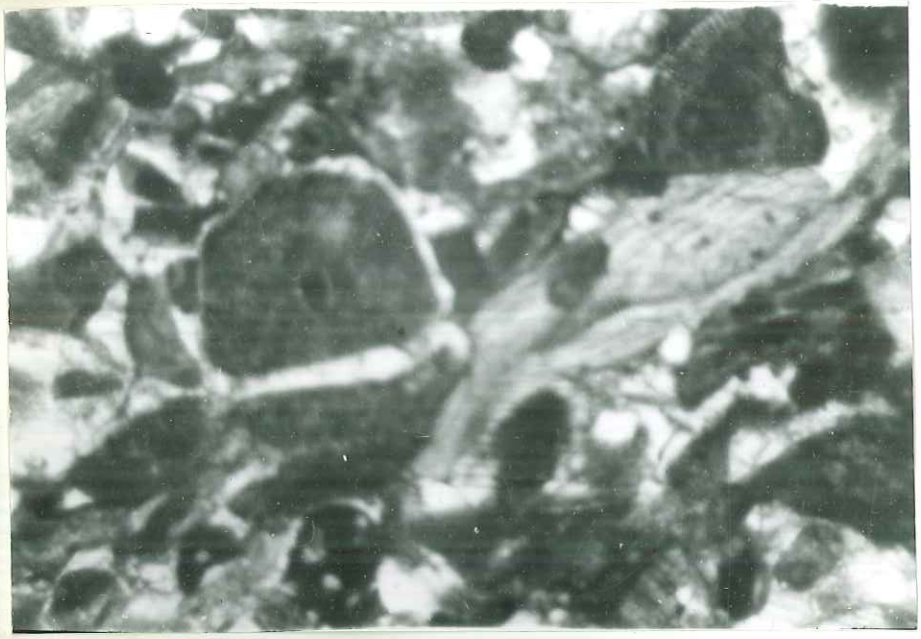
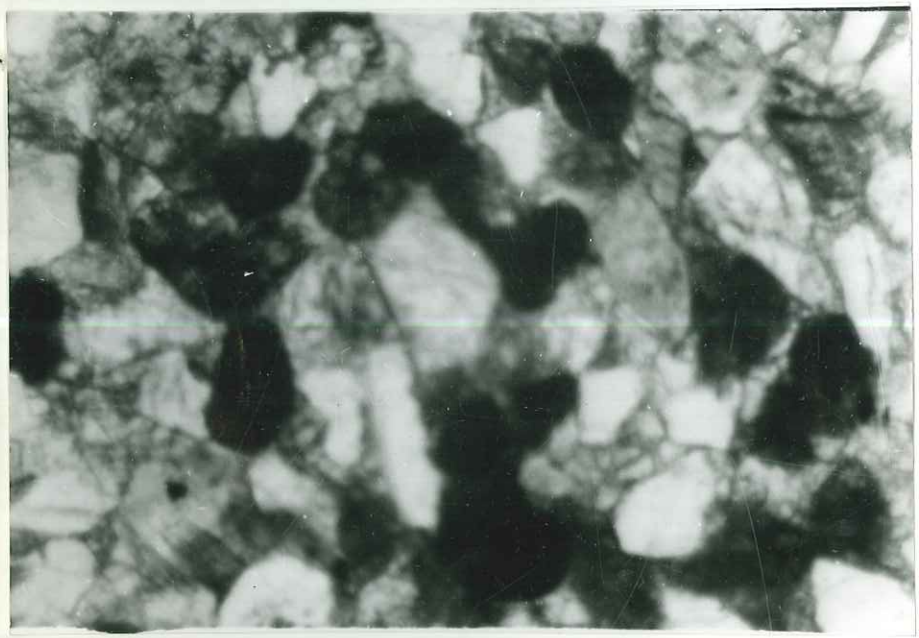

Lumachelle
Lauzes
Calcaires à silex
courbe n° 1 Fréquence des minéraux détritiques
courbe n° 2 Taille des minéraux détritiques
courbe n° 3 Fréquence de la glauconie
courbe n° 4 Fréquence des Bryozoaires
courbe n° 5 Fréquence des Echinodermes
courbe n° 6 Fréquence des Mollusques
courbe n° 7 Fréquence des Textulanidés
courbe n° 8 Fréquence des Rotalidés arénacés
courbe n° 9 Fréquence des Rotalidés calcaires
courbe n° 10 Fréquence des lagenidés
courbe n° 11 Fréquence des spongiaires
courbe n° 12 Fréquence des globigeninidés
courbe n° 13 Fréquence des Gumbelinidés
courbe n° 14 Fréquence des globotruncans
courbe n° 15 Fréquence des orbitoïdes
courbe n° 16 Fréquence des Sidérolites
Fréquence
TF = très faible
F = faible
M = moyenne
F = forte
TF = très forte
Toutes les courbes de fréquence organique ont même échelle que la courbe 4.
Niveaux ou les organismes bentiques des courbes 4-5-6 sont roulés

PLANCHE I



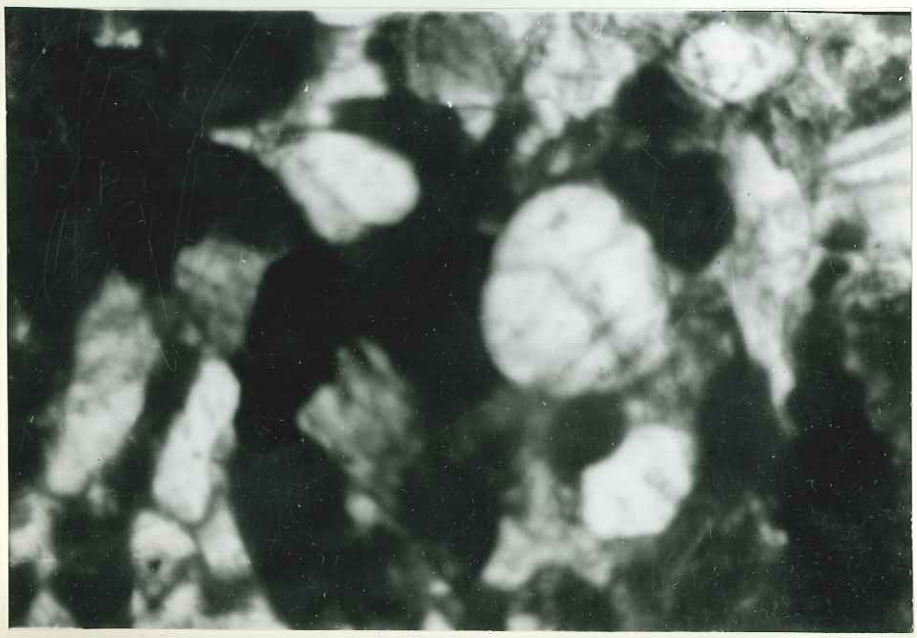
Coupe n°2 "lumachelle"

Calcaire spathique à débris de Mollusques Crinoïdes, Oursins etc (x10) x ag. 3,4.



Coupe n° 23

Grès glauconieux à rares rotalidés arenacés (x 10) ag. 3,4



Coupe n° 3

Grès très glauconieux sans organismes, avec gros grains de quartz. (x 10) ag: 3,4.

PLANCHE II

Coupe n°3[1]

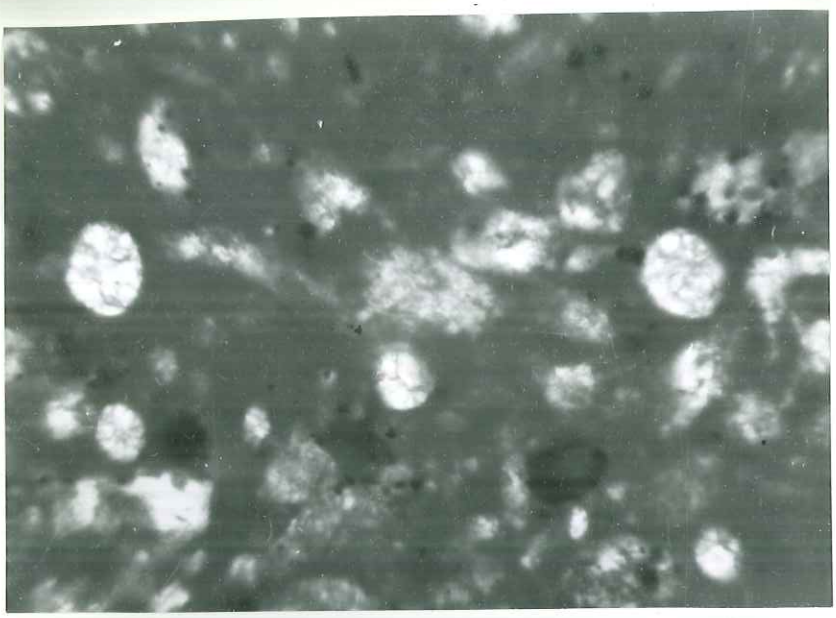
Grès glauconieux à très gros éléments de quartz (x 10)
x ag. 3,4

Coupe n°4

Calcaire gréseux à spicules de spongiaires (x 10)
x ag : 3,4

Coupe n°5

Calcaire pélagique à spicules de Spongiaires, globigérinidés
(x 10)
x ag : 3,4

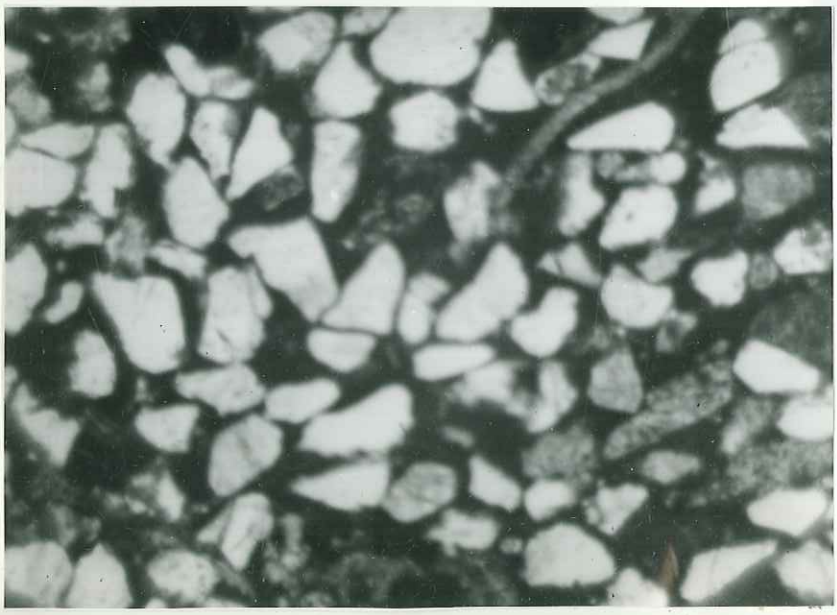


Coupe n°5

Calcaire pélagique à lagenas - x80 - xag: 3,4

Coupe n°5²

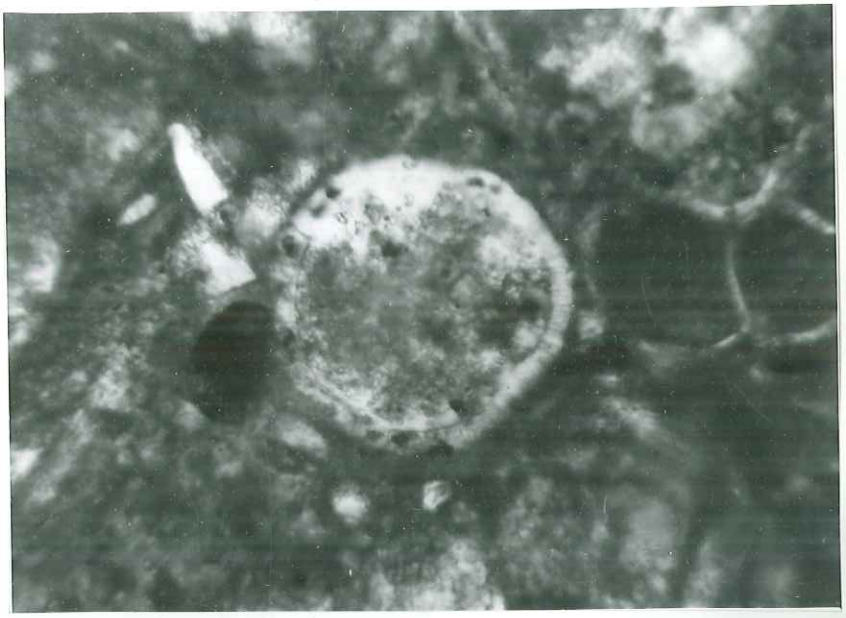
Calcaire détritique finement gréseux à globigérinidés et débris divers - x10 - xag3,4



Coupe n° 6¹

Grès fin à ciment vaseux. - x10 - xag3,4

PLANCHE IV



Coupe n°6²

Calcaire détritique avec Orbulina universa d'Orbigny.

- x 80 - xag: 3,4

Coupe n° 6²

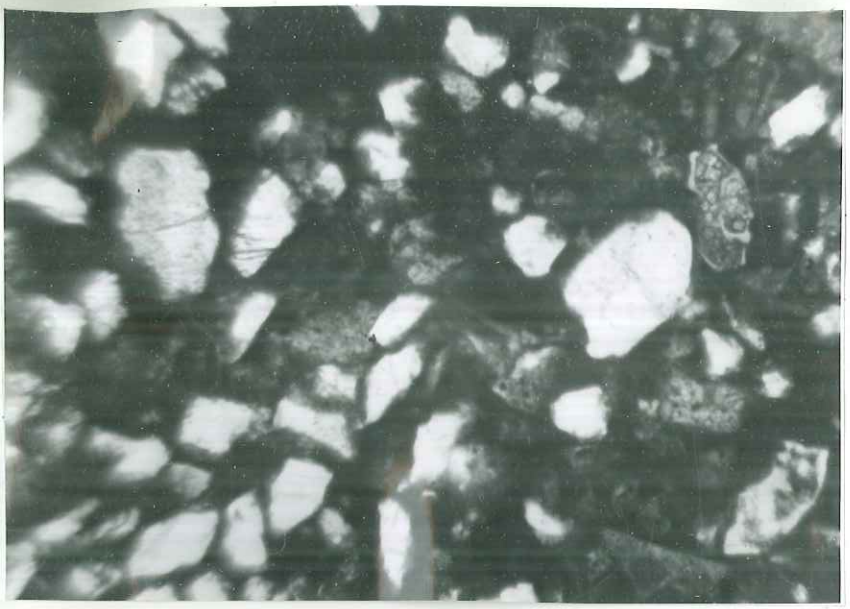
Calcaire detritique a spicules de Spongiaires et nombreux grains de quartz.

- x 10 - xag: 3,4

Coupe n° 6³

Calcaire pelagique à globigerinidés, Lenticulina sp.

- x 10 - xag: 3,4



Coupe n°64

Calcaire gréseux à ciment pélagique contenant de multiples débris calcaires, globotruncana lapparenti tricarinata Quer.

- x10 - xag : 3,4

Coupe n°65

Grès fin glauconieux à ciment calcaire

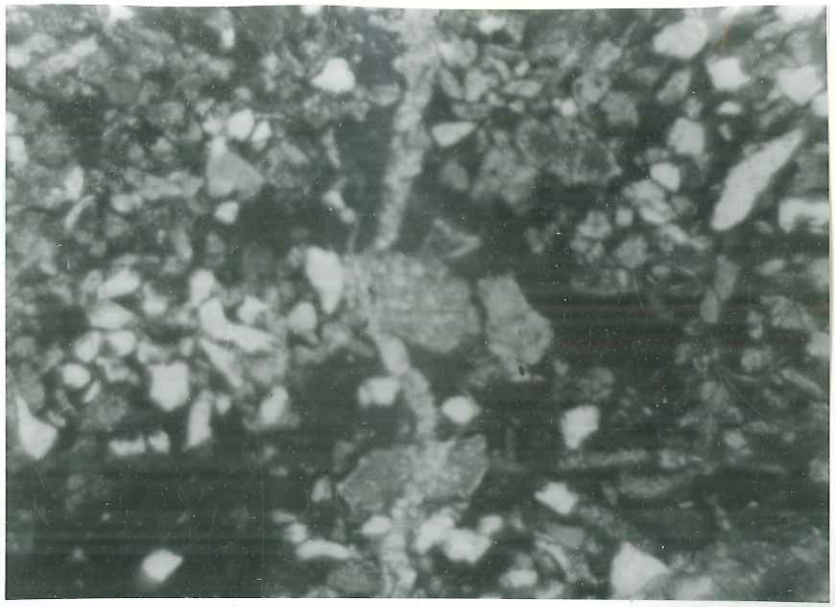
- x10 - xag : 3,4

Coupe n°7

Calcaire pélagique à globigerinidés, globotruncana et débris divers

- x10 - xag : 3,4

PLANCHE VI



Coupe n°9

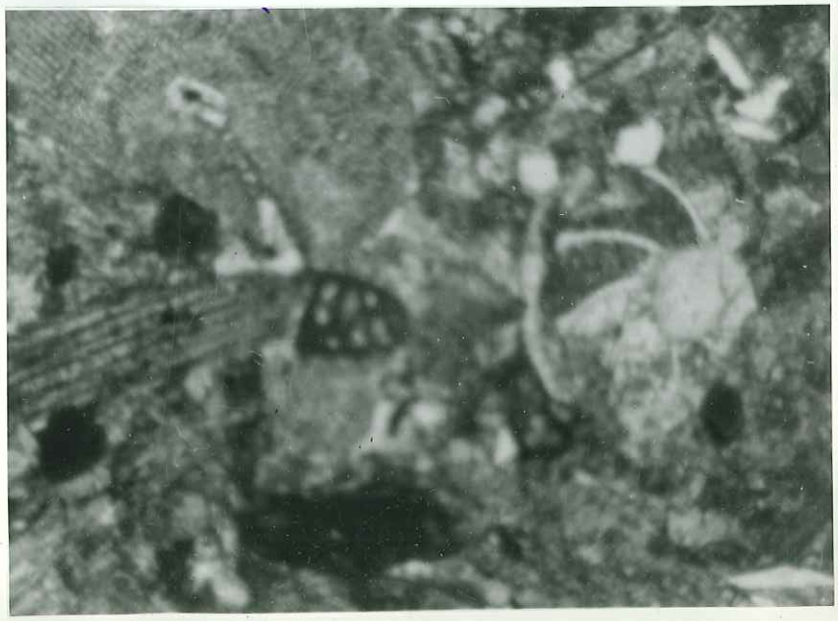
Calcaire détritique très riche en Globotruncana

- x10 - x ag : 3,4.

Coupe n°13

Calcaire vaseux à Globigerines et Gumbelinidés

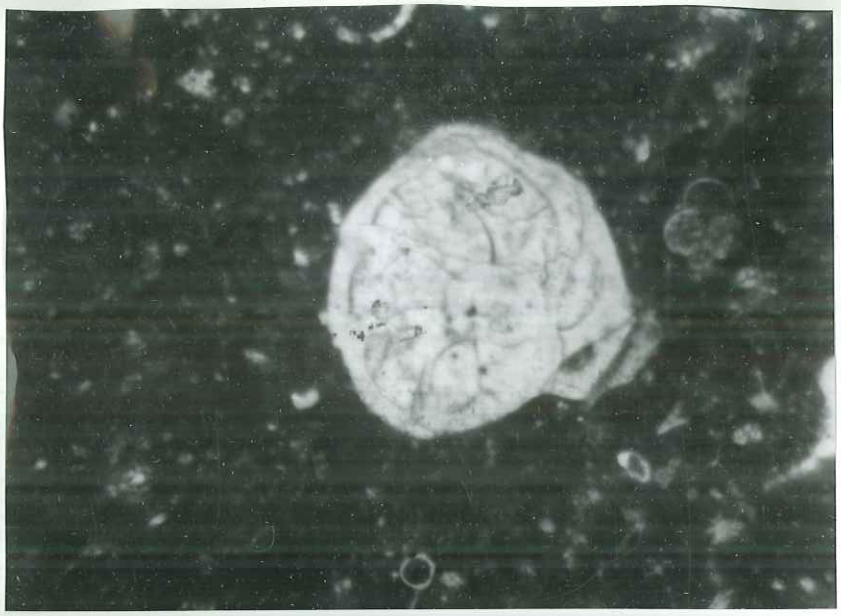
- x 10 - x ag. 3,4



Coupe n°15

Calcaire détritique à Bryozoaires, débris d'Echinodermes, Lenticulina, Textularia

- x 10 - x 29 3,4



Coupe n° 16

Calcaire pelagique a globigerinidés et Lenticulina subangulata. Reuss
- x 10 - xag : 3,4

Coupe n°17.

Calcaire à spicules de Spongiaires entierement calcifiés
- x 10 - xag : 3,4

Coupe n° 19

Calcaire à Bryozoaires, Textularidés et Rotalidés et autres foraminifères arenacés.
- x 10 - xag : 3,4

PLANCHE VIII

Coupe n°25

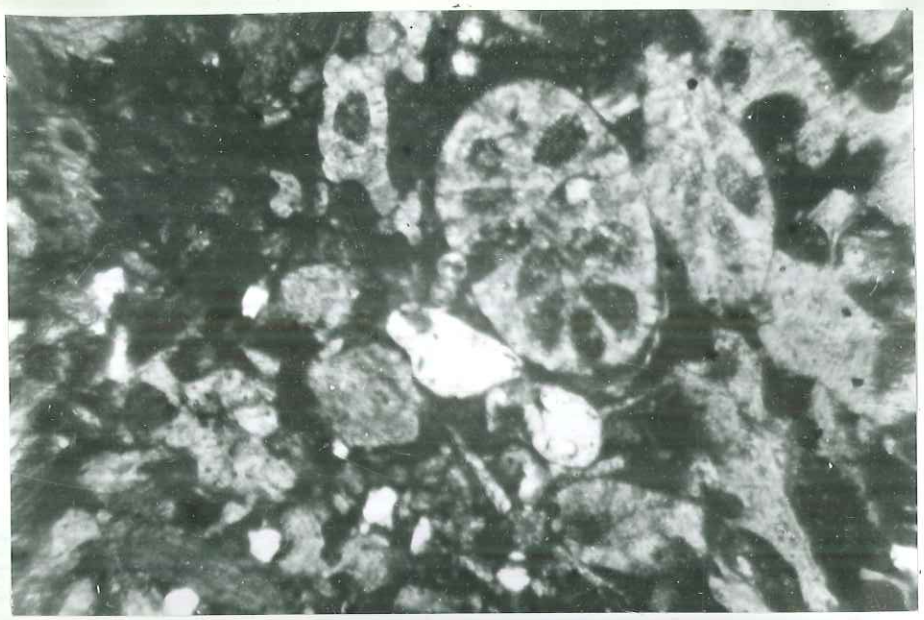
Calcaire à Bryozoaires, débris de échinodermes
- x 10 - x ag : 3,4

Coupe n°26

Calcaire à Bryozoaires, Textularia et débris divers.
- x 10 - ag : 3,4

Coupe n°28

Calcaire à Bryozoaires, Textularia ciment calcaire
- x 10 - ag : 3,4



Coupe n°31

Calcaire à débris de Bryozoaires ciment vaseux à Globigerinidés
- x10 - xag: 3,4

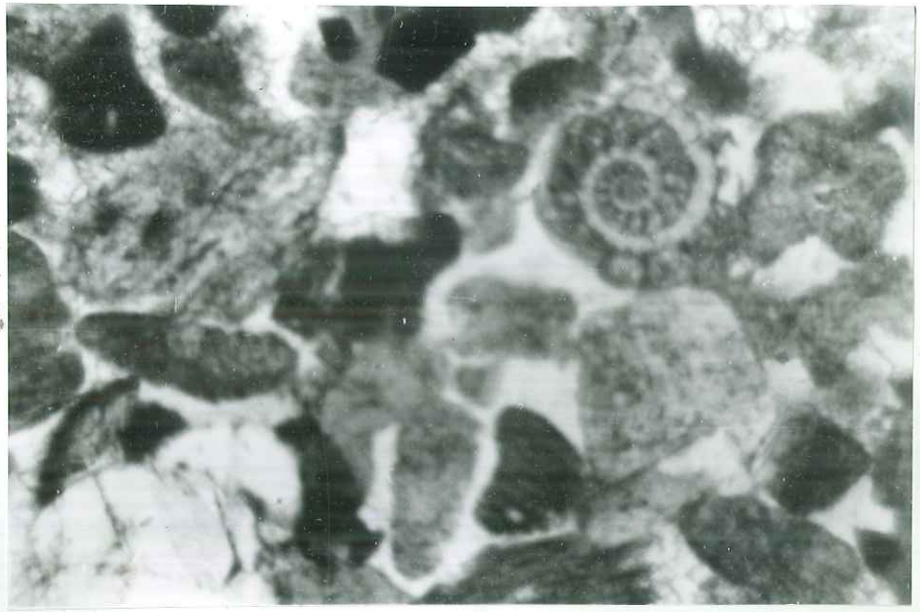
Coupe n° 35

Calcaire à débris de Bryozoaires roulés, Rotalidés calcaires.
- x 10 - x ag 3,4

Coupe n° 36

Calcaire detritique à Bryozoaires Lagenidés, Textularidés, Valvulinidés
- x 10 - xag: 3,4

PLANCHE X



Coupe n°40

Calcaire détritique à débris de roulés de Bryozoaires, Echinodermes reliés par de la calcite largement cristallisée. Présence de Rotalidés calcaires.

- x10 - xag : 3,4

Coupe n°4x3

Calcaire vaseux détritiques à nombreux débris organiques roulés

- x10 - xag : 3,4

Coupe n°44

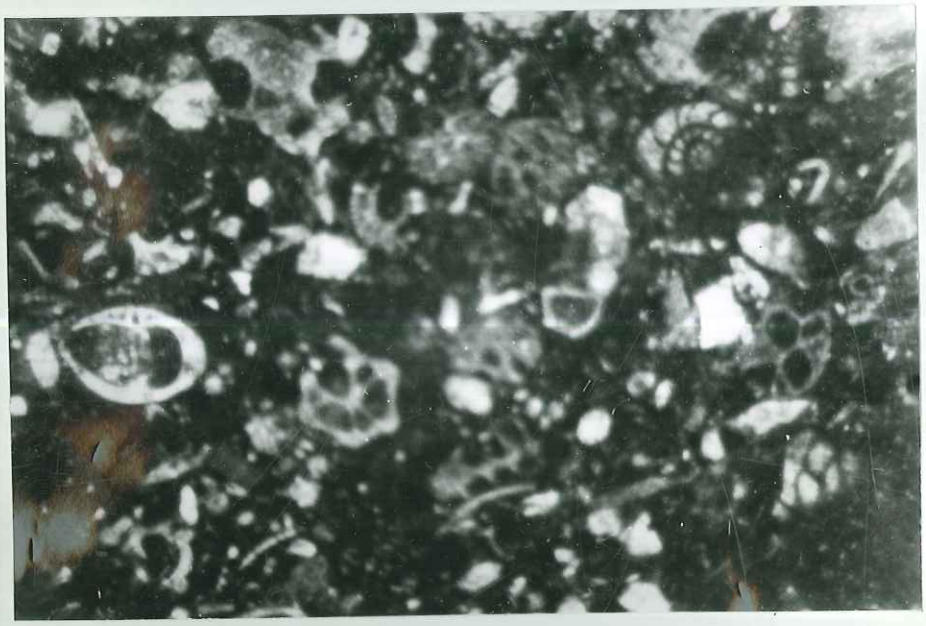
Calcaires détritiques à débris roulés, Bryozoaires, Rotalidés calcaires et arénacés.

- x 10 - xag : 3,4

Coupe n°45

Calcaire détritique à globotruncana stuarti de Lapp. et Rotalides arenacés.

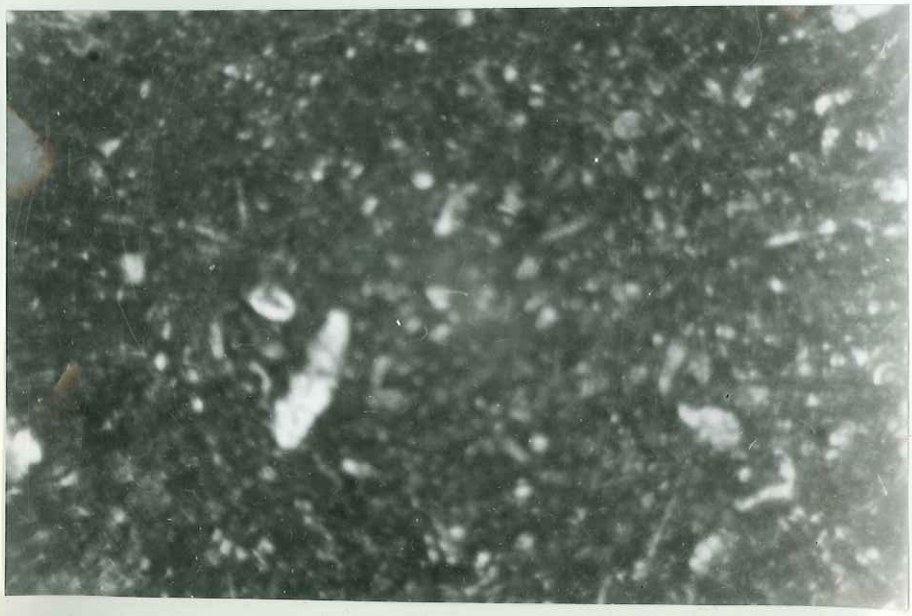
- x80 - xag 3,4



Coupe n°46

Calcaire à fins débris calcaires Bryozoaires, Lagénidés, Rotalidés calcaires. Globotruncana lapparenti lapparenti

- x10 - xag 3,4

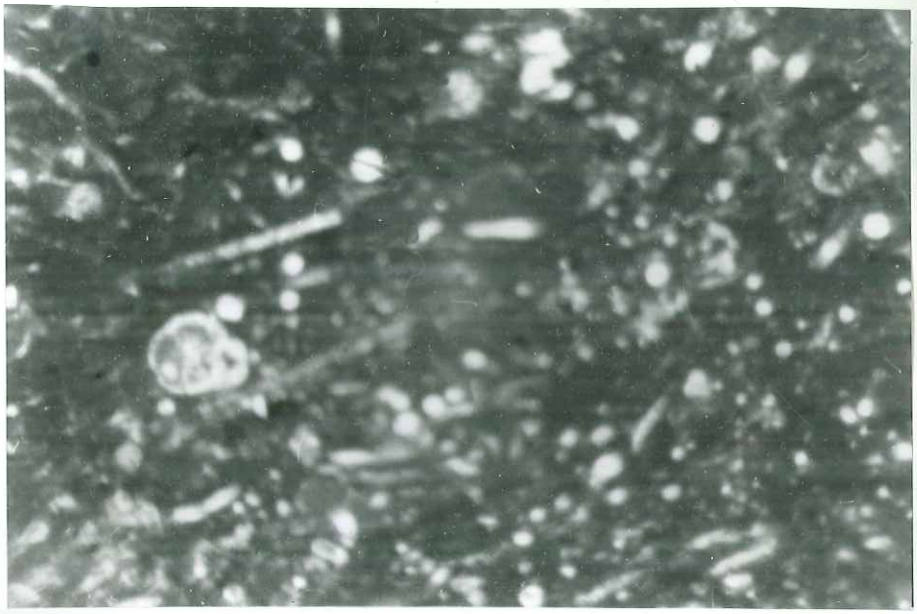


Coupe n°46

Calcaire très finement détritique

- x10 - xag : 3,4

PLANCHE XII.



Coupe n° 47

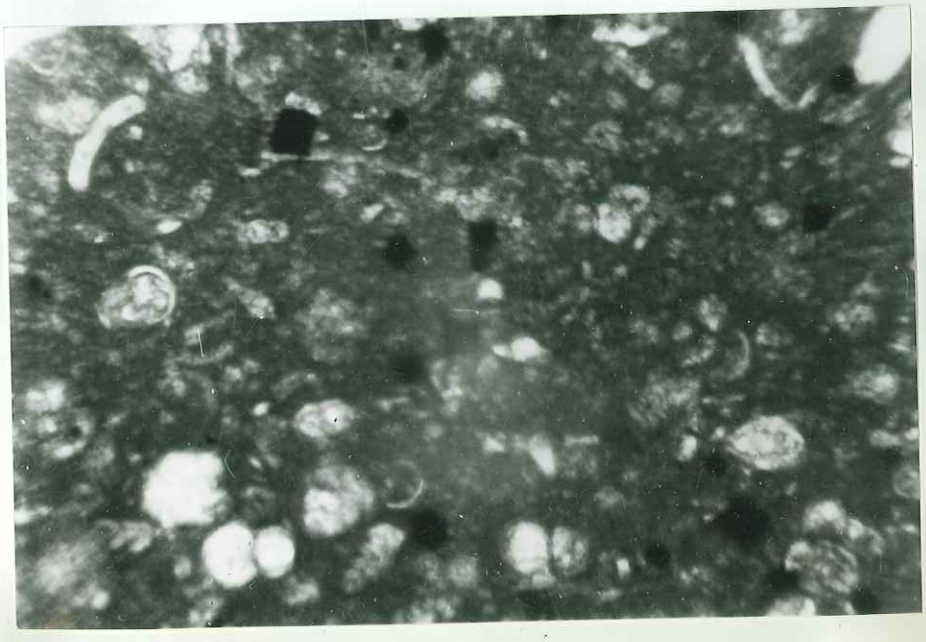
Calcaire bourré de spicules de Spongiaires

- x 10 - x 2g : 3,4

Coupe n° 47 bis

Calcaire finement détritique à Lagena.

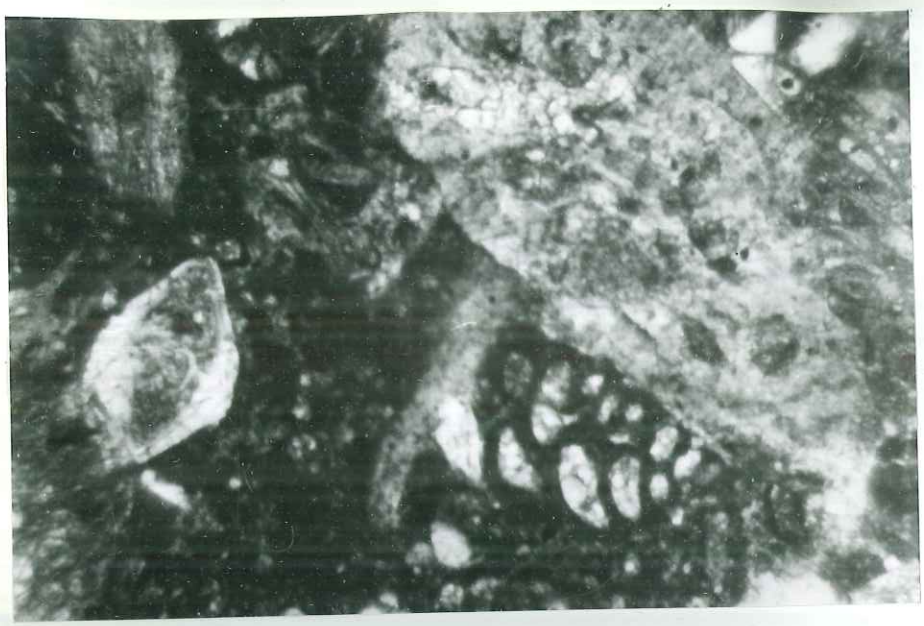
- x 80 - x 2g 3,4



Coupe n° 53

Calcaire à globigérines, gumbélines et fins débris divers - cristaux de pyrite

- x 10 - x 2g : 3,4



Coupe n°56

Calcaire détritique à Bryozoaires Rotalidés calcaires, Textularidés arenacés

- x 10 - xag: 3,4

Coupe n°63

Calcaire pélagique à Globigérines et gumbélines

- x 10 - xag. 3,4

Coupe n° 67.

Calcaire à Bryozoaires cristallin

- x 80 - x ag 3,4

PLANCHE XIV.

Coupe n° 68

Calcaire à débris roulés de Bryozoaires, Textulariidés et Rotalidés arenacés, Lagenidés

- x 10 - x ag : 3,4

Coupe n° 74

Microbrèche avec débris de Bryozoaires, Echinodermes sans doute de profondeur. Ciment de calcite largement cristallisée

- x 10 - x ag. 3,4

Coupe n° 75

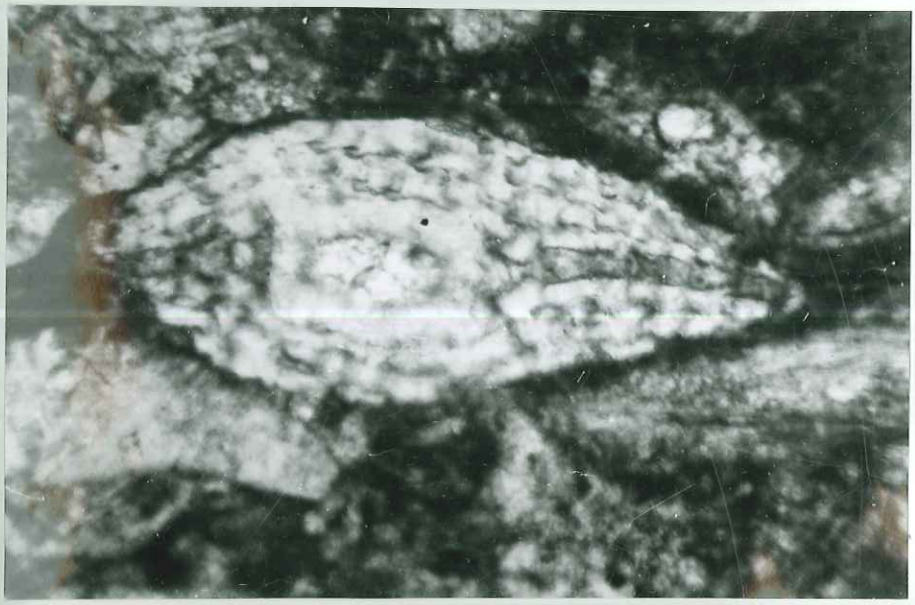
Calcaire à débris de Bryozoaires très roulés et rotalidés arenacés.

- x 80 - x ag 3,4

Coupe n° 77

Calcaire à débris roulés de Bryozoaires, Echinodermes orbitoides.

- x10 - xag. 3,4



Coupe n° 78

Calcaire à bryozoaires roulés et orbitoides sp.

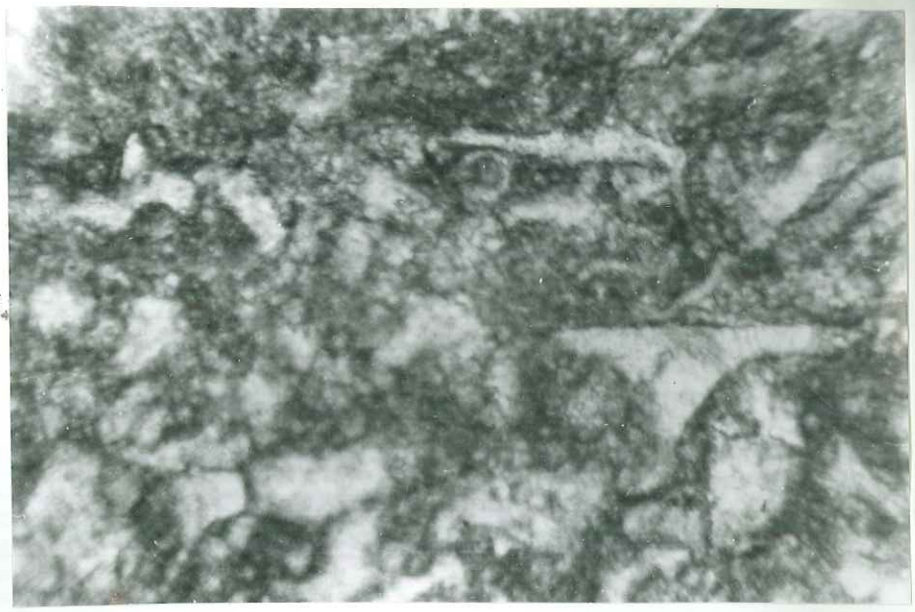
- x80 - xag. 3,4

Coupe n° 82

Calcaire à débris roulés + fins de Bryozoaires

- x80 - xag. 3,4

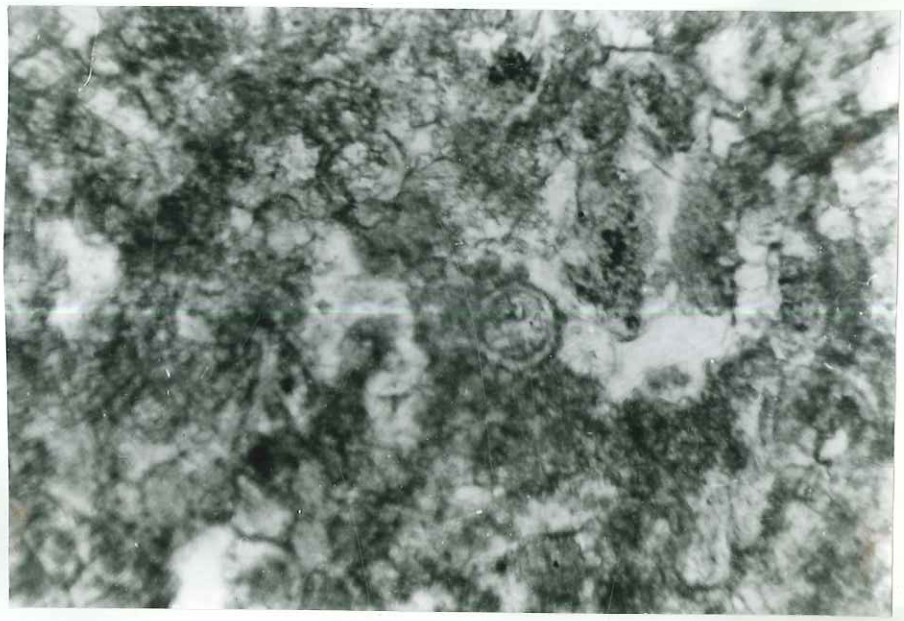
PLANCHE XVI



Coupe no 86

Calcaire à débris de Bryozoaires roulés et Lagenas spp.

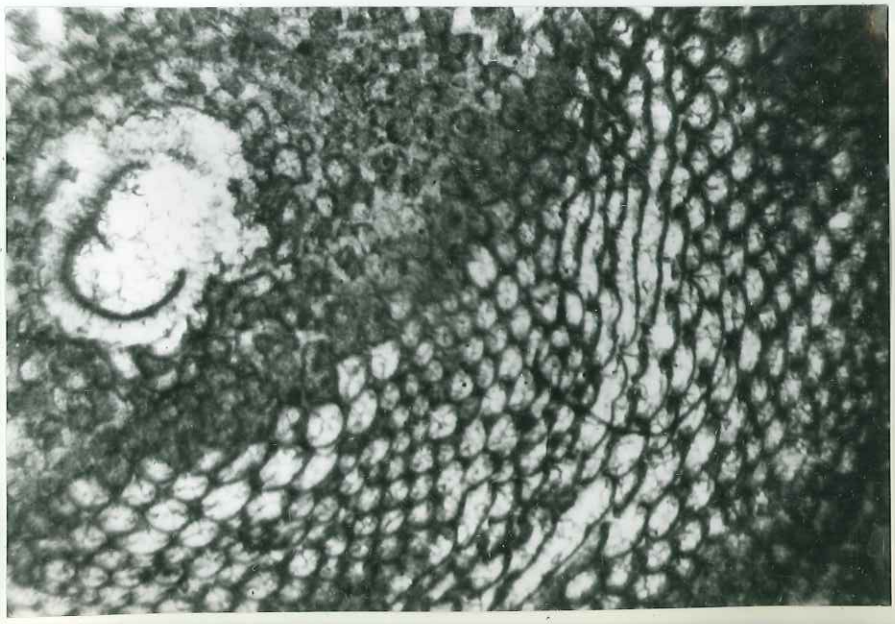
- x 80 - x ag. 3,4



Coupe no 88

Calcaire fin à lagenas et minuscu. les débris organiques

x 80 x ag. 3,4



Coupe n° 89a.

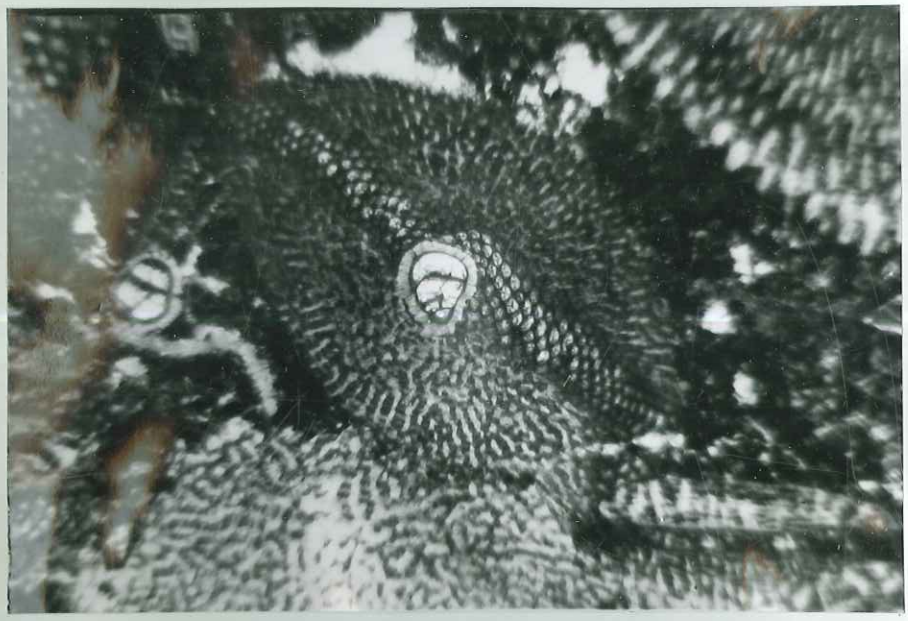
Section equatoriale d'Orbitoide avec loges equatoriales et nucléoconque à paroi épaisse

- x 10 - x ag. 3,4

Coupe n° 89c1

Section transversale de Simplorbites gensacicus Leym.

- x 10 - Ag. 3,4

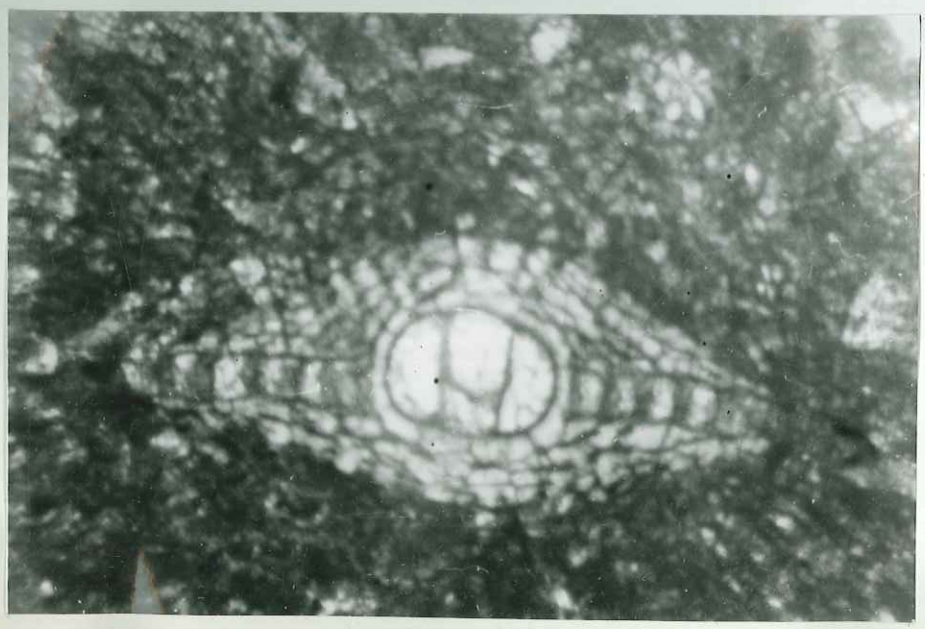


Coupe 90a.

Calcaire à orbitoides.

. Section tangentielle d'Orbitoides media. d'Arch. avec piliers en lames ondulées.

- x 5 - x ag. 3,4.

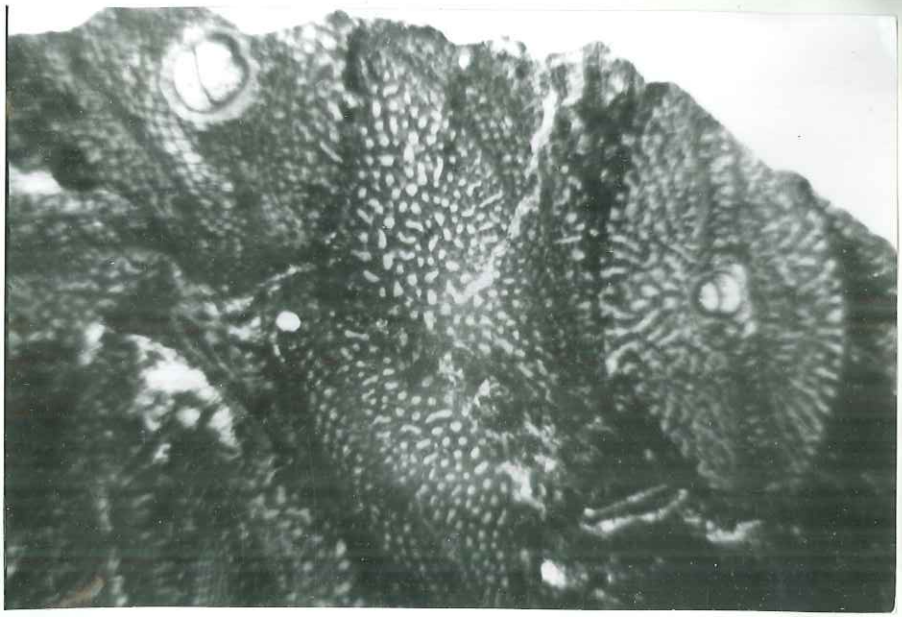


Coupe 90a

Coupe transversale d'Orbitoides media Arch.

- X10 - ag. 3,4

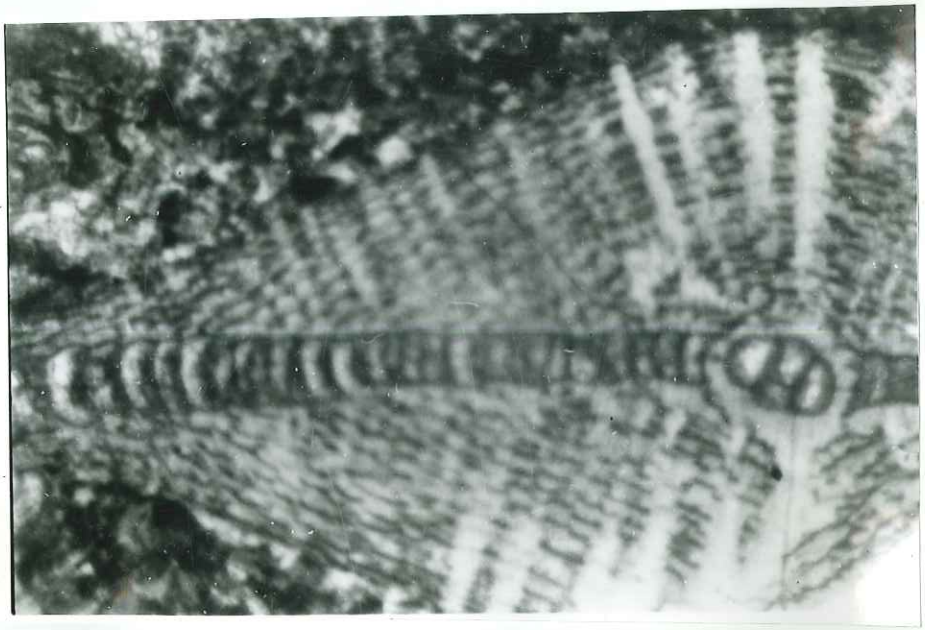
PLANCHE XVIII



Coupe n°90a

Calcaire à orbitoïdes avec Lepidorbitoides minor Schl. à nucléoconque biloculaire

- x6 - xag. 3,4



Coupe n° 90b

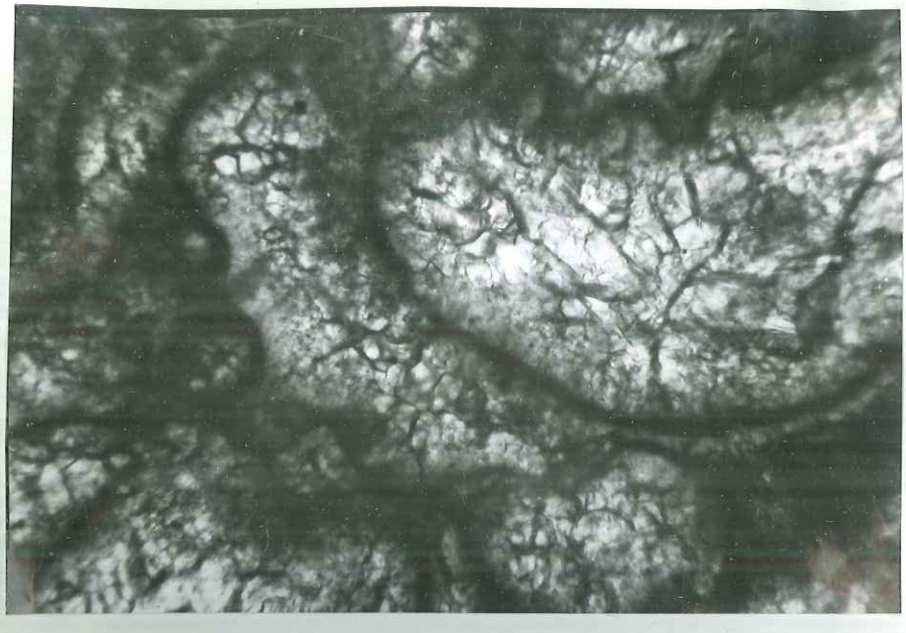
Coupe transversale d'Orbitoides media d'Archiac

- x10 - xag. 3,4

Coupe n°90c²

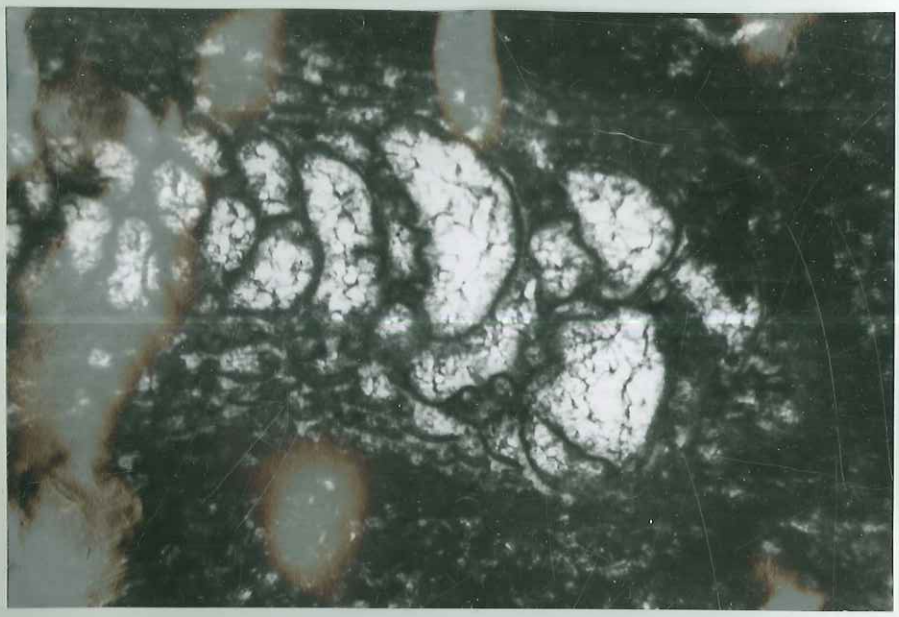
Calcaire détritique à nombreux rotalidés calcaires.

- x10 - xag. 3,4



- x 80 - x ag. 3,4

Coupe n°89



Sections ~~equatoriales~~ tangentielles de loges équatoriales d'Orbitoides montrant les ouvertures siphonales arrondies

- x 10 . x ag. 3,4

à gauche :

coupe horizontale des piliers de Lepidorbitoides minor Schl. - granules.

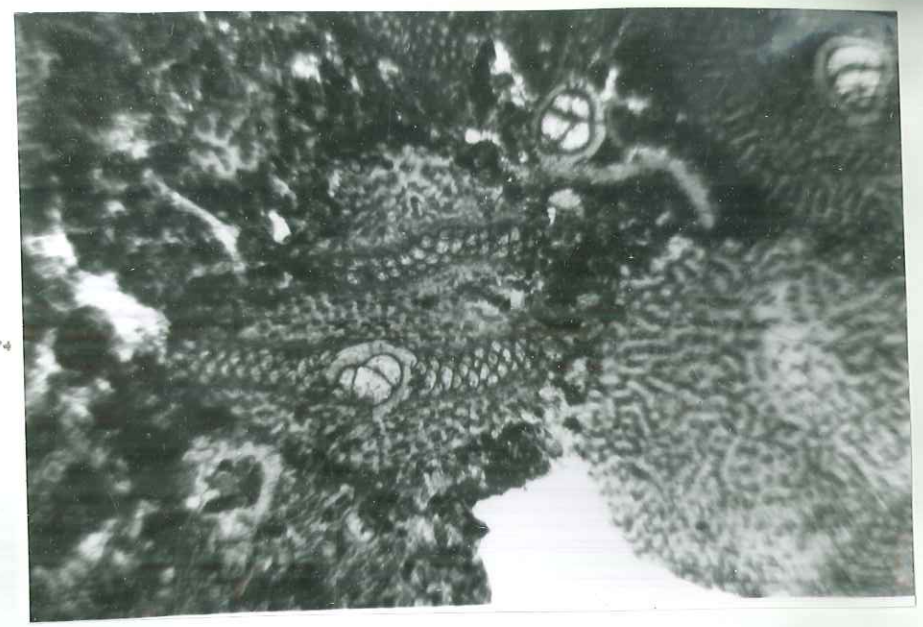
- x 80 x ag. 3,4

à droite

coupe horizontale des piliers d'Orbitoides media. - lames ondulées

- x 80 - x ag. 3,4

PLANCHE XX



Coupe n° 90a.

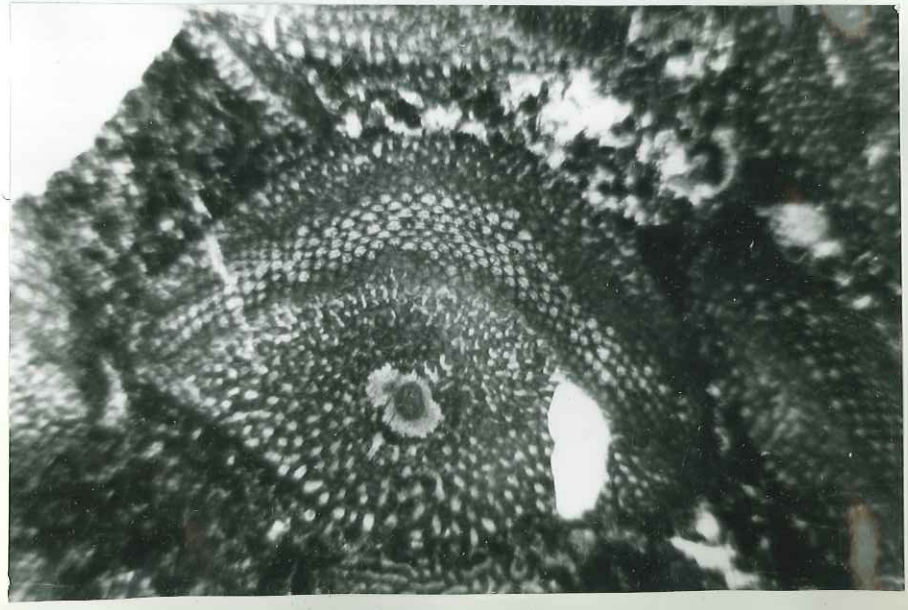
Calcaire à orbitoides : Orbitoides media d'Arch. ; Orbitoides apiculata Schl.

- x6 - x ag. 3,4

Coupe n° 90c

Siderolites Calcitrapoides Lmk. en section horizontale montrant les piliers rayonnants.

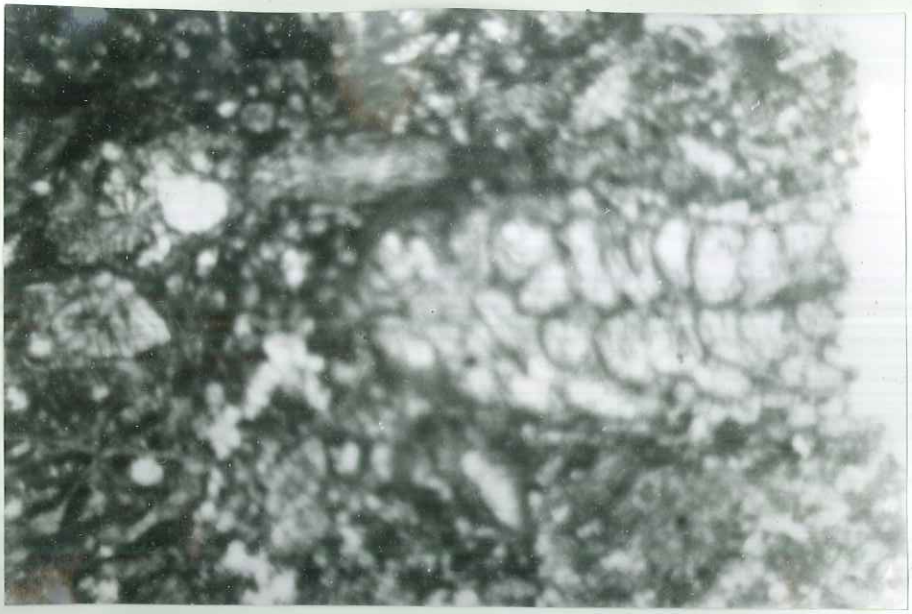
- x10 x ag. 3,4



Coupe n° 90a

Section tangentielle de Lepidorbitoides minor Schl.

- x6 - x ag. 3,4



Coupe 90c'

Calcaire détritique avec Omphalocyclus macroporus Lmk., Siderolites calcitrapoides Lmk., Rotalides calcaires, débris de Bryozoaires etc.

- x10 - x ag 3,4

Coupe no 92.

Calcaire détritique a. Sidérolites, orbitoides sp.

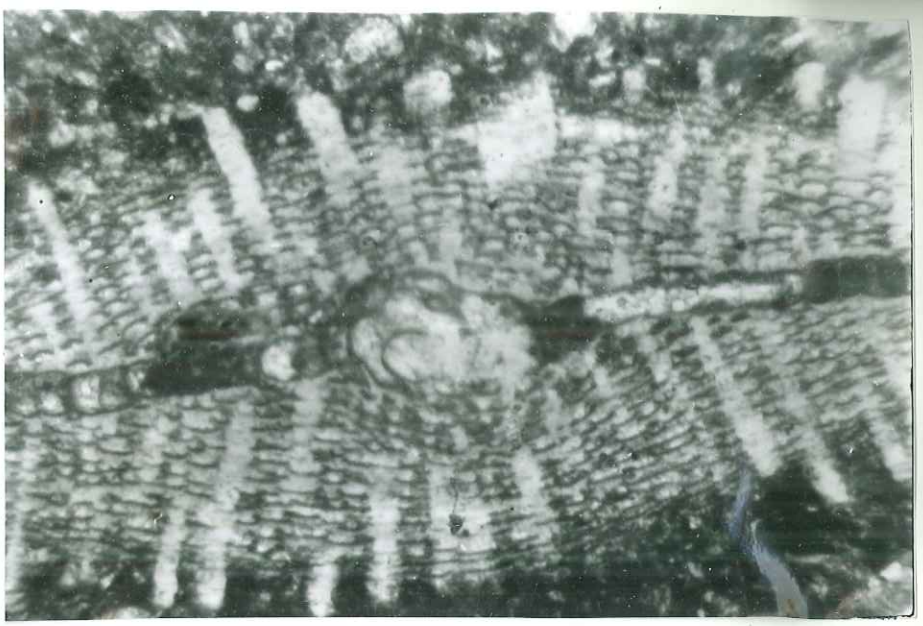
- x10 - x ag. 3,4

Coupe no 92

Calcaire détritique à Rotalidés calcaires et grands débris de Bryozoaires

- x10 - x ag. 3,4

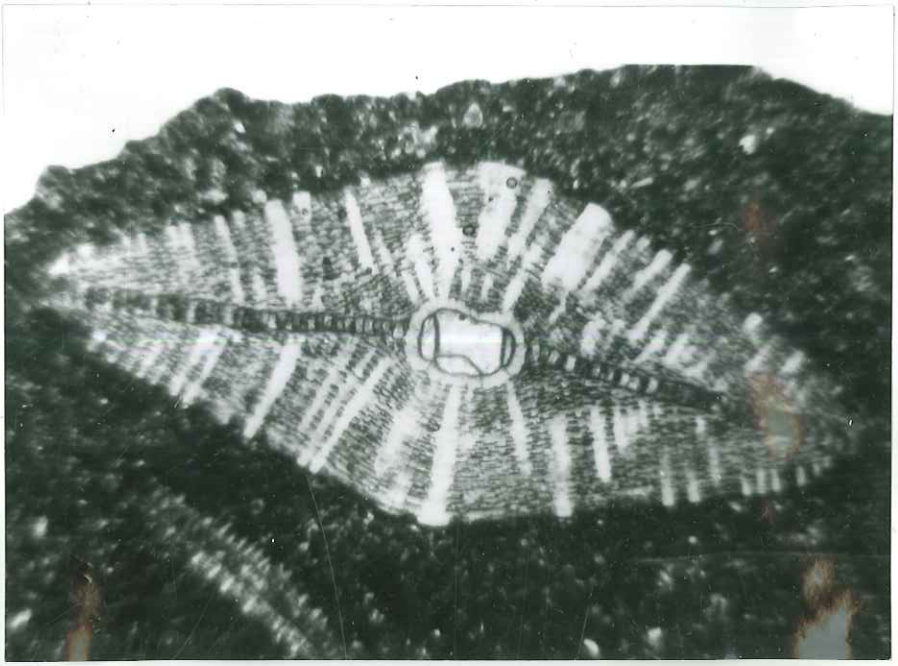
PLANCHE XXI



Coupe n°92a.

Section transversale d'Orbitoides sp.

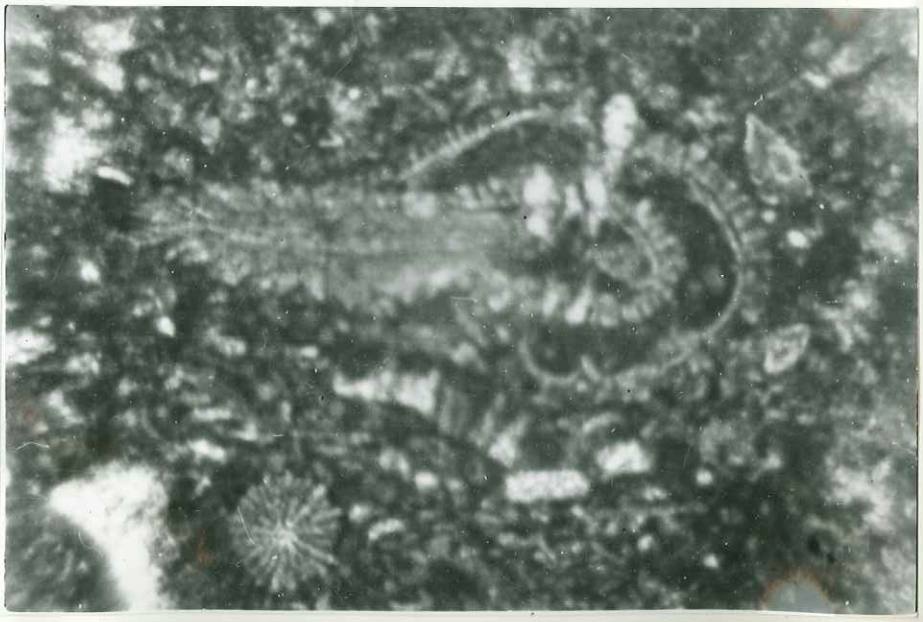
- X10 - x ag. 3,4



Coupe n°92b

Section transversale d'Orbitoides media d'archiac.

- X10 - x ag. 3,4



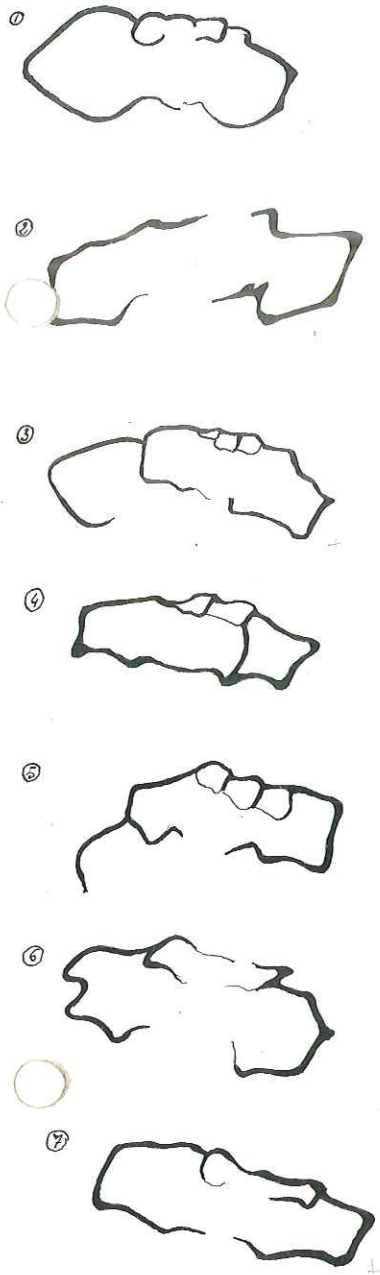
Coupe 93

Sections de Siderolites, Rotalidés calcaires.
en particulier section de Siderolites Calcitrapoides Lmk passant par une épine.

X10 x ag. 3,4

PLANCHE II

Coupe n° 5²

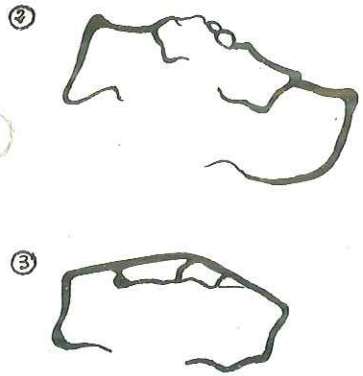


① Globotruncana lapparenti inflata. Bolli.
② Globotruncana lapparenti tricarinata. Quereau
③ Globotruncana lapparenti inflata. Bolli
④ Globotruncana lapparenti tricarinata. Quereau
⑤ Globotruncana lapparenti inflata. Bolli
⑥ Globotruncana sp.
⑦. Globotruncana lapparenti lapparenti. Bolli.

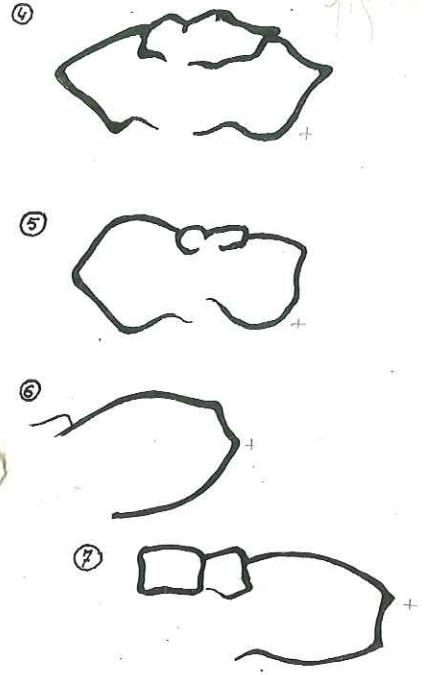
PLANCHE I

Coupe n° 5

Coupe n° 5¹

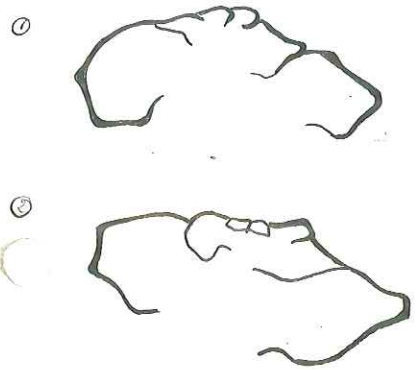


Coupe n° 5²
1

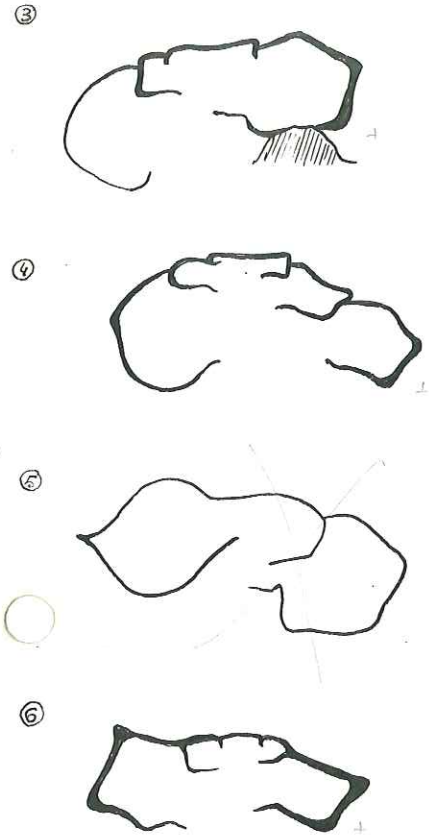


① Globotruncana lapparenti lapparenti. Bolli.
② Globotruncana. helvetica. Bolli ?
③ Globotruncana. Lapparenti lapparenti Bolli
④ Globotruncana. sp.
⑤ Globotruncana. sp.
⑥ Globotruncana lapparenti bulloides Vogler
⑦ Globotruncana lapparenti bulloides. Vogler.

Coupe n° 5 2/3.

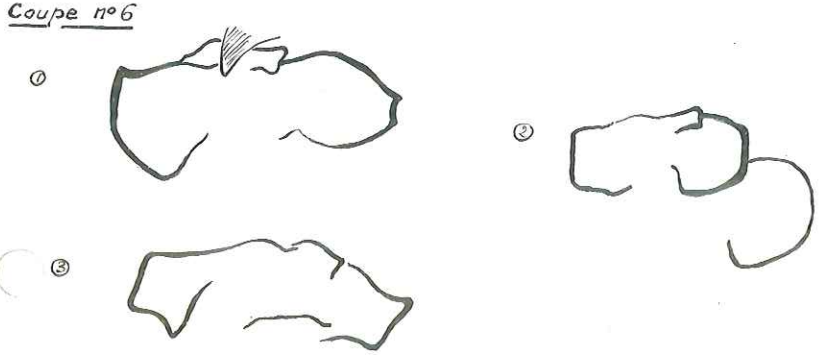


Coupe n° 5 2
-3-

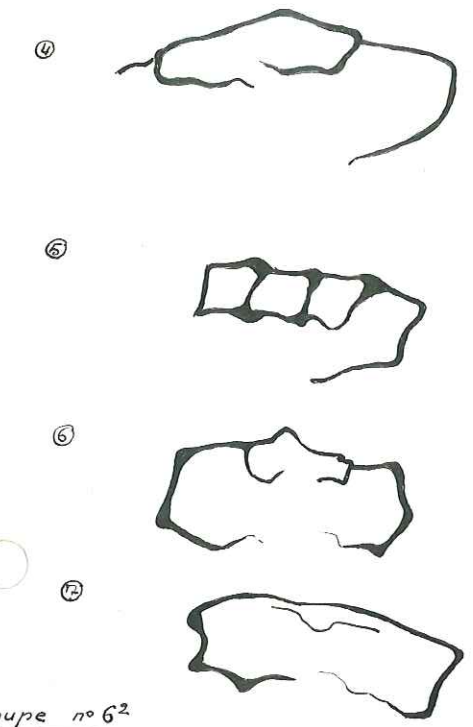


① Globotruncana. lapparenti lapparenti. Bolli
②
③. Globotruncana. lapparenti inflata. Bolli
④. Globotruncana lapparenti inflata. Bolli
⑤. Globotruncana.
⑥. Globotruncana. lapparenti lapparenti. Bolli

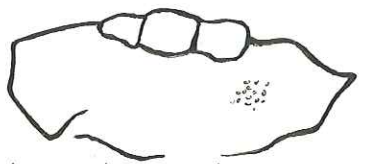
Coupe n° 6



Coupe n° 6 1



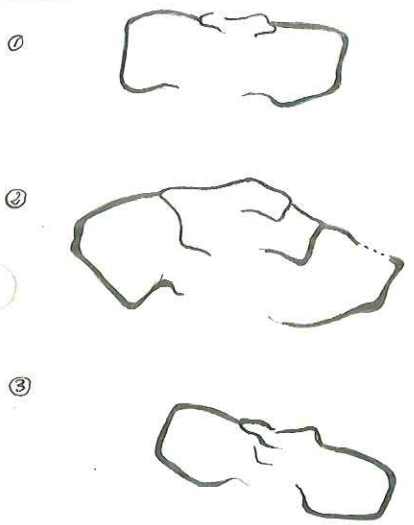
Coupe n° 6 2



⑥. Globotruncana. lapparenti tricarinata-Quereau.
⑦. Globotruncana lapparenti tricarinata-Quereau.
⑧. Globotruncana. lapparenti

① Globotruncana.
② Globotruncana lapparenti inflata. Bolli
③ Globotruncana lapparenti lapparenti. Bolli.
④ Globotruncana. lapparenti lapparenti. Bolli.
⑤. Globotruncana. lapparenti lapparenti Bolli

Coupe 6[4]



Coupe 7

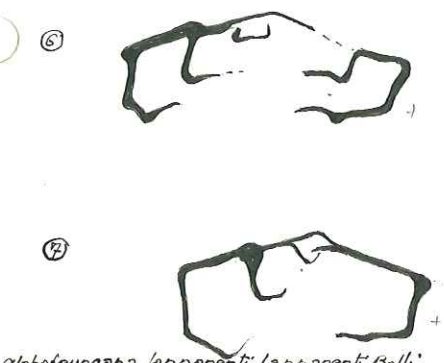
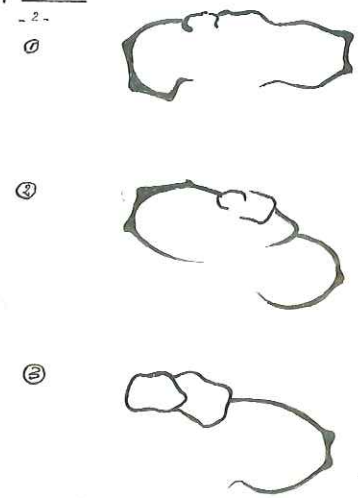


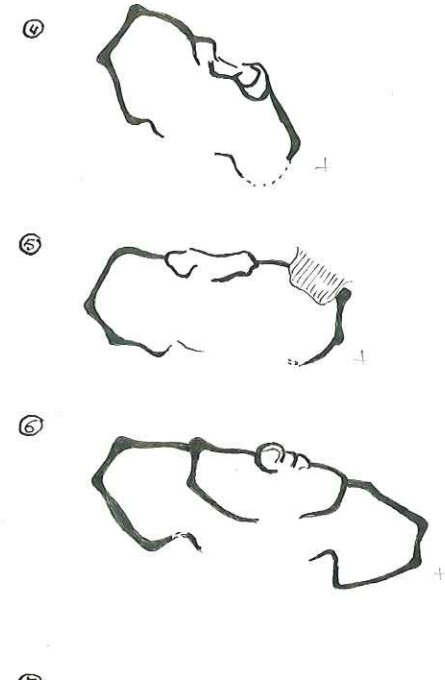
fig 3.

① .globotruncana lapparenti lapparenti. Bolli
② globotruncena. lapparenti lapparenti. Bolli ?
③ globotruncana. lapparenti lapparenti Bolli
④ Globotruncana. lapparenti tricarinata. Quereau
⑤ Globotruncana lapparenti tricarinata. Quereau
⑥ Globotruncana lapparenti tricarinata. Quereau
⑦ Globotruncana lapparenti lapparenti. Bolli

Coupe n° 8

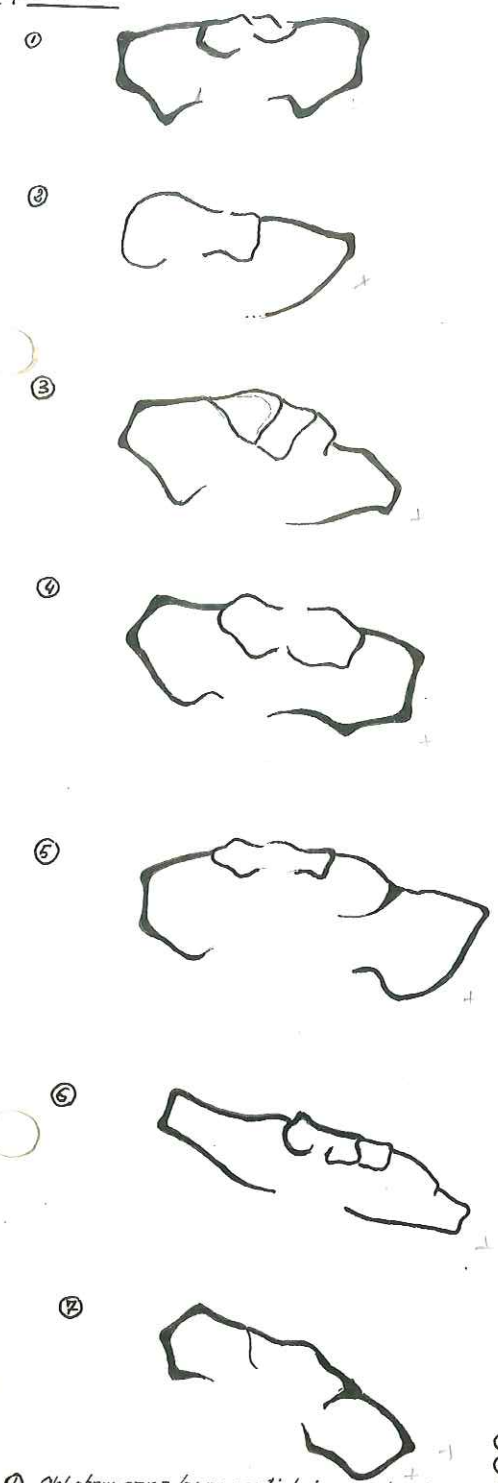


Coupe n° 9



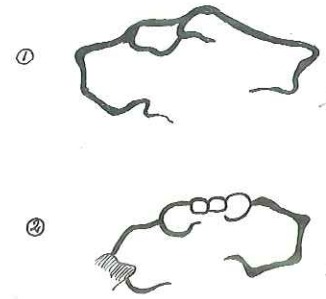
① globotruncana. lapparenti lapparenti. Bolli
② globotruncana. lapparenti bulloides Vogler.
③ globotruncana lapparenti bulloides. Vogler.
④ globotruncana lapparenti lapparenti. Bolli
⑤ globotruncana lapparenti lapparenti. Bolli
⑥ globotruncana lapparenti lapparenti. Bolli,
⑦ " " lapparenti tricarinata. Quer

Coupe n° 9

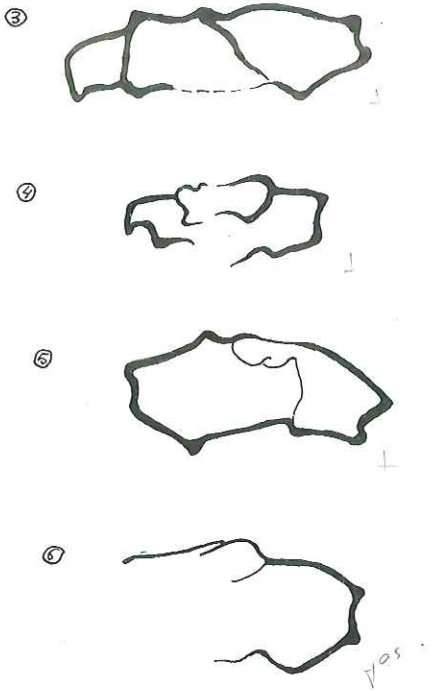


① Globotruncana lapparenti tricarinata. Quereau
② Globotruncana. sp.
③ Globotruncana lapparenti lapparenti. Bolli.
④ Globotruncana lapparenti tricarinata. Quereau
⑤ Globotruncana.
⑥ Globotruncana.
⑦ Globotruncana lapparenti lapparenti. Quereau

Coupe n°10
1.



Coupe n° 10
2.



① Globotruncana lapparenti lapparenti Bolli
④ Globotruncana lapparenti tricarinata. Quereau.
⑤ Globotruncana lapparenti tricarinata. Quereau
④ Globotruncana lapparenti lapparenti. Bolli
⑤ Globotruncana lapparenti tricarinata. Quereau.
⑥ Globotruncana. lapparenti lapparenti. Bolli ?

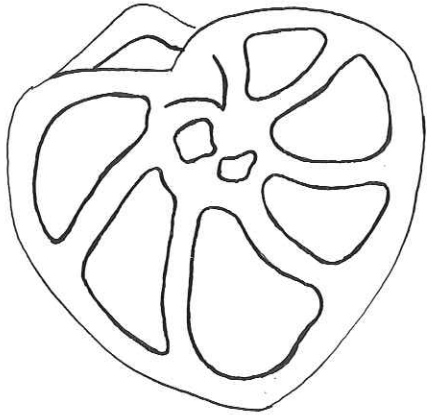
Coupe n°15

①

Coupe n°16

②

③



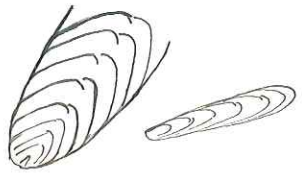
① . Lenticulina. sp. (lagenidé)

② . Globotruncana lapparenti tricarinata. Quereau.

③ . Lenticulina. subangulata. Reuss. (lagenidé)

Coupe n° 13

①



②

③

④

Coupe n° 14

⑤

⑥

⑦

① G. Frondicularia sp. (lagenidés)

② Globotruncana lapparenti lapparenti Bolli

③ Globotruncana lapparenti lapparenti Bolli

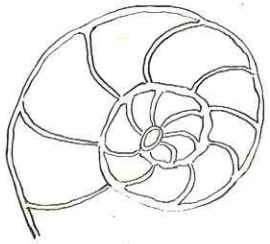
④ Globotruncana bulloides Vogler. ?

⑤ Globotruncana lapparenti lapparenti Bolli

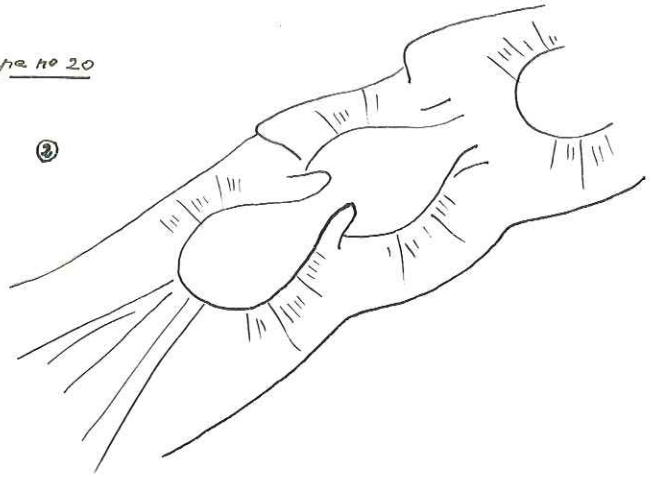
⑥ Globotruncana lapparenti lapparenti Bolli

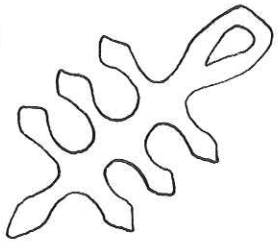
⑦ Globotruncana. bulloides Vogler.

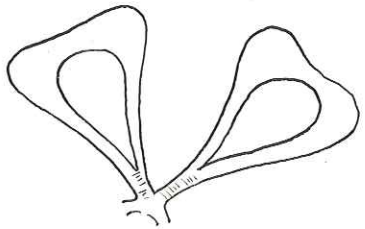
Coupe n° 18

① 

Coupe n° 20

② 

③ 

④ 

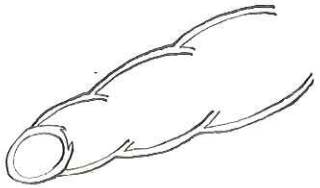
① Eponides sp. (rotalidé)

② Section longitudinale d'un lagenidé calcaire

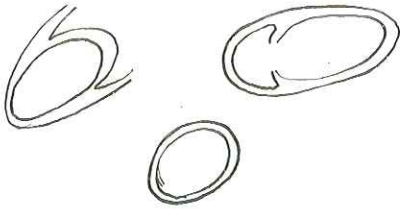
③ Eschara. sp.

④ Biflustra. sp.?

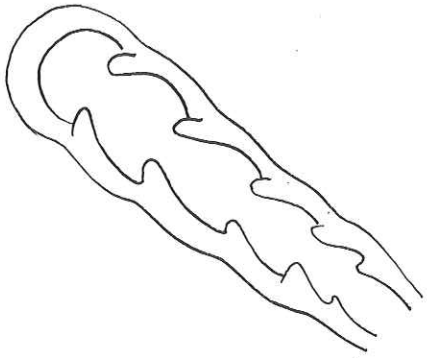
Coupe n° 30

① 

coupe n° 31.

① 

coupe n° 32.

③ 

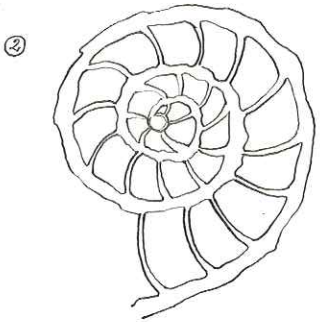
Coupe n° 33.

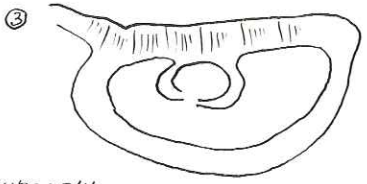
④

①. ②. Sections longitudinales de Dentalina sp. (lagenidé).
③. Section longitudinale d'un grand. lagénidé calcaire indéterminé
④. Section transversale d'un Planorbulinidé ?

coupe n° 35

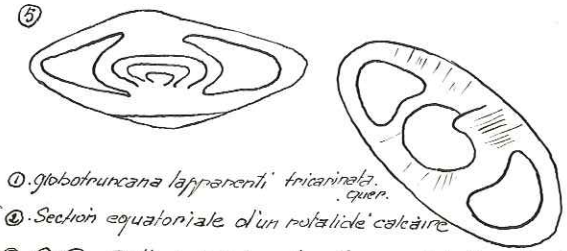
coupe n° 40





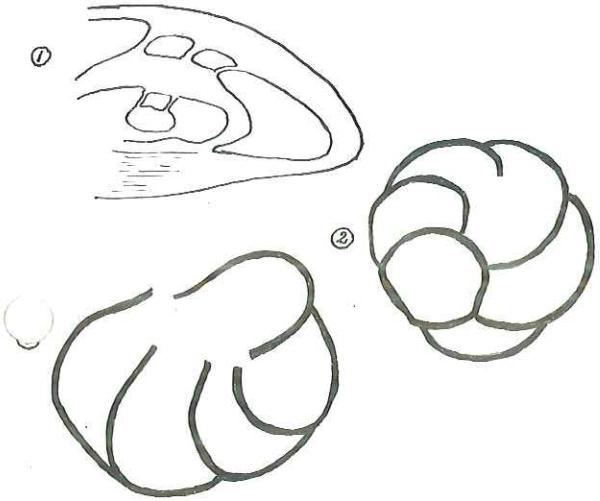
coupe n° 41.

coupe n° 43.



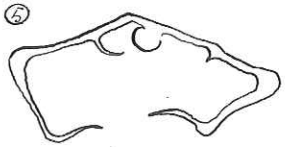
① Globotruncana lapparenti tricarinata. quer.
④ Section equatoriale d'un rotalidé calcaire
③, ⑤, ⑥. Sections axiales du même rotalidé calcaire : rotalina sp.

coupe n° 43.

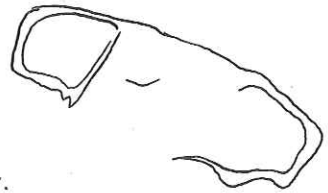


coupe n° 44.

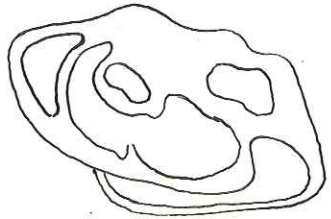
coupe n° 45



coupe n° 46.

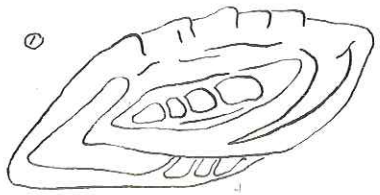


coupe n° 64.

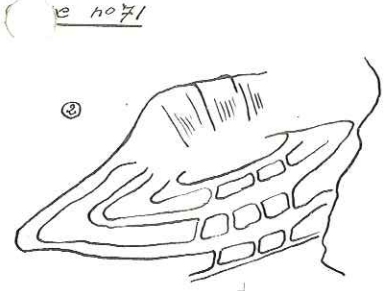


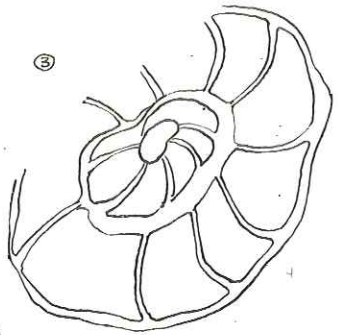
① section axiale d'un natitidé calcaire. Rotalina sp.
② Grand. Paraminiftère arenacé
③ Grand. Paraminifère arenacé
④ Globotruncana. stuarti de Lapparent.
⑤ section axiale de rotalina sp.
⑥ Globotruncana. Lapparenti Lapparenti
⑦ Rotalidé calcaire.

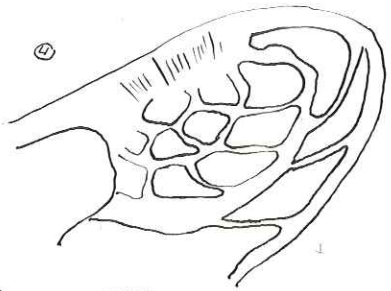
Coupe no 66



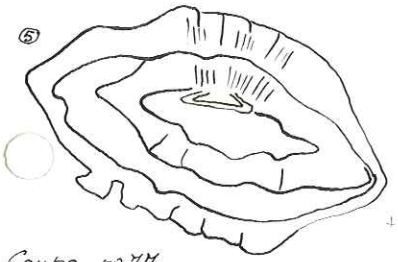
e no 71



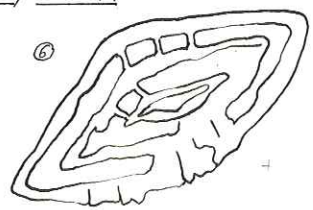




Coupe no 75

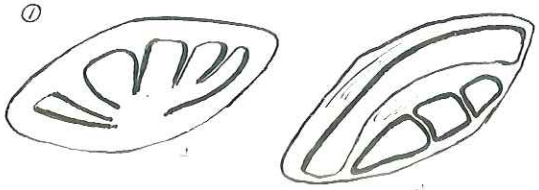


Coupe no 77

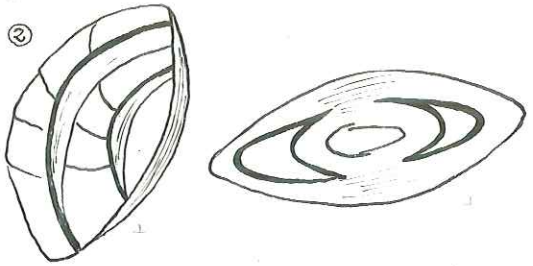


Sections différemment orientées de Rotalidés calcaires à affinités Miscellanea.

Coupe no 68

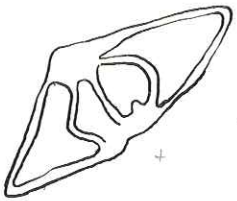


pe no 76



coupe no 92.b.

J.87
18

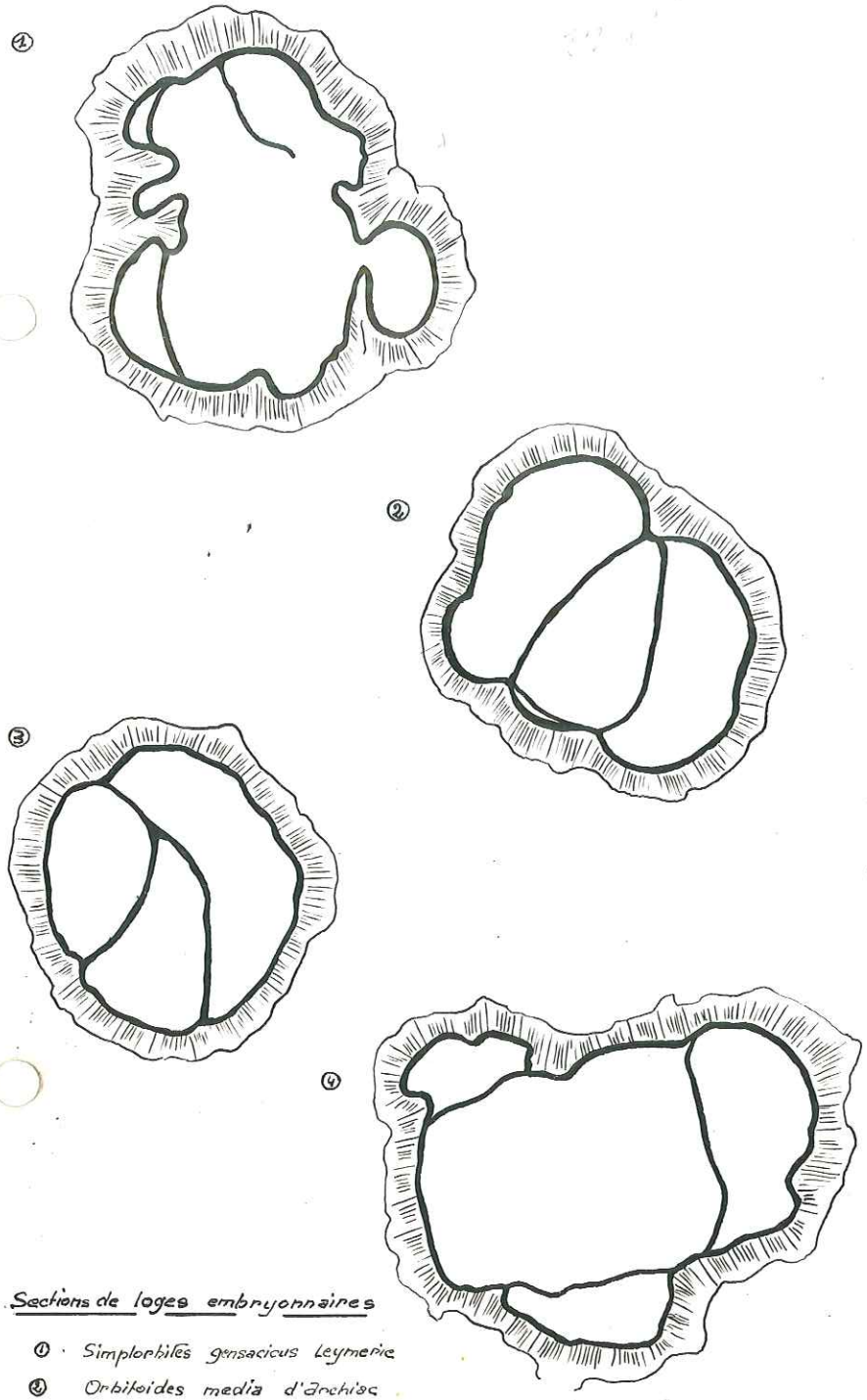


Coupe 93a.

①②③. Sections axiales de rotalidés (arénacés et calcaires)
④. Sections axiales de rotalidés avec bouton central.
⑤. Globotruncana. stuarti de Lapparent.

Coupe n° 89

PLANCHE XVII

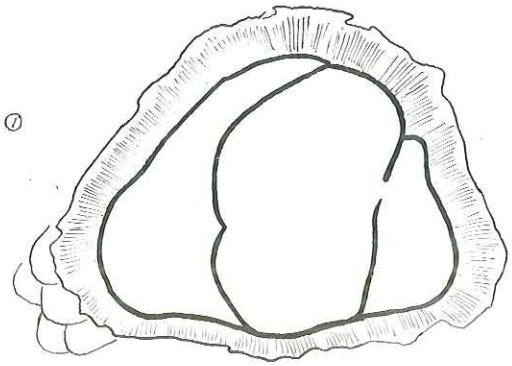


Sections de loges embryonnaires

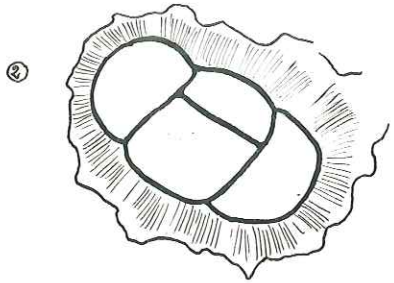
① · Simplorbites gensacicus Leymerie
② Orbitoides media d'Archiac
③ Orbitoides media d'Archiac
④ Orbitoides apiculata. Schlumberger.

PLANCHE XVIII

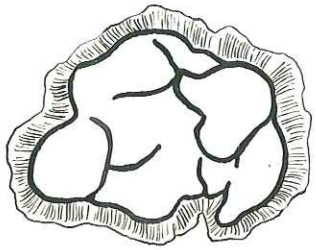
Coupe n° 89



coupe 90b

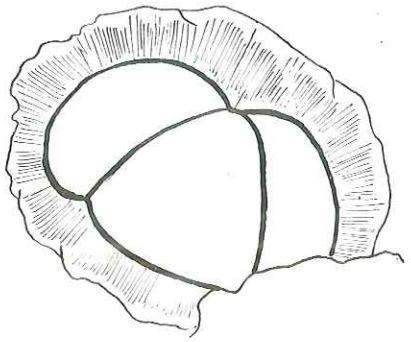


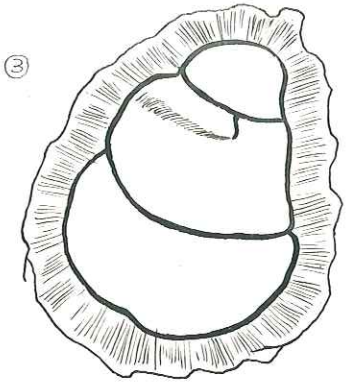
Coupe 89-c16

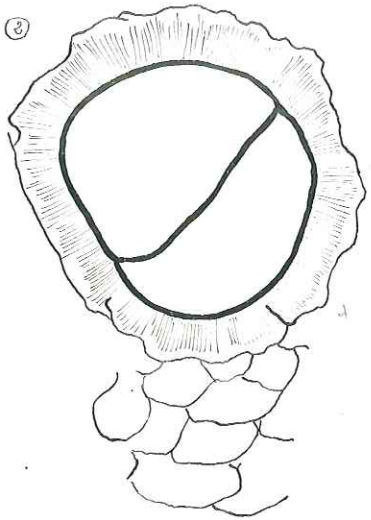


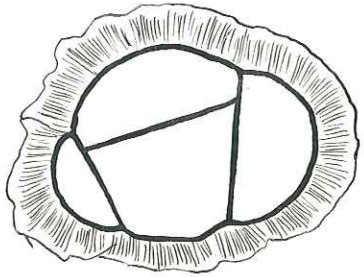
① . Orbitoides apiculata. Schlumberger.
② Orbitoides media. d'Archiac.
③ Simplorbites gensacicus Leymerie

Coupes 90 a.



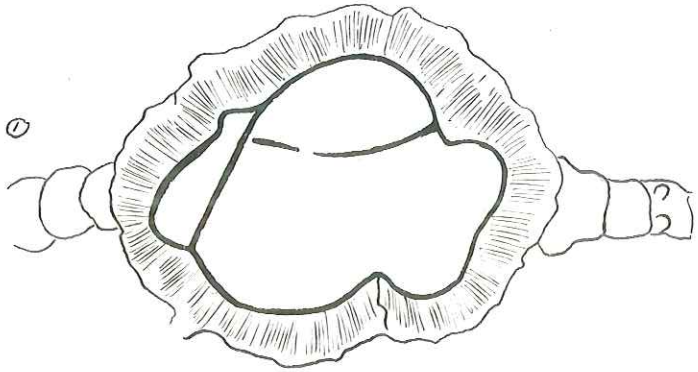






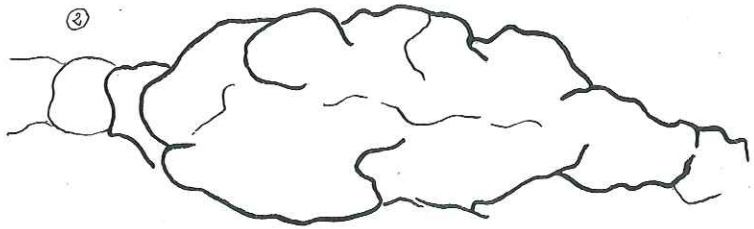
① Orbitoides media d'archiac.
② Lepidorbitoides minor Schlumberger.
③ Orbitoides media. d'archiac.
④ Orbitoides apiculata. Schlumberger.

coupe 92 a.



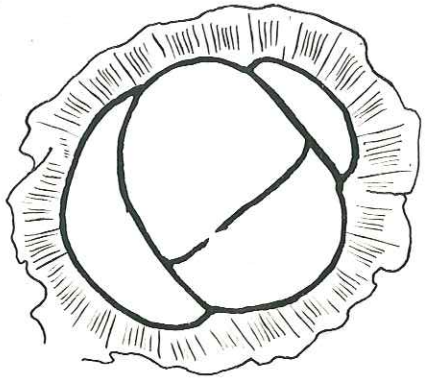
① Embryon:
orbitoides media. d'archiac.

coupe 92 a.



② orbitoides sp.

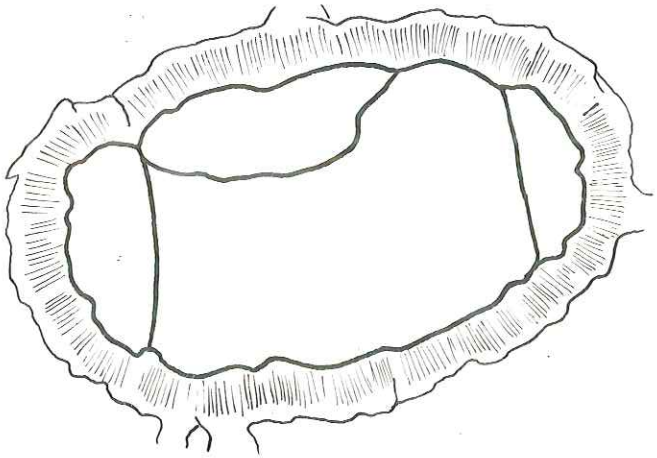
coupe 93.



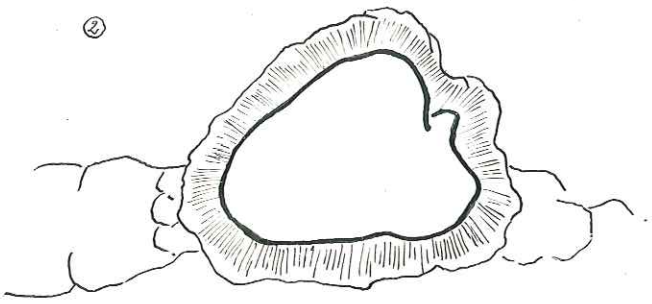
③ orbitoides media d'archiac.

Coupe 92 b.

①



②



① . Orbitoides media. d'Archiac.
② Orbitoides. sp.