

Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 23 (1970)
Heft: 1

Artikel: Contribution à l'étude de l'Éocène supérieur et de l'Oligocène subalpin de la Savoie
Autor: Martini, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-739138>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'ÉOCÈNE SUPÉRIEUR ET DE L'OLIGOCÈNE SUBALPIN DE LA SAVOIE¹

PAR

J. MARTINI

1. INTRODUCTION

La région étudiée comprend la portion des chaînes subalpines comprise entre l'Arve et la trouée de Chambéry, soit en gros les massifs des Bornes et des Bauges. Nous laisserons de côté le synclinal de Thônes que nous n'avons pas pu étudier complètement. La contribution que nous pensons apporter ici n'a pas la prétention d'être exhaustive. Nos recherches paléontologiques sont fragmentaires: nous nous sommes principalement attachés à l'étude de la sédimentologie et de la paléogéographie. L'Eocène inférieur et moyen a été traité dans un autre travail (J. MARTINI, 1968*a*) de même que les dernières assises du Tertiaire soit le « Faciès intermédiaire » et le Flysch (J. MARTINI, 1968*b*). Ici n'entrera donc en considération guère que le « Faciès de transgression » de la troisième invasion marine qu'ont subie les Chaînes subalpines, soit les couches fluvio-lacustres, saumâtres (couches des Diablerets *auct.*) et à petites Nummulites.

Nous devons ici remercier M. le professeur Aug. LOMBARD qui, initialement, nous a conseillés dans notre étude ainsi que notre collègue J. J. CHAROLLAIS qui a relu le manuscrit. Nous remercions également MM. L. GRAMBAST, J. HÜRZELER et H. J. OERTLI qui ont examiné une partie de notre matériel paléontologique. Enfin nous exprimons notre gratitude envers nos camarades qui nous ont aidés ou accompagnés sur le terrain: J.-P. BURRI, M. CONRAD, Y. CUÉNOD, A. MISSET, D. RIGASSI et N. STEINHAUSER.

¹ Publié avec l'aide du Fonds National suisse de la Recherche scientifique.

2. DESCRIPTION DES AFFLEUREMENTS

2.1. RÉGION DES DÉSERTS.

La région des Déserts occupe une grande place dans l'étude du Tertiaire sub-alpin. C'est en effet aux Déserts qu'a pratiquement débuté l'étude du Nummulitique savoyard, lors de l'excursion de la Société géologique de France en 1844.

Une bonne coupe peut se relever le long de la route entre le Sauget et la Palud (point n° 1, fig. 1 et 2). La partie basale du Tertiaire, épaisse de 23 m et reposant sur le calcaire urgonien, semble entièrement fluviatile ou lacustre. Il s'agit de conglomérats à éléments locaux, de grès quartzeux et de calcaires. Dans cette formation on observe en abondance des Cyanophycées encroûtant les galets, formant des galets intraformationnels, eux-mêmes enrobés de concrétions algaires de seconde génération. Enfin, ces Cyanophycées, plus ou moins moulues par action mécanique, cimentent les conglomérats, les grès, ou constituent des bancs calcaires. Bien que les Algues bleues puissent se rencontrer en milieu marin, il est bien connu que le faciès que nous venons de décrire caractérise essentiellement les milieux d'eau douce (P. FREYTET et J.-C. PLAZIAT, 1965). Par la suite, nous rencontrerons ces couches à Cyanophycées dans tout le Tertiaire savoyard.

Des grès un peu charbonneux reposent sur le dernier banc de calcaire à Cyanophycées et contiennent quelques Miliolites; ils marquent donc le début de l'influence marine. Plus haut dans la série s'intercale un calcaire biodétritique à Polypiers abondants, avec des Mélobésiées et des débris de Lamellibranches. Ces premières couches marines correspondent à l'assise à *Natica crassatina* des auteurs.

Au-dessus, le faciès redevient gréseux, un peu glauconieux, puis passe peu à peu et par alternance à des marnes bleues où abondent des petits Bivalves. Les marnes gréseuses intercalées dans les derniers bancs de grès renferment des Nummulites (*N. cf. bouillei* DE LA HARPE), alors que 3 m plus haut les Foraminifères pélagiques (Globigérines) sont déjà bien représentés: le milieu est devenu plus profond.

300 m à l'W du Sauget (n° 2) on observe sur l'Urgonien 7 m de calcaires et conglomérats à Cyanophycées; le reste de la série semble masqué. Encore 300 m plus loin, vers la partie culminante du Roc des Rochettes, les grès à petites Nummulites reposent directement sur l'Urgonien par l'intermédiaire d'un mince conglomérat de base. Ces grès, dont l'épaisseur visible n'est que de 1,5 m, forment deux bancs séparés par une intercalation plus marneuse. Au-dessus de ces grès, après une lacune de quelques dizaines de mètres, on observe des marnes sombres, micacées, alternant avec de petits bancs de grès fins, micacés également (Flysch).

La coupe suivante (n° 4) se relève le long du sentier reliant les Mermets à la Fougère. La partie inférieure, épaisse de 15 m (?) affleure très mal car seuls quelques

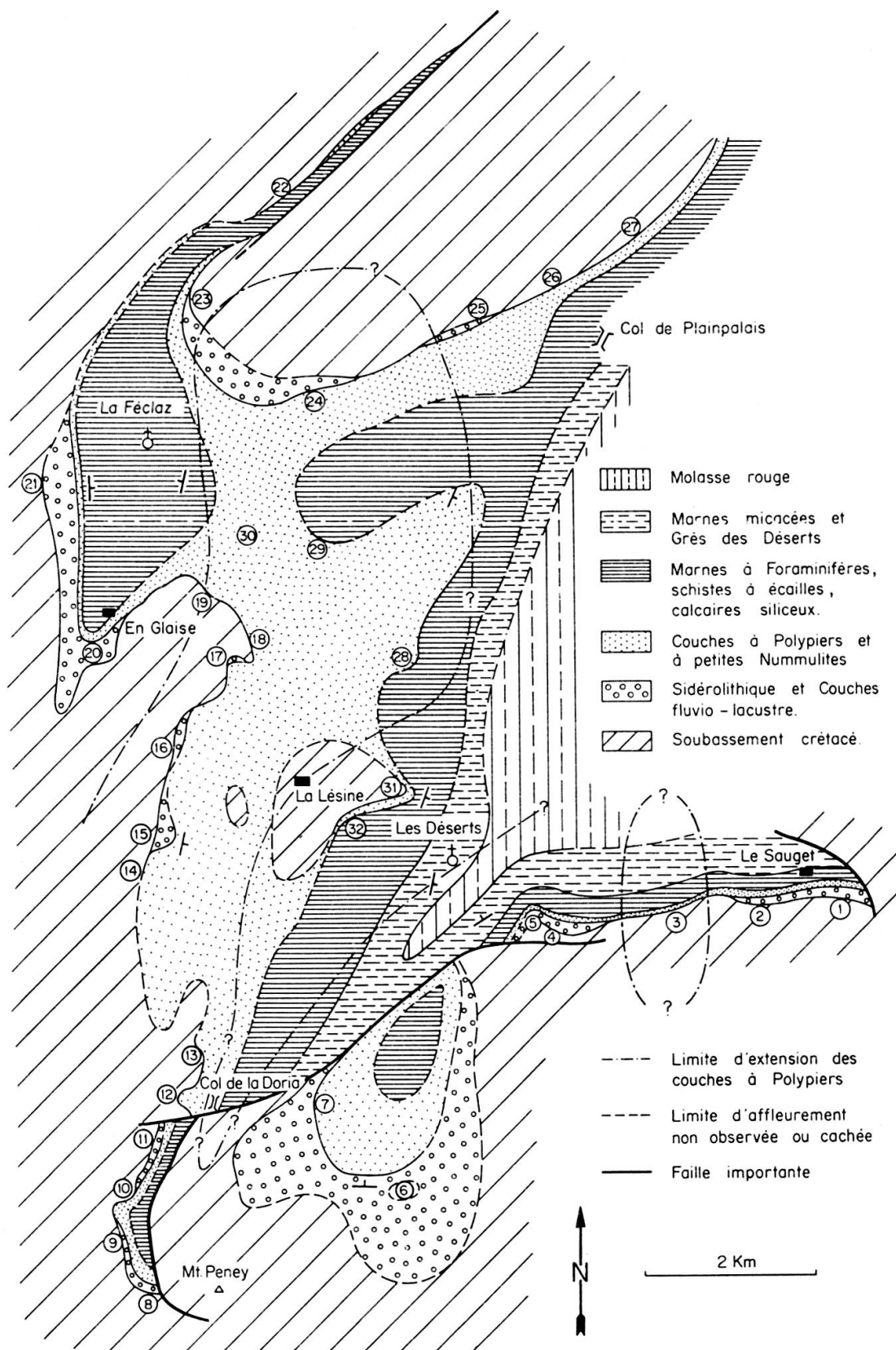


FIG. 1. — Carte géologique schématique de la région des Déserts.

pointements de conglomérats à Cyanophycées apparaissent. Au-dessus, on observe 5 m de calcaires à Polypiers, un peu marneux et assez bien lités. Au sommet de ces derniers, le passage au faciès à Nummulites est bien visible: tout d'abord 0,5 m de marnes calcaires à Polypiers et à Miliolites, puis 0,7 m de grès roux un peu marneux à Nummulites, mais contenant encore des Polypiers. Au-dessus, sur près de 10 m, des grès roux à petites Nummulites alternant avec des bancs plus marneux. Parmi ces Nummulites nous avons reconnu *N. vascus* JOLY et LEYMERIE (abondante), *N. bouillei* DE LA HARPE (fréquente) et *N. incrassatus* DE LA HARPE (plus rare).

Le long du torrent de la Leysse, on peut lever une coupe assez complète, bien que lacunaire; elle n'est commodément visible qu'en périodes de basses eaux (n° 5). Au-dessus de l'Urgonien, séparé par une lacune, on observe environ 25 m de couches fluviolacustres qui montrent une alternance de conglomérats, grès et marnes gréseuses; ces dernières présentent une teinte généralement verte, rarement rouge. Les premières influences marines apparaissent brusquement: dans un banc conglomératique, on voit tout à coup se développer en abondance des Miliolites et des Polypiers.

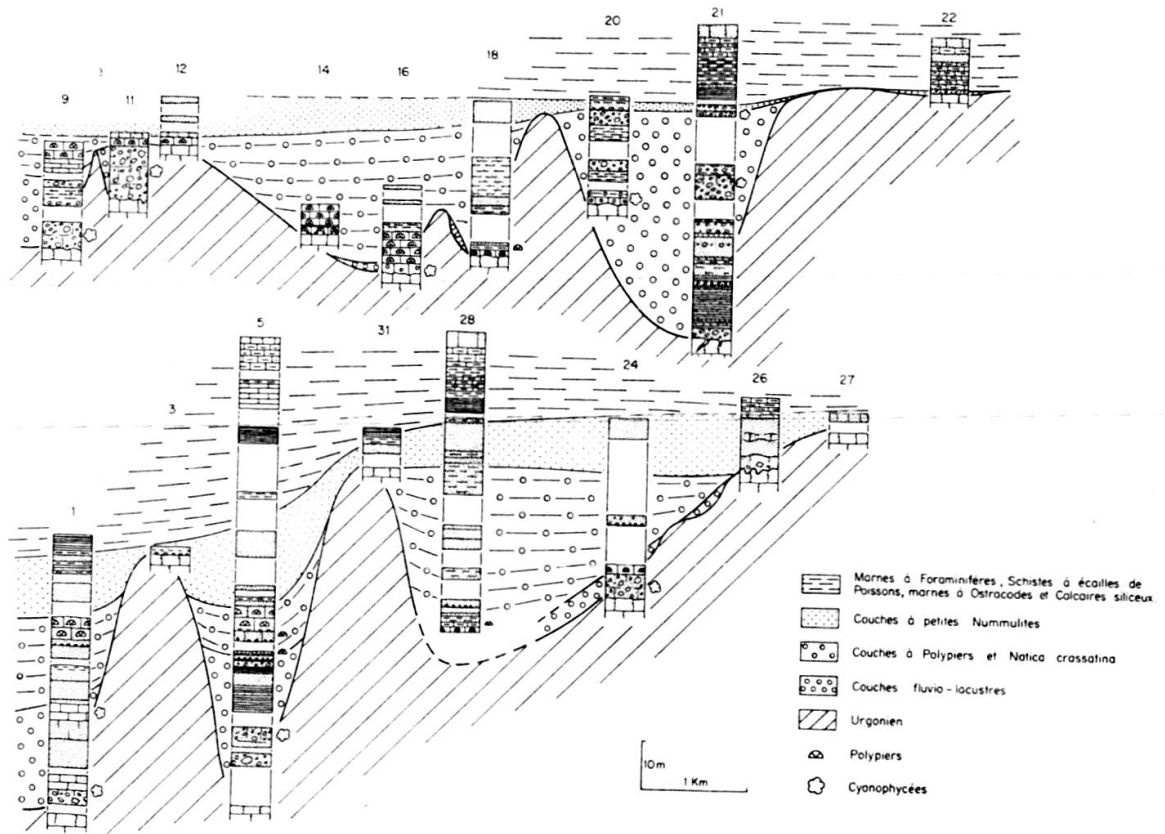


FIG. 2. — Région des Déserts.

10 m plus haut stratigraphiquement, les calcaires à Polypiers passent aux grès à petites Nummulites qui, comme précédemment (n°s 1, 3 et 4), semblent alternier avec des passées plus marneuses. La suite de la série a été décrite ailleurs (J. MARTINI,

1968b) et montre les Marnes à Foraminifères, les Schistes à écailles de Poissons et les Calcaires siliceux.

Le plateau incliné, situé entre les Charmettes et le Mont-Peney est largement recouvert de Tertiaire. Malheureusement ce dernier s'observe difficilement à cause de la médiocrité des affleurements et du pendage qui est voisin de la pente topographique. Près de la baraque forestière située au voisinage du point 1132 (n° 6), le long d'une nouvelle route, on relève tout d'abord 8 m environ de sables et marnes bigarrés, reposant sur le calcaire urgonien. Ces sables à faciès continental (Sidérolithique) sont surmontés par une petite barre épaisse de 2,5 m, renfermant des galets calcaires et un abondant ciment à Cyanophycées. A côté de la baraque, plaqué sur la formation précédente, on remarque également quelques décimètres d'un conglomérat marin avec d'abondants débris d'Huîtres.

500 m au SW du point 1174 (n° 7), le calcaire urgonien est recouvert irrégulièrement par des sables avec passées de galets quartzeux et des silex. Il s'agit du Sidérolithique, observé par plusieurs auteurs en cet endroit. Cette formation constitue un placage affleurant sur une large surface, placage qui est « crevé » par de nombreuses dolines, résultat de la dissolution actuelle du calcaire sous-jacent. Ces sables résiduels dépassent probablement 10 m d'épaisseur; ils sont recouverts par le conglomérat à Cyanophycées (5 à 10 m). Au-dessus s'observent les premières couches marines, soit des calcaires à Miliolites et des marnes gréseuses à Lamellibranches et Gastéropodes (10 m environ). La série se continue par des grès fins à Polypiers et des grès à petites Nummulites.

Plus à l'W, la masse urgonienne du Mont-Peney chevauche un témoin synclinal de Tertiaire. A la terminaison de ce lambeau (n° 8), on remarque des conglomérats à Cyanophycées surmontés de calcaires à Polypiers. 350 m plus au N, une meilleure coupe montre avec plus de netteté les mêmes termes lithologiques (n° 9): la série débute par 5 m de conglomérats dans lesquels s'intercalent des bancs de calcaires à constructions algaires. Au-dessus, un espace stratigraphique de 10 m environ semble être occupé en partie par des sables et argiles à galets de quartz, lesquels affleurent très mal et forment une combe humide. Ensuite, sur 6 m d'épaisseur, on observe tout d'abord des grès lumachelliques bien stratifiés, contenant de grosses Natices, puis des calcaires à Polypiers.

A partir du point n° 9, on observe très bien que le substratum urgonien se rapproche rapidement des calcaires à Polypiers au fur et à mesure que l'on se dirige vers le N. Ainsi, au point n° 10, les calcaires à Polypiers reposent sur l'Urgonien par l'intermédiaire d'un très mince conglomérat. Ces calcaires, épais de 5 m, sont un peu marneux et gréseux à la base; ils sont surmontés par environ un mètre de calcaires à Miliolites. Encore plus au N, en contrebas du col de la Doria, les formations fluviatiles se développent à nouveau: on relève un conglomérat à ciment de Cyanophycées teintées de rouge par de l'oxyde de fer (n° 11). Les couches à Polypiers, reposant sur ce conglomérat, sont ici réduites à 1,5 m; elles sont directement surmontées par

1,5 m de calcaires gréseux renfermant d'abondantes petites Nummulites. Remarquons que du point 8 au point 11, nous n'avons pas observé les marnes bleues supérieures au faciès à Nummulites. Ces marnes existent vraisemblablement mais n'affleurent pas et forment une combe humide.

Au col de la Doria (n° 12), dans la forêt, on retrouve une coupe semblable à la précédente, c'est-à-dire avec des calcaires à Polypiers d'épaisseur réduite, mais reposant directement sur l'Urgonien. Les grès sus-jacents (Grès de la Doria *auct.*) contiennent les habituelles petites Nummulites: *N. vascus*, *N. incrassatus*, *N. bouillei*.

300 m plus au N, dans un chemin creux, on observe des marnes gréseuses lumachelliques sombres reposant sur l'Urgonien (n° 13). Si, de ce point, on emprunte le sentier partant de la grange de la Paleu et s'enfonçant dans la forêt de Charvette, on marche sur une dalle urgonienne qui représente la surface de transgression tertiaire. On y remarque des perforations dues à des organismes lithophages et de fort minces placages de calcaire conglomératique très fossilifère (P. GIDON, 1963).

200 m au SW du point 1235, au voisinage de la lisière, on relève 5 m de calcaires à Polypiers et à grandes Natices (n° 14). Ces calcaires sont un peu marneux au sommet et transgressent sur l'Urgonien. Le conglomérat de base contient évidemment des calcaires du substratum, mais également des éléments remaniés de calcaires à Cyanophycées. Ces couches à Polypiers renferment d'abondantes Miliolites et quelques débris de Mélobésiées.

Au point 1235 même, on voit des calcaires à Cyanophycées former un placage de constructions algaires sur l'Urgonien (n° 15). Ces calcaires, brun foncé et fétides à la cassure, s'observent sporadiquement sur 200 m en direction de l'W. Sous le point 1235, en marchant en direction de l'E, on monte dans la série et l'on voit apparaître des calcaires à Miliolites puis des calcaires à Polypiers.

450 m au NNE du point 1235, on peut relever une coupe semblable à la précédente, mais plus complète (n° 16). En effet, sur les calcaires à Polypiers reposent des marnes gréseuses jaunes renfermant des moules de grandes Natices. Au-dessus, on observe encore deux bancs de grès fins roux, isolés par des lacunes.

Si, de ce point, on s'enfonce dans la forêt en suivant les assises tertiaires, on remarque que le banc inférieur de grès roux susmentionné, formant alors une petite cuesta, se rapproche peu à peu du soubassement urgonien et finit par être pratiquement transgressif sur ce dernier (n° 17, 200 m environ avant de rejoindre la route reliant la Lésine à la Féclaz). En continuant de suivre les bancs, on note une réapparition éphémère des conglomérats à Cyanophycées et un redéveloppement du faciès à Polypiers.

Dans une carrière ouverte au bord de la route sus-mentionnée, 500 m au SSW du point 1244, on observe 2 m de couches à Polypiers, calcaires à la base et marneuses au sommet, reposant sur l'Urgonien (n° 18). Au-dessus, bien que la série comprenne des lacunes, nous relevons au bord de la route des grès marneux jaunes, plus ou

moins fossilifères, lesquels sont couronnés par un niveau de sables blancs. (Sables de Plainpalais *auct.*)

Un peu plus loin, au point de coordonnées 884.85/77.1 (n° 19), on peut très bien observer la rapide disparition en direction de l'W des différents termes de la série sous-jacente aux Sables de Plainpalais. Ces derniers sont finalement transgressifs sur l'Urgonien lorsque, 100 m plus loin, nous débouchons sur le plateau de la Féclaz.

Sur le flanc E du synclinal de la Féclaz, à la hauteur des chalets de Glaise, les assises fluvio-lacustres réapparaissent et se développent rapidement. 150 m au S du point 1304 (n° 20), on observe sur l'Urgonien un placage de calcaires à Cyanophycées contenant quelques galets d'origine locale. Ces calcaires passent vers le haut à des marnes claires grumeleuses, faciès commun dans les formations lacustres, puis à des sables et marnes bariolées affleurant mal. Plus haut stratigraphiquement, deux petites cuestas conglomératiques font saillie dans les pâturages et sont également séparées par des sables argileux bigarrés. Il semble que l'épaisseur de cette série fluvio-lacustre ne dépasse pas 15 m. Au sommet du conglomérat supérieur, on voit apparaître d'abondants débris de Lamellibranches marquant la transgression marine. Après une faible épaisseur de conglomérats et de grès, on atteint les Marnes à Foraminifères. Il semble donc que les couches à Polypiers manquent en cet endroit et que, sur les formations fluvio-lacustres, on ait directement l'équivalent des grès à petites Nummulites.

Une bonne coupe est visible le long d'une nouvelle route, 250 m au SW de l'hôtel Forney (n° 21). Il s'agit de la coupe décrite par P. GIDON. Dans le substratum urgonien, on remarque tout d'abord des fissures karstiques remplies par des sables grossiers à galets de quartz. Au-dessus, la série tertiaire débute par des sables un peu micacés à gros galets de quartz et des silex détritiques. Elle se poursuit par 10 m d'argiles rutilantes renfermant quelques passées gréseuses et conglomératiques au sommet, puis par 12 m de sables à intercalations conglomératiques (galets calcaires, scherteux et quartzeux). Dans ces sables on note également un mince banc de calcaire fin, ivoire, tacheté lie-de-vin.

Après une lacune de plus de 7 m, on retrouve le faciès des conglomérats à Cyanophycées, dont le sommet est plus marneux et grumeleux; la coupe est ensuite masquée par l'éboulis sur 10 m environ d'épaisseur. Pour retrouver la suite de la série, il faut quitter la route et se rapprocher de l'hôtel Forney. Un peu au-dessus de ce dernier, on remarque un banc peu épais de conglomérat à Cyanophycées, surmonté de grès renfermant des Huîtres et des Pectinidés. Ce niveau marin passe très rapidement à des marnes bleues bien stratifiées. Cette partie de la séquence décrite ressemble donc beaucoup à la coupe des chalets de Glaise (n° 20). Les marnes bleues, visibles à côté de l'hôtel sur 3 m d'épaisseur, nous ont livré dans leur partie médiane d'abondants petits Foraminifères benthiques: les Globigérines semblent ici absentes.

Le reste de la série forme des assises plongeant faiblement en direction de l'E, affleurant mal et occupant le plateau de la Féclaz. On reconnaît néanmoins les

Calcaires siliceux, puis un banc de calcarénite gréseuse qui termine apparemment la série (il s'observe aussi aux coupes 5 et 28). Ce dernier niveau est notamment bien visible dans une grande doline, quelques centaines de mètres plus au S.

Au N de l'hôtel Forney, il semble que les couches fluviolacustres disparaissent rapidement et que le faciès marin soit directement transgressif sur l'Urgonien. Ainsi, 600 m au NE du point 1361 (n° 22), on note sur le substratum une calcarénite de base, gréseuse et renfermant des débris de Lamellibranches. Peu épaisse, elle passe directement à des calcaires finement gréseux, un peu marneux fétides au choc (=Calcaires siliceux *auct.*): les marnes à petits Foraminifères ont donc disparu. Ces Calcaires siliceux renferment un banc de grès et semblent se terminer par une calcarénite apparentée à celle que nous avons observée 2 km au SW. Plus au NW encore, les assises se poursuivent inchangées, sauf que la calcarénite basale disparaît. Il semble que cette longue « langue » de Tertiaire, bordée au SE par une faille, se termine 500 m avant le point 1441.

Revenons sur nos pas en direction de la Féclaz. Sous les calcaires à Pectinidés, les conglomérats fluviolacustres réapparaissent 500 m au SW du point 1365 (n° 23). Toutefois ils ne présentent pas le développement atteint au SW de la Féclaz. Près des Trives, les grès calcaires à Pectinidés forment une cuesta bien visible dans le paysage et contiennent de gros fragments osseux. Si l'on suit cette barre gréseuse de proche en proche, on constate qu'elle passe latéralement vers l'E aux Sables de Plainpalais.

Au lieu-dit les Combes (n° 24), les Sables de Plainpalais se sont éloignés stratigraphiquement d'environ 25 m du substratum urgonien. A la base nous voyons affleurer 5 m de conglomérats à Cyanophycées surmontés par un banc de calcaire à Polypiers. Au-dessus, isolé entre deux importantes lacunes, nous notons un niveau conglomératique à Natices et Oursins plats (*Scutella?*).

Si nous continuons à suivre la cuesta des Sables de Plainpalais, celle-ci se rapproche de nouveau du calcaire urgonien: 1 km 200 m plus au NE, elle n'en est distante que de 4 m (n° 25). Des placages peu épais de calcaires à Cyanophycées s'observent encore sporadiquement çà et là sur l'Urgonien.

150 m au NW du point 1199, on voit les Sables de Plainpalais raviner le substratum urgonien (n° 26). Ces sables sont ici épais de 11 m; ils montrent par places des zones calcifiées formant relief dans le paysage et des zones tendres dans lesquelles on a ouvert des sablières. Dans les deux derniers mètres de cette coupe, on peut récolter des fragments osseux; il s'agit du niveau ayant livré à L. MORET (1936) des restes de Mammifères. Les Sables de Plainpalais se terminent par un banc gréseux plus dur, épais de 0,5 m, dans lequel des petites Nummulites et des débris de Pectinidés abondent. Au-dessus, ces grès passent insensiblement à des calcaires finement gréseux, un peu marneux, de teinte bleutée.

500 m au N du col de Plainpalais, les Sables du même nom ont disparu, apparemment remplacés par les calcaires gréseux à Pectinidés (n° 27). En cet endroit nous

avons récolté des petites Nummulites parmi lesquelles nous avons reconnu *N. vascus* et *N. bouillei*; *N. incrassatus*, habituellement si fréquente, est ici absente ou très rare.

Le ruisseau prenant naissance près des chalets du Vignoble et se jetant dans la Leysse 500 m en aval des Droux a profondément entaillé la carapace tertiaire. Près de son intersection avec la route nationale, on peut relever une coupe assez complète (n° 28). On y rencontre les termes déjà vus jusqu'à présent. Dans la partie la plus profonde de cette petite boutonnière nous retrouvons les couches à Polypiers calcaires et marneuses, niveau sur lequel le ruisseau coule sur une assez longue distance. Au-dessus nous notons le niveau conglomératique observé au point n° 24, puis des grès plus ou moins marneux teintés en jaune et, enfin, des grès tendres, équivalent latéral des Sables de Plainpalais. La suite de la série, déjà décrite (J. MARTINI, 1968b), se relève au bord de la route et le long du ruisseau jusqu'à son confluent avec la Leysse; elle est similaire à celle de la coupe n° 5.

Près des chalets du Vignoble (n° 29), on peut relever une petite coupe montrant, au-dessus des Sables de Plainpalais, 6,5 m de marnes bleues bien stratifiées. Elles sont gréseuses à la base et sont surmontées par quelques bancs gréseux totalisant 2 m. Encore plus en amont, dans une doline (n° 30), nous retrouvons le banc conglomératique des points 24 et 28. En plus, nous remarquons que ce dernier s'est rapproché stratigraphiquement des Sables de Plainpalais: 5 m seulement de grès marneux séparent les deux assises. Cet amincissement annonce la disparition des couches à *N. crassatina* en direction de l'W, disparition bien observable au point n° 19.

En remontant le ravin recoupant la route nationale au point 941, nous atteignons rapidement le substratum urgonien (n° 31). Le contact avec le Tertiaire n'est pas visible: après une lacune de 3 m, on observe un banc de grès roux surmonté de marnes gréseuses bleues. Il semble donc que les grès à petites Nummulites reposent ici directement sur le substratum. Cette probabilité devient une certitude 200 m au NNE du point 1033, dans un virage d'une route secondaire (n° 32). En cet endroit, on relève quelques mètres de grès roux ravinant l'Urgonien; il s'agit du paléorelief déjà observé par D. HOLLANDE (1894).

2.2. VALLÉE DU NOYER ET SEMNOZ.

Le Tertiaire des Déserts se poursuit en direction du NE par le synclinal du Noyer. Plus au N, sur le flanc SE de l'anticlinal du Semnoz, les assises marines que nous avons décrites précédemment ont disparu et la Molasse bigarrée repose par endroits directement sur le substratum, ce que les auteurs avaient remarqué depuis longtemps. Ainsi, en se dirigeant vers le NE, on devrait théoriquement observer la disparition de ce Tertiaire marin au N de Lescheraines. Malheureusement, l'importance clé de cette région est dépréciée par le fort recouvrement glaciaire.

Au NE du col de Plainpalais, nous avons vu que le fait marquant était la disparition des Marnes à Foraminifères et le développement des Calcaires siliceux. Ces

derniers s'observent commodément le long de la route nationale, à la hauteur de la Magne. Par rapport à la région des Déserts, ils sont plus massifs. Sous le microscope on s'aperçoit qu'il s'agit d'un calcaire finement gréseux et cristallin; comme organismes, on ne remarque que de fines coquilles, se rapportant probablement à des valves d'Ostracodes, et des spicules de Spongiaires. De plus, à l'œil nu, on note des écailles de poissons.

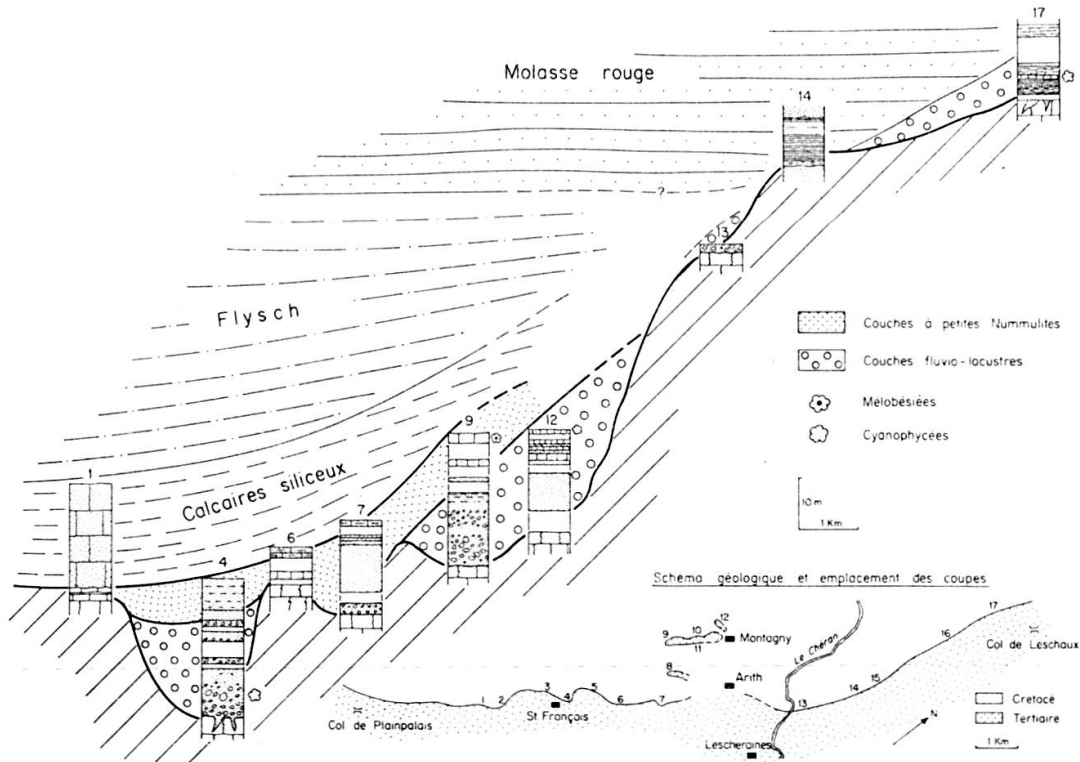


FIG. 3. — Vallée du Noyer et Semnoz.

Aux abords d'une scierie, 750 m avant d'arriver au point 916, on observe ces Calcaires siliceux reposant directement sur l'Urgonien (n° 1, fig. 3); ils sont ici épais d'une vingtaine de mètres et sont très uniformes.

Sur la rive droite du ruisseau de Saint-François, 400 m en aval (n° 2), on note un niveau de base conglomératique et gréseux, renfermant des Huîtres en abondance. Au-dessus, on peut observer des calcaires marno-gréseux, puis les Calcaires siliceux. Le tout mesure environ 30 m. Il faut remarquer que ces coupes n°s 1 et 2 sont très similaires à celles que nous avons étudiées dans la terminaison NE du synclinal de la Féclaz.

Si nous nous dirigeons vers le Mouchet, nous voyons réapparaître les conglomérats fluviolacustres de la région des Déserts. Plus loin encore, au-dessus de l'Eglise de Saint-François-de-Sales, on note environ 20 m de ces grès et conglomérats reposant sur l'Urgonien (n° 3). A 10 m de leur base, on remarque une intercalation de calcaire à Cyanophycées contenant des tiges de Characées. Quelques mètres plus haut stra-

tigraphiquement, on voit affleurer des grès à Pectinidés, soit l'équivalent des couches à petites Nummulites.

A Saint-François même, on observe sur un Urgonien injecté de sables et argiles sidérolithiques, 18 m de conglomérats à Cyanophycées formant surtout des galets (n° 4). Bien que dans les derniers mètres de cette formation conglomératique on ne rencontre pas de fossiles, il est difficile d'affirmer qu'il ne s'agit pas déjà de couches marines, vu sa ressemblance avec les assises à petites Nummulites. De toute façon, les influences marines sont certaines dans le banc gréseux immédiatement sus-jacent où l'on observe des débris d'Huîtres. Au-dessus la série se termine par des grès un peu marneux à Huîtres et Pectinidés.

Le long de la route forestière reliant Saint-François à La Magne, on peut étudier des placages peu épais de couches fluviolacustres s'étendant assez haut sur les pentes. Il s'agit ici encore d'une alternance de conglomérats, de grès et de marnes verdâtres, le tout azoïque si l'on excepte les Cyanophycées (n° 5).

Au bord de la route départementale 62, en face du hameau de la Ville, les couches fluviolacustres ont disparu et les Calcaires siliceux, ici un peu marneux se sont rapprochés à 5 m stratigraphiquement de l'Urgonien (n° 6). Entre ces derniers et le substratum, on voit affleurer un banc de grès calcaire à Pectinidés.

Au bas de la roche de Prépoulain, près du point 683, on relève une assez bonne coupe (n° 7). La série comprend tout d'abord un conglomérat de base, puis des grès blancs apparemment azoïques, qui présentent des nodules de calcification au sommet. Bien que nous n'ayons pas trouvé de fossiles dans cette série gréseuse, d'après l'aspect nous la rattachons avec prudence aux Grès de la Doria, ce qu'avait aussi admis R. PERRIER (1960). Au-dessus de ces grès massifs, formant une barre rocheuse, on observe encore des grès calcaires plaquetés et des calcaires très finement gréseux, bruns, fétides au choc et à débris charbonneux; ce faciès ressemble bien aux Calcaires siliceux.

Sur l'autre rive du ruisseau de Saint-François, le long de la route, on observe des affleurements de Molasse bigarrée. Si cette dernière n'est pas glissée et est située au N du décrochement de Prépoulain (ce dernier fait semble très probable), la lacune la séparant du dernier affleurement de Calcaire siliceux n'excède pas 80 m.

Aux alentours du point 858, se trouve le petit témoin de Tertiaire indiqué par R. PERRIER. Près de la terminaison de ce lambeau en direction du SW, la série est assez complète et montre tout d'abord des conglomérats à ciment de Cyanophycées avec des passées gréseuses verdâtres (n° 8). Ces couches fluviolacustres, épaisses de 5 m, sont surmontées par des grès à Pectinidés qui passent à des calcaires biodétritiques peu gréseux à Huîtres, Pectinidés, débris de Mélobésiées et Nummulites (*N. incrassatus*). Ces assises marines sont également épaisses de 5 m. Un peu plus au NE, près de la lisière, les conglomérats inférieurs disparaissent et des Calcaires gréseux à grandes Huîtres sont directement transgressifs sur l'Urgonien, ainsi que l'a noté R. PERRIER.

Plus au NW, on rencontre encore un lambeau de Tertiaire, également découvert par R. PERRIER. Près du chalet Prisset, à l'E de ce dernier, on observe sur l'Urgonien, une série conglomératique très grossière avec intercalations gréseuses verdâtres, dont le sommet passe peu à peu à des marnes grumeleuses (n° 9). Ici encore il s'agit du faciès fluvio-lacustre. Après une lacune, la suite de la série s'observe à l'W du chalet. On remarque tout d'abord un pointement gréseux d'attribution incertaine, puis un banc de calcarénite à Miliolles et débris de Lamellibranches. Au-dessus, la série se termine par un second banc de calcarénite renfermant des Mélobésiées, des Miliolles, des petites Nummulites renflées et des grandes Huîtres. Nous n'avons pas retrouvé les calcaires siliceux indiqués par R. PERRIER.

750 m au NNE du chalet Prisset, au bord d'une route forestière, on note 2 m de conglomérats à Cyanophycées (n° 10). Si l'on se déplace 200 m à l'E, le long de la même route, on peut observer de mauvais affleurements de couches fluvio-lacustres surmontées de grès calcaires à Nummulites (*N. incrassatus*) (n° 11).

500 m à l'W de Montagny se trouve le seul affleurement de Tertiaire connu de longue date dans la région. Il s'agit d'une carrière ouverte dans des sables blancs quartzeux exploités jadis pour la verrerie (n° 12). Ces sables s'observent sur une épaisseur de 7 m environ; ils sont massifs et ressemblent tout à fait aux sables sidérolithiques du Salève. De plus, sous le microscope, les grains sont mats et paraissent éolisés. La base de ces sables ne semble séparée du substratum urgonien, visible à 100 m de la carrière, que par une lacune de 4 à 5 m. Un peu plus à l'E, les sables sont surmontés par une alternance de grès calcaires et de calcaires lacustres blancs; dans cette série, un banc médian renferme de très petits Planorbis. La série se termine par un niveau de calcaire gréseux à Cyanophycées en débris finement moulus.

Il est difficile de savoir exactement comment s'inscrit cette série de Montagny dans le Tertiaire local. Personnellement, nous serions tentés d'assimiler les sables à une formation éolienne reposant sur l'Urgonien et surmontée de couches lacustres contemporaines des conglomérats fluvio-lacustres. Théoriquement ces couches lacustres pourraient être surmontées des couches à Pectinidés et petites Nummulites. Une autre possibilité, mais qui nous semble peu probable, serait d'imaginer que les couches marines sont représentées ici par un faciès éolien (R. PERRIER, 1960) ou qu'elles occupent la lacune sous-jacente aux sables. Dans ce cas, les calcaires lacustres superposés marqueraient un faciès local lié à la Molasse bigarrée. A Montagny, nous serions ainsi à l'avancée extrême de la mer nummulitique.

200 m avant que le ruisseau de Bellecombe ne se jette dans le Chéran, sur la rive droite, dans un pré, on observe un mince placage de conglomérat à ciment gréseux et calcaire, reposant sur l'Urgonien (n° 13). D'après le faciès, il s'agit très probablement des couches fluvio-lacustres. Cet affleurement est peut-être celui que D. HOLLANDE (1895) avait observé et qu'il rapporte aux couches marines des Déserts. À notre avis, il est malheureusement impossible, dans l'état actuel des affleurements, de savoir si le domaine marin s'est réellement étendu jusque là. De

toute façon, plus au N, quelques centaines de mètres en amont du pont d'Entrèves, une bonne coupe montre sans ambiguïté que toute influence marine a cessé et que la Molasse rouge transgresse directement sur le substratum crétacé (n° 14). En cet endroit, on observe sur le Gault une mince brèche de base, puis 6 m de marnes micacées et bigarrées avec un paléosol noir intercalé. Au-dessus se développent les bancs gréseux typiques de la molasse.

500 m en amont, toujours le long du ruisseau, le Gault a été érodé et un placage conglomératique à ciment de Cyanophycées repose sur l'Urgonien (n° 15). Au-dessus, après une faible lacune, on observe la Molasse bigarrée. Un peu plus loin, les assises du Gault réapparaissent temporairement.

Si, de là, nous rejoignons la route nationale, nous pouvons à nouveau observer le faciès basal dans une carrière ouverte près du point 816 (n° 16). Au-dessus de l'Urgonien, sans que le contact soit visible, on remarque un banc de calcaire à Cyanophycées; à 8 m du substratum pointe un premier affleurement de grès molasique. Ce banc de calcaire lacustre peut se suivre en direction du N sur plus de 500 m.

Nous avons relevé une dernière coupe 300 m au SW de Leschaux, près d'une colonie de vacances (n° 17). Le contact du Tertiaire avec l'Urgonien injecté de dépôts sidérolithiques, n'est pas visible. Après une courte lacune, on note des marnes rouges noduleuses, puis un banc de calcaire à Cyanophycées et enfin des marnes vertes et des grès quartzeux. Au-dessus de ces niveaux, séparés par une lacune, des marnes micacées et bigarrées annoncent la Molasse rouge.

Nous n'avons pas suivi systématiquement le contact Crétacé-Tertiaire plus au N. Toutefois, il semble que celui-ci se poursuive selon le même schéma: présence sporadique de lambeaux peu importants de conglomérats, grès quartzeux, marnes et calcaires lacustres recouverts par la Molasse bigarrée très puissante. C'est ainsi qu'à la fontaine du Bourneau, le long de la route et 100 m en aval de la résurgence, le long du torrent, on peut observer sur le Gault, environ 2 m de grès et calcaires à Cyanophycées. Ces assises sont surmontées par la Molasse rouge. Au-dessus de Sévrier, près de la carrière la plus méridionale ouverte dans les calcaires marneux du Crétacé supérieur, on peut voir les grès de la Molasse reposer directement sur ces assises, ainsi que l'avait noté L. MORET (1934).

2.3. VALLÉE DES AILLONS

Le long de la route D 59, 500 m au NNE du point 746, on rencontre des affleurements de sables grossiers ferrugineux (n° 1, fig. 4). Ils reposent sur une surface urgonienne très irrégulière, injectée par ces sables: il s'agit bien du faciès sidérolithique des auteurs et non pas de Gault comme l'indiquent les cartes géologiques. Ces sables, épais de 6 à 7 m sont plus marneux dans leur partie supérieure et passent à des grès calcaires appartenant au faciès à petites Nummulites. 150 m plus au N, toujours le long de la route, on observe des marnes brunâtres (0,5 m) surmontées d'un

conglomérat à Cyanophycées (1 m). Ici encore, ces niveaux sont attribuables à un faciès fluvio-lacustre; ils sont recouverts également par des grès calcaires.

Au bord du nant des Aillons, sur rive gauche, sous les affleurements précédents (n° 2), on voit les couches à petites Nummulites reposer sur l'Urgonien. Les trois premiers mètres de grès sont assez calcaires et fossilifères: Huîtres, Pectinidés, Miliolites et Nummulites. Parmi ces dernières, nous avons reconnu *Nummulites vascus* (abondante), *N. incrassatus* (fréquente) et *N. bouillei* (plus rare). Au-dessus, on relève 7 m de grès grossiers passant à des grès marneux bleus, bien stratifiés, visibles sur la berge. Ce dernier niveau ressemble beaucoup aux Marnes à Foraminifères; mais elles paraissent ici envahies de gros grains de quartz. Après une lacune que l'on peut estimer à 7 m environ, sur la rive opposée, on voit affleurer les grès et les marnes sombres micacées du Flysch.

En amont de la résurgence du Pissieux (n° 3), la rivière coule longuement sur une dalle urgonienne inclinée en direction de l'ESE et représentant pratiquement le sommet de cette formation. Sur cette dalle on remarque de temps en temps des sortes de poches dues à l'irrégularité de l'ancienne surface urgonienne, dans lesquelles un peu de sédiments tertiaires ont été préservés. Ces derniers montrent quelques décimètres de grès quartzeux, marneux et brunâtres, pétris de petits bivalves costulés attribuables à *Cardium*. Au-dessus, on voit encore des marnes grises, micacées, très riches en Ostracodes à test mince et fragile, marquant la base du faciès Flysch. Il semble donc bien qu'en cet endroit les assises franchement marines n'existent plus; les grès à petits *Cardium* représentent le faciès de transgression du Flysch saumâtre, soit un niveau de base où se retrouve remanié le matériel quartzeux local. Remarquons que les auteurs ont vu il y a longtemps déjà que le Flysch repose sur le substratum dans la partie basse de la vallée des Aillons.

Toujours en amont du Pissieux, on observe une ancienne cheminée karstique remplie en partie par des grès verts grossiers (sidérolithiques). Lors de la transgression saumâtre, ces dépôts ont été un peu érodés, sur une faible profondeur, probablement par l'action des vagues. Cette petite dépression a été ensuite comblée à nouveau, mais cette fois par les grès et les marnes à petits *Cardium*, lesquels montrent même un conglomérat de base.

Sous le hameau de Ballaz, toujours le long de la rivière, on observe une bonne coupe où l'on voit le Flysch reposer sur l'Urgonien (n° 4). Les grès et marnes grises typiques de ce faciès débutent presque immédiatement; on remarque seulement un niveau marneux de base (0,3 m) renfermant un banc de grès gris à ossements de Poissons de grande taille. Plus en amont, la base du Tertiaire n'est que rarement bien visible; sous Rivolin, au bord de la rivière, on note 0,2 m de grès grossier marneux, brun et bien lité (n° 5). Il s'agit peut-être encore d'un dépôt saumâtre.

Les couches à petites Nummulites réapparaissent vers le pont franchissant le nant des Aillons 200 m au NE du point 848 (n° 6). Là on relève sur l'Urgonien une coupe assez semblable à celle du n° 2: 4 m de calcaires gréseux à petites Nummulites

et débris de Mélobésiées, 1,5 m de grès grossiers, puis des marnes bleues grossièrement gréseuses affleurant mal. 400 m en amont, on observe 2 à 3 m de calcaires à Mélobésiées surmontés, après une lacune de quelques mètres, des mêmes marnes gréseuses (n° 7).

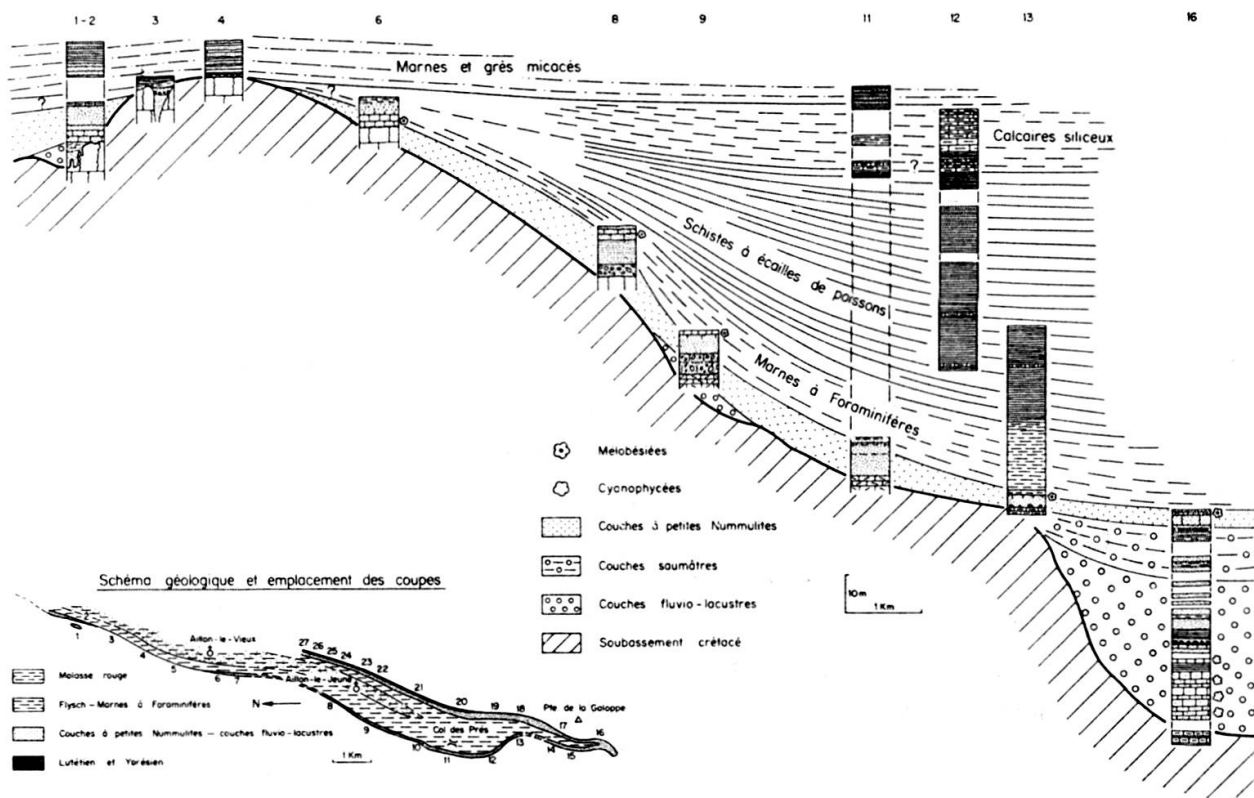


FIG. 4. — Vallée des Aillons.

Au-dessus de Rocquerand (n° 8), on voit les couches à petites Nummulites reposer sur l'Urgonien: elles sont principalement constituées par des conglomérats et des grès; elles se terminent par un banc plus calcaire à Pectinidés, petites Nummulites et quelques débris de Mélobésiées. En outre, on remarque parmi les Nummulites que *N. incrassatus* prédomine à la base de ce banc calcaire et se raréfie dans sa partie supérieure, alors que le contraire se produit pour *N. vascus*.

Au SW d'Aillon-le-jeune, au-dessus du point 948 (n° 9), on peut relever, sur les calcaires spathiques glauconieux de la base du Gault, 5 m de conglomérat à ciment calcaire fin et à gros grains de Quartz; ce faciès se rattache très probablement aux couches fluvio-lacustres. On remarque en outre des galets calcaires cariés par des *Microcodium*. Au-dessus on note les couches à petites Nummulites (6 m): tout d'abord gréseuses, elles se terminent par un banc de calcaire à Mélobésiées.

400 m au SW de la Fressette, le long d'un sentier, on remarque que les conglomérats précédemment décrits ont disparu et que les grès à petites Nummulites reposent à nouveau sur l'Urgonien (n° 10). 300 m à l'W du Col des Prés (n° 11), sur

les calcaires spathiques glauconieux, on note des couches à petites Nummulites épaisses de 10 m environ, montrant uniquement des grès calcaires, légèrement marneux dans leur partie supérieure. Parmi les Nummulites, nous remarquons que la forme microsphérique de *N. vascus* est abondamment représentée. Ce fait est étonnant car, partout ailleurs en Savoie, en de très nombreux points, nous avons rencontré uniquement la forme macrosphérique. Nous ne pouvons donner aucune explication à la cause de ce phénomène. 150 m à l'W du point 1122 (n° 12), nous observons des grès très semblables, reposant sur un même substratum; c'est là que nous avons trouvé l'individu microsphérique de *N. vascus* mentionné dans un précédent travail (J. MARTINI, 1963).

Près du point 1043, là où la Reysse se jette en cascade, on relève 4,5 m de grès calcaires à petites Nummulites reposant sur le Crétacé supérieur marno-calcaire (n° 13). Immédiatement en amont, on voit ces grès passer aux Marnes à Foraminifères, puis aux schistes à écailles de Poissons (sur rive gauche, dans un ruisseau latéral); la suite de la série a été décrite ailleurs (J. MARTINI, 1968b).

Si nous suivons le flanc W du synclinal en direction du S, à la hauteur du Mont-Céty, nous voyons le faciès fluvio-lacustre se développer à nouveau (n° 14). On remarque tout d'abord une roche assez spéciale formée d'une alternance centimétrique de passées gréseuses et de calcaires à Cyanophycées en débris (4 m); au-dessus, on note un banc massif (2 m) de calcaire à Cyanophycées surmonté par une pellicule lumachellique (Huîtres) marquant la base du faciès saumâtre à Cérithes que nous verrons en meilleurs affleurements par la suite. Au SW du point 1292, on peut observer la base de la formation (n° 15): 10 m de conglomérats et calcaires reposant sur le Crétacé supérieur marneux. Au-dessus, on retrouve les grès zonés du point n° 14.

250 m au SSE du point 1200, on rencontre enfin une coupe assez complète (n° 16), située sur le flanc E du synclinal. Sur les couches de Wang, on relève tout d'abord 12 m de calcaires plus ou moins gréseux à Cyanophycées. La coupe se poursuit par des grès verdâtres parfois zonés de blanc, une passée conglomératique à silex et quelques galets de quartz, des marnes blanches grumeleuses à schistosité oblique et des calcaires à Cyanophycées (22 m). Les premières influences marines semblent être marquées par un banc de grès roux à Huîtres, situé stratigraphiquement à 40 m de la base. La suite de la coupe, mal visible, semble être constituée par le faciès saumâtre à Cérithes (grès et marnes grises, 12 m); elle se termine enfin par un banc de grès calcaire à petites Nummulites montrant l'habituel niveau à Algues de la partie sommitale. Dans ce dernier, nous avons remarqué des éléments remaniés de calcaires à grandes Nummulites ainsi que les espèces *N. vascus* et *N. incrassatus*.

Nous allons maintenant remonter vers le N en suivant l'autre flanc du synclinal. Vers le point 1205 (n° 17) nous constatons, bien que les affleurements soient mauvais, que les couches lacustres et saumâtres sont encore bien développées: marnes blanches grumeleuses, calcaires à Cyanophycées, marnes grises pétries de Cérithes. 1 km plus au N, il semble que les couches saumâtres soient uniquement représentées (n° 18),

ce qui nous est confirmé un peu plus loin encore, à la hauteur du Pré Dondian (n° 19). A cet endroit, dans la forêt, on voit sur les couches de Wang un conglomérat de base surmonté de marnes gréseuses blanchâtres à débris d'Huîtres (1,5 m). C'est tout ce qui reste, semble-t-il, du faciès saumâtre car, immédiatement au-dessus, on observe les couches à petites Nummulites: 3 m de grès, puis 1,5 m de calcaires massifs à Mélobésiées et enfin 1 m de grès.

A la hauteur du col des Prés (n° 20), on ne remarque plus que le banc à Algues, directement transgressif sur le Lutétien. Plus au N, on relève une disposition similaire (n° 22). Vers la scierie des Aillons, le long du torrent (n° 23), on voit 0,7 m de sables verts continentaux (sidérolithique) raviner le Lutétien marin. Sur ces sables verts, reposent les couches à petites Nummulites, également transgressives: 2 m de grès et conglomérats, puis 1 m de calcaires à Mélobésiées passant aux Marnes à Foraminifères. Dans le niveau à Algues on reconnaît *N. vascus* et *N. incrassatus*; ici encore on remarque pour ces deux espèces une répartition verticale identique à celle que nous avons décrite au point n° 8. Au N de la scierie, en plusieurs points, on voit les couches à petites Nummulites reposer sur le Lutétien marin ou lacustre (n^{cs} 24, 25 et 27); elles sont généralement peu épaisses.

Au N du Chéran, le synclinal des Aillons et celui du Noyer se soudent en formant alors le synclinal de Leschaux. Nous avons décrit la base transgressive de la Molasse rouge sur son flanc W, où les couches marines sont absentes. Par contre, sur le flanc E du synclinal de Leschaux, ces dernières existent, bien que les affleurements soient rares et mauvais. Ainsi, entre la Motte-en-Bauge et le nant de Bellecombe, nous n'avons vu affleurer les couches à petites Nummulites qu'au-dessus du hameau de la Frénière. A cet endroit, on voit 2 m de grès calcaires fins surmontés d'un conglomérat à ciment un peu marneux (0,5 m). Cette petite coupe se termine par l'habituel calcaire à Mélobésiées qui nous a livré *N. vascus* et *N. incrassatus*. Le substratum n'est visible qu'après une lacune de 25 m environ et montre les calcaires marneux glauconieux et les calcaires sublithographiques du Crétacé supérieur. Au-dessus stratigraphiquement, également après une importante lacune, on voit affleurer des bancs grossièrement détritiques appartenant au Flysch. Plus au N, au-dessus de Bellecombe, il est possible que l'on puisse encore observer du Nummulitique, mais nous ne l'avons pas recherché.

2.4. SYNCLINAL D'ENTREVERNES

Entre les villages du Châtelard et de Duingt, le Tertiaire forme le cœur d'un synclinal orienté N-S, long de 17 km. Ce Tertiaire est célèbre par le développement des couches à grandes Nummulites et par son gisement de charbon.

A l'endroit où la route menant du Châtelard aux Garins recoupe la cuesta tertiaire, nous pouvons relever une coupe complète en ce qui concerne seulement la partie supérieure des assises (n° 3). Le substratum est constitué par les calcaires

marneux blancs du Crétacé supérieur. Pratiquement sur ce dernier et sans que le contact soit visible, on observe tout d'abord un pointement de grès glauconieux que, raisonnablement, on ne peut pas attribuer à une assise tertiaire bien définie. Au-dessus, la série n'est pas visible sur 15 m d'épaisseur. Cependant, 250 m plus au N, à la hauteur des Garins (n° 4), nous pouvons partiellement combler cette lacune: on s'aperçoit alors qu'elle doit être occupée par des couches à grandes Nummulites à la base et des calcaires à Polypiers dans sa partie supérieure.

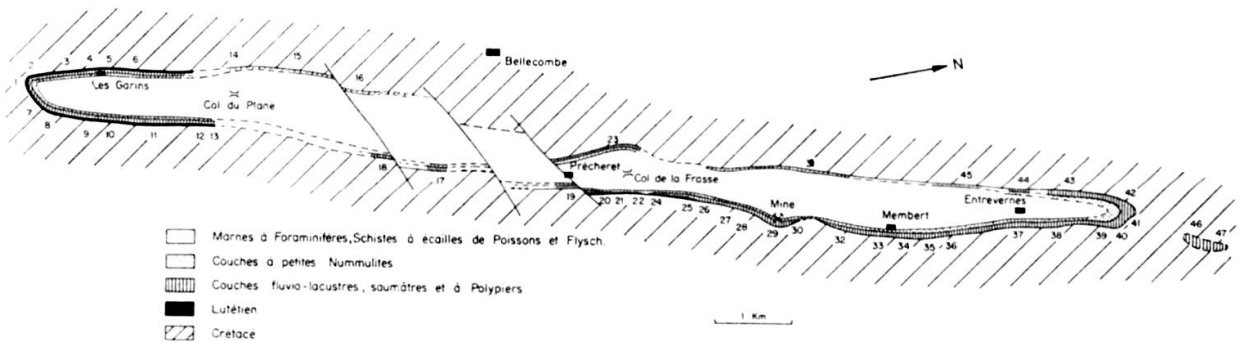


FIG. 5. — Carte géologique schématisée du synclinal d'Entrevernes.

Si nous regagnons la coupe n° 3, nous remarquons au-dessus de la lacune, 5 m de marno-calcaires gréseux gris, très riches en débris de Mollusques, surtout des Huîtres. Au-dessus, la série se poursuit par des grès moyens à fins, glauconieux, contenant des Bryozoaires, des Mélobésiées et des petites Nummulites dans leur partie sommitale plus calcaire. Parmi les Nummulites, nous avons identifié *N. vascus* (abondante) et *N. incrassatus* (plus rare).

Par l'intermédiaire d'une mince passée plus marneuse, un banc de calcaire à Mélobésiées repose sur ces grès. Ce dernier est surmonté par des calcaires marneux, riches en Pectinidés, passant aux Marnes à Foraminifères. Pour observer la suite de la série, il faut nous déplacer de 200 m le long de la route en direction du N. En cet endroit, nous rencontrons une récurrence de calcaires et de grès séparés du sommet des couches à petites Nummulites par 6 m de marnes bleues. Cette récurrence, épaisse de 1,5 m comprend tout d'abord un niveau de calcaire à Mélobésiées, un peu différent lithologiquement du banc à Algues sous-jacent, puis des calcaires gréseux roux à Pectinidés, lesquels passent de nouveau progressivement aux Marnes à Foraminifères. Il y a donc grosso-modo une répétition des faciès du sommet des couches à petites Nummulites *s.str.* De la route, en montant vers la colonie de vacances des Garins, il est aisé de suivre le banc de cette récurrence. On s'aperçoit qu'après moins de 100 m il s'est peu à peu rapproché stratigraphiquement du banc à Mélobésiées inférieur. A la colonie même, il n'en est plus séparé que par une lacune de 2 m, peut-être encore occupée par des marnes bleues, à moins qu'il ne se soit déjà soudé à ces calcaires.

700 m au N des Garins (n° 6), au-dessus du Lutétien, après une lacune, on observe des calcaires à Polypiers surmontés de grès; de plus, au sommet de ces

derniers, il semble que le niveau à Algues soit absent. La lacune et ces deux termes semblent avoir une épaisseur de 20 m.

Les mêmes assises se suivent jusque vers 1300 m d'altitude: là elles sont déplacées vers l'E par un petit décrochement. Au delà de ce dernier, les couches basales sont recouvertes et l'on observe seulement les Marnes à Foraminifères le long de la nouvelle route forestière. Dans ces marnes bleues, on remarque une mince intercalation bréchique (0,3 m) contenant des petites Nummulites et des Bryozoaires.

300 m au NE de la cascade de Viviand (n° 7), dans la forêt, on observe quelques mètres de sables verts reposants sur le Lutétien marin; ils sont semblables à ceux que nous avons décrits à la scierie des Aillons; les calcaires à Polypiers reposent directement sur ces dépôts continentaux. Plus au N, la base transgressive sur le Lutétien semble partout être constituée par les couches à Polypiers. Ainsi à la hauteur des Garins (n° 9), toujours sur le flanc oriental du synclinal, sur l'Eocène moyen on voit transgresser des calcaires à Polypiers surmontés de grès. Après une lacune de 12 à 15 m, on voit pointer des grès à tests d'Oursins et des calcaires à Polypiers. Remarquons qu'il est possible que cet affleurement soit partiellement glissé.

200 m plus au N, nous remarquons un banc à Mélobésiées dans la partie sommitale de l'assise à Polypiers (n° 10). Ce banc diffère de celui du sommet des couches à petites Nummulites par l'absence de ces Foraminifères, par l'abondance des Miliolites et des débris d'Huîtres, par un ciment calcaire gris-verdâtre, parfois un peu marneux; il se poursuit jusqu'à la hauteur du col du Plané.

Au NW du sommet 1645, on voit une lumachelle d'Huîtres raviner le Lutétien (n° 12). Au-dessus, des grès affleurent tant bien que mal, puis les calcaires gréseux à Mélobésiées précédemment décrits. Le tout mesure 7 à 8 m d'épaisseur. 150 m au N, dans une vaste niche d'arrachement on rencontre la coupe décrite par M. LUGEON (1900) (n° 13). A cause d'une petite faille, le contact du Lutétien lacustre avec les assises sus-jacentes n'est pas visible. On peut seulement observer le sommet des couches à petites Nummulites qui renferme quelques débris de Mélobésiées. Au-dessus on note des grès roux à Pectinidés, puis des marnes bleues assez compactes à petits Foraminifères. Dans ces dernières, on remarque une intercalation de calcaire gréseux à Bryozoaires: il s'agit probablement d'un des deux niveaux signalés par M. LUGEON; cet auteur pensait déjà à un passage latéral aux couches à petites Nummulites, avec indentations de faciès.

Si nous nous déplaçons sur l'autre flanc du synclinal, à l'E du point 1475, nous remarquons que les assises du Flysch se sont considérablement rapprochées du substratum crétacé (n° 14): à 10 ou 15 m stratigraphiquement des calcaires sublithographiques à silex, on observe des bancs de grès micacés et charbonneux (Flysch). Le Nummulitique *s.str.* et les Marnes à Foraminifères, s'ils existent, n'affleurent pas.

Si nous marchons en direction du N, le Tertiaire n'affleure pas sur une distance de 500 m; nous observons seulement un Crétacé supérieur réduit à ses termes calcaires inférieurs. Ensuite, nous voyons apparaître des couches à petites Nummulites

reposant vraisemblablement sur le Gault (n° 15). Celles-ci comprennent des grès grossiers surmontés d'un banc de calcaire à Mélobésiées passant lui-même à un niveau où ces Algues s'observent en fins débris; sur ce dernier terme reposent les marnes bleues.

Vers le N, ces assises se suivent dans les prés sur plus de 500 m. Au delà d'un décrochement déplaçant le synclinal de 200 m vers l'E, on observe encore quelques affleurements de grès et de calcaires appartenant aux couches à petites Nummulites (à l'E du Mont d'Etrier, n° 16). Plus au N enfin, il semble que le Nummulitique *s.str.* soit partout recouvert de terrains glaciaires.

Là où le ruisseau de Bellecombe recoupe le Tertiaire du flanc E du synclinal, vers 1050 m d'altitude, on peut relever une très bonne coupe (n° 17); sa complexité nous oblige à la décrire niveau par niveau. La partie inférieure de cette série, dont la base est visible au fond de la gorge, montre un faciès fluvio-lacustre bien développé. Ainsi, au-dessus du Crétacé supérieur marno-calcaire, nous avons:

1. Conglomérat à Cyanophycées avec galets crétacés (Urgonien, Gault et Crétacé supérieur) et lutétiens (7 m). On remarque à la base, sur le substratum, un mince liseré argileux rouge.
2. Calcaire gréseux massif à Cyanophycées en fins débris, plus gréseux par places (7,6 m).
3. Passée conglomératique à éléments de Cyanophycées (0,5 m).
4. Grès calcaire (0,7 m).
5. Calcaires à débris de Cyanophycées (0,7 m).
6. Grès sableux, veiné par de fines passées de Cyanophycées en débris (5,5 m).
7. Conglomérat (1 m).
8. Charbon (0,02 m).
9. Calcaire concrétionné (Cyanophycées) (0,5 m).
10. Marnes noires charbonneuses et calcaires bruns plaquetés à tiges de Characées (0,5 m).
11. Id. 6 (2,4 m).
12. Id. 2 (3,6 m).
13. Calcaire concrétionné id. 9, avec passées de schistes charbonneux (1,6 m).
14. Id. 2, mais avec au sommet un niveau à pisolithes (taille d'une noix) semblables aux « oolithes nuciformes » du Malm jurassien (concrétions dues à des Algues bleues) (3,6 m).
15. Lacune (3 m).
16. Calcaire à Cyanophycées (0,4 m).
17. Grès à Cyanophycées (0,3 m).
18. Charbon impur, avec fines passées calcaires et Planorbis (0,35 m).
19. Calcaire concrétionné id. 9, avec passées charbonneuses (0,8 m).
20. Calcaire à Cyanophycées, brun et fétide, avec une passée marneuse noire intercalée (0,3 m).
21. Marnes grises massives (0,3 m); un lavage n'a pas fourni d'organismes.
22. Marnes noires charbonneuses à passée de calcaire concrétionné (0,15 m).
23. Charbon (0,03 m).
24. Id. 20 (0,5 m).

Pour relever la suite de la coupe, nous devons passer sur la rive droite où nous retrouvons le sommet de 24, décalé par une faille courant le long du lit du ruisseau. Ainsi, après une lacune de 1 m, nous avons:

25. Charbon (0,2 m).
26. Marnes verdâtres (0,8 m). Un lavage n'a pas fourni d'organismes.
27. Grès zoné par des auréoles limoniteuses (0,5 m).
28. Lacune (0,3 m).

29. Grès fin (0,2 m).
30. Lacune (2 m).
31. Grès verdâtres, un peu marneux et « granuleux » par places, à auréoles limoniteuses (1,5 m).
32. Marnes grises (0,7 m).
33. Grès, id. 28 (0,3 m).
34. Id. 32 (0,5 m); un lavage n'a pas livré d'organismes.

Jusqu'au niveau 34, il s'agit vraisemblablement encore de dépôts limniques; par contre, après une lacune de 3 m, on voit apparaître en abondance les organismes caractéristiques de l'assise saumâtre à Cérithes:

35. Grès gris (0,2 m).
36. Marnes gréseuses noires (0,2 m).
37. Grès lumachellique (0,2 m).
38. Marnes gréseuses brun foncé (0,4 m).
39. Grès et marnes sombres à Lamellibranches et Gastéropodes, avec un niveau de nodules gréseux dans la partie supérieure (2 m).
40. Grès à Cérithes (1 m).
41. Marnes sombres et grès, pistes et nodules gréseux (1,5 m).
42. Grès (0,7 m).
43. Marnes grises (1 m).
44. Marnes sombres et grès charbonneux (1,6 m).
45. Lumachelle d'Huitres (0,4 m).
46. Marnes grises (0,5 m); un lavage a fourni des Foraminifères et des Ostracodes.
47. Calcaires marneux (0,3 m).
48. Lacune (0,5 m).
49. Grès durs à Huitres (1 m).
50. Calcaires marneux et gréseux à Cyrènes (?), écailles de Poissons et petits Polypiers simples, isolés, aplatis et réduits à l'état d'empreintes (1,5 m).
51. Grès fins, calcaires, un peu marneux (10,5 m), marquant le passage aux couches à petites Nummulites.
52. Grès moyens massifs avec, dans leur partie médiane, une passée plus grossière avec quelques débris de Mélobésiées et des petites Nummulites (*N. vascus* et *N. incrassatus*) (4 m).
53. Calcaire marno-gréseux (passage aux Marnes à Foraminifères) (2 m).
54. Lacune (2 m).
55. Calcaires marneux (1,5 m).
56. Marnes à Foraminifères avec petits Lamellibranches à coquille fragile (3 m).
57. Lacune (3 m).
58. Calcaire gréseux blanc, à Mélobésiées en fins débris et à petites Nummulites (1,8 m).
59. Marnes à Foraminifères, plus calcaires à la base, visibles sur quelques mètres.

Plus en aval le Tertiaire n'affleure plus; nous remarquons seulement une grande masse de Crétacé supérieur représentant un « paquet » glissé reposant probablement sur le Flysch. Avant de quitter cette coupe, signalons que L. MORET (1934) avait décrit en cet endroit des couches à grandes Nummulites surmontées de Lutétien lacustre. A notre avis, l'Eocène moyen a été complètement érodé et seules les assises postérieures sont présentes.

Nous avons tenté de suivre plus au S les assises rencontrées dans le ruisseau de Bellecombe. Malheureusement le terrain est très couvert par la moraine et les éboulis. Quelques centaines de mètres au S du chalet du Berthet, dans la forêt, nous avons relevé 27 m de conglomérats, grès et calcaires à Cyanophycées, reposant sur le Crétacé

supérieur (n° 18); il s'agit encore du même complexe fluvio-lacustre. Dans sa partie supérieure, on remarque une passée de calcaires bruns plaquetés, mais sans charbon, semble-t-il.

Nous n'avons pas directement suivi les assises tertiaires au N de la coupe n° 17. Toutefois, d'après les blocs éboulés que l'on rencontre le long du chemin conduisant au col de la Frasse, il semble que les couches lacustres sont bien développées jusqu'à la hauteur du chalet de Précheret.

A l'E du chalet de Précheret, immédiatement au S d'un décrochement assez important, on peut relever un banc de calcaire brun à Cyanophycées surmonté de calcaires à Polypiers (n° 19); le tout mesure 3 m et transgresse sur les marno-calcaires du Crétacé supérieur. Au-delà du décrochement, la réduction et la disparition progressive des différents termes post-lutétiens se poursuivent: les couches à Polypiers reposent alors directement sur un Lutétien réduit (n° 20). 250 m plus loin, avant d'arriver au col de la Frasse, les couches à Polypiers manquent: les grès à Mélobésiées et petites Nummulites ravinent le Lutétien (n° 21). Un peu plus au N, à la hauteur du col de la Frasse (n° 22), on peut relever une bonne coupe dans une grande niche d'arrachement. Sur le Lutétien transgressent 0,5 m de calcaires à Mélobésiées surmontés de grès à Pectinidés (1 m). Ces derniers passent à des calcaires marneux et gréseux, puis aux Marnes à Foraminifères. Au fur et à mesure que l'on monte dans la série, les marnes deviennent plus schisteuses et l'on voit se développer le faciès à écailles de Poissons.

A environ 50 m stratigraphiquement de la base transgressive, on voit tout d'abord apparaître un niveau de marnes plus claires et moins schisteuses, intercalé dans les Schistes à écailles. 10 m au-dessus, on rencontre une passée de calcaires et marno-calcaires zoogènes à débris de Mélobésiées, petites Nummulites, Bryozoaires et Pectinidés. Cette faune est anormalement incise dans des sédiments à organismes planctiques (Globigérines). Ces débris littoraux se sont mis en place par avalanche sous-marine (J. MARTINI, 1968b). Par la suite, nous décrirons d'autres de ces intercalations dont le mode de mise en place sera plus évident. Les organismes mentionnés sont les mêmes que dans l'habituel calcaire à petites Nummulites. Seulement, dans ce dernier cas, ils ne peuvent s'observer qu'en lames minces, vu qu'ils sont solidement cimentés alors que, dans ces avalanches sous-marines, les débris zoogènes se sont mêlés aux sédiments argileux et peuvent s'isoler facilement. C'est ainsi que nous avons pu récolter des petites Nummulites toutes dégagées, fait rarissime autrement. Nous avons reconnu: *N. vascus* (abondante) et *N. incrassatus* (plus rare). Au-dessus, la série se poursuit par des marnes puis par des grès microconglomératiques du Flysch (Grès du val d'Illiez).

Si nous nous portons sur le flanc W du synclinal, nous pouvons relever en divers points plusieurs coupes semblables entre elles (n° 23). Ainsi, à la hauteur des chalets du Col, sur l'Urgonien injecté de Sidérolithique, on observe tout d'abord 1 m de marnes sableuses vertes et pyriteuses, puis 3 m de calcaires fins vert clair, stratifiés

en petits bancs et renfermant des Polypiers. Ces derniers abondent surtout dans la partie sommitale plus gréseuse. En outre, on remarque des Huîtres, des Bryozoaires ainsi que des Mélobésiées formant un mince encroûtement autour des organismes et des débris de calcaire urgonien.

La suite de la série peut s'observer commodément 200 m plus au S. On s'aperçoit alors que les calcaires à Polypiers sont surmontés par 4 m de grès qui passent peu à peu aux marnes bleues. Encore plus loin, à la limite des départements, on voit, reposant sur les Polypiers, 2 m de grès grossiers avec quelques débris de Mélobésiées au sommet, puis des calcaires gréseux à Pectinidés (2 m). Au-dessus, on relève 7 m de marnes très fissiles à petits Foraminifères avec, à la base, l'habituel faciès de transition. 10 m de microconglomérats polygéniques (Flysch) font immédiatement suite à ces marnes; plus haut, on observe encore 30 m de Flysch plus marneux, constituant le cœur du synclinal. Signalons que les calcaires à Polypiers se suivent plus au S sur 500 m.

Si nous revenons aux chalets de la Frasse, nous remarquons de part et d'autre du Col, que la barre de microconglomérat, à l'W très proche stratigraphiquement de la base du Tertiaire, s'en éloigne peu à peu en direction de l'Est: nous avons vu à la coupe 22 que cette barre se situait à plus de 100 m de la surface de transgression. Cette énorme variation d'épaisseur, affectant surtout les Marnes à Foraminifères et les Schistes à écailles, s'effectue sur une distance réelle très courte, soit 750 m (compte tenu du raccourcissement tectonique).

Retournons sur le flanc E du synclinal, 150 m au N de la niche d'arrachement (n° 22). Là, (n° 24), pratiquement sur le Crétacé supérieur, nous observons tout d'abord un grès renfermant des débris de Nummulites lutétiennes remaniées; des calcaires à Polypiers reposent sur ces grès et sont surmontés eux-mêmes des calcaires gréseux à Mélobésiées.

A l'E des Granges Neuves, dans la forêt (n° 25), sur le Lutétien lacustre, on note 2 m d'un calcaire uniquement constitué de débris de *Microcodium* mais renfermant déjà des Huîtres, ce qui annonce la transgression marine ou saumâtre post-lutétiennne. La série se poursuit par des calcaires fins de couleur claire, bien stratifiés et lumacheliques par endroits (Huîtres, Pectinidés). On remarque également, sur presque toute l'épaisseur de ces calcaires, la présence de rares Mélobésiées. Ces Algues encroûtent notamment des Polypiers qui abondent dans la partie sommitale. Ces calcaires à Polypiers sont surmontés par des grès fins ou moyens dans lesquels des grains de quartz plus grossiers sont disséminés.

150 m plus loin, nous retrouvons ces grès hétérométriques, puissants de 6 m et reposant sur 2 m de marnes gréseuses grises montrant des empreintes attribuables à des Cyrènes (n° 26). Ces marnes sont séparées du Crétacé supérieur par une lacune de quelques mètres. 150 m plus au N, on remarque qu'une combe se creuse progressivement entre le soubassement Crétacé supérieur et les marnes gréseuses à « Cyrènes » (les couches sont renversées et plongent de 45° environ vers l'E).

L'apparition des premiers travaux de recherches minières, fouilles partiellement comblées, nous indique que cette combe est occupée par la formation tendre carbonneuse du bassin d'Entrevernes, formation qui va considérablement se développer. Nous remarquons également que le Crétacé supérieur est très réduit et semble disparaître très rapidement vers le N.

A environ 200 m de la coupe précédente, nous voyons réapparaître les conglomérats et grès de la formation fluvio-lacustre, séparés de l'Urgonien par plusieurs mètres de lacune (n° 27). Ces couches sont surmontées par un mince banc de calcaire brun plaqueté. Après une lacune de 8 m, occupée en tout cas en partie par les marnes à charbon, on note la présence d'un niveau lumachellique à Huîtres et Cérithes, surmonté par des marnes gréseuses grises.

En direction du N, les assises affleurent mal; cependant des travaux miniers effondrés jalonnent constamment les couches de charbon. A l'W du point 1278 (n° 28), on peut observer 10 m de couches fluvio-lacustres d'abord conglomératiques, puis gréseuses (avec grandes Nummulites remaniées) et enfin calcaires au sommet (Cyanophycées). La base conglomératique est séparée de l'Urgonien par une lacune que l'on peut estimer à 8-10 m. D'après la position d'une galerie effondrée, il semble qu'une couche de charbon devait stratigraphiquement suivre de très près les calcaires à Cyanophycées du sommet. Sur les haldes, on peut ramasser des calcaires foncés, plaquetés et carbonneux, riches en Planorbes et en Limnées. Ce sont des calcaires lacustres de ce type qui étaient appelés « couenne » par les mineurs des lignites de la Molasse chattienne du canton de Vaud.

Au-dessus du Saury, s'ouvre la principale mine de la région d'Entrevernes; le long du torrent, on peut relever une coupe célèbre, décrite à plusieurs reprises: le dernier travail en date est la note de L. FEUGUEUR et P. MARIE (1952). Nous avons effectué un levé plus détaillé amenant quelques faits nouveaux (n° 29).

La base de la série, dont les bancs sont redressés à la verticale, peut s'observer aisément dans un petit travers-banc s'ouvrant sur la rive droite. Dans cette galerie, on voit le Tertiaire raviner les calcaires sublithographiques du Crétacé supérieur, lesquels sont peu épais et surmontent le Gault. Les premiers niveaux montrent des marnes et des calcaires fins gréseux, tachetés de rouge (1,5 m). Ensuite, nous voyons se développer des calcaires sublithographiques et des calcaires marneux noduleux. Cette série basale, épaisse de 4 m, se termine par des calcaires bruns (0,5 m). Sur toute sa hauteur, on observe des grains de quartz, de la glauconie et divers galets calcaires provenant du substratum.

L. FEUGUEUR et P. MARIE (1952) ont admis que les couches tachetées de rouge sont d'âge crétacé supérieur et que les calcaires gris représentent le Lutétien marin. Personnellement nous pensons que ces couches évoquent plutôt des dépôts lacustres, d'âge post-lutétien. La microfaune crétacée supérieure observée, doit être remaniée, de même que les grandes Nummulites signalées dans les calcaires gris: nous n'avons jamais rencontré le Lutétien marin sous un tel faciès et l'affleurement à grandes

Nummulites observable 250 m plus au N le confirme. Il faut remarquer ici que, pendant l'Eocène, le Crétacé supérieur était probablement encore crayeux et pouvait ainsi fournir un abondant matériel fin.

Surtout dans la galerie, on remarque que les sables verts ravinent les calcaires lacustres. Ces derniers sont même profondément injectés par ces sables. Classiquement, on pourrait penser que les calcaires ont subi une période d'érosion karstique ayant précédé le dépôt des sables verts. En fait, il est aussi possible qu'il s'agisse d'un phénomène postérieur et récent; on peut imaginer une circulation d'eau dans les sables (les couches sont quasi-verticales) dissolvant latéralement les calcaires. Un argument en faveur de cette hypothèse est l'absence de conglomérat de base dans les sables.

Les sables verts, épais de 13 m sont plus ou moins grossiers et présentent parfois un rubannage dû à l'alternance de niveaux blancs et verts. A leur sommet, les sables s'affinent et passent à des marnes (0,3 m), puis à des calcaires charbonneux plaquetés (« couenne »), contenant des Planorbes (0,7 m). Ces deux derniers termes ne sont visibles que dans la galerie et la suite n'est plus visible à cause d'un éboulement. Cependant, d'après la description de Ch. DEVANT (1944), on peut se faire une idée des termes sus-jacents. Ainsi, la « couenne » doit être immédiatement surmontée par la couche de charbon principale (1-2 m), puis par 1,5 m de marno-calcaires fétides. Au-dessus, se superposerait la couche de charbon moyenne (0,3-0,5 m) sur laquelle reposent des marno-calcaires à Cérithes.

D'après l'épaisseur de la lacune que l'on mesure le long du ruisseau depuis le sommet des sables verts, ces couches à Cérithes sont celles que l'on voit affleurer sur la rive droite. Elles semblent avoir 7,5 m d'épaisseur et sont interrompues par une lacune médiane de 3 m. Dans leur partie sommitale, on observe un mince banc tectonisé de charbon se rapportant peut-être à la couche supérieure décrite par Ch. DEVANT, à moins que cette dernière soit plus importante et passe plus bas stratigraphiquement, dans la lacune de 3 m. Remarquons que l'apparition des Cérithes semble marquer le début des influences marines. Il ne nous est toutefois pas possible de savoir si les marno-calcaires fétides signalés par Ch. DEVANT au-dessus de la couche principale sont encore lacustres ou déjà saumâtres.

Les marnes à Cérithes sont surmontées par 1 m de calcaire microbréchiq ue brun, renfermant des Linnées parmi lesquelles nous avons reconnu *L. longiscata* BRONGNIART et *L. acuminata* BRONGNIART. Après ce bref intermède très dessalé, les influences marines se font sentir à nouveau dans le banc calcaire sus-jacent (0,5 m), identique d'aspect mais contenant des Cérithes. Au-dessus, la série se poursuit, plus marneuse et très fossilifère: Cérithes, Natices, Huîtres, etc. Après une passée gréseuse rousse de 1 m, on retrouve le niveau marneux à « Cyrènes » et écailles de Poissons. Plus en amont, les bancs deviennent progressivement gréseux et l'on voit apparaître les grès hétérométriques déjà rencontrés. On observe en outre une passée conglomératique et les grandes Nummulites remaniées signalées par J. BOUSSAC (1912). La

coupe se termine vers une cascade par un banc de grès grossier constituant probablement le sommet des couches à petites Nummulites, bien que l'on ne puisse pas mettre en évidence le passage aux marnes bleues.

Si, de la mine, on regarde vers le N, il est facile de suivre les assises morphologiquement. M. LUGEON (1900) a publié un dessin montrant que les différents termes lithologiques se ferment en biseau au fur et à mesure que l'on s'élève en direction du point 1165. L'auteur pensait que ce phénomène était dû à un effet de laminage tectonique. Une deuxième hypothèse serait d'envisager l'Urgonien du flanc W du synclinal comme affaissé sur le Tertiaire (« collapse »), ainsi que pourraient le suggérer certaines observations de C. KERCKHOVE et P. ANTOINE (1964). Il est aussi possible que cette disparition progressive des assises inférieures ait une cause paléogéographique comme dans les coupes 22 à 26. Ici le manque de contact observable nous laisse dans l'incertitude. On peut seulement supposer qu'au voisinage du point 1165, les grès à petites Nummulites transgressent directement sur l'Urgonien.

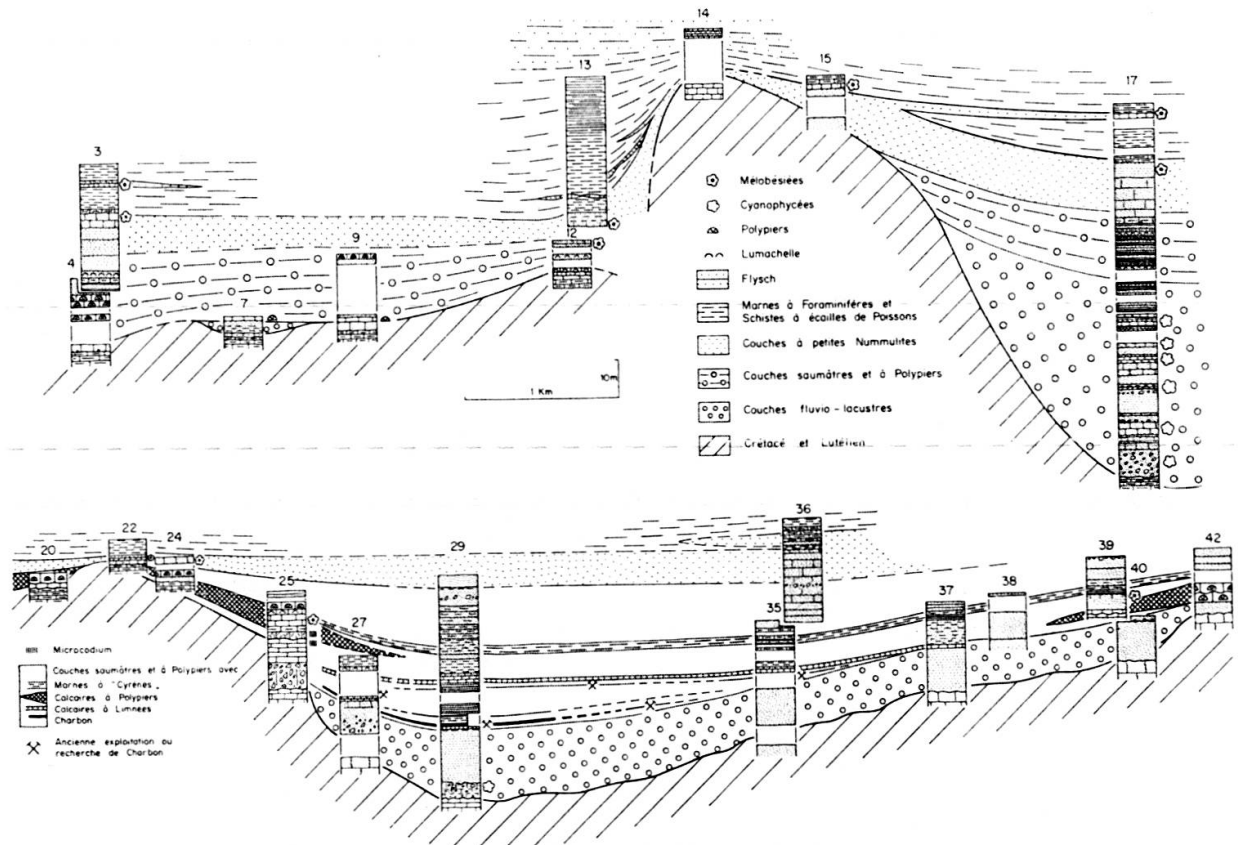


FIG. 6. — Synclinal d'Entrevernes.

A la hauteur de la mine, sur l'autre flanc du synclinal, le Tertiaire est considérablement plus simple (n° 31). Dans une petite carrière abandonnée, on observe des grès grossiers (4 m) transgressifs sur le Gault. Sur ces grès reposent 0,5 m de calcaire à Mélobésies et petites Nummulites: *N. vascus* (abondante) et *N. incrassatus* (plus

rare). La coupe se termine par 1,5 m de calcaire à Mélobésiées réduites en fins débris. Si, de cette carrière on suit les bancs en direction du S, nous rencontrerons une succession semblable jusque vers les Granges Neuves; au delà, le Tertiaire est masqué par les éboulis.

Regagnons le flanc E du synclinal: vers les Bochettes, nous retrouvons les sables verts rencontrés à la mine principale et légèrement plus au N, dans la forêt (n° 32), nous voyons affleurer le banc de calcaire à Limnées, de même que le banc immédiatement sus-jacent à Cérithes. D'après la position des travaux de recherches minières, il semble qu'une couche de charbon existe immédiatement sous ce banc à Limnées. Il s'agit probablement de la couche supérieure observée précédemment (n° 29).

300 m au N, on remarque plusieurs petits travaux miniers effondrés (n° 33). D'après la position de ces derniers, la couche de charbon, toujours quasi verticale, doit être distante de 7 m du premier niveau sus-jacent affleurant, soit le banc à Limnées. Il s'agit donc soit de la couche principale, soit de la couche moyenne.

A Membert même (n° 34), la route est entaillée dans les marnes bleues dont la base visible semble être séparée du sommet des grès nummulitiques par une lacune (20 à 25 m). Sur 25 m, cette série contient 18 lits de calcarénite régulièrement espacés, dont l'épaisseur varie entre 0,5 et 25 cm. Ces bancs peuvent être de finement détritiques à microconglomératiques; on reconnaît des éléments du substratum créacé, des grains de quartz, de même que des débris zoogènes et des fossiles: Mélobésiées, petites Nummulites, Miliolites. Il faut remarquer que certains bancs à granulométrie fine montrent clairement une structure en laminites (Aug. LOMBARD, 1963); la mise en place de ces bancs doit être due à des courants de turbidité. Plus haut dans la série, les marnes bleues passent aux Schistes à écailles.

300 m avant d'arriver au moulin de La Planche, vers une mine dont l'entrée est éboulée, on observe tout d'abord les sables verts, puis, après une lacune de 3 à 4 m, le banc à Limnées surmonté de marnes à Cérithes (n° 35). La suite affleure mal: on voit pointer des grès et des marnes représentant probablement en partie le niveau à « Cyrènes » puis les grès précurseurs de l'assise à petites Nummulites. Dans cette coupe, il est intéressant de noter que la série à charbon s'est réduite à peu de chose: elle ne doit pas dépasser l'épaisseur de la lacune (3-4 m) séparant les sables verts du banc à Limnées. De plus, la position de la galerie nous incite à penser que le niveau de charbon travaillé correspond à la couche supérieure.

A La Planche même (n° 36), on peut relever une coupe similaire où l'on observe tout d'abord le Gault, puis les sables verts. A ce sujet, nous devons ici remarquer que ces sables ressemblent énormément au Gault dont ils ne représentent probablement qu'un simple remaniement en milieu continental. Dans la coupe de la mine principale, l'appartenance de ces sables au Tertiaire ne faisait pas de doute: c'est pour cette raison que L. FEUGUEUR et P. MARIE (1952) ont attiré l'attention sur le fait que « tout ce qui est vert n'est pas Gault ». Malheureusement, à partir des Bochettes, la distinction est plus délicate car il semble que les sables verts reposent directement

sur le Gault. Lorsque les sables de ce dernier sont encore en place et n'ont pas subi d'altération continentale, ils montrent des grains de quartz limpides et leur teinte verte semble surtout due à la glauconie en grains. En ce qui concerne les sables tertiaires, dans certains cas, la teinte peut être due, en plus de la glauconie, à un peu de substance argileuse verte occupant les interstices.

Au-dessus des sables verts, les assises affleurent sporadiquement. Au bord de la route, on peut relever 2,5 m de marnes grises à Cérithes, immédiatement sus-jacentes au banc à Limnées, si l'on se rapporte à la coupe précédente (n° 35). Par lavage, ce niveau nous a fourni des Ostracodes, parmi lesquels M. H. J. OERTLI a reconnu: *Haplocytheridea n. sp.* *Neocyprideis aff. williamsonia* BOSQUET et *Loxoconcha n. sp.* D'après M. OERTLI, cette faune indique un milieu typiquement saumâtre (entre 10 et 20 ‰ NaCl). A 8 m stratigraphiquement du sommet de ces marnes à Cérithes, on voit se développer des grès calcaires tout d'abord fins, puis de plus en plus grossiers; ces grès s'observent commodément dans une ancienne carrière près du moulin. Dans les bancs inférieurs, on remarque d'abondants petits Foraminifères (Rotalidés?) et dans la partie sommitale, un niveau à Bryozoaires intercalé juste avant une passée grossière. Il faut encore mentionner un banc conglomératique médian où l'on remarque d'abondants galets de Lutétien. Au-dessus des grès grossiers, la sédimentation s'affine et l'on passe à des calcaires gréseux et marneux à Pectinidés, puis à des marnes bleues.

Au N de La Planche, les assises se suivent très bien morphologiquement, surtout l'assise gréseuse principale formant une petite cuesta. A la hauteur d'Entrevernes (n° 37), le ruisseau qui serpentait sur les sables verts, coule vers l'W et recoupe cette cuesta. A cet endroit on observe un banc de calcaire lacustre, probablement le banc à Limnées, puis un espace stratigraphique de 6 à 7 m occupé tout d'abord par une lacune puis par les marnes à « Cyrènes ». Le tout est surmonté par des grès massifs. 100 m en aval, à la hauteur de l'église, là où le ruisseau coule vers l'E et quitte ainsi les grès, on retrouve le banc de calcaire d'eau douce. Celui-ci, épais de un mètre, repose pratiquement sur les sables verts et est surmonté par des marnes grises à Cérithes. Il faut remarquer que la réduction de la série charbonneuse, déjà notable au S de La Planche (n° 35) est ici complète.

400 m en aval (n° 38), on relève sur les sables verts 6 m de grès lumachelliques surmontés par les marnes à « Cyrènes » formant dépression: il semble donc que les marnes à Cérithes ont disparu. Un peu plus au N, sur rive gauche, près d'un pont menant à une ferme ruinée, on remarque un affleurement de calcaire fin noduleux légèrement teinté de rose et de vert. D'après le faciès, il doit s'agir d'un calcaire généralement associé aux Polypiers, ce que les coupes suivantes confirmeront.

Peu après, le ruisseau quitte l'Urgonien et recoupe la cuesta; 350 m en aval du pont, il change de direction et prend un cours obséquent. A cet endroit (n° 39), on observe à la base le calcaire fin déjà décrit. Au-dessus, on note un banc gréseux contenant des Mélobésiées dans sa partie sommitale. Ensuite, on retrouve le niveau à

« Cyrènes », Ostracodes et écailles de Poissons dont les marnes grises recèlent en outre quelques volumineuses paillettes de mica blanc. La série se poursuit par 9 m de grès massifs et se termine par un niveau conglomératique.

Si, de ce point (n° 39), on se dirige vers le NE, sur une distance de 50 m environ, on observe très bien les calcaires fins noduleux diminuer d'épaisseur, puis se charger peu à peu de grains de quartz et finalement se transformer en grès. C'est ainsi que, 150 m plus loin (n° 40), on peut relever une série réduite, comprenant les sables verts sur lesquels transgresse un grès à Huîtres (1,5 m), surmonté du niveau à « Cyrènes » (1 m) puis de grès un peu glauconieux (5 m). Parmi les Ostracodes des marnes à « Cyrènes », M. H. J. OERTLI a déterminé *Haplocytheridea sp.*, organisme indiquant un milieu saumâtre.

En continuant à suivre les assises tertiaires, nous recoupons la route départementale, point où nous pouvons relever une bonne coupe (n° 41). Sur l'Urgonien, on relève tout d'abord 10 m de sables verts appartenant probablement au Tertiaire, car certaines passées très blanches, observables sous la route, semblent plus typiques d'un sidérolithique que du Gault. Sur ces sables, on observe un banc de grès grossier, transgressif, avec conglomérat de base. Au-dessus, la suite se présente comme à la coupe 39: on retrouve les calcaires noduleux à taches roses, les grès à Mélobésiées et enfin le niveau à « Cyrènes » passant à des grès fins glauconieux.

Si, de la route, on suit le banc de calcaire fin en direction de l'W, on s'aperçoit qu'il s'épaissit et commence à renfermer des Polypiers. A 200 m de la route (n° 42), on relève 3 m de sables verts reposant sur l'Urgonien, puis 5 m de calcaires verdâtres à Polypiers et Huîtres. La suite n'est pas visible sur quelques mètres, puis on voit affleurer les grès fins sus-jacents du niveau à « Cyrènes ». En continuant vers le S, après quelques centaines de mètres, les calcaires à Polypiers s'amenuisent et les grès fins mentionnés précédemment semblent reposer directement sur les sables verts. 700 m au S du point n° 42, les couches à Polypiers se développent à nouveau: elles reposent sur l'Urgonien et sont surmontées par des grès marneux lités correspondant probablement au niveau à « Cyrènes » (n° 43).

Le Nummulitique du flanc W du synclinal affleure mal. Il nous a semblé que l'assise à Polypiers se poursuit jusqu'à la hauteur de l'Eglise d'Entrevernes (n° 44). A partir de La Planche (n° 45), le Nummulitique se réduit à quelques mètres de grès surmontés par un banc à Mélobésiées et petites Nummulites. Ces grès sont transgressifs sur l'Urgonien et les assises se poursuivent apparemment selon ce même schéma jusqu'à la hauteur du point 1610.

Au N du hameau des Maisons, il existe une relique tertiaire épargnée par l'érosion. Ainsi, 700 m au NNE du point 669 (n° 46), on observe sur l'Urgonien environ 10 m de sables verts surmontés par une épaisseur égale de grès appartenant en tout cas au Nummulitique sans que nous puissions apporter plus de précisions. 300 m plus en aval (n° 47), on relève une coupe similaire, comprenant des sables verts (15-20 m), dans lesquels la participation du Gault est toujours difficile à définir:

en place ou plus ou moins remanié pendant le Tertiaire. Ces sables sont surmontés par une vingtaine de mètres de grès quartzeux fins, lités et à débris charbonneux.

Paléogéographiquement, comme dans le S de la vallée des Aillons, les assises fluvio-lacustres et saumâtres se disposent en bassins localisés. Il serait intéressant de savoir si le bassin d'Entrevernes ne forme qu'un avec celui de Bellecombe. En effet, il est possible que les assises en question (couches fluvio-lacustres et saumâtres) existent sous le col de la Frasse et constituent ainsi un trait d'union. En comparant la coupe du nant de Bellecombe (n° 17) avec celles relevées dans la région d'Entrevernes, on constate qu'il existe des différences. Ainsi, sur toute la longueur apparente du Bassin d'Entrevernes, soit sur 6 km, l'évolution de la lagune saumâtre est partout constante. C'est ainsi que nous avons observé des oscillations de la salinité ayant pour conséquence le développement de niveaux repères: aux marnes à Cérithes succède un bref intermède dessalé (banc à Limnées), à nouveau suivi de couches saumâtres; au-dessus, le niveau à Polypiers et Mélobésiées indique des influences marines plus franches; mais ce régime marin n'est pas définitif puisque ces assises sont surmontées par les marnes à « Cyrènes » à nouveau saumâtres.

Dans la coupe du ruisseau de Bellecombe, on n'observe plus les mêmes termes lithologiques et il semble que l'on passe aux couches marines à petites Nummulites d'une façon plus régulière. Il est cependant possible que le niveau à « Cyrènes » observé à Bellecombe soit le même que celui d'Entrevernes (?). Dans ce cas les deux bassins n'auraient fusionné qu'à partir de ce moment là.

2.5. MONTAGNE DU CHARBON

La partie centrale du synclinal perché de la montagne du Charbon est occupée par 3 masses de sédiments tertiaires: au N celle de la Lanche Close, replissée en un double synclinal, au S celles du Charbonnet et du Trélod, également très replissées mais réunies entre elles par une mince langue nummulitique. Ces affleurements, peu importants au point de vue étendue, sont par contre très intéressants par la somme de renseignements qu'ils nous fournissent.

Nous commencerons par l'étude de la Lanche Close. On peut relever une excellente coupe 200 m à l'E du point 1791, sur un petit épaulement (n° 1). Le Tertiaire, très redressé et légèrement renversé, repose sur le Crétacé supérieur marneux très épais. Nous observons tout d'abord un conglomérat transgressif, dont les galets sont cimentés par un calcaire à Cyanophycées et contiennent des éléments remaniés de calcaires à grandes Nummulites. Au-dessus, la série se poursuit par 26 m de marnes blanches plus ou moins calcaires et grumeleuses, série qui peut s'assimiler aux couches fluvio-lacustres post-lutésiennes que nous avons décrites auparavant, bien qu'ici le caractère soit moins fluvial.

A 13 m de la base transgressive, nous avons récolté les débris de Mammifères déjà mentionnés dans un travail précédent (J. MARTINI, 1963). Ce niveau à Vertébrés

est en fait virtuel car aucune particularité lithologique ne le souligne: les débris ne se rencontrent que sur un horizon stratigraphique constant, qui est d'ailleurs difficile à suivre à cause de la forte schistosité oblique. Ces débris, (surtout des dents) ne se rencontrent que très sporadiquement et il faut chercher avec beaucoup d'attention

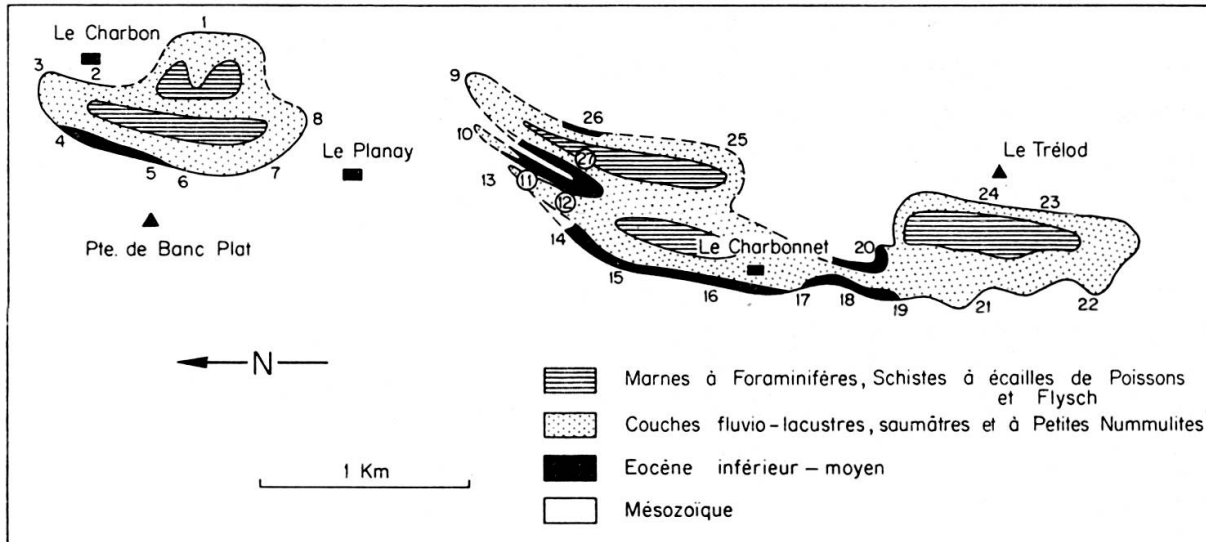


FIG. 7. — Carte géologique schématique du Charbon.

pour les découvrir. Au S de l'ensellement, nous avons pu suivre ce niveau sur 200 m environ, mais nous verrons par la suite qu'il possède une plus grande extension. L'ensemble des restes récoltés dans les coupes de la Lanche Close a été examiné par M. J. HURZELER qui y a reconnu: *Peratherium* sp., *Pterodon* sp. (très grande forme), *Adelomys* sp. nov., *Theridomys siderolithicus* PICTET, *Gliravus* sp. et *Artiodactyle* ind. Pour achever la description de cette assise lacustre, signalons que, dans le niveau à Vertébrés, nous avons recueilli quelques empreintes de Gastéropodes (Limnées) et que, dans la partie sommitale, on remarque une intercalation de calcaire brun pisolithique.

Des marnes grises très fossilifères dès la base reposent sur ces marnes blanches par l'intermédiaire d'une surface d'érosion soulignée par de la limonite; il s'agit du faciès à Cérithes (couches des Diablerets *auct.*). La partie inférieure (5 m) de ces marnes, lumachelliques par endroits, renferme en abondance des Huîtres, des Cérithes, etc., alors que, dans les derniers mètres, on ne rencontre guère que des Lamelli-branches évoquant des Cyrènes. Les marnes grises sont surmontées par des grès. Ces derniers forment une barre qui se poursuit jusqu'au sommet de la Lanche Close en se renversant de plus en plus, phénomène qui avait été observé par la plupart des auteurs.

Dans cette coupe n° 1, nous avons effectué 13 lavages de marnes. Les prélèvements sont indiqués à la figure 8; les marnes blanches n'ont pratiquement pas livré d'organismes (éch. 1 à 6). Par contre, à leur extrême sommet, on rencontre déjà

quelques Ostracodes (éch. 7): M. H. J. OERTLI y a déterminé avec réserve *Haplocytheridea subalpina* OERTLI, organisme indiquant déjà un milieu saumâtre. Ce dernier fait est intéressant car, sur le terrain, à première vue, on pourrait penser que les influences marines ne se font sentir qu'avec le développement des marnes à Cérithes, lesquelles ont un caractère légèrement transgressif ainsi que nous l'avons déjà noté.

Dans les marnes à Cérithes, les Ostracodes sont plus abondants et seul l'échantillon n° 9 en était exempt. C'est ainsi que d'après M. H. J. OERTLI, les n°s 8, 10 et 11 contiennent des genres saumâtres-mésosalins: *Cytheridea*, *Haplocytheridea* et *Neocyprideis*. Dans les marnes à « Cyrènes », les influences marines sont plus nettes car on voit apparaître les genres *Loxoconcha* et *Cytherella* (n°s 12 et 13).

La suite de la série peut s'observer commodément 100 m au SW des chalets du Charbon, le long d'un petit ruisseau entaillant la barre nummulitique (n° 2). En cet endroit, la partie basale lacustre et saumâtre est presque complètement masquée; sur le Crétacé supérieur, on ne remarque guère que le conglomérat de base surmonté d'un banc de calcaire à Cyanophycées. La série bien visible débute par le sommet des marnes à « Cyrènes », soit l'avant-dernier terme relevé à la coupe n° 1. L'espace stratigraphique séparant la surface de transgression du sommet de ces marnes peut s'estimer à 25 m.

Au-dessus des marnes à « Cyrènes », on observe un banc gréseux assez épais, renfermant des Huîtres, puis des calcaires un peu marneux et gréseux, parfois luma-chelliques (Huîtres, Pectinidés), alternant avec des passées plus marneuses. Une de ces passées, soit des marnes brunes à Cérithes, nous a livré des Ostracodes (pré-lèvement 14) parmi lesquels M. H. J. OERTLI a déterminé une faune typiquement marine indiquant un milieu littoral-néritique: *Quadracythere* (abondant), *Bairdia*, *Cytherella* et *Aurilla*.

Au-dessus, la série se poursuit par des marnes gréseuses blanchâtres puis par des grès passant à un banc de calcaire à Mélobésiées, Bryozoaires et petites Nummulites. Parmi ces dernières, on reconnaît *Nummulites vascus* (abondante) et *N. incrassatus*. Au-dessus des calcaires à Algues, on observe un mélange chaotique de différents termes lithologiques. Le fond en est constitué par des marnes bleues à petits Foraminifères enrobant des intercalations lenticulaires de calcaires à Mélobésiées, Bryozoaires et petites Nummulites. Ces intercalations sont plus ou moins marneuses et peuvent être à petite échelle intensément replissées et étirées. De plus, on note la présence de blocs parfois volumineux de calcaire à Mélobésiées et des débris crétacés, dont des éléments d'Urgonien rubéfié. On remarque enfin des filons gréseux obliques à la stratification, s'apparentant peut-être aux « clastic dykes » de certains flysch.

Comme au col de la Frasse, mais avec plus de netteté, nous sommes en présence des restes d'un glissement sous-marin. La plupart des sédiments biodétritiques littoraux engendrant normalement les calcaires à petites Nummulites n'étaient pas encore lithifiés avant d'être entraînés dans les profondeurs. C'est ainsi que les débris organiques ont pu se mêler aux sédiments marneux. Il faut toutefois faire

exception de certains calcaires construits par des organismes encroûtants (Mélubiésées), lesquels étaient déjà cimentés et pouvaient former des blocs. Dans cette assise chaotique, nous avons pu recueillir des Nummulites toutes dégagées, appartenant essentiellement à l'espèce *vascus*. La série se termine par les marnes très fissiles à écailles de Poissons, constituant le cœur du synclinal.

200 m au N des chalets du Charbon, vers un petit col, les marnes lacustres affleurent à nouveau (n° 3) et nous retrouvons le niveau à Mammifères: en cet endroit, nous avons récolté un maxillaire inférieur de *Peratherium* et une dent de Rongeur. De plus, on remarque que les marnes à Cérithes, noires et lumachelliques à la base, ravinent les marnes blanches de la même façon qu'à la coupe n° 1.

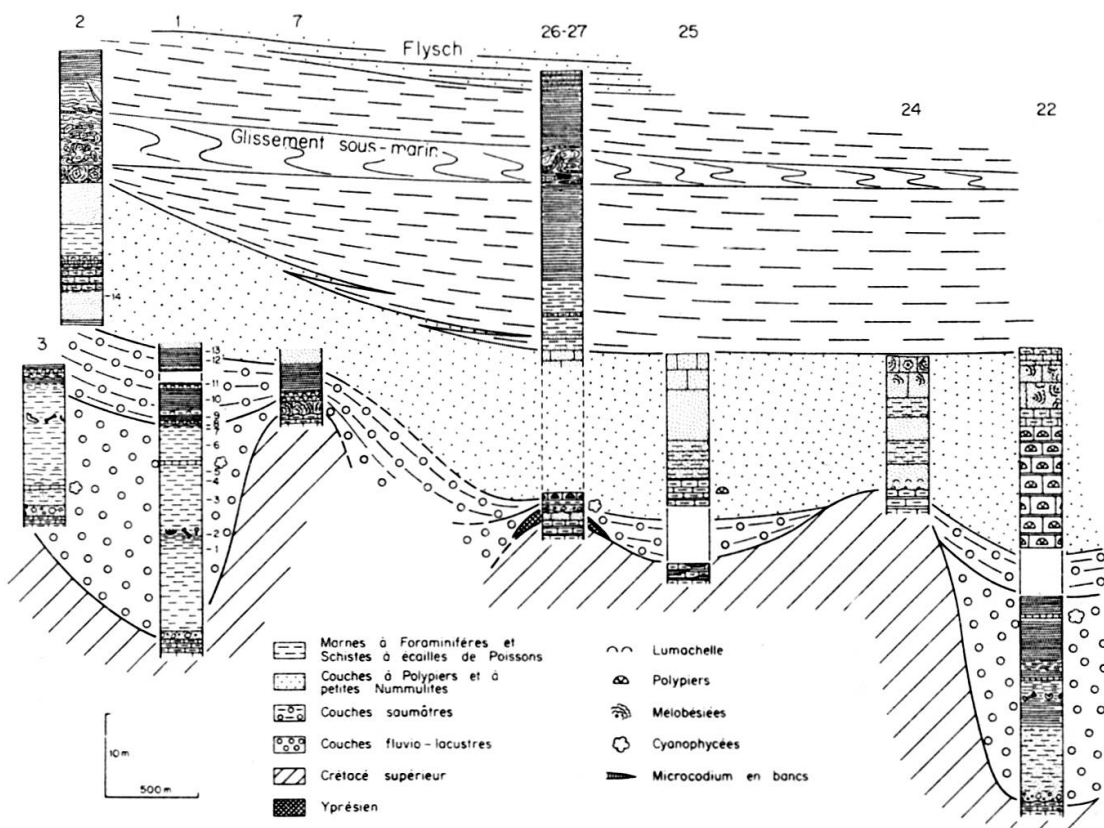


FIG. 8. — Synclinal du Charbon.

Un peu plus loin, à la terminaison axiale du synclinal tertiaire, on observe très bien la rapide diminution d'épaisseur des couches lacustres, puis leur disparition complète. C'est ainsi que, sur le flanc W du synclinal, à la hauteur des chalets du Charbon (n° 4), les couches saumâtres lumachelliques transgressent directement sur le Lutétien qui est perforé par des Mollusques lithophages. Plus au S, en face de la Lanche Close (n° 5), au-dessus de l'Eocène moyen, séparé par une lacune de 1 m, on voit pointer un affleurement conglomératique à ciment de Cyanophycées. Ce

niveau lacustre doit représenter un équivalent latéral aminci des marnes blanches que nous avons rencontrées dans les coupes n^{os} 1 à 3.

100 m au S, les assises de l'Eocène inférieur et moyen ont disparu. En ce point (n^o 6), on voit 2 m de conglomérat à éléments crétacés sup. et lutétiens, renfermant des débris d'Huîtres dans le ciment; ces conglomérats reposent sur le Crétacé supérieur avec une discordance angulaire. Sur ce poudingue, on note des calcaires à Polypiers, équivalents latéraux très probables des bancs gréseux et des marno-calcaires sus-jacents aux marnes à « Cyrènes » des coupes 1 et 2. En conséquence, ces dernières, de même que les marnes à Cérithes, semblent donc être représentées ici par un faciès conglomératique de bordure.

Plus loin, au NW du chalet du Rosay (n^o 7), on s'aperçoit que les faciès lacustres et saumâtres reprennent peu à peu de l'ampleur. A partir du Crétacé supérieur, on relève tout d'abord un banc de calcaire lacustre à Cyanophycées, puis les marnes sombres de l'assise saumâtre et, enfin, des grès à Huîtres représentant le sommet de la coupe n^o 1.

Au S du chalet du Rosay, dans l'axe du synclinal, malgré la discontinuité des affleurements, on se rend compte que les marnes blanches sont bien développées (n^o 8). Ainsi la base très grossièrement conglomératique de ces dernières s'observe dans le torrent passant par le « u » de « du Charbon » (feuille Annecy-Ugine au 50 000^e). Signalons encore que sur le sentier inférieur reliant les chalets de Planay et du Rosay, nous avons trouvé une dent de *Pterodon* dans un petit affleurement de marnes blanches.

Déplaçons-nous maintenant au S, vers la masse tertiaire du Charbonnet. Dans un ruisseau issu de la Tête-Noire, nous observons la terminaison N du synclinal oriental (n^o 9). En cet endroit, à l'altitude 1350 m environ, le ruisseau franchit en cascade une barre conglomératique de 10 m environ, dont la base ravine le Crétacé supérieur marneux. Les galets de ce poudingue sont constitués d'éléments du Crétacé, mais surtout de calcaires lutétiens dont les grandes Nummulites sont souvent détachées et incluses dans le ciment. Ces dernières sont si abondantes que l'on pourrait à première vue confondre ces couches fluvio-lacustres avec le Lutétien en place. Notons encore des Cyanophycées en éléments et dans le ciment. 300 m à l'W, également à la terminaison N d'un autre synclinal tertiaire (n^o 10), nous relevons des conglomérats analogues également transgressifs sur le Crétacé supérieur marneux.

Plus au S, les calcaires lutétiens se noient sous une spectaculaire voûte anticlinale, très bien soulignée dans le paysage par la barre des grès à petites Nummulites. Il faut noter ici qu'il existe une nette disharmonie entre la structure tectonique de l'Eocène moyen et celle des grès à petites Nummulites, disharmonie due à la plasticité des assises marneuses les séparant (marnes lacustres et à Cérithes).

Là où le sentier issu de la Dent-des-Portes recoupe celui reliant le chalet du Planay à celui du Charbonnet, sur rive gauche, le long du chemin, nous voyons affleurer des marnes blanches, limitées de part et d'autre par deux bancs de conglomérats à ciment de Cyanophycées; le tout mesure 5 m d'épaisseur (n^o 13). Ces couches lacustres

semblent être limitées à l'E par une faille et marquent la continuation vers le N du synclinal occidental de la masse tertiaire du Charbonnet.

En suivant vers le S les assises tertiaires du flanc W du synclinal, jusqu'au passage du Charbonnet (n° 17), nous remarquons qu'une combe sépare toujours les calcaires lutétiens des grès à petites Nummulites; ceci nous indique la présence constante des marnes à Cérithes. De plus les couches lacustres sont réduites à quelques minces placages de brèches à Cyanophycées reposant presque toujours sur le Lutétien (sauf sur le Crétacé supérieur au passage du Charbonnet). En outre, ces couches lacustres s'épaississent fortement en direction de l'E: vers et au S du chalet du Charbonnet (n° 20), les marnes blanches se développent à nouveau.

A l'W du point 1937, sur une arête, on observe très bien dans les marnes blanches un banc de conglomérat épais de quelques mètres, qui se termine rapidement en pointe vers le SE (n° 21). Ce phénomène, en relation avec la paléogéographie, nous indique l'emplacement du centre du bassin lacustre.

En suivant le sentier conduisant aux alpages de Pleuven, les marnes blanches affleurent sporadiquement et, sur un épaulement situé 300 m à l'W du point 1972, il est possible de relever une assez bonne coupe (n° 22). La série lacustre est très semblable à celle relevée à la Lanche Close (n° 1). Ainsi, à 13 m de la base, nous avons également retrouvé des débris osseux et des empreintes de Gastéropodes. La partie sommitale renferme également un banc de calcaire pisolithique (de tailles nuciformes). Il faut toutefois relever quelques différences. Ainsi, à partir de 9 m de la base transgressive, les marnes sont plus grises et un peu charbonneuses par places. De plus, au-dessus du niveau à ossements, on observe une passée de marnes brunes, avec matière organique, contenant deux bancs de Cyanophycées concrétionnées, rappelant bien les Mélobésiées; nous avons déjà décrit ces concrétions dans le synclinal d'Entrevernes.

Au-dessus, les assises sont masquées sur une épaisseur de 6 m: il s'agit très probablement d'une lacune occupée par les marnes saumâtres. La série se poursuit par des calcaires à Polypiers, très bien développés en ce point du synclinal, puis par des calcaires à Mélobésiées. Près des enclos de Pleuven-Dessus, elle se termine enfin par des calcaires finement gréseux contenant *N. bouillei*, *N. vascus* et *N. incrassatus*. A l'extrême sommet de ce dernier niveau, on remarque les grands Foraminifères arénacés annonçant souvent le dépôt des marnes bleues, ici enlevées par érosion.

Au NE des enclos de Pleuven, dans le flanc E du synclinal (n° 23), les couches lacustres sont soit absentes, soit très réduites: les calcaires à Polypiers, redressés à la verticale, ne sont séparés des couches de Wang que par une lacune de quelques mètres, probablement occupée par les marnes à Cérithes. Le Tertiaire visible, épais de 20 m environ, comprend tout d'abord 6 à 7 m de couches à Polypiers, puis des grès fins calcaires, plus ou moins marneux, et enfin des calcaires à petites Nummulites.

300 m au N, à côté du sentier montant au Trélod (n° 24), le Nummulitique se réduit encore. Les marnes à Cérithes n'existent plus: on observe seulement des grès

et des marnes reposant sur les calcaires noirs du Crétacé supérieur, surmontés à leur tour par le calcaire gréseux à petites Nummulites. Le cœur du synclinal est occupé par les Marnes à Foraminifères, les Schistes à écailles de Poissons et par un peu de schistes marno-micacés. Intercalés dans les marnes bleues, on observe les restes très ténus d'une avalanche sous-marine.

Revenons maintenant aux chalets du Charbonnet et dirigeons-nous à l'E, vers les Bonnets-de-Tirebras. Vers 1800 m d'altitude, le long d'un sentier entaillant les couches redressées du flanc oriental du synclinal (n° 25), nous observons tout d'abord le substratum formé des couches de Wang. Dans leur partie sommitale, ces dernières sont injectées par des intercalations de *Microcodium*. Au-dessus, après 7 m de lacune correspondant peut-être aux marnes à Cérithes, on relève 3 m de calcaires marneux à Polypiers. Des marnes prélevées au sommet de ce niveau nous ont livré des Bryozoaires et divers Foraminifères dont quelques Nummulites appartenant peut-être à l'espèce *N. vascus*. La série se poursuit par des grès fins un peu marneux puis se termine par des grès plus massifs et plus calcaires. 600 m au N, à l'origine d'un grand couloir (n° 26), des grès yprésiens sont ravinés par une brèche à ciment de Cyanophycées contenant des Nummulites lutétiennes. Au-dessus de cette brèche peu épaisse on relève des marnes sombres, réduites elles aussi, puis des calcaires à Polypiers.

Le contenu marneux du synclinal oriental est bien visible 150 m à l'W, le long du sentier reliant les chalets du Planay et du Charbonnet (n° 27). Sur les calcaires à petites Nummulites du flanc W de ce synclinal, on relève tout d'abord des marnes bleues à intercalations de grès et calcaires roux. Les marnes deviennent ensuite de plus en plus schisteuses et renferment alors des écailles de Poissons. A 20 m stratigraphiquement du sommet des calcaires à Mélobésiées, comme à la Lanche Close, on observe les traces d'une avalanche sous-marine. On voit des bancs calcaréo-gréseux plissés d'une façon anarchique: un de ces derniers, oblique par rapport à la stratification se dresse en l'air comme un dyke et, à distance, pourrait être pris pour tel. Il faut remarquer que ce glissement correspond probablement à celui de la Lanche Close: nous nous trouverions ainsi dans une zone légèrement plus interne. En ce qui concerne la suite de la coupe, notons 7 m de Schistes à écailles de Poissons (toujours très riches en Globigérines), puis des schistes marno-micacés qui terminent la série.

2.6. SYNCLINAL DE BELLEVAUX

Le Tertiaire de ce synclinal forme une masse d'extension restreinte. Sur les couches de Wang, on retrouve partout une série banale: calcaires à petites Nummulites (faune typiquement priabonnienne), Marnes à Foraminifères, Schistes à écailles de Poissons et enfin marnes micacées du Flysch. Au-dessus de Rière-Bellevaux, on peut relever une bonne coupe que nous avons décrite ailleurs (J. MARTINI, 1963).

2.7. ROC-DE-CHÈRE

Un petit massif calcaire surbaissé borde le lac d'Annecy à l'E; c'est le Roc-de-Chère. Il s'agit probablement de la continuation vers le N de l'anticlinal du Roc-des-Bœufs, continuation dont le style tectonique semble alors différent. La structure du Roc-de-Chère est en effet grosso modo celle d'un demi-dôme périclinal autour duquel pivotent les plis subalpins. On a bien l'impression, en apparence tout au moins, que les plis externes de la virgation SW du massif des Bornes butent sur le Roc-de-Chère comme sur un obstacle. Ce petit territoire a été étudié très en détail par L. MORET (1926).

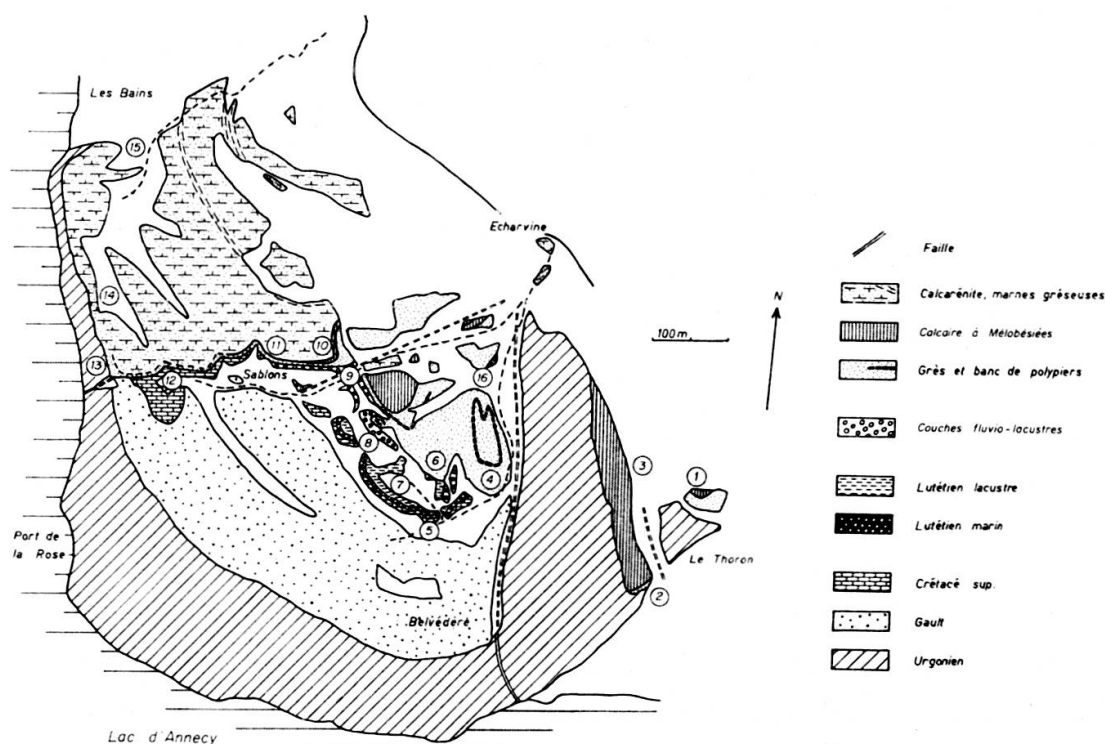


FIG. 9. — Carte géologique du Roc de Chère.

L'affleurement tertiaire situé le plus à l'E existe au lieu dit « Le Thoron » (n° 1). En cet endroit, on voit tout d'abord l'Urgonien, puis les assises du Nummulitique après une lacune de 8 m environ. Ce Nummulitique est composé par des faciès classiques: grès grossiers surmontés par des calcaires à Mélobésiées.

100 m au SW du point 594, on relève une coupe semblable à la précédente (n° 2): sur l'Urgonien reposent 6 m de grès surmontés de 4 m de calcaires à Algues. Si, maintenant, on se dirige vers l'W, on voit que les grès disparaissent après quelques dizaines de mètres et que le calcaire à Algues transgresse directement sur l'Urgonien. Sur la carte de la figure 9, on voit d'ailleurs que les couches à Mélobésiées reposent sur le substratum mésozoïque sur une longueur de 600 m. Dans la partie la plus septentrionale de ces couches, des Polypiers se mêlent en abondance aux Algues

encroûtantes (n° 3). Notons ici qu'il s'agit du seul endroit où nous ayons observé un bioherme à Polypiers dans la partie supérieure des couches à petites Nummulites. Ces calcaires se sont probablement développés sur un haut fond agité, paléorelief dont l'allongement semble N-S.

Franchissons maintenant la crête urgonienne nous séparant de la dépression centrale du Roc-de-Chère. Contre la faille mettant en contact Urganien et Tertiaire, nous avons relevé, 50 m au N du point 594, une coupe montrant 22 m de grès avec passées conglomératiques (n° 4). Le substratum n'est pas ici directement visible, mais on peut penser qu'il est constitué par les couches à grandes Nummulites ou par le Crétacé supérieur (fig. 9 et 10). Dans la partie sommitale de ces grès s'intercale un banc à Polypiers, lequel constituera un banc repère nous permettant de connaître le reste de la série qui est ici érodée. Il semble bien que cette série gréseuse corresponde aux couches à Polypiers que nous avons maintes fois rencontrées dans les Bauges.

200 m à l'W (n° 6), on voit les mêmes grès reposer sur le Lutétien lacustre (dalle lapiasée de calcaire à Cyanophycées). Immédiatement à l'E de cette dalle, en contrebas topographique et stratigraphique, on observe des conglomérats bréchiqes grossiers à ciment de calcaire marneux plus ou moins gréseux. Ce dernier caractère milite en faveur d'une sédimentation lacustre. Il est difficile de placer ces conglomérats dans le contexte stratigraphique. S'agit-il d'un dépôt sous-jacent au banc de calcaire à Cyanophycées et faisant ainsi partie du Lutétien lacustre ou bien s'agit-il d'un dépôt postérieur, intercalé stratigraphiquement entre le Lutétien lacustre et la série gréseuse? Dans cette dernière hypothèse, ces conglomérats se seraient accumulés au pied d'une petite cuesta constituée à l'époque par l'assise plus dure du banc lacustre de la table lapiasée. Parmi les éléments on rencontre des galets de calcaire à Cyanophycées identique à celui du Lutétien. Il faut toutefois remarquer que des calcaires de ce type sont non seulement communs, mais peuvent encore très bien former des galets intraformationnels. Par la suite, néanmoins, nous verrons que l'hypothèse « post-lutétienne » est la plus probable.

Quelques dizaines de mètres au N du célèbre gisement à Bulimes (n° 7), le long d'un sentier taillé à flanc de coteau, on rencontre des marnes rouges, des grès, des calcaires et des conglomérats sus-jacents aux marnes lacustres lutétiennes. Ces assises affleurent mieux 150 m au NW (n° 8). Là, en divers points, on remarque des conglomérats à ciment calcaire ou marneux alternant avec des marnes grumeleuses blanches ou rouges.

Ces couches ont un faciès lacustre et sont à paralléliser avec les conglomérats observés vers le point n° 6. Le problème de leur position stratigraphique reste le même. Les galets sont composés presque exclusivement de Crétacé supérieur, avec quelques éléments de calcaire lacustre café au lait; de plus nous n'avons pas remarqué de grès à grandes Nummulites. Ici encore, d'après ces derniers critères, il n'est donc pas possible d'affirmer avec certitude que ces dépôts sont vraiment distincts de ceux du Lutétien lacustre.

En examinant ces divers pointements conglomératiques, nous ne pouvons pas non plus nous rendre compte clairement si ces couches reposent sur des terrains plus anciens que le Lutétien marin, argument qui serait décisif. Cependant, d'après la disposition générale des différentes coupes de cette partie centrale du Roc-de-Chère, il ressort que la possibilité de 2 systèmes lacustres emboîtés est probable (voir fig. 10). Ces couches conglomératiques s'apparenteraient ainsi au faciès fluvio-lacustre que nous avons décrit à plusieurs reprises.

En combinant divers affleurements, on s'aperçoit que ces conglomérats lacustres ont une puissance de 15 m environ au point n° 8. La partie sommitale de cette série peut très bien s'observer au point de coordonnées 899.9/101.54. En cet endroit, les deux derniers mètres sont non conglomératiques et comportent successivement de bas en haut : calcaires gris, calcaires à Cyanophycées et marnes noduleuses blanchâtres. Ce niveau tendre est raviné par des grès conglomératiques durs s'avancant en une corniche. Ces grès marquent la transgression marine car, à 2 m du conglomérat de base, ils passent à un calcaire à Polypiers que nous avons déjà rencontré en 4. Mais nous remarquons ici que la série gréseuse sous-jacente s'est bien réduite puisqu'elle a passé de 20 à 2 m. D'ailleurs, en suivant ce banc dans la forêt en direction de l'E, l'augmentation de puissance est facile à saisir sur le terrain. Outre les Polypiers, on rencontre des Mélobésiées peu abondantes, des Miliolites et des Pectinidés. Ainsi que nous l'avons montré sur la carte de la figure 9, le banc à Polypiers est ici isolé en une petite butte-témoin.

Pour observer commodément la suite de la série, il nous faut quitter la butte-témoin et reprendre la coupe un peu plus au NE. On s'aperçoit alors que le banc à Polypiers est surmonté par 5 m de grès, puis par plus de 2 m de calcaires à Mélobésiées. Ces derniers forment dans la forêt une grande dalle lapiasée, légèrement inclinée vers le N. Ils contiennent des petites Nummulites parmi lesquelles on reconnaît surtout *N. incrassatus* à la base, tandis qu'au sommet *N. vascus* semble prédominer.

En direction du NW, le banc à Polypiers se rapproche de plus en plus de la base transgressive, puis disparaît. Ainsi, au point de coordonnées 899.84/101.64 (n° 9), on n'observe plus que 0,5 m de calcaires gréseux reposant directement sur la série lacustre conglomératique. En outre, les calcaires à Mélobésiées n'en sont plus distants stratigraphiquement que de 4 m.

Plus au N, une petite faille court le long du sentier menant à Echarvine, faille dont le rejet n'excède guère 10 m. Au delà de cette cassure, les grès de l'assise à petites Nummulites affleurent très bien et s'individualisent en une petite barre rocheuse que l'on peut commodément étudier de proche en proche. Au point de coordonnées 899.76/101.68 (n° 10), on voit les grès raviner la série lacustre conglomératique et, à 4 m de cette base transgressive, on rencontre le niveau à Mélobésiées, réduit ici à 1 m d'épaisseur. Au-dessus, on relève une calcarénite zoogène un peu gréseuse, passant rapidement à des calcaires gréseux de plus en plus fins, faciès annonciateur des Marnes à Foraminifères.

150 m à l'W, vers un petit abri sous roche, dont le toit gréseux a mieux résisté à l'érosion que les marnes lacustres sous-jacentes (n° 11), on remarque le niveau à Mélobésiées réduit ici à 0,3 m d'épaisseur. Par contre, la calcarénite sus-jacente de la coupe n° 10 est ici considérablement plus épaisse (12 m). Cette calcarénite, parfois

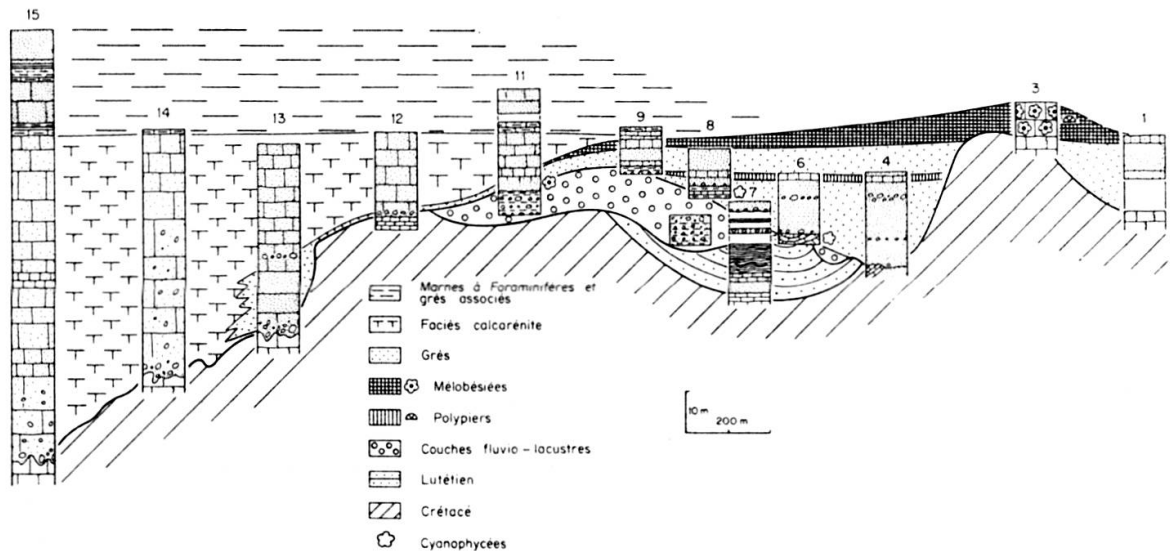


FIG. 10. — Roc de Chère.

conglomératique, est constituée en bonne partie par des débris de calcaire urgonien avec une forte proportion de grains de quartz, des fragments de Mélobésiées, des Bryozoaires et des Pectinidés. Les petites Nummulites sont fréquentes; nous y avons reconnu *N. incrassatus*, *N. vascus* et *N. bouillei* (?). Dans la partie sommitale de la coupe, visible plus au N, la taille des grains s'affine et l'on passe aux calcaires gréseux à Oursins et Pectinidés, que nous avons déjà mentionnés plus haut. L'extrême sommet présente même une légère tendance marneuse; puis les assises sont masquées par la terre végétale sur une épaisseur de quelques mètres. Au-dessus, sur 6 m, on voit apparaître une récurrence du faciès calcarénite, mais avec du quartz détritique plus abondant.

Revenons à l'abri sous roche et poursuivons notre marche vers l'W. Après quelques dizaines de mètres, nous nous apercevons que les couches fluvia-lacustres disparaissent et que les grès marins reposent directement sur le Crétacé supérieur. En outre, 100 m à l'W, le niveau à Mélobésiées s'atrophie: à 1 m de la base des grès dans une passée grossièrement détritique, on ne trouve que quelques gros débris algaires isolés et des galets calcaires. Ce niveau grossier, toujours très proche de la base, se poursuit jusque vers le point 559, mais ne contient pratiquement plus de Mélobésiées. En cet endroit (n° 12), sur le Crétacé supérieur calcaire, on observe donc 1 m de grès conglomératique au sommet, puis 16 m de calcarénite dont la partie sommitale forme une vaste surface lapiasée. Il s'agit d'un plateau structural entaillé

par des sillons glaciaires et légèrement incliné en direction du NE. Peu avant d'arriver à la Vallière, nous pouvons compléter cette coupe par 8 m de calcarénite.

120 m à l'WSW du point 559, sur le Crétacé supérieur, on relève 3 m de grès calcaires. Le sommet de ces bancs gréseux peut très bien se suivre en direction du NW. Ainsi, 80 m plus loin (n° 13), à partir du sommet de ces derniers, on remarque en mesurant les épaisseurs que le substratum crétacé ne se trouve plus à 3 m sous nos pieds, mais à près de 25 m. On note d'autre part que ce substratum est formé par l'Urgonien. Paléogéographiquement, il semble donc que le Crétacé supérieur formait une cuesta dominant une zone déprimée, entaillée par l'érosion jusqu'à l'Urgonien; par la suite, ce paléorelief a été ensablé et « fossilisé » par les couches à petites Nummulites.

Cependant, en observant les falaises du Roc-de-Chère depuis la rive opposée du lac, on se rend compte que, par rapport au Gault de la partie centrale du Roc, l'Urgonien du point n° 13 est surélevé par faille. On voit sur place que le Tertiaire n'est pas affecté par cette faille: il s'agit donc d'une cassure ancienne n'ayant pas rejoué lors de la phase tectonique principale des chaînes subalpines. Ce fait est relativement rare, car les failles anténummulitiques que l'on décèle ont généralement rejoué: c'est probablement le cas de la faille orientale du Roc-de-Chère. Un autre fait évident à distance est que l'Urgonien de la partie occidentale du roc a été érodé jusqu'à la barre inférieure car on ne voit pas de « vire » à Orbitolines comme dans la partie centrale.

Au-dessus de la base transgressive, vers le point n° 13, on remarque que la série est bien gréseuse, alors que 100 m plus au N, elle est constituée par l'habituelle calcarénite. Le faciès gréseux doit donc être localisé et résulter du remaniement sur place des grès du Gault (voir fig. 10). De plus, la base du Nummulitique est très massive et repose sur une surface urgonienne très irrégulière.

200 m au N du point n° 13, l'épaisseur totale de la calcarénite inférieure, mesurée entre la Vallière et le rebord de la falaise urgonienne, atteint environ 45 m (n° 14). Cette augmentation de puissance semble se poursuivre plus au N. Ainsi, près du grand hôtel des Bains (n° 15), sur l'Urgonien, on mesure tout d'abord 54 m de calcarénite plus ou moins grossière et plus ou moins bien stratifiée. Le contact avec le substratum est difficile à saisir car la partie inférieure de la calcarénite « mime » étonnamment le calcaire urgonien. A ces 54 m, il semble que l'on doive encore ajouter 25 m du même faciès; malheureusement ces derniers n'affleurent que sporadiquement sur une assez longue distance horizontale, vu que la surface topographique est presque structurale. Par conséquent, d'éventuelles petites failles pourraient fausser cette estimation.

Entre le tombeau de Taine et le « B » de « Bains » (feuille au 20 000^e), on recoupe le niveau plus tendre qui a délimité jusqu'à présent le sommet de la calcarénite. En cet endroit, on observe quelques mètres d'un calcaire marneux fin, gélif, de couleur bleue à la cassure. Cette assise est recouverte par la calcarénite gréseuse

déjà rencontrée à la coupe n° 11, laquelle est exploitée ici en plusieurs carrières. Au-dessus on observe à nouveau des calcaires gréseux fins et des marnes bleues, ici plus développées. Par lavage, nous avons extrait les petits Foraminifères caractéristiques de ce faciès. Enfin la série se termine par des grès quartzeux grossiers représentant les termes les plus supérieurs visibles. Il semble donc qu'au Roc-de-Chère, la base des Marnes à Foraminifères est envahie de sédiments grossiers, phénomène qui s'observe d'ailleurs en d'autres points de la Savoie.

Revenons dans la partie N de la zone centrale du Roc-de-Chère. Au point 900.18/101.72, on voit pointer un petit affleurement de conglomérat à ciment calcaire que l'on peut sans hésiter rattacher à la série lacustre conglomératique (n° 16). Les grès marins sus-jacents, peu épais, limités vers le haut par les calcaires à Mélobésiées, ne renferment plus le niveau à Polypiers. Ce fait présente un certain intérêt au point de vue paléogéographique car il nous montre que les Polypiers ont prospéré dans une crique qui ne pouvait s'ouvrir que vers le S. Il s'agit probablement de la terminaison vers le N du grand bassin de Bellecombe-Entrevernes.

2.8. MONTAGNE DE VEYRIER

Entre le Fier et le lac d'Annecy se dresse un petit massif montagneux à structure tectonique complexe: la montagne de Veyrier. Les auteurs, notamment L. MORET (1934), l'ont suffisamment bien décrite sous cet aspect pour que nous n'ayons à y revenir que dans certains cas particuliers. De plus, les assises tertiaires sont également connues depuis longtemps.

A la hauteur des maisons de la Tour, on rencontre les premiers affleurements de Nummulitique du flanc NW de l'anticlinal du Mont-Rampon (n° 1): sur l'Urgonien très redressé, on note simplement quelques mètres de grès à petites Nummulites. Un peu plus au N, au point de coordonnées 896.98/107.84, le Tertiaire se complète vers le bas (n° 2, coupe des Barattes): sur le Gault, réduit à quelques mètres, reposent des marnes sombres et des grès à Cérithes. Ce niveau saumâtre passe à des grès un peu conglomératiques, puis à des calcaires gréseux devenant de plus en plus grossiers vers le haut. La coupe se termine par des calcaires à Mélobésiées et petites Nummulites parmi lesquelles on rencontre: *N. vascus* (abondante) et *N. incrassatus* (peu abondante).

La suite stratigraphique ne peut s'observer que plus au NE (n° 3). En cet endroit, on s'aperçoit que les calcaires à Mélobésiées sont surmontés de marnes bleues envahies par des bancs de grès quartzeux. La patrie inférieure affleure suffisamment bien pour que l'on puisse se rendre compte de leur mode de sédimentation; on voit qu'il s'agit d'une alternance répétée de marnes et de grès à granoclassement plus ou moins net; ces dispositions évoquent bien un dépôt de type flysch.

Les bancs de la partie supérieure des grès des Barattes affleurent moins bien; on remarque néanmoins que les derniers bancs observables sont plus calcaires.

Peut-être est-ce dans ceux-ci que L. MORET (1934) a décrit des restes de Lamelli-branches, Bryozoaires et Polypiers.

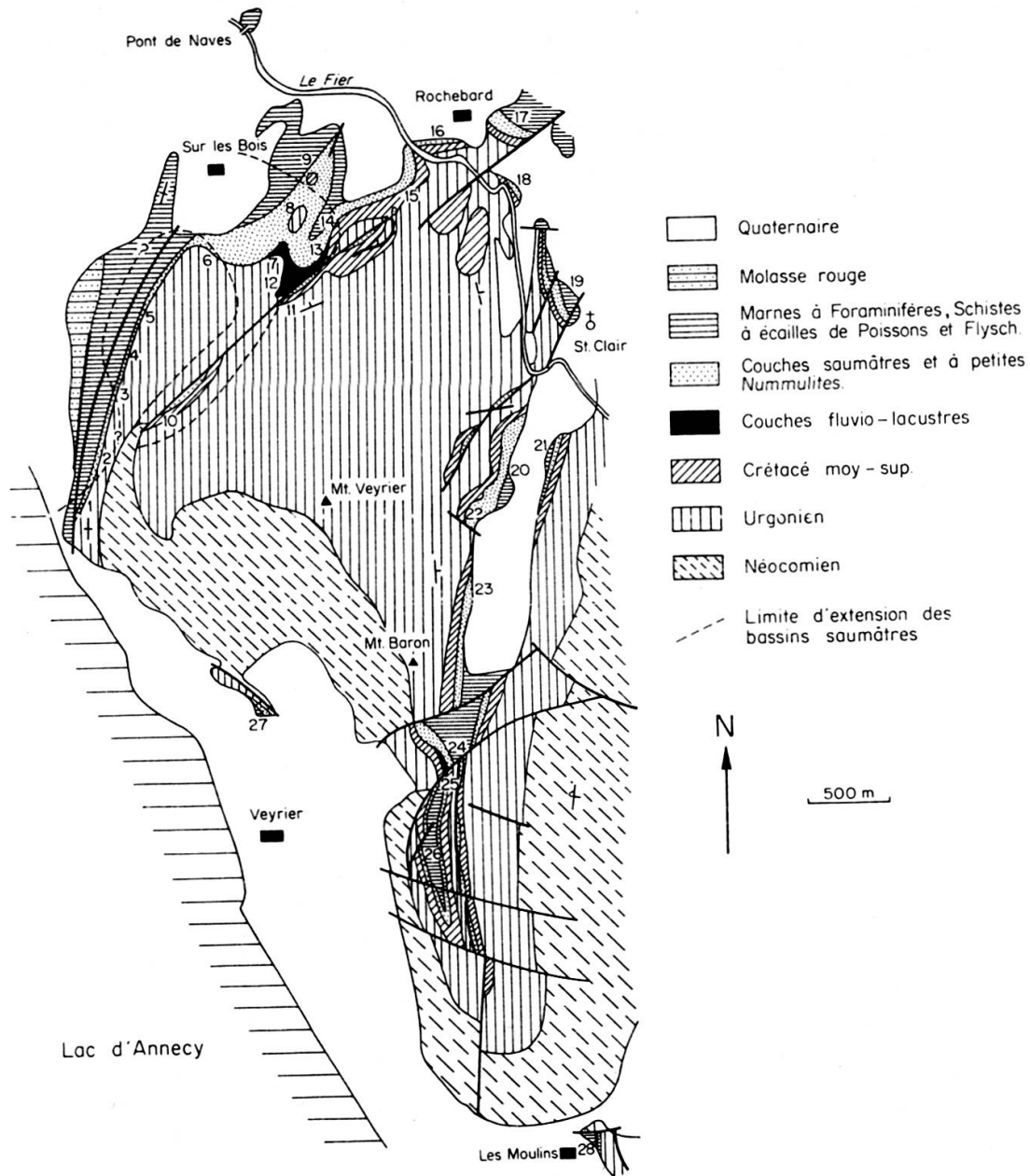


FIG. 11. — Carte géologique de la Montagne de Veyrier.

En remontant vers le NE, le Tertiaire se réduit peu à peu : les couches saumâtres disparaissent d'abord, puis les grès. A la hauteur de Chez Rosset (n° 4), le calcaire à Mélobésiées, bien développé, repose directement sur l'Urgonien ; comme au Roc-de-Chère, nous nous trouvons ici sur un haut-fond balayé par les vagues. Au nant Gobelet (n° 5), on voit déjà réapparaître les grès sous-jacents aux Mélobésiées, grès qui se développent de plus en plus lorsque nous continuons notre progression vers le NE. 300 m à l'W de Chez Chappet (n° 6), on observe, dans la forêt, un pointement

de calcaire lumachellique pétri d'Huîtres, nous indiquant la réapparition des couches saumâtres.

Un peu plus à l'E (n° 7), là où la route recoupe la barre nummulitique, l'Urgonien et les grès à petites Nummulites sont séparés par une combe dissimulant probablement des assises plus tendres; à 3 m du sommet de l'Urgonien visible, un médiocre affleurement de marnes gréseuses blanches indiquent peut-être la présence d'un faciès lacustre.

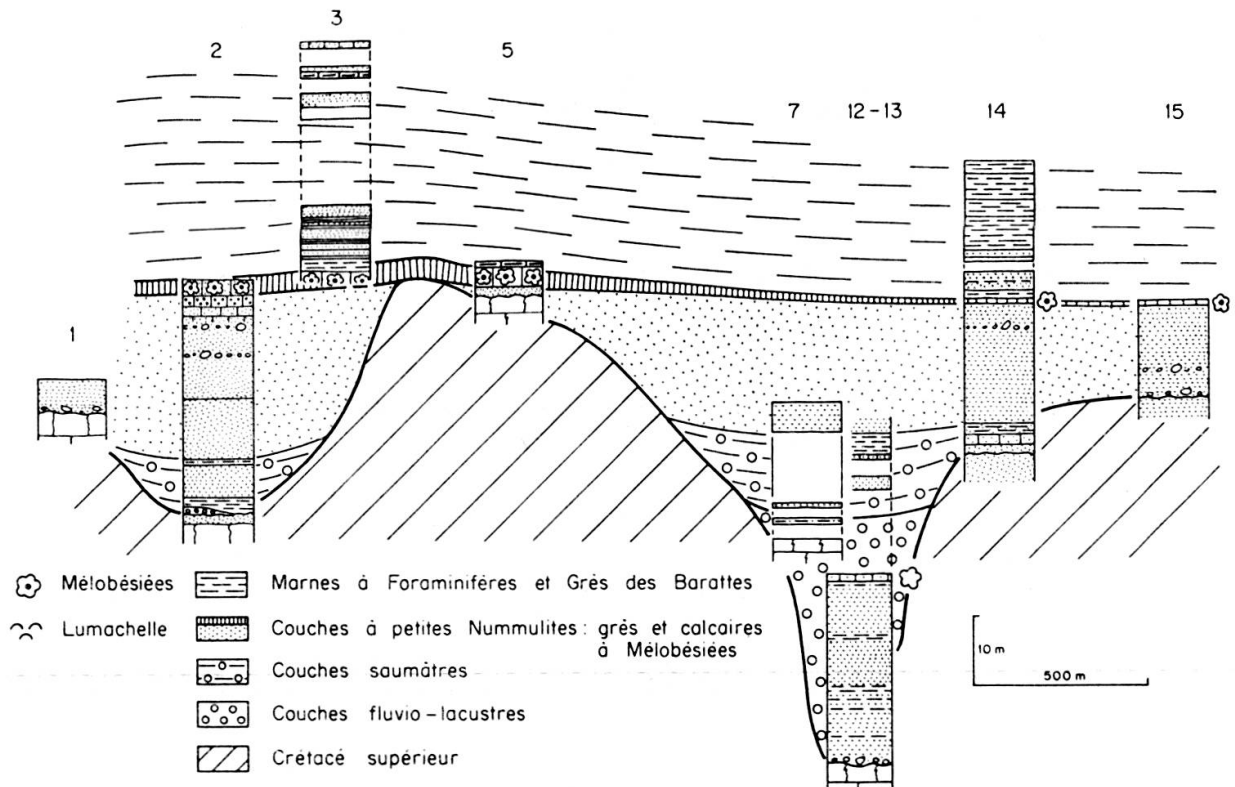


FIG. 12. — Flanc NW de la Montagne de Veyrier.

De toute façon, la partie supérieure de cette lacune est certainement occupée par des marnes à Cérithes que l'on observe en débris épars dans les environs immédiats (chemin creux coupant un lacet de la route). 200 m au NE de Chez Chappet (n° 8), là où le Crétacé de l'anticlinal du Mont Rampon se noie sous le Tertiaire, il semble que les couches saumâtres existent encore si l'on se base sur la présence constante d'une combe.

Au bord de la route Annecy-Thônes, dans la carrière Mathelon (n° 9), on constate que les couches à Cérithes ont disparu. En effet, cette carrière a suffisamment entaillé le Tertiaire pour que l'on puisse observer son contact avec le substratum (Gault). Cette coupe montre tout d'abord 10 m de grès moyens à rares petites Nummulites: surtout *N. incrassatus*, mais avec quelques *N. vascus*. Ici encore ces grès sont limités vers le haut par le niveau à Algues. On remarque que dans le détail ce niveau est complexe; on distingue tout d'abord un banc inférieur (1 m) très grossier et conglomératique à la base (galets de silex). Au-dessus on observe un

second banc (0,7 m) qui n'est qu'une répétition du premier, c'est-à-dire également grossier à la base. Il faut encore relever que, dans ce banc supérieur, les galets sont imprégnés périphériquement par de la glauconie. Sur ces calcaires à Mélobésiées, on relève encore 1,5 m de grès fins, glauconieux, à Pectinidés et Oursins.

La suite de la série n'affleure que sporadiquement. Ainsi, après une lacune de 7-8 m, on voit affleurer les Marnes à Foraminifères sur une épaisseur de 5 m environ. Encore plus haut dans la série, les marnes bleues semblent passer aux Schistes à écailles de Poissons: à la faveur d'une niche d'arrachement, 80 m au N du point 609, nous avons vu affleurer ces derniers à quelques mètres stratigraphiquement des grès du Flysch. Il semble que les Marnes à Foraminifères et les Schistes à écailles de Poissons ont une épaisseur de 40 m.

Le synclinal séparant le Mont-Rampon du Mont-Veyrier renferme un témoin de Nummulitique. Ainsi, dans la partie S du Pré Vernay (n° 10), le long du sentier, on relève sur l'Urgonien: 2 m de grès à Miliolites et Cérithes (ces dernières surtout visibles plus au NE), 10 m de grès moyens, 1 m de calcaires à Mélobésiées, puis 0,5 m de grès calcaires à Pectinidés terminant la série.

Au point de coordonnées 898.2/108.78 (n° 11), le long de la route forestière, les couches saumâtres ont disparu et les grès à petites Nummulites (9 m) reposent sur le Gault; la série se termine ici par le banc à Algues (1 m environ). 500 m en direction du NE, dans la forêt, on rencontre encore un 3^e témoin tertiaire, lequel ne présente d'ailleurs pas de différence, au point de vue substratum et lithologie, avec celui du n° 11.

40 m au NW du point n° 11 (n° 12), on peut relever la base d'une coupe qui présente, par rapport au n° 11, l'augmentation de puissance la plus rapide que nous ayons observée en Savoie. En effet, au point n° 11, l'épaisseur du Tertiaire comprise entre le substratum et le sommet du banc à Algues était de 10 m, alors qu'à quelques dizaines de mètres de là, par reconstitution, la puissance totale atteint 65 m. S'il n'y a pas eu de déplacements tectoniques horizontaux ultérieurs, une forte dénivellation, probablement une falaise, devait exister entre les points 11 et 12 avant le dépôt du Tertiaire.

Cette coupe n° 12 se relève tout d'abord le long de la route. Sur l'Urgonien, on voit 25 m de grès verdâtres, assez fins, et à nodules calcaires. En outre, on note des passées plus marneuses, de teinte parfois lie-de-vin, couleur évoquant celle de certaines marnes de la Molasse châtienne. Le sommet visible de cette série lacustre ou continentale, forme le cœur d'un petit synclinal et n'affleure qu'en contrebas de la route: il s'agit d'un banc de calcaire gréseux à Cyanophycées, montrant sous le microscope quelques sections de tiges de Characées.

Ce banc de calcaire lacustre forme un niveau repère que l'on peut suivre en direction du NE. Ainsi, 150 m plus loin (n° 13), on s'aperçoit que la série limnique s'est déjà considérablement réduite: dans un chemin creux, on relève sur l'Urgonien 7 m de conglomérats et grès, puis 1 m de calcaire gréseux, soit le niveau repère.

Au-dessus, la suite de la série est cachée sur près de 12 m et, comme précédemment (nos 7 et 8), on peut supposer que la lacune représente des marnes lacustres et saumâtres. On voit ensuite affleurer des grès calcaires ou marneux, sombres et fétides, riches en Miliolites, faciès passant vers le haut aux grès massifs à petites Nummulites.

En continuant notre marche vers le NE, on s'éloigne peu à peu du centre de ce petit bassin saumâtre. Ainsi, 100 m au SW du point 605 (n° 14), on ne trouve plus que 4 m de couches saumâtres reposant sur le Gault. Plus haut dans la série, on rencontre le banc à Mélobésiées contenant des galets de silex (0,5 m). Nous avons vu qu'au point n° 9, la base des marnes bleues était masquée; ici ce n'est pas le cas (au voisinage du point 605): au-dessus du banc à Algues, on relève tout d'abord des grès fins, bien classés, à patine ferrugineuse, renfermant des débris charbonneux, puis des marnes et une récurrence de ces mêmes grès. La série se termine par 13 m de marnes bleues à forte schistosité oblique. On se rend donc mieux compte de ce que sont devenus les grès des Barattes, lesquels ne sont plus représentés ici que par quelques bancs peu épais.

300 m à l'E du point 605, les couches à Cérithes ont disparu (n° 15) et le conglomérat de base des grès à petites Nummulites repose directement sur la « pseudo-brèche » de l'Albien supérieur. Il semble que le Crétacé supérieur a été presque entièrement érodé; on n'en rencontre que quelques témoins épais de quelques centimètres, formés de calcaire gréseux blanc à *Globotruncana*. Toutefois, 120 m au SSE, on observe un petit affleurement isolé de Crétacé supérieur bien individualisé, lequel est surmonté d'un peu de grès conglomératique marquant la base des couches à petites Nummulites. Nous verrons qu'à part ce petit pointement, le Crétacé supérieur n'existe à la Montagne de Veyrier, que dans sa partie méridionale.

Les autres coupes de la Montagne de Veyrier se présentent presque toutes selon un même schéma: grès de base (10 à 20 m, mais réduit à 4 m au point n° 26), banc à Mélobésiées, puis grès roux à Pectinidés passant aux Marnes à Foraminifères. Aussi, nous les décrirons rapidement en ne mentionnant que les caractères particuliers.

Aux points 16 à 20, le niveau à Algues présente une puissance oscillant entre 0,5 et 1 m, alors que, sur le flanc E du synclinal, (n° 21), on ne voit plus que quelques Mélobésiées dispersées. Plus au S, là où nous avons pu observer le passage aux marnes bleues (nos 25 à 28), nous avons constaté son absence. Nous avons étudié les petites Nummulites du point n° 20; *N. incrassatus* domine quantitativement sur *N. vascus* dans les grès alors que c'est le contraire dans le niveau à Algues. Vers le point n° 23, la route forestière entaille les grès nummulitiques sur une assez longue distance et on remarque d'abondants Oursins plats, malheureusement trop bien engagés dans la roche pour pouvoir en être convenablement dégagés. M. A. DEVRIES a eu l'amabilité d'examiner ces Oursins et pense qu'il s'agit du genre *Scutella*, sans que l'on puisse avancer un nom d'espèce.

Les Marnes à Foraminifères sont partout bien développées dans le synclinal des Contrebandiers et il n'existe plus trace des Grès des Barattes, si ce n'est peut-être un

banc de grès quartzeux épais de quelques centimètres. Celui-ci s'intercale à 17 m de la base dans les Schistes à écailles de Poissons (n^{os} 20 et 25). Le cœur du remplissage tertiaire du synclinal est constitué par un peu de Grès du val d'Illiez que l'on voit affleurer au voisinage immédiat du col des Contrebandiers.

Nous devons décrire ici une assise assez particulière affleurant le long d'un sentier, 300 m au SW du col des Contrebandiers (n^o 24). Il s'agit de plusieurs bancs de conglomérats à ciment calcaire blanc séparés par des lacunes; l'ensemble totalise 12 m d'épaisseur. Une tranchée pratiquée entre deux pointements conglomératiques nous a montré la présence de marnes blanches; il s'agit donc du faciès fluvio-lacustre. Les éléments du conglomérat sont assez variés: on y rencontre entre autres des calcaires à Cyanophycées et de nombreux fragments de calcaires gréseux à grandes Nummulites, de même que ces Foraminifères tout dégagés. Il est donc assez probable qu'une relique lutétienne existe ou a existé à proximité.

Bien que les contacts soient mal visibles, ces conglomérats semblent, d'une part reposer sur le Gault, d'autre part être directement surmontés par les grès à petites Nummulites. De plus, leur extension semble très limitée: 100 m au NW, on observe les grès à petites Nummulites transgresser directement sur le Crétacé supérieur. Sur le plan paléogéographique, ce dernier fait nous indique que ces conglomérats comblent une dépression et forment ainsi un dépôt accoté contre une petite cuesta de calcaires sublithographiques.

Le substratum crétacé sur lequel transgresse le Nummulitique est de nature variable: au N du col des Contrebandiers (n^{os} 16 à 23), le Nummulitique repose partout sur le Gault, sauf 200 m au SW du lieu dit La Poudrière, où il surmonte l'Urgonien. 300 m au N du col, on voit apparaître le Crétacé supérieur, assise qui, dans la partie S du synclinal des Contrebandiers, constitue partout le soubassement du Tertiaire, sauf au n^o 24, ainsi que nous l'avons vu.

Au pied du Rocher-du-Souay (n^o 27), on voit les grès calcaires à petites Nummulites transgresser sur l'Urgonien et, de plus, on observe le passage de ces grès aux Marnes à Foraminifères. L'ensemble est en position renversée et présente les traces d'une forte action tectonique. L. MORET (1934) pensait que le Rocher-du-Souay constitue la continuation du synclinal des Aires. A notre avis, il s'agit plutôt de la suite du Rocher-de-Talabar, soit directement de la partie frontale chevauchante de l'anticlinal du Mont-Veyrier. En effet, la masse urgonienne que l'on observe 200 m au NW ne forme pas le flanc SW d'un petit synclinal, mais la continuation affaissée ou décrochée du Rocher-du-Souay: cette masse est aussi surmontée par le Valanginien (contact tectonique).

200 m au NW du château de Menthon, le long du nant de Bluffy (n^o 28), on relève une 2^e coupe en position renversée. Sur l'Urgonien, celle-ci montre des grès à petites Nummulites, puis des Marnes à Foraminifères passant à des Schistes à écailles. Après une lacune peu importante, on observe encore des grès du Flysch, constituant peut-être la suite stratigraphique. Il est fort possible que cette coupe représentante

d'une part la continuation du Tertiaire du Roc-du-Souay, d'autre part la prolongation du flanc E du synclinal d'Entrevernes.

2.9. BORDURE DU PLATEAU MOLASSIQUE ENTRE LE FIER ET LE BORNE

Le long du front des chaînes subalpines, le Tertiaire affleure généralement mal et les coupes sont rares. Au pied de la Montagne de la Cha, entre le Trembley et le Torchet, le Nummulitique *s.str.* est assez uniforme, ressemblant beaucoup à celui du synclinal des Contrebandiers; des grès plus ou moins grossiers, épais de 5 à 10 m reposent sur un substratum constitué partout par le Gault. Là où on voit le sommet de ces grès, on constate que le banc à Mélobésiées n'est représenté que par quelques fragments algaires dispersés dans un niveau plus grossièrement détritique.

Le long du nant du Vuargne, on peut relever une coupe classique. Les grès grossiers de la base (12 m), très redressés, reposent sur l'Urgonien; ils sont eux-mêmes surmontés par des marnes bleues (15 m), d'abord massives et calcaires, puis fissiles et riches en écailles de Poissons (10 m). Le passage au Flysch, très souvent masqué, est ici visible.

Plus au NE, à la cascade du Dard, on voit les grès à Petites Nummulites reposer sur un Gault réduit à 2 m. Ce Nummulitique montre tout d'abord des grès (2 m), puis 5,5 m de calcaire gréseux à fins débris de Mélobésiées. Dans ce dernier niveau calcaire, nous avons noté la présence de *N. vascus* et *N. incrassatus*; ici encore on remarque la prépondérance de cette dernière espèce à la base du banc. Au-dessus, sur 0,5 m, on peut encore observer la base calcaire et glauconieuse des marnes bleues. La suite de la série est entièrement masquée par les éboulis et la moraine sur toute la longueur du cours du ruisseau des Nantisses. Signalons encore que, entre la cascade du Dard et la Cluse de la-Filière, nous n'avons pas prospecté les différents torrents.

Dans la vallée de la Filière, entre la Verrerie et Usillon, on voit apparaître le Tertiaire en fenêtre sous le Valanginien, fait qui démontre un charriage de l'anticlinal du Parmelan, charriage dont l'amplitude est de 2,5 km environ (J. J. CHAROLLAIS et M. LIERMIER, 1967). Ce charriage semble avoir ici son ampleur maximum car, de part et d'autre, soit à la terminaison E du synclinal des Contrebandiers et au synclinal de Delaire, le chevauchement est insignifiant. Dans cette fenêtre, 50 m en amont du pont sur la Filière (point 706), on relève un pointement tertiaire de dimension restreinte, dont les assises sont en position renversée. Cet affleurement montre un substratum à peine visible, constitué par le Crétacé supérieur calcaire à silex, sur lequel repose 1 m de calcaire à Mélobésiées et petites Nummulites (avec conglomérat de base). Ce niveau passe ensuite à 1 m de calcaires glauconieux, légèrement marneux et gréseux, annonçant les Marnes à Foraminifères et terminant ainsi la partie visible de cette petite coupe.

150 m au-dessus de la route Thorens-La Verrerie, au pied de la Pierre Taillée, on relève une coupe très semblable à la précédente: 3 m de calcaires à Mélobésiées

reposent sur le Crétacé supérieur à silex. Vers le haut ils passent à des calcaires marneux glauconieux. Les petites Nummulites sont représentées par les espèces *incrassatus* et *vascus*; cette dernière espèce prédomine au sommet du banc algaire comme à la cascade du Dard.

A partir de 300 m plus au NE, les couches à petites Nummulites, toujours redressées à la verticale, affleurent d'une façon continue sur plus de 700 m. On remarque à cet endroit que le banc à Mélobésiées se réduit à 1 m d'épaisseur et transgresse sur l'Urgonien; 100 m plus loin, le calcaire à Algues s'épaissit à 2 m et repose alors sur le Gault. Ensuite, ce calcaire s'amincit peu à peu et on peut observer les calcaires marneux bleus à glauconie, transgresser sur l'Urgonien. Ce haut-fond est toutefois très localisé car, peu après, les couches à petites Nummulites se développent à nouveau et se complètent par le bas; ainsi, 500 m plus loin, toujours sur l'Urgonien, on note 1 m de grès, puis 2 m de calcaires à Mélobésiées.

Pour retrouver des affleurements nummulitiques, il faut nous déplacer 4 km au N, dans le fond de la vallée du Flan, vers l'altitude 1250 m. A cet endroit, les couches, légèrement renversées, montrent tout d'abord le substratum urgonien, puis, après une lacune de quelques mètres, on relève les couches à petites Nummulites: 2 m de calcarénite, puis 5 m de conglomérats contenant des Mélobésiées dans leur partie supérieure. Ces conglomérats sont surmontés par les Marnes à Foraminifères.

Sur le flanc NW de la montagne de Sur-Cou, nous avons étudié quelques coupes que nous a signalées notre collègue J. P. BURRI. Sous le col des Chasseurs, on note tout d'abord 4 m environ de sables continentaux ou lacustres reposant sur un Urgonien à poches karstiques. Au-dessus la série se poursuit par 40 m de calcarénite plus ou moins gréseuse, à conglomérat de base, représentant en tout cas en partie les couches à petites Nummulites. Le sommet de cette assise passe à des marnes bleues, visibles sur 7 m et renfermant 3 intercalations de calcaires à Mélobésiées.

A la terminaison NE du synclinal de Verdy, presque au bord du Borne, on retrouve les sables verts précédemment décrits, reposant ici aussi sur l'Urgonien. Ces sables (3 m) sont immédiatement surmontés par 10 m de calcaires fins et de grès calcaires plus ou moins marneux à Polypiers. Au-dessus, les couches à petites Nummulites sont représentées par une forte épaisseur de grès plus ou moins calcaires à passées conglomératiques (80 m). Plus haut stratigraphiquement, les marnes bleues affleurent et montrent aussi des intercalations de calcaires zoogènes. Un peu plus loin, 300 m au NW de Verdy, on voit les couches à petites Nummulites reposer directement sur l'Hauterivien, mais avec un contact assez tectonisé il est vrai.

Au bord de la route reliant Saint-Laurent au Planet, vers 900 m d'altitude, on relève environ 20 m d'une calcarénite grossièrement conglomératique par endroits. Les petites Nummulites qu'elle renferme sont surtout représentées par les espèces *incrassatus* et *vascus*, accompagnées par quelques individus attribuables à *N. bouillei*.

L'intérêt de cette coupe réside dans sa partie sommitale. En effet, toujours au bord de la route, on voit les grès fins et micacés du Flysch reposer directement sur les

calcaires à petites Nummulites, phénomène que nous n'avons observé nulle part ailleurs en Savoie. La surface de contact est irrégulière et semble bien être le résultat d'une érosion (subaérienne ou sous-marine). Remarquons encore, peu au-dessus de la base du Flysch, dans les marnes gréseuses micacées, une passée conglomératique à éléments locaux. Enfin, signalons un dernier affleurement au bord du Borne, sur le flanc N de l'anticlinal du Planet; là, les couches à petites Nummulites sont à nouveau réduites (2 m).

2.10. CRÊT DES MOUCHES

Le synclinal d'Arclozan, au-dessus de Montmin, ne renferme guère que du Crétacé supérieur, si ce n'est une petite butte de Tertiaire. Bien qu'accessible après une longue marche, cet affleurement est connu depuis longtemps par la petite mine de charbon qui était exploitée à la fin du 18^e siècle.

On peut relever une bonne coupe des assises de base sur le versant N du col, dans le flanc W du synclinal. Le substratum est formé par les calcaires noirs du Crétacé supérieur qui sont fortement entrelardés d'injections de *Microcodium* au voisinage (sur 2 m) de la surface de transgression tertiaire. Au-dessus on observe une série peu épaisse mais assez complexe, montrant les niveaux suivants :

1. Calcaire à Cyanophycées (0,5 m).
2. Lacune (0,3 m).
3. Calcaire fétide au choc, très riche en Miliolles, Pénéroplidés, Cérithes et Lamellibranches (0,6 m).
4. Calcaire marneux (0,55 m).
5. Calcaire finement zoogène à Miliolles, Rotalidés, débris de Mélobésiées (0,65 m).
6. Calcaire noir, plaqueté, fétide au choc, sans fossiles (1 m).
7. Lacune (0,5 m).
8. Calcaire plaqueté; Cérithes et oogones de Characées (*Psilochara* d'après M. L. GRAMBAST à qui nous avons envoyé ce matériel) (0,25 m).
9. Calcaire pétri de petits Gastéropodes (*Hydrobia* ?), avec des oogones de Characées et des Miliolles; au sommet de ce banc on remarque en outre des Cérithes et des Lamellibranches (0,25 m).
10. Calcaire marneux bitumineux à petits rognons de silex et oogones de Characées; les fissures renferment du bitume libre; de plus, on trouve des Miliolles (0,8 m). Un lavage dans la partie sommitale nous a livré des plaques et des radioles d'Oursins, des Miliolles et quelques Ostracodes.
11. Calcaire lumachellique à Miliolles (0,2 m).
12. Calcaire marneux, gréseux, à Miliolles (0,25 m).
13. Calcaire marneux à Polypiers (0,65 m).
14. Marnes à Cérithes (0,1 m). Un lavage nous a fourni des débris d'Oursins, des Foraminifères (*Rotalidés* ?), des oogones de Characées et des Ostracodes où M. H. J. OERTLI a distingué *Haplocytheridea* sp., *Quadracythere* cf. *vermiculata* (BOSQUET), *Schuleridea perforata* (ROEMER). Ces Ostracodes indiquent un milieu saumâtre, mais assez peu dessalé.
15. Calcaires un peu marneux à Polypiers (2 m).
16. Marno-calcaires et calcaires marneux; présence de Miliolles (2 m).
17. Calcarénite un peu gréseuse à petites Nummulites, Pectinidés et débris de Mélobésiées peu abondants (12 m). Dans la partie basale on ne reconnaît guère que *N. incrassatus*, espèce qui est peu à peu remplacée par *N. vascus* lorsque l'on s'élève dans la série.

Ce dernier horizon termine la série: les Marnes à Foraminifères ont été enlevées par érosion. A la terminaison S du synclinal, on voit les plis disharmoniques signalés par H. DOUXAMI (1896) et les restes de l'exploitation minière dont la galerie est complètement écroulée: il n'est donc possible de se faire une idée de la position exacte de la couche de charbon que d'après d'anciennes descriptions. D'après H. DOUXAMI, il apparaît que la couche de combustible correspond à la lacune (7) ou représente un équivalent latéral des calcaires plaquetés (6), lesquels évoquent bien la « couenne » qui est associée au charbon à Entrevernes (voir plus haut). Sur les haldes et beaucoup plus bas, dans les pâturages, on rencontre des débris de bois silicifiés, parfois assez volumineux; d'après H. DOUXAMI, qui les a vus en place, ils doivent provenir du toit de la couche de charbon.

Sur le flanc E du synclinal, la série basale se présente assez différemment, bien que nous ne soyons qu'à une courte distance de la coupe que nous venons de décrire. Le substratum est également constitué par les couches de Wang, injectées de *Microcodium* dans la partie terminale. Au-dessus, on note une lacune de 5 m, vraisemblablement occupée par des marnes tertiaires dont on ne voit que le sommet, soit le premier terme de la série suivante:

1. Marnes blanches, noduleuses, renfermant des oogones de *Chara* (1,5 m); il s'agit d'un faciès lacustre.
2. Charbon (0,25 m); il s'agit d'une couche sous-jacente à celle qui a été exploitée.
3. Lumachelle de *Cardium* (0,3 m).
4. Calcaire noir, massif, avec oogones de Characées (0,6 m).
5. Calcaire marneux plaqueté, à Miliolles (0,5 m).
6. Calcaire gréseux à *Cardium* (0,4 m).
7. Calcaire noir plaqueté (0,3 m).
8. Calcaire marneux noir, plaqueté (0,5 m); cet horizon, ainsi que le précédent, correspondent probablement soit au mur de la couche principale de charbon, soit au N° 6 de la coupe précédente.

En résumé, comme ailleurs en Savoie, nous observons au Crêt-des-Mouches la même installation progressive du régime marin. Cette augmentation de la salinité n'est graduelle que dans l'ensemble: comme à Entrevernes, il y a eu des oscillations secondaires. Ainsi, au régime lacustre des couches de base (très réduites à l'W, mieux développées à l'E), succède un régime saumâtre; cependant, il est possible que les calcaires plaquetés noirs (n° 6) et le charbon marquent un retour à un milieu plus dessalé. Enfin, dans la partie basale de l'assise à Polypiers, que nous supposons franchement marine, nous avons noté également un abaissement, probablement bref et peu accentué, de la salinité (horizon 14).

2.11. SYNCLINAL DU LINDION

Le vallon où coule le nant du Cruet est occupé par une masse synclinale tertiaire très mince et allongée. Ce Nummulitique est peu connu: nous ne possédons guère que les descriptions de G. MAILLARD (1889, 1891).

En remontant la combe, nous rencontrons l'extrémité N des affleurements tertiaires quelques centaines de mètres au SW du chalet du Lindion. En ce point (n° 1) le ruisseau coule exactement dans l'axe du synclinal et franchit en cascade le sommet d'une petite barre gréseuse. Sur le Crétacé supérieur composé de marno-calcaires blancs, nous voyons transgresser les couches saumâtres: lumachelle à la base puis marnes à Cérithes, calcaires et grès, le tout renfermant des débris charbonneux. La barre proprement dite, constituée d'un grès fin calcaire, est plus grossière au sommet et renferme alors des débris de Mélobésiées, des Pectinidés et des petites Nummulites; parmi ces dernières nous avons reconnu: *N. vascus* (abondante), *N. incrassatus* (fréquente) et *N. bouillei* (rare). La série se poursuit par des calcaires un peu marneux et gréseux, glauconieux, annonçant les marnes bleues; celles-ci peuvent s'observer sur une épaisseur de quelques mètres.

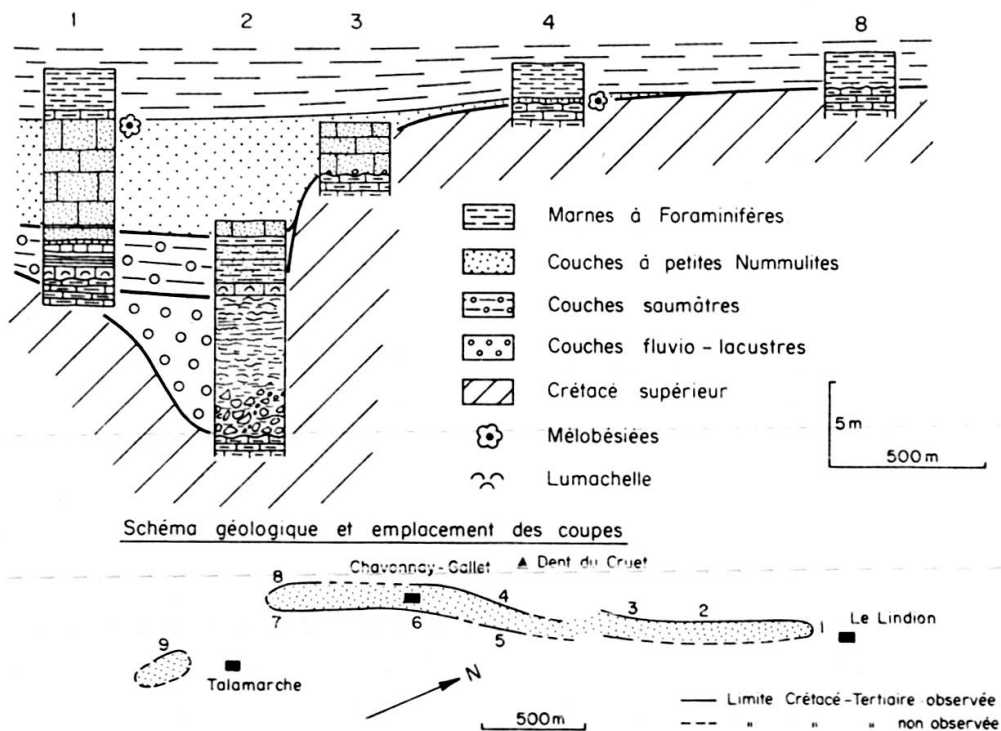


FIG. 13. — Synclinal du Lindion.

En remontant le ruisseau, nous constatons qu'il suit l'axe du synclinal sur une distance de 400 m environ. A partir de là (n° 2), il recoupe la cuesta gréseuse et nous pouvons relever une assez bonne coupe. Elle montre tout d'abord des brèches un peu charbonneuses reposant sur le Crétacé supérieur, puis de marnes blanches grumeleuses, assises analogues au faciès lacustre décrit à la montagne du Charbon. Ici aussi elles ressemblent étonnamment au Crétacé supérieur marneux aux dépens duquel elles ont dû se former. L'apparition massive de Lamellibranches marque probablement le début du faciès saumâtre, lequel s'observe ici sur une épaisseur de quelques mètres.

Plus en amont, le ruisseau coule sur le Crétacé supérieur en suivant la direction des couches; sur la rive droite, nous observons que le Nummulitique se réduit (n° 3): des calcaires un peu gréseux à petites Nummulites et débris de silex reposent directement sur le substratum. Vers 1500 m d'altitude, toujours le long du ruisseau (n° 4), la réduction du Tertiaire se poursuit et le Nummulitique *s.str.* n'est plus représenté que par 20 cm d'un calcaire marneux très glauconieux à Pectinidés et Mélobésiées dispersées. Plus loin, en direction du chalet de Chavonnay, il semble que le Nummulitique *s.str.* soit également très réduit ou absent.

En face du point n° 4, sur l'autre flanc du synclinal (n° 5), les calcaires gréseux à petites Nummulites sont bien développés (5 à 6 m) et, un peu plus au SW, on voit le faciès saumâtre prendre de nouveau de l'extension (n° 6). Ce dernier est alors constamment présent jusqu'à la hauteur du Crêt des Tervelles. En ce point (n° 7), nous relevons, sur les couches de Wang, 3 m de marnes gréseuses charbonneuses, puis 5 m de calcaires gréseux. Les marnes à petits Foraminifères sus-jacentes sont comme de coutume plus gréseuses et plus calcaires à la base, puis passent aux Schistes à écailles de Poissons. Sur l'autre flanc du synclinal (n° 8), les marnes bleues reposent directement sur le Crétacé supérieur marneux et le contact est difficile à saisir à cause de la similitude des faciès.

Plus au S, de l'autre côté de la combe de Talamarche, il existe encore un lambeau de Tertiaire (n° 9). Il se remarque surtout par la barre des calcaires gréseux; le substratum est probablement partout constitué par les couches de Wang.

2.12. GORGE D'ABLON

Vers 1490 m d'altitude (n° 1, fig. 15), sur le flanc NW du synclinal, à proximité d'un petit décrochement, on peut relever la coupe suivante sur un Crétacé supérieur marneux assez épais: 2 m de grès calcaires passant vers le haut à des calcaires gréseux à débris de *Mélobésiées* et enfin 0,5 m de calcaires bruns, finement zoogènes et glauconieux. Au-dessus, ce dernier terme passe aux Marnes à Foraminifères, visibles sur 10 m environ et devenant de plus en plus fissiles vers le haut. Parmi les petites Nummulites que renferment les trois premiers termes lithologiques, nous avons essentiellement reconnu *N. vascus*.

Les autres coupes montrent des successions très voisines mais variables dans le détail. C'est ainsi que, 400 m plus loin (n° 2), on remarque une augmentation des épaisseurs: les calcaires gréseux de base et le banc à *Mélobésiées* mesurent respectivement 3,5 et 2 m. De plus, on remarque des grandes Huîtres près de la base et des galets de silex au sommet du banc à Algues, fait que nous avons déjà noté à la montagne de Veyrier (carrière Mathelon). Signalons encore qu'entre le calcaire à *Mélobésiées* et le calcaire brun glauconieux, s'intercale un mince niveau légèrement marneux où abondent Pectinidés et Oursins, fait également banal. 250 m plus loin (n° 3), on retrouve une coupe tout à fait semblable à la première. Encore plus loin,

300 m avant le Chalet d'Ablon, on remarque que les calcaires gréseux sont toujours aussi bien développés mais que le niveau à Mélobésiées se réduit à 0,5 m d'épaisseur. Sur le flanc SE du synclinal, aux points n^{os} 5, 6 et 7, l'assise à petites Nummulites mesure entre 2 et 3 m et les calcaires à Algues continuent à s'atrophier: 0,2 m (n^o 5) et 0,1 m (n^o 6).

500 m au NE du chalet d'Ablon, le banc à Mélobésiées *sensu stricto* a disparu (n^o 8). Toutefois, comme dans les coupes précédentes, ces organismes subsistent toujours en fins débris dans le calcaire gréseux, épais ici de 3 m. On remarque en plus que les petites Nummulites de cette assise appartiennent surtout à l'espèce *incrassatus* à la base, alors que l'espèce *vascus* domine dans la partie sommitale. A partir de cette coupe, on voit apparaître à la base du Nummulitique *s.str.* un niveau assez particulier, épais ici de quelques dizaines de centimètres. Il s'agit d'une calcarénite dont les éléments, de taille parfois conglomératique, sont constitués non seulement de calcaires crétacés, mais aussi et surtout de petites pelotes roulées de Mélobésiées; cette roche présente l'aspect d'un calcaire « pseudo-oolithique » et renferme des petites Nummulites.

300 m au NE, sur l'autre flanc du synclinal (n^o 9), on note une coupe similaire à la différence que le niveau « pseudo-oolithique » est plus grossier et atteint 1 m d'épaisseur. Plus avant dans la forêt, les coupes sont malheureusement médiocres et incomplètes. Ainsi, 200 m plus loin (n^o 10), on relève seulement 1 m du niveau de base précédemment décrit, reposant sur le Crétacé supérieur calcaire. Saisissons ici l'occasion de noter que jusqu'à présent le soubassement était formé par le Crétacé supérieur marneux. 200 m au NE, (n^o 11) sur le calcaire sublithographique, on relève 0,2 m de calcaire à Mélobésiées, puis environ 1 m de calcaire gréseux fin à petites Nummulites terminant la partie observable et marquant probablement le passage aux Marnes à Foraminifères. Enfin, près du point 1255 (n^o 12), toujours sur le Crétacé supérieur calcaire, ici réduit à une dizaine de mètres d'épaisseur, on note une coupe sensiblement voisine. Ces deux dernières coupes, quoique mauvaises, semblent indiquer une réduction de l'assise à petites Nummulites dans la partie septentrionale du synclinal d'Ablon.

2.13. PLATEAU DE CHAMPLAITIER

Le plateau de Champlaitier est en fait une large vallée synclinale dont la masse tertiaire est assez importante et forme le cœur du remplissage. Au point 1404 (n^o 1), des calcaires à Mélobésiées, grandes Huîtres et petites Nummulites (surtout *N. incrassatus*), reposent sur le Gault. Le sommet plus grossier de ces calcaires passe à des calcaires bleus à la cassure, finement gréseux, qui nous annoncent la sédimentation des Marnes à Foraminifères.

En suivant la cuesta du Nummulitique en direction du SW, on constate que cette assise conserve l'épaisseur mesurée à la coupe n^o 1, mais que les Mélobésiées ne se

rencontrent plus qu'en fins débris (n° 2, 400 m plus loin). Au delà du décrochement passant par le point 1354, le long du nant des Brassets (n° 3), on relève 4 m de calcaires gréseux avec conglomérat de base reposant sur un Gault réduit à 3,5 m. On peut encore suivre la barre des couches à petites Nummulites sur quelques centaines de mètres; sa disparition marque la fin des affleurements tertiaires de la partie axiale du synclinal de Champlaitier.

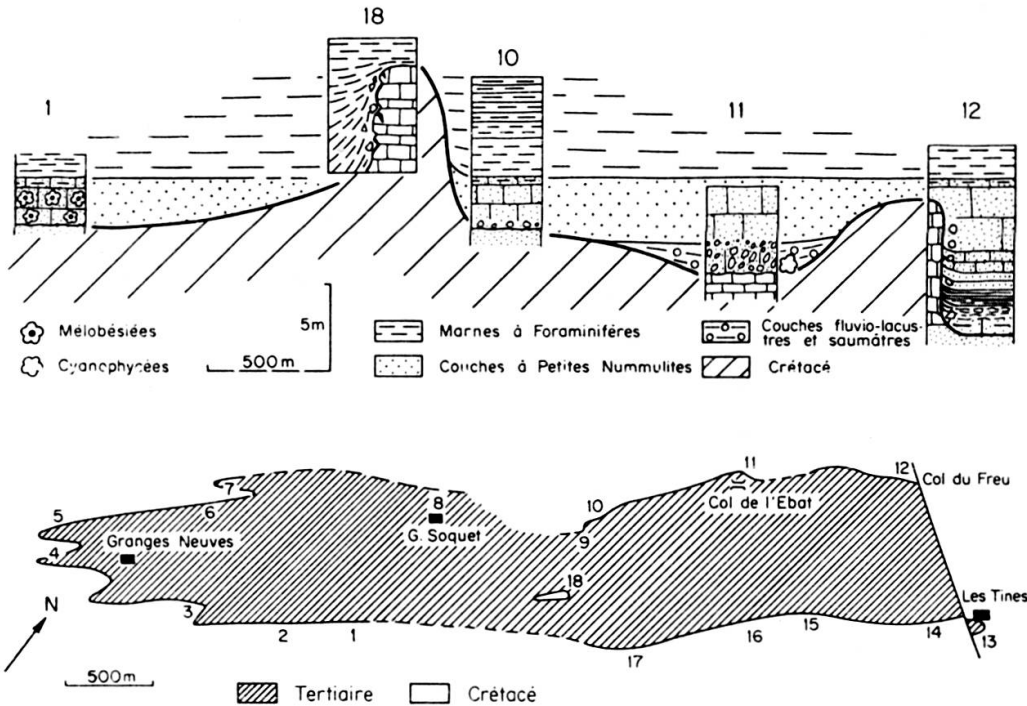


FIG. 14. — Synclinal de Champlaitier.

Dans la région des ruines du Creux, on peut également observer la terminaison du Tertiaire de deux petits synclinaux annexes. Ainsi, 150 m à l'W du point 1376 (n° 4), on note environ 2 m de grès calcaires. Entre ces derniers et l'Urgonien, une lacune de 2 m est probablement occupée par un Gault réduit par érosion anté-nummulitique. Aux ruines mêmes, on peut observer sur le Gault, un Nummulitique *s.str.* assez réduit (n° 5). Celui-ci, épais de 0,5 m, montre d'une part un grès calcaire de base, à Pectinidés, Oursins, Mélobésidés dispersées et petites Nummulites, d'autre part, un niveau supérieur de calcaire à Mélobésidés. Au-dessus, on relève le niveau marquant la transition avec les marnes bleues, soit 0,5 m de grès fins glauconieux, à grands Foraminifères arénacés.

150 m au NNW du point 1395 (n° 6), on remarque une masse gréseuse déchaussée. La partie inférieure (1,5 m) de cette masse comprend des grès et des conglomérats verdâtres non fossilifères, alors que la partie supérieure (0,5 m) est plus calcaire et renferme des petites Nummulites; on ne peut pas voir l'évolution du faciès vers le haut et sur quoi ces grès reposent. D'après l'aspect, il est très probable que la partie verdâtre azoïque représente le faciès fluvio-lacustre.

Au N de cet affleurement, un peu au SW du point 1479 (n° 7), on note encore un petit repli synclinal montrant du Tertiaire. Il semble en cet endroit que le Nummulitique *s.str.* soit réduit ou absent, car une lacune de 0,8 m seulement sépare un pointement de Gault d'un affleurement de marnes bleues calcaires.

Plus au NE, il semble que l'assise à petites Nummulites se développe à nouveau. Au-dessus du chalet du Grand Soquet (n° 8), cette dernière présente une épaisseur de 2 m environ. De plus, au bord du sentier, on remarque des débris de Mélobésiées, Bryozoaires, etc., emballés dans les Schistes à écailles de Poissons. Dans le lit du ruisseau de l'Ebat, vers l'altitude 1500 m, on remarque pour la première fois la transgression du Nummulitique *s.str.* sur le Crétacé supérieur calcaire, ici épais de quelques mètres (n° 9). Ce Nummulitique comprend 0,5 m de calcaire gréseux biodétritique, passant aux habituels calcaires finement gréseux (1 m environ) puis aux marnes bleues. 150 m en amont, le substratum est de nouveau formé par le Gault (n° 10). Quant aux couches à petites Nummulites, elles ne présentent guère de différence par rapport à précédemment, si ce n'est une plus forte épaisseur; nous avons noté en cet endroit *Nummulites vascus* et *N. incrassatus* (cette dernière semble prédominante à la base).

Au col de l'Ebat, (n° 11), sur le Crétacé supérieur calcaire, le Tertiaire débute par 2 m de conglomérat dont le ciment est de nature variable. Ainsi, à la base, ce dernier renferme des Cyanophycées alors qu'au sommet il est formé d'un calcaire noir fétide au choc. Les conglomérats montrent donc le faciès fluvio-lacustre et probablement le faciès saumâtre. Au-dessus de ce conglomérat, on note l'habituel niveau de grès calcaire à petites Nummulites.

Au col du Freu (n° 12), le long du sentier, on peut relever une coupe où l'on retrouve la trilogie des faciès lacustres-saumâtres-marins qui étaient bien développés dans les Bauges. Sur le Gault, on note tout d'abord le faciès lacustre: calcaires marneux et gréseux blanchâtres, passant au sommet à des marnes claires à nodules (1,3 m). Au-dessus, on passe à 1,3 m de marnes noires charbonneuses très fossilifères (Cérithes, etc.), puis à des grès charbonneux (1 m). La coupe se termine par les grès calcaires à petites Nummulites (5 m). Nous sommes donc en présence d'une série complète mais « miniaturisée ».

Si nous nous déplaçons vers l'W, nous remarquons la constance des niveaux décrits; puis après une centaine de mètres, ces assises butent subitement contre une ancienne falaise de Crétacé supérieur, paléorelief qui « escamote » la presque totalité de ces dernières et ne laisse subsister que le sommet des grès calcaires (voir fig. 14).

De l'autre côté d'un décrochement, près des chalets de Tine (n° 13), l'érosion n'a épargné qu'une masse tertiaire d'extension réduite. Sur le Crétacé supérieur calcaire, le Nummulitique *s.str.* montre 1 m de grès, puis 0,5 m de calcaires à Mélobésiées passant aux marnes bleues. 300 m au SW, un peu en amont des pertes du ruisseau de la Fontaine Froide (n° 14), on constate que les couches à petites Nummulites se réduisent à 0,2 m de calcaires à Mélobésiées, un peu glauconieux et reposant

sur le Crétacé supérieur. Dans les marnes bleues sus-jacentes, on remarque quelques irrégularités. Ainsi, à 10 m stratigraphiquement du calcaire à petites Nummulites, ces marnes acquièrent un délit plus feuilleté; puis après 5 m de ces schistes, on remarque une récurrence plus calcaire (3 m environ) renfermant de rares débris d'organismes plus littoraux (Bryozoaires, Mélobésiées). Au-dessus, la série se poursuit par les habituels Schistes à écailles de Poissons.

En suivant le niveau à petites Nummulites en direction du SW, on constate qu'il transgresse toujours sur le Crétacé supérieur calcaire et qu'il conserve une faible puissance: 1 m à 700 m (n° 15) et 0,5 m à 1 km (n° 16). Toutefois, encore 700 m plus loin, au voisinage du point 1602 (n° 17), le Nummulitique *s.str.*, reposant sur le Crétacé supérieur, atteint 3 m environ.

Le long du nant des Brassets, on observe au milieu des Marnes à Foraminifères, une boutonnière laissant apparaître le soubassement Crétacé supérieur. C'est à cet endroit, à proximité du point 1458 (n° 18), que notre collègue M. CONRAD (1963) a signalé un intéressant paléorelief. Le dessin n° 18 de la figure 14, qui ne comporte pas de différence d'échelle entre les longueurs et les hauteurs, montre exactement quelles sont les relations entre le Tertiaire et le substratum. On constate tout d'abord l'absence du faciès à Nummulites: les marnes bleues reposent directement sur le calcaire sublithographique. On remarque ensuite que la stratification des marnes bleues épouse la forme du paléorelief, fait montrant que la boue argileuse se déposait et adhérait à la paroi quasi verticale. De plus, contre cette falaise, on note des débris épars de Crétacé supérieur pris dans les marnes bleues. Enfin, il faut relever que le pied de cet escarpement n'est pas visible et qu'il se prolonge en profondeur: la hauteur minimum de cette petite falaise, orientée grossièrement NE-SW, est donc de 5 m. A noter que le hasard fait parfois bien les choses: ce paléorelief s'inscrit encore dans la morphologie actuelle et la petite falaise du haut de laquelle le nant des Brassets se jette en cascade, existait déjà il y a plus de 30 millions d'années.

En amont du point 1458, on remonte peu à peu dans la série des marnes bleues et, à 35 m environ de leur base, on observe une intercalation de calcaire zoogène, épaisse de quelques mètres, résultant d'une avalanche sous-marine; celle-ci est particulièrement spectaculaire et on retrouve les figures de «slumping» décrites à la Montagne du Charbon. On remarque également des galets du soubassement crétacé, notamment de l'Urgonien. Au-dessus, on relève encore un dizaine de mètres de Schistes à écailles de Poissons; le cœur du synclinal paraît occupé par les assises marno-micacées du Flysch.

2.14. PLATEAU DES GLIÈRES

Le plateau des Glières représente un synclinorium largement occupé par le Tertiaire. Ce dernier est simple et peu varié: les couches à petites Nummulites, généralement minces ou absentes, ne sont pas différentes de celles que nous avons

décrites à Ablon et Champlaitier. L'intérêt de cette région réside dans une disposition topographique des affleurements très favorable à une reconstitution paléogéographique.

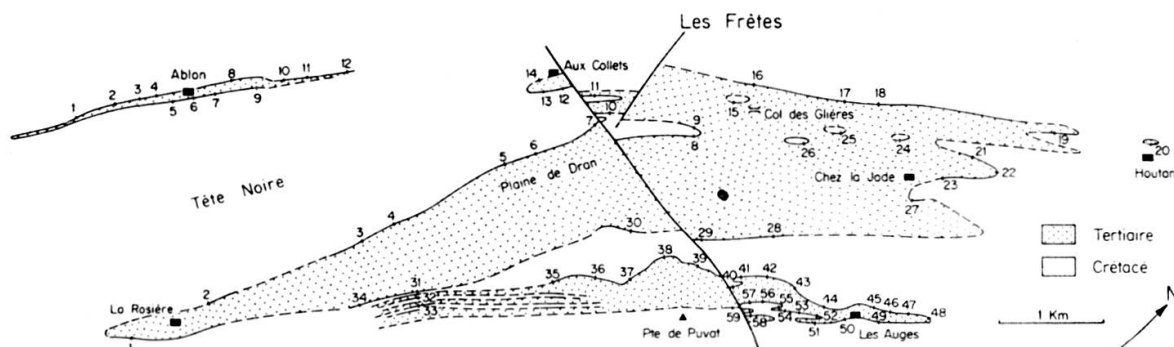


FIG. 15. — Schéma géologique du plateau des Glières et de la gorge d'Ablon.

En remontant le vallon de Nant-Debout depuis la Balme de Thuy, on rencontre pour la première fois du Tertiaire 300 m au NE du chalet du Fresnay. En cet endroit (n° 1), nous observons, sur le Crétacé supérieur marneux, 3 m de grès calcaires zoogènes, passant par degrés aux marnes bleues. Nous avons déjà décrit cette coupe banale (J. MARTINI, 1963) pour montrer la tendance qu'a *Nummulites incrassatus* à être abondante dans la partie inférieure des couches à petites Nummulites. A partir du point n° 1, le Nummulitique se suit, inchangé en direction du NW, jusque vers l'éboulement de la Pierraille. A cet endroit (n° 2), sur l'autre flanc du synclinal, le long du sentier, on peut relever une coupe semblable mais plus mince (2 m de calcaires gréseux).

200 m au NNE du point 1399 (n° 3), le Nummulitique s'est bien réduit puisqu'il n'est plus représenté que par le faciès de passage aux Marnes à Foraminifères, soit 1 m de grès fin, un peu marneux, à petits débris de silex verdis et grands Foraminifères arénacés. Il s'agit du faciès à Foraminifères arénacés défini par J. J. CHAROLLAIS (1963). De plus, au contact avec le Crétacé supérieur, on observe un conglomérat de base renfermant encore de rares petites Nummulites.

300 m plus loin (n° 4), cette assise de transition disparaît à son tour: les Marnes à Foraminifères reposent directement sur le Crétacé supérieur calcaire. Cette disposition va persister sur 3 km dans le flanc NW du synclinal. Ainsi, à la perte du ruisseau de Dran (n° 5), on remarque seulement un niveau de base formé par quelques décimètres d'un calcaire marneux glauconieux et conglomératique renfermant des Huîtres. Un peu plus loin, au Trou de l'Enfer (n° 6), les Marnes à Foraminifères ne présentent même pas ce faciès de base et, de plus, les écailles de Poissons apparaissent très vite, soit à 2 m stratigraphiquement de la surface de transgression.

Plus au N, le long du ruisseau de Paccot (n° 7), on relève une coupe assez similaire: quelques galets pris dans des marnes bleues assez calcaires marquent la transgression. La glauconie abonde sur 1 m à partir de la base et le faciès à écailles

se développe après 6 m de dépôts. Ces schistes mesurent environ 30 m d'épaisseur et sont riches en Globigérines, organismes ne disparaissant qu'avec l'apparition des marnes micacées sombres marquant le début du faciès flysch.

Depuis le point 1472 et jusqu'à la hauteur de la Petite Métralière, il semble que l'assise à Nummulites soit toujours manquante; à ce dernier endroit (n° 8), le long d'un ruisseau, le contact des marnes glauconieuses avec le Crétacé est visible (sous un ancien container). Remarquons que le substratum, comme d'ailleurs aux points précédents (n°s 5, 6 et 7) est formé par le Crétacé supérieur calcaire.

300 m au SE de la Petite Métralière, au pied d'une petite cascade (n° 9), on voit réapparaître les grès fins glauconieux (1 m). Plus en aval, 100 m au N du chalet du Paccot (n° 10), on observe une coupe identique. A cet endroit, les grès fins calcaires sont également épais de 1 m et se montrent riches en Pectinidés dans leur partie supérieure. Ils passent à des marno-calcaires bleus encore gréseux et contenant sur quelques décimètres les petits silex verts déjà décrits. 200 m à l'W, dans un petit synclinal tertiaire isolé (n° 11), le niveau à petites Nummulites s'individualise à nouveau: on observe, sur le Crétacé supérieur calcaire, 2 m de grès calcaires zoogènes au sommet (débris « moulus » de Mélobésiées).

Au SE du chalet des Collets, sur les flancs d'un petit synclinal, on peut relever 3 coupes (n°s 12, 13 et 14) à peu près similaires, montrant chacune environ 1 m de grès calcaires fins, glauconieux, reposant sur le Crétacé supérieur marno-calcaire. Une de ces coupes (n° 13), près du chalet de Traversy, montre que les petites Nummulites sont encore présentes dans les premiers décimètres à partir de la base, puis sont peu à peu relayées par les grands Foraminifères arénacés, lesquels deviennent exclusifs avant le passage au faciès marneux.

Déplaçons-nous vers le col des Glières. Là (n° 15), au bord du sentier, probablement à la faveur d'une boutonnière, on voit affleurer le Crétacé supérieur sur lequel repose 1 m de grès calcaire fin à petites Nummulites; comme d'ordinaire, ils passent aux marnes bleues. 200 m au N (n° 16), sur le Crétacé supérieur marneux, on relève 1,3 m de grès moyens, calcaires, à petites Nummulites (Surtout *N. incrassatus*) et à débris de Mélobésiées. Au sommet, les grains de quartz s'affinent, puis on passe aux marnes bleues. A partir de ce point, on peut suivre sur 3 km en direction du NE une barre très redressée, reposant partout sur le Crétacé supérieur marneux et montrant des assises à petites Nummulites relativement bien développées. 300 m au NNE du point 1407 (n° 17), ces dernières atteignent 3,5 m et, comme au n° 1, on remarque ici encore la répartition verticale et sélective de *N. incrassatus* et *N. vascus*. 300 m plus loin, le Nummulitique *s.str.* s'épaissit encore et atteint 6 m (n° 18). En cet endroit, on remarque que la base est gréseuse alors que le sommet est plus calcaire et riche en débris de Mélobésiées. Plus au N, peu avant le chalet du Fréchet (n° 19), les grès calcaires à débris d'Algues ont encore 3 m d'épaisseur.

Au-dessus du chalet de Houtan, le synclinal de la Mandrolière est essentiellement occupé par un Crétacé supérieur marno-calcaire assez épais. Près du captage d'une

source, il subsiste cependant un petit témoin tertiaire (n° 20) formé par 0,7 m d'un conglomérat reposant sur le soubassement. Il semble être surmonté par des calcaires gréseux fins à petites Nummulites que l'on observe en blocs épars.

Environ 100 m au NE du chalet des Hauts-Cris (n° 21), à l'emplacement d'une source, on voit affleurer des marnes blanches grumeleuses. Il s'agit d'un faciès lacustre mimant habilement le Crétacé supérieur marneux sous-jacent; sur ces marnes reposent 2 m d'un calcaire gréseux, conglomératique à la base, brun à la cassure, assez glauconieux et renfermant au sommet des petits silex verts et les Foraminifères arénacés annonçant les marnes bleues. Bien que cette assise soit assez épaisse et grossièrement détritique à la base, nous pensons quand même qu'il s'agit entièrement du faciès sus-jacent au Nummulitique *s.str.* que nous rencontrons aux Glières (grès plus ou moins calcaire clair et zoogène). Une coupe identique peut se relever plus loin, à la terminaison synclinale des affleurements tertiaires (n° 22).

Près du chalet de Gredé, le long d'un petit sentier (n° 23), on peut relever une coupe dans les couches fluvio-lacustres. Le contact direct entre le Tertiaire et le Crétacé supérieur marneux est masqué. On relève tout d'abord un banc conglomératique (0,5 m) dont le ciment renferme des Cyanophycées. Ce dernier est suivi par 2,5 m de marnes blanches grumeleuses sur lesquelles transgressent les couches marines: 1 m de grès calcaires fins avec, à la base, des débris isolés de Mélobésiées et passant aux marnes bleues vers le sommet.

Plus à l'W, on note deux affleurements montrant également les marnes lacustres, toujours peu puissantes, surmontées aussi par un faciès marin assimilable ou voisin du niveau à Foraminifères arénacés. Le premier de ces affleurements, assez mauvais, s'observe sur les bords d'une doline, au point 1392 (n° 24). Le second, situé au point 1407 (n° 25) est meilleur et montre sur les marnes lacustres un niveau à petites Nummulites formé par 0,5 m de conglomérats où domine *N. incrassatus*. Ce conglomérat est surmonté par 1 m de grès fin également riche en petites Nummulites où l'on reconnaît par ordre d'importance numérique les espèces *vascus*, *incrassatus* et *bouillei*. 200 m au S, près du chalet de la Gera (n° 26), un bombement anticlinal plus interne permet de constater qu'entre le Crétacé supérieur calcaire et les marnes bleues ne s'intercale que 0,5 m de grès fin glauconieux à Foraminifères arénacés.

Sur rive droite du torrent de la Gera, 200 m à l'E du point 1393 (n° 27), nous retrouvons la partie médiane du plateau des Glières, zone où les couches à petites Nummulites sont absentes: en cet endroit les marnes bleues reposent directement sur le Crétacé supérieur calcaire. 400 m au S du point 1451, dans la forêt (n° 28), on observe une disposition similaire à la différence près que le substratum est formé par les grès de l'Albien. Plus au SW, dans le lit d'un ruisseau prenant naissance sous la Pointe de Puvat (n° 29), on remarque 1,5 m de grès, glauconieux par emprunt au Gault sous-jacent. Dans la partie supérieure plus calcaire, ce grès renferme des débris de Mélobésiées et des Pectinidés; ici le faciès à petites Nummulites semble donc se développer localement. Un peu plus loin, au SE des Lanches (n° 30), les

marnes bleues semblent reposer à nouveau directement sur le Gault, bien que le contact même ne soit pas visible. De plus, à 3 m stratigraphiquement de la surface de transgression, on voit déjà se développer le faciès à écailles de Poissons.

Beaucoup plus au SW, près de sa source, le ruisseau de Queiget recoupe perpendiculairement 3 bombements anticlinaux à cœur de Crétacé supérieur marno-calcaire. Grâce à ces replis, on constate qu'en direction du SE, le calcaire à petites Nummulites devient plus épais: 1 m au n° 31, 2 m aux n°s 32 et 33. 150 m au SE du chalet du Planay (n° 34), on observe une coupe semblable comprenant 1,5 m de calcaire à petites Nummulites abondantes.

Plus au NE, vers le point 1574, l'assise à petites Nummulites change d'aspect et forme alors un banc de calcaire à Mélobésiées épais de 0,8 m (n° 35). Aux coupes suivantes, ce faciès persiste mais avec des variations d'épaisseur: 0,5 m à la Fontaine du Loup (n° 36) et 1 m vers le point 1601 (n° 37). Par la suite on observe l'amincissement progressif du niveau à Mélobésiées, lequel n'atteint plus que 0,3 m 200 m à l'W du point 1689 (n° 38); encore qu'en ce point le niveau basal ne renferme des Mélobésiées que sous la forme de petites masses concrétionnées, enrobées par un ciment de calcaire brun déjà glauconieux. Peu avant le décrochement qui traverse le plateau des Glières, on voit le niveau à Foraminifères arénacés, épais de quelques décimètres, reposer directement sur le Crétacé supérieur (n° 39). Les marnes bleues transgressent sur le soubassement immédiatement au delà de ce décrochement, le long du sentier (n° 40); on remarque en outre que ces dernières sont glauconieuses à la base.

Sur le flanc NW du synclinal des Auges, le Nummulitique *s.str.* subit les mêmes vicissitudes: immédiatement au NW du n° 40, le calcaire à Mélobésiées (0,3 m) réapparaît (n° 41) puis s'épaissit et atteint 0,5 m (n°s 42 et 43). Au voisinage du point 1782 (n° 44), il se réduit à 0,2 m et l'on observe que les calcaires gréseux sus-jacents, un peu marneux et glauconieux, ont tendance à raviner le sommet de ce banc à Mélobésiées. Au-delà des chalets des Auges (n° 45), ce niveau affleure de nouveau (0,3 m) puis disparaît à la hauteur du sommet 1822: les calcaires marneux gréseux et glauconieux reposent sur le Crétacé supérieur (n° 46). 150 m plus loin (n° 47), le banc à Mélobésiées (0,5 m) fait une brève réapparition car, à l'extrémité NE du synclinal tertiaire (n° 48), on voit les marnes bleues reposer sur le Crétacé supérieur. En ce qui concerne la nature du soubassement des coupes précédentes, disons que, pour les points n°s 35 à 44, il s'agit toujours de calcaires sublithographiques, parfois très minces, alors qu'à partir des chalets des Auges, le Tertiaire transgresse sur un Crétacé supérieur plus épais.

Entre l'extrémité NE du synclinal des Auges et les chalets du même nom, sur le flanc SE, on ne rencontre pratiquement pas d'affleurements. On remarque seulement des blocs déchaussés de calcaires à Mélobésiées indiquant que ce faciès existe (n° 49). Entre les chalets et le n° 51, soit sur 400 m, on remarque que l'assise à Foraminifères arénacés, épaisse de 0,5 m et renfermant aussi des petites Nummulites, repose sur le Crétacé supérieur. Toutefois, près du Calvaire des Auges (n° 50), un

contact Crétacé supérieur-Tertiaire bien dégagé nous montre un fait digne d'attention. En cet endroit la surface antétertiaire est irrégulière: dans les creux et les crevasses

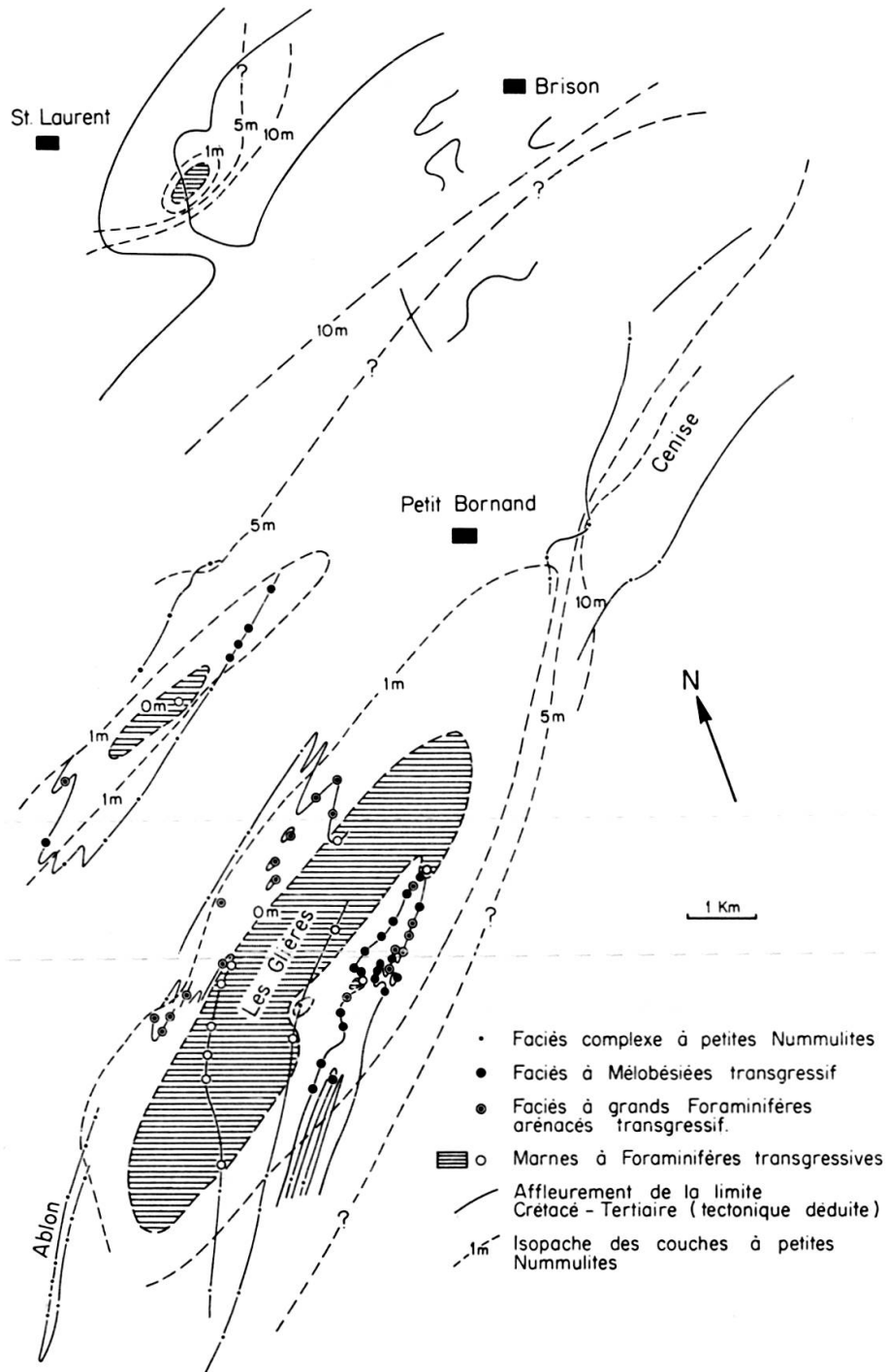


FIG. 16. — Schéma paléogéographique du NE des Bornes. Région de Saint-Laurent d'après les levés de J.-P. BURRI (1965); région de Brison-Petit Bornand-Cenise d'après J. J. CHAROLLAIS (1963).

du soubassement, on remarque qu'un peu de calcaire à Mélobésiées a pu se développer, le tout à une petite échelle (de l'ordre du décimètre). Ceci constitue un argument

démontrant que les zones où le faciès à Foraminifères arénacés et même les marnes bleues transgressent directement sur le substratum, n'étaient pas nécessairement insulaires au moment du dépôt des assises à Mélobésiées. Il s'agit plutôt de zones de non déposition, recouvertes par les eaux et balayées par les courants où des Algues encroûtantes pouvaient quand même se développer en s'agrippant aux anfractuosités.

Au delà du point 51, le Tertiaire dessine deux replis anticlinaux bien visibles dans les pâturages. Aux points n^{os} 52 et 54, c'est toujours le niveau à Foraminifères arénacés qui transgresse quoique, entre deux (n^o 53), on observe un mince placage (0,2 m) de calcaire à Mélobésiées. A une faible distance, soit au point n^o 55, ce dernier est relativement développé et atteint 1 m d'épaisseur. Un peu plus loin, lorsqu'on se rapproche du décrochement, le niveau à Algues est encore visible aux points n^{os} 56, 57 et 58, où il mesure respectivement 0,2, 0,5 et 1 m. Il nous faut encore mentionner un affleurement où le Nummulitique *s.str.* est en position renversée (n^o 59), affleurement placé de l'autre côté du décrochement et montrant un banc à Algues épais de 1 m. Enfin, la nature du Crétacé supérieur sous-jacent est la suivante: calcaires sublithographiques des n^{os} 50 à 57 et calcaires marneux, plus lités, aux n^{os} 49, 58 et 59.

2.15. TERRITOIRE COMPRIS ENTRE L'ARVE, LE BORNE ET LA CHAÎNE DES VERGYS

La plus grande partie de cette région, soit la terminaison NE du massif des Bornes, a été étudiée d'une façon détaillée par J. J. CHAROLLAIS (1963). L'ouvrage de cet auteur exprime, par une carte générale, la paléogéographie du Nummulitique et la paléogéologie de la surface antétertiaire, le tout basé sur un grand nombre de coupes. Nous renvoyons à ce travail le lecteur qui désirerait de plus amples renseignements sur la faune, la flore et les caractéristiques diverses de ce Tertiaire. Nous ne ferons donc qu'esquisser les grandes lignes, tout en ajoutant quelques observations supplémentaires.

Au-dessus du Crétacé et de l'Eocène moyen, on observe des formations fluvio-lacustres identiques à celles que nous avons déjà décrites: sables blanchâtres à verts, avec passées conglomératiques et encroûtement de Cyanophycées. J. J. CHAROLLAIS signale ces formations au SW de Delaire et dans la partie inférieure du ruisseau de Pierre-Lente. Personnellement nous les avons remarquées en trois localités supplémentaires: 1) dans le bois de l'Arzé, vers le point de coordonnées 917,7/123,8, où l'on remarque, entre un Crétacé supérieur très mince et les couches à Cérithes, 3 m de conglomérat grossier à ciment gréseux verdâtre; 2) au-dessus du Lutétien de Monteschet, où le faciès est plus calcaire; 3) le long de la route Thuet-Brison, vers 800 m d'altitude, où des sables verts conglomératiques, disposés en lentilles, reposent sur l'Urgonien. Remarquons que ces derniers affleurements ont été signalés par J. REVIL (1911), qui les comparait avec les poudingues à *N. crassatina* des Déserts.

J. J. CHAROLLAIS admet avec réserves que ces formations continentales peuvent être anté-lutésiennes et contemporaines du « Sidérolithique éocène inférieur » des auteurs. Personnellement, par comparaison avec ce que nous avons vu ailleurs, nous pensons qu'un âge post-lutésien est préférable.

Toujours d'après J. J. CHAROLLAIS, le faciès saumâtre s'observe au Chouet où il montre une couche de charbon exploité autrefois, au bois de l'Arzé, 1 km au S du Mont-Saxonnex et le long du ruisseau de Pierre-Lente. Dans ces 3 dernières localités, les couches saumâtres sont généralement grossièrement détritiques, épaisses, et ne font peut-être partie que d'un seul bassin. Les couches à Polypiers, faciès grosso-modo intermédiaire entre les couches à Cérithes et les assises à petites Nummulites, sont bien développées dans le synclinal de Delaire.

En règle générale, les couches à petites Nummulites sont épaisses et grossièrement détritiques. J. J. CHAROLLAIS a montré par une carte isopachique, la grande variabilité de la puissance de ce niveau: sur cette carte, on remarque entre autres une vaste zone médiane, axée sur l'anticlinal des Leschaux, caractérisée par une réduction d'épaisseur. Cette zone représente la prolongation de celle des Glières-Champlaitier, laquelle est remarquable par la faible puissance ou même l'absence du niveau à petites Nummulites. Sur l'anticlinal du plateau d'Andey, on observe également une réduction d'épaisseur aboutissant même, vers l'E de Prêle, à une absence de Nummulitique: les Marnes à Foraminifères reposent alors directement sur l'Urgonien.

Les Marnes à Foraminifères ont fait l'objet d'un travail spécial dans le secteur envisagé (J. J. CHAROLLAIS et F. WELLHAUSER, 1962) et se présentant sous leur aspect habituel. Relevons néanmoins à leur sujet la présence d'intercalations détritiques et biodétritiques dans la partie N du territoire. Un fait intéressant est la lacune de sédimentation qui affecte la base de ces marnes sur le flanc SE de l'anticlinal de Dessy. En cet endroit, le long de la route D 12, J. J. CHAROLLAIS décrit un calcaire à petites Nummulites, surmonté directement par les Schistes à écailles de Poissons; ce fait est anormal car nous avons vu qu'habituellement il y a passage graduel entre les couches à petites Nummulites et les Schistes à écailles de Poissons par l'interposition des Marnes à Foraminifères. Ici, il semble donc qu'après une sédimentation littorale, un régime de non déposition s'est établi, marqué seulement par un ravinement des calcaires à petites Nummulites et une mince zone glauconieuse.

Le Flysch sus-jacent occupe la plupart des synclinaux et peut dépasser 300 m. Selon J. J. CHAROLLAIS, il se rattache pétrographiquement à la catégorie des Grès du val d'Illiez.

3. STRATIGRAPHIE

3.1. LES COUCHES FLUVIO-LACUSTRES.

Le faciès fluvio-lacustre, qui ravine le Lutétien limnique, ne renferme des fossiles à signification stratigraphique qu'à la Montagne du Charbon. Les débris de Vertébrés que nous avons récoltés indiquent le Ludien et même, probablement, la partie supérieure de cet étage, c'est-à-dire la zone faunistique correspondant aux gypses de Montmartre. Remarquons que ceci est contraire à l'âge que nous avait indiqué M. J. HURZELER (J. MARTINI, 1963).

Dans le domaine nordique, il est possible d'établir une liaison entre les étages caractérisés par une faune continentale et ceux à faune marine. Ainsi, on sait que la zone de Montmartre s'imbrique dans le « Lattorfien » allemand (notamment R. REY, 1964; A. BLONDEAU, C. CAVELIER, L. FEUGUEUR et Ch. POMEROL, 1965) et que ce dernier passe de la même façon au Priabonien du domaine mésogéen (M. N. KLIUSHNIKOV, 1964; A. I. KOROBKOV, 1964; W. KRUTZSCH et D. LOTSCH, 1964). Il faut remarquer que l'on n'a pas pu établir de corrélations portant sur la totalité des biozones respectives; de plus, le caractère successif et indirect de ces liaisons amène un certain degré d'incertitude. Ces réserves faites, nous admettons que les couches fluvio-lacustres du Charbon sont priaboniennes.

Remarquons qu'il ne faut pas considérer cet âge éocène supérieur comme valable pour l'ensemble du faciès fluvio-lacustre de Savoie. Nous verrons, en considérant la stratigraphie des couches sus-jacentes et les conditions paléogéographiques que leur âge doit varier: elles doivent être d'autant plus jeunes que leur position est plus externe. Dans la région des Déserts, un âge oligocène n'est pas exclu.

3.2. LE FACIÈS A CÉRITHES.

Nous n'avons pas repris l'étude de l'abondante faune malacologique que renferme ce faciès saumâtre. D'après les listes établies par les anciens auteurs (principalement H. DOUXAMI, 1896), celle-ci appartient partout à la faune à *Ceritium diaboli*, dont beaucoup d'espèces sont surtout caractéristiques du Nummulitique alpin et que l'on rattache traditionnellement au Priabonien. Comme études récentes, nous ne pouvons signaler que celles de J. J. CHAROLLAIS, portant sur les bassins du N des Bornes où leur auteur signale quelques espèces indiquant le Priabonien. Les oogones de Characées (détermination de M. L. GRAMBAST) et les Ostracodes (détermination de M. H.-J. OERTLI), que nous avons récoltés, n'amènent pas de faits nouveaux sur le plan stratigraphique.

Pour beaucoup d'auteurs, la faune à *C. diaboli* a indiqué le Priabonien inférieur. En fait, il semble bien qu'elle possède une plus large extension stratigraphique. Au

Charbon, elle surmonte des couches datées du sommet de l'Eocène supérieur, alors qu'ailleurs, elle descend jusque dans l'Eocène moyen (C. STURANI, 1965).

En conclusion, nous admettrons que, sur notre territoire, le faciès à Cérithes a des affinités éocènes là où elles ont été étudiées. Cependant, il faut remarquer qu'une révision serait souhaitable, de même que l'étude des Foraminifères associés. Enfin, certains bassins sont peu ou pas connus paléontologiquement: col du Freu (Champ-laitier), synclinal du Lindion, montagne de Veyrier et surtout celui de l'extrémité S du synclinal des Aillons. Remarquons que ce dernier est intéressant par sa position assez externe.

3.3. LE FACIÈS A POLYPIERS.

Les couches à Polypiers constituent un terme de passage avec les assises à petites Nummulites. La plupart des auteurs les rattachent au faciès des Diablerets dont elles ne constituent d'ailleurs qu'un faciès plus franchement marin. Dans la région des Déserts, la faune malacologique associée aux couches à Polypiers a toujours été considérée comme oligocène inférieur par les auteurs qui les ont étudiées à plusieurs reprises (R. TOURNOUER, 1877; D. HOLLANDE, 1895; H. DOUXAMI et J. REVIL, 1898).

Par contre, plus à l'intérieur des chaînes subalpines, il semble que ce faciès soit plus ancien, bien que les listes faunistiques soient « maigres ». D'après H. DOUXAMI (1896), la faune de la base de l'assise à Polypiers d'Arclozan est semblable à celle des marnes à Cérithes sous-jacentes. Il semble également que la faune signalée par ce même auteur au Mont-Julioz (synclinal d'Entrevernes), récoltée probablement dans ce même faciès, ait des affinités éocènes. J. J. CHAROLLAIS (1963) a fait déterminer quelques Polypiers provenant du synclinal de Delaire et, là encore, un âge priabonien doit être adopté. Comme pour les couches à Cérithes, nous ne pouvons que souhaiter une révision et une étude des gisements pas connus paléontologiquement.

3.4. LE FACIÈS A PETITES NUMMULITES.

Comme pour les faciès précédemment décrits, l'âge des couches à petites Nummulites varie selon leur situation géographique. Ainsi, dans la zone la plus interne, comprenant tout le domaine de la nappe de Morcles, entre Arve et Rhône, le versant NW de l'anticlinal du Bargy, le synclinal de Thônes et de Bellevaux, l'association des grands Foraminifères est typiquement priabonienne; on rencontre: *N. fabianii*, *N. garnieri*, *N. stellatus*, *N. incrassatus*, *N. chavannesi*, *N. bouillei*, *Operculina alpina* et des « Orthophragmines ». Il est fort probable que ces couches de la zone interne correspondent aux marnes lacustres du Charbon.

Plus à l'extérieur, dans une zone comprenant le reste des chaînes subalpines, nous n'avons plus retrouvé l'association priabonienne précédente, mais une faune moins riche: *N. incrassatus*, *N. bouillei*, *N. vascus*. Cette dernière Nummulite est considérée comme oligocène quoique les auteurs citent fréquemment l'exception du

Rif où l'on aurait rencontré cette Nummulite dans le Priabonien. Cependant, à lire le travail cité (P. FALLOT et L. DONCIEUX, 1936), il apparaît clairement que la faune est remaniée. Ce remaniement a d'ailleurs été confirmé par l'étude de la microfaune contenue dans la partie finement détritique de ce Flysch (M. DURAND DELGA, M. LEIKINE et J. MAGNE, 1964). Ainsi, si l'on se base sur les Nummulites, il apparaît que la zone externe oligocène des auteurs serait considérablement plus étendue. En effet, si cette zone oligocène a été parfois relativement développée géographiquement par certains (H. DOUXAMI et J. REVIL, 1898; J. REVIL, 1911), chez les auteurs récents, celle-ci est fort restreinte; en général, seuls les Déserts en font partie.

Dans la partie médiane des chaînes subalpines, c'est-à-dire en excluant les Déserts et la zone interne à faune priabonienne, les couches à petites Nummulites ont été le plus souvent attribuées à l'Eocène supérieur. Cependant, ce rattachement s'est effectué sans arguments très solides: par exemple dans les Bauges, J. BOUSSAC (1912) ne se basait que sur la continuité de sédimentation entre les couches à grandes Nummulites et celles à petites Nummulites; or nous savons maintenant que cette continuité n'existe pas. Nous allons néanmoins tenter de tirer une conclusion des quelques faits existants.

A part *N. vascus* largement répandue géographiquement, il existe d'autres « arguments oligocènes ». Ainsi, il faut signaler la présence sûre de *Natica crassatina* au N des Garins et à la terminaison S du synclinal des Aillons (J. REVIL, 1913). Il s'agit d'un Gastéropode qui possède une large distribution géographique dans l'Oligocène européen. De plus, à la montagne de Veyrier, nous avons signalé des Scutelles, Oursins dont l'extension stratigraphique semble, en Europe, limitée à l'Oligocène.

Il existe également des « arguments éocènes »: L. MORET (1934) a signalé des « Orthophragmines » au N de la montagne de Veyrier et J. J. CHAROLLAIS indique *N. fabianii*¹ au N de la pointe d'Andey. A plusieurs reprises nous avons recherché ces organismes aux gisements indiqués, mais toujours sans succès. Si l'on ajoute à cela qu'ailleurs nous n'avons jamais rencontré ces Foraminifères, il apparaît donc que, s'ils existent, ils doivent être localisés et très rares. Il faut toutefois faire une exception: près des Frachets (au-dessus du Mont-Saxonnex), nous avons observé une « Orthophragmine » associée à *N. vascus*.

La coexistence d'espèces « éocènes » et « oligocènes » a été observée ailleurs qu'en Savoie. Ainsi, lorsque la sédimentation est continue entre les deux sous-systèmes, ce qui n'est pas très fréquent, on remarque que le changement faunistique est progressif: une zone de passage s'intercale. A Biarritz, on remarque que *Chapmanina* et *Discocyclina* subsistent encore après l'apparition de *N. vascus* et *N. intermedius* (D. BOULANGER et A. POIGNANT, 1964). Au Monte-Baldo, on observe un niveau à *Chapmanina* dans une série à Nummulites oligocènes (M. B. CITA et C. SCIPOLO, 1961). A Priabona,

¹ Il s'agit en fait de *N. cf. fabianii* (détermination V. ROVEDA), ce que nous a communiqué oralement notre collègue J. J. CHAROLLAIS.

N. intermedius existe avec des « Orthophragmines » (V. ROVEDA, 1961). Pour d'autres auteurs, cette zone de passage serait caractérisée par des formes intermédiaires entre *N. incrassatus* et *N. vascus* d'une part, entre *N. fabianii* et *N. intermedius* d'autre part (G. I. NEMKOV, 1964; A. A. GABRIELJAN, 1964; S. UNGARO et A. BOSELLINI, 1965).

En ce qui concerne les chaînes subalpines, il apparaît donc logique que la zone interne à faune priabonienne typique soit bordée à l'extérieur par une zone de transition avec l'Oligocène. Cependant, pour mettre clairement en évidence cette zone de passage, une étude plus complète de la microfaune est nécessaire.

La partie la plus externe, celle où l'âge oligocène a toujours été admis (région des Déserts), fournit des arguments paléontologiques plus nets¹. D'une part les couches à petites Nummulites reposent sur les couches à *Natica crassatina*, dont la faune est assez riche, d'autre part on y a découvert des restes de vertébrés permettant une liaison avec l'échelle stratigraphique basée sur les Mammifères (L. MORET, 1936). La faune décrite est largement répandue en Europe et indique, par son stade évolutif, qu'il ne s'agit pas de l'extrême base de l'Oligocène mais déjà d'un niveau plus élevé (Sannoisien supérieur et Stampien des mammalogistes).

En conclusion, les couches à petites Nummulites sont synchrones des couches de Priabona (biozone à *N. fabianii*) dans les plis les plus internes; dans la partie médiane, elles ont déjà des affinités oligocènes sans que l'on puisse dire nettement qu'il ne s'agit plus d'Eocène supérieur. Enfin « l'Oligocène franc » n'existerait probablement qu'aux Déserts.

3.5. LES MARNES A FORAMINIFÈRES ET LES SCHISTES A ÉCAILLES DE POISSONS

Les Marnes à Foraminifères et les Schistes à écailles de Poissons contiennent en de nombreux endroits des intercalations calcaires ou gréseuses renfermant une faune semblable à celle des couches sous-jacentes à petites Nummulites. Il ne faut utiliser ces indications dans un but stratigraphique qu'avec une certaine prudence. En effet, nombre de ces intercalations représentent d'anciennes avalanches sous-marines et on ne peut pas être sûr de l'exacte contemporanéité de leurs organismes avec les marnes encaissantes. Il faut remarquer toutefois qu'il ne s'agit pas d'un remaniement de sédiments beaucoup plus anciens: la différence d'âge doit probablement être minime. Dans le cas où ces intercalations ne résultent que d'une simple indentation de faciès, comme c'est le cas par exemple à Vormy et aux Garins (J. MARTINI, 1968b), on peut les utiliser avec plus de sûreté. Ainsi, à Vormy, on voit les Marnes à Foraminifères passer latéralement au Priabonien et aux Garins à l'Oligocène (ou au terme de passage Oligocène-Eocène).

¹ Toutefois, des Orthophragmines ont été signalées sans que les auteurs en tirent de conclusions (H. DOUXAMI, 1896 et J. REVIL, 1911). S'agit-il d'une erreur ?

L'abondante microfaune contenue dans les Marnes à Foraminifères et dans les Schistes à écailles de Poissons n'a été étudiée que récemment (D. RIGASSI, 1957, J. J. CHAROLLAIS et F. WELLHAUSER, 1962). Ces études ne portent que sur des portions restreintes des chaînes subalpines de Savoie (montagne de Veyrier et transversale allant du col de la Colombière à Dessy) et mériteraient par conséquent d'être étendues. D'après les auteurs, dans ces régions, l'âge ne peut pas être précisé avec exactitude bien qu'il s'agisse très probablement d'Oligocène inférieur. Rappelons que près de Faverges nous avons récolté une faune planctonique nettement plus ancienne, appartenant à la biozone à *Globigerapsis semi-involuta* (J. MARTINI, 1963).

Comme pour les couches à petites Nummulites, il semble donc que les marnes bleues soient de plus en plus jeunes vers l'extérieur. Exprimé en biozone de Foraminifères planctiques, il apparaît que la zone à *Globigerapsis semi-involuta* et probablement la zone à *Globigerina ampliapertura* ont été mises en évidence. Par contre, la zone (*s.l.*) à *Globorotalia cerro-azulensis* intercalée entre ces deux biozones n'a pas été décelée bien qu'il semble logique qu'elle existe.

D'après les auteurs, les zones à *Globigerapsis semiinvoluta* et *Globorotalia cerro-azulensis* représentent le Priabonien, tandis que celle à *Globigerina ampliapertura* indique la base de l'Oligocène. Il faut admettre ici que les Foraminifères planctiques sont de bons marqueurs stratigraphiques dont l'extension est mondiale. Cependant, ce n'est pas d'après eux que l'on a établi l'échelle stratigraphique classique mais d'après des faunes continentales ou benthiques. Il faut donc d'abord s'assurer que la liaison avec ces faunes benthiques soit bien établie.

Si l'on se base sur les faits, il apparaît que la zone à *Globorotalia cerro-azulensis* appartient en tout cas en partie au Priabonien, soit la biozone à *N. fabianii* (par exemple: O. SOURDILLON, 1960; A. v. HILLEBRANDT, 1962; F. E. EAMES, F. T. BANNER, W. H. BLOW et W. J. CLARKE, 1962; M. B. CITA et H. M. BOLLI, 1966). Par contre, il n'est pas certain qu'elle corresponde en totalité à cet étage. Ainsi, dans les Apennins, dans une série où les zones à *Globigerapsis semiinvoluta* et *Globorotalia cerro-azulensis* sont bien mises en évidence par un échantillonnage serré, on observe dans la partie basale de la zone à *Globorotalia cerro-azulensis* une intercalation avec *N. cf. vascus* et quelques Discocyclines (C. C. VERVLOET, 1966). Cette association benthique indique probablement la zone de transition Eocène-Oligocène que nous avons envisagée précédemment. Dans la partie sommitale de cette biozone, on voit apparaître une Nummulite qui, d'après l'auteur, s'identifie exactement à *N. intermedius*. Il semble donc qu'une bonne partie de la zone à *Globorotalia cerro-azulensis* corresponde à des assises supérieures au stratotype de Priabona. On arrive à des conclusions similaires dans la région de Castellane, où l'on aurait mis en évidence la zone à *Globorotalia cerro-azulensis* (J. ESPITALIE et J. SIGAL, 1961) au-dessus d'un Nummulitique basal à Mollusques et Nummulites oligocènes (R. REY, 1967).

En conclusion, il est possible, bien que cela doive être démontré, que la zone sûrement priabonienne à *Globigerapsis semiinvoluta* soit représentée dans les Marnes

à Foraminifères des parties les plus internes, comprenant peut-être les Aravis et le massif de Platé. La zone à *Globorotalia cerro-azulensis*, vraisemblablement assise « à cheval » sur l'Eocène et l'Oligocène, pourrait occuper le flanc NW du synclinal de Thônes et une partie de la zone médiane où les couches sous-jacentes renferment *N. vascus*. Enfin, la zone à *Globigerina ampliapertura* existerait plus à l'extérieur encore. Dans les plis externes, remarquons qu'il est possible que des biozones plus élevées encore puissent être mises en évidence: aux Aillons et aux Déserts, nous observons les Marnes à petits Foraminifères les plus récentes puisqu'on voit le passage aux marnes saumâtres sus-jacentes dans lesquelles ces organismes disparaissent (J. MARTINI, 1968b).

4. PALÉOGÉOGRAPHIE ET SÉDIMENTOLOGIE

Dans le chapitre « Stratigraphie », nous avons déjà partiellement traité de la migration des faciès. En effet, contrairement aux transgressions cuisiniennes et lutétiennes, qui ont envahi rapidement de vastes surfaces, la 3^e transgression s'est effectuée beaucoup plus lentement et il a fallu environ 5 millions d'années pour que la presque totalité des chaînes subalpines de Savoie soient recouvertes.

4.1. LES COUCHES FLUVIO-LACUSTRES.

Pour résumer les observations, rappelons que ce faciès englobe des sédiments très variés: conglomérats, grès, marnes vertes (rarement rouges: les Déserts et montagne de Veyrier), calcaires lacustres, et charbons. Il y a là une différence avec les couches lacustres lutétiennes qui sont plus uniformes et plus finement détritiques. Les organismes les plus communément rencontrés sont les Cyanophycées, Algues encroûtantes que l'on observe sous différents aspects: biohermes en place, concrétions enrobant des galets crétacés ou formés d'une ancienne croûte fragmentée, débris parfois très fins, constituant un calcaire biodétritique, pisolithes, etc. Les Cyanophycées peuvent se rencontrer en milieu marin, Néanmoins leur abondant développement dans les couches en question constitue un faciès typiquement lacustre ou fluvial si l'on se réfère à la littérature. Les autres organismes sont rares: Microcodium, Characées, Limnées, Planorbes et Vertébrés.

L'examen sur le terrain a montré que ces couches fluvio-lacustres, contrairement au Lutétien limnique, se disposent en un grand nombre de petits bassins (plus de 30 dans les Bornes et les Bauges) dont les dimensions varient de quelques dizaines de mètres à plus de 5 km. D'un bassin à l'autre, on remarque de grandes variations de faciès; il semble que ce soit le substratum des alentours immédiats qui a alimenté le bassin en éléments détritiques. Par exemple, on remarque que les bassins où les

marnes blanches sont bien développées (Charbon, Crêt des Mouches, les Glières, le Lindion) sont ceux où le soubassement est formé par le Crétacé supérieur.

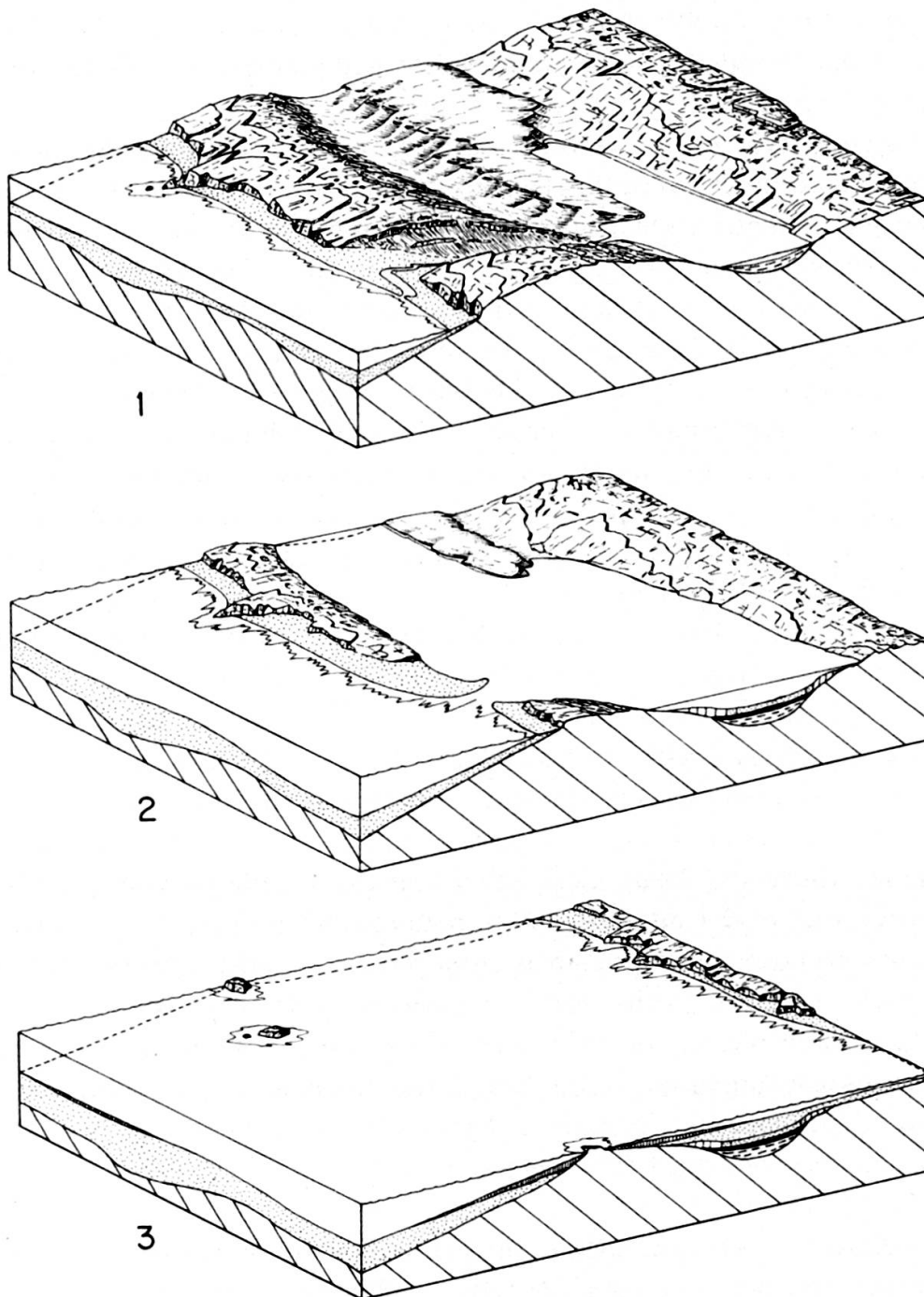


FIG. 17. — Divers stades de la transgression nummulitique.
La couverture végétale n'est pas figurée et la géomorphologie est arbitraire.

On peut classer ces bassins fluvio-lacustres d'après leurs relations avec les assises immédiatement sus-jacentes. On distingue ainsi un premier type à caractère indépendant où les couches fluvio-lacustres ne présentent aucune continuité avec les

assises sus-jacentes. Dans ce cas, elles sont recouvertes généralement par le faciès à petites Nummulites, lequel présente alors un caractère franchement transgressif. Appartiennent à ce type les couches fluvio-lacustres de la Féclaz, de Saint-François, des environs d'Arith, du SW et du SE d'Aillon le Jeune, du N de la vallée des Aillons, du col des Contrebandiers, de la partie S de Champlaitier, des Glières, du col des Chasseurs, de Monteschet et du Roc de Chère.

Le deuxième type est au contraire caractérisé par une étroite dépendance avec les couches sus-jacentes : les couches lacustres passent régulièrement et en concordance à des couches saumâtres. On peut citer par exemple le cas du S du synclinal des Aillons, de Bellecombe, d'Entrevernes, du Charbon, du crêt des Mouches, du synclinal du Lindion, du col du Freux (Champlaitier) et du bois de l'Arzé (Brison).

On peut encore distinguer un 3^e cas intermédiaire où les couches fluvio-lacustres passent directement au faciès marin à Polypiers (région des Déserts et synclinal de Delairaz). Il faut remarquer que certains cas sont ambigus : ainsi nous avons vu qu'à la mine de la Thuile, le passage des couches fluvio-lacustres aux couches à Cérithes semble continu alors qu'au N d'Entrevernes on observe plus d'indépendance (les calcaires à Polypiers peuvent reposer sur les sables verts) ; cependant les sables verts forment probablement une assise continue entre les deux points (voir fig. 6).

Les couches fluvio-lacustres se sont déposées dans des creux topographiques qui peuvent avoir deux origines. D'une part, il peut s'agir d'un relief simplement dû à l'érosion, hypothèse qui semble surtout valable pour les bassins de petite dimension ; dans le cas du col du Freux et celui du col des Contrebandiers, cette explication s'impose : là nous avons vu que les couches fluvio-lacustres se sont sédimentées au pied d'une petite cuesta. D'autre part, les dépressions peuvent avoir une origine tectonique (J. MARTINI, 1968a). Ceci est en tout cas valable pour les grands bassins (p. ex. Entrevernes et le Charbon). Enfin, remarquons qu'il est fort possible que les deux origines proposées soient valables en même temps dans certains cas.

La genèse du faciès fluvio-lacustre semble partiellement résulter du processus suivant : la période d'émersion s'est achevée par un affaissement et une remontée consécutive du niveau hydrostatique. Les parties basses se transforment alors en lacs ou en zones d'épandage alluvionnaire. Cet affaissement est le prélude à la transgression marine et nous pensons que ces bassins se sont formés non loin des côtes (voir bloc diagramme 1 de la fig. 17).

Ce processus est surtout valable lorsque les couches fluvio-lacustres passent en continuité aux couches saumâtres (2^e type). Par contre lorsqu'il y a indépendance (1^{er} type), on peut difficilement estimer l'intervalle de temps écoulé entre leur dépôt et celui des assises marines sus-jacentes. Ceci est particulièrement vrai pour certains dépôts de sables et grès verts à caractère sidérolithique (les Déserts, Arith, SE d'Aillon-le-Jeune, N de la vallée des Aillons, le Châtelard, SW de Champlaitier, col des Chasseurs, Delairaz, NW de Brison et, dans une certaine mesure, la région d'Entrevernes). Ces sables se sont plutôt déposés en milieu subaérien et n'ont peut-être pas

de rapport avec la transgression marine. Ils pourraient donc être éventuellement plus anciens selon les cas.

Remarquons que les petits bassins fluvio-lacustres du Semnoz et du Salève résultent d'un même processus; seulement l'affaissement n'est plus le prélude à une invasion marine (sauf à Mornex, au Salève) mais à l'établissement d'une vaste zone d'épandage où se sédimentait la Molasse rouge.

La plupart du temps le matériel détritique a une origine locale: les galets appartiennent au soubassement immédiat et la fraction sableuse doit résulter pour une bonne part du remaniement du Gault. Il faut faire une exception pour le Sidérolithique des Déserts (Mont-Peney et En Glaise) qui renferme d'abondants et volumineux galets de quartz. Ce caractère exotique est également mis en évidence par les minéraux lourds. En effet on remarque une certaine abondance de grenat (jusqu'à 25%), ce qui ne s'observe pas dans les autres bassins fluvio-lacustres, même voisins (p. ex. au Sauget, fig. 1 n° 1).

Remarquons que dans les nombreuses préparations que nous avons effectuées dans les diverses formations du Tertiaire subalpin (sauf dans le Flysch et la Molasse), la composition est assez monotone: abondance de minéraux résistants avec un peu de staurotide et de disthène; les autres minéraux sont très rares et le grenat ne dépasse guère 1%.

Il est donc possible qu'un fleuve ait coulé dans la région des Déserts et ait amené des alluvions d'origine plus lointaine (Massif central ?). Notons que le golfe dessiné par le Nummulitique dans la région des Déserts est peut-être en relation avec cet hypothétique fleuve: s'agit-il de sa large vallée envahie par la mer? Remarquons que le grenat se raréfie dès les couches à Polypiers et disparaît dans les Sables de Plainpalais. Il est probable que ce cours d'eau ne coulait plus à ce moment là. Cette disparition pourrait être due au développement des phénomènes karstiques durant l'Eocène.

Remarquons encore que les galets de quartz ne sont pas exclusifs aux Déserts; on en rencontre aussi dans les couches lacustres de la terminaison S du synclinal des Aillons et dans l'Oligocène de Saint-Jean de Couz (Chartreuse). Ils sont toutefois assez dispersés et sont ainsi probablement remaniés d'alluvions pré-existantes.

4.2. LE FACIÈS A CÉRITHES

Bien connu dans la littérature sous le nom de « Couches des Diablerets », ce faciès saumâtre marque les premières influences marines. Il s'agit de dépôts souvent vaseux, fétides, riches en matière organique et en débris de plantes. Ils contrastent avec les couches fluvio-lacustres et montrent une faune très abondante bien que souvent pauvre en espèces, ce qui n'est pas étonnant pour un faciès saumâtre. Le faciès à Cérithes est presque toujours associé aux couches fluvio-lacustres qu'il surmonte: S du synclinal des Aillons, Bellecombe, Entrevernes, le Charbon, crêt

des Mouches, synclinal du Lindion, montagne de Veyrier, col du Freux, bois de l'Arzé et Brison.

Ainsi, la subsidence se poursuivant, les lacs où se déposaient les couches fluviolacustres ont été mis en communication avec la mer. Ces communications ont été tout d'abord précaires, puisque les eaux étaient saumâtres (infiltrations à travers un cordon littoral sableux, grandes marées ?) Des retours passagers à un régime d'eau douce (p. ex. Entrevernes) indiquent même qu'elles ont pu être interrompues. Cependant, dans l'ensemble, le régime marin tend à se préciser au fur et à mesure que l'on s'élève dans la série, les Ostracodes l'ont clairement montré au Charbon.

Sur le terrain, nous avons vu que le faciès à Cérithes, comme les couches fluviolacustres, se dispose bassins isolés à la différence près que les bassins devenus saumâtres occupent une plus grande surface. Il en résulte qu'une zone où le faciès à Cérithes est transgressif sur le soubassement (Crétacé, Eocène inférieur et moyen) entoure en « couronne » une zone centrale occupée par les couches fluviolacustres.

Il nous faut traiter ici un problème particulier qui est celui des charbons. D'après les auteurs, il semble que ces derniers soient associés aux couches à Cérithes, donc déposés en milieu saumâtre. La vérité doit être plus complexe. Ainsi, à Bellecombe, les 3 petits niveaux charbonneux que nous avons observés sont essentiellement interstratifiés dans les couches fluviolacustres. A Entrevernes, la couche principale fait suite aux sables verts et est limnique (intercalations de calcaires à Planorbes); nous ne pouvons pas nous prononcer sur la couche moyenne que nous n'avons pas vue; par contre, le petit niveau supérieur semble entièrement intercalé dans des marnes grises saumâtres. Au crêt des Mouches, la couche charbonneuse inférieure repose sur des marnes lacustres et est immédiatement surmontée elle-même par des calcaires saumâtres; la couche supérieure s'associe probablement à un calcaire noir plaqueté qui est intercalé dans des couches saumâtres; il est possible que ce calcaire représente une récurrence plus dessalée. A Pernant, d'après L. FEUGUEUR (1951), les couches charbonneuses sont associées à des dépôts saumâtres. Au Petit-Bornand, elles sont probablement lacustres (nous avons observé sur les haldes, l'association à des calcaires à Cyanophycées) mais superposées à un niveau saumâtre (J. J. CHAROLLAIS, 1963). En résumé, les charbons peuvent s'être déposés soit en milieu lacustre, soit en milieu saumâtre (peut-être assez peu salé).

Un cycle classiquement connu dans les bassins paraliques (p. ex. Carbonifère franco-belge) est le suivant: grès-sédiments argileux-charbon-dépôts marins. Les 3 premiers termes sont fluviatiles et lacustres; comme l'apport détritique devient très faible avec le dépôt du charbon, la subsidence l'emporte et la mer peut envahir le bassin. Il semble que cette conception bien connue peut aussi, dans une certaine mesure, s'appliquer à notre cas, mais qu'il ne s'agit pas d'un cycle puisque le phénomène ne s'est produit guère qu'une fois. Ainsi, à Entrevernes, on observe, vers la mine principale, la séquence grès-marne-calcaire et charbon avec des couches saumâtres peut-être immédiatement au-dessus. Une succession un peu comparable

s'observe au crêt des Mouches. Dans les autres cas, le charbon s'associe plutôt vers le haut des couches fluvio-lacustres, là où elles deviennent plus finement détritiques. En gros, il semble que le dépôt des charbons, par leur position générale, est précurseur des premières influences marines.

4.3. LE FACIÈS A POLYPIERS

D'après certains auteurs, le faciès à Polypiers ne se dissocie pas des couches des Diablerets. Il ne s'agit en effet que d'une accentuation de la salinité qui devient alors franchement marine bien que l'on observe toutefois des récurrences saumâtres: Entrevernes, crêt des Mouches et Pernant (d'après L. FEUGUEUR, 1951).

Comme la bordure continentale continue à s'affaïsser, les bassins saumâtres sont plus largement envahis par la mer et se transforment en golfes. Toutefois les récurrences saumâtres semblent bien indiquer que la passe communiquant avec la mer devait occasionnellement plus ou moins s'obstruer à cause du traînage des sédiments le long des côtes (formation d'une flèche, voir fig. 17).

Les calcaires à Polypiers ne ressemblent pas aux calcaires récifaux habituels; le calcaire renfermant ces organismes constructeurs présente le plus souvent une pâte micritique dont la finesse témoigne d'un milieu tranquille. Il apparaît que les Polypiers se sont développés dans les parties des golfes dont les eaux étaient claires et à l'abri des apports détritiques. Effectivement, dans la région d'Entrevernes principalement, on remarque que les calcaires à Polypiers existent surtout en bordure du bassin: dans la partie centrale, on ne rencontre que des grès (nous avons décrit un passage latéral calcaire à Polypiers-grès). Le fait que les éléments détritiques soient surtout abondants dans la partie centrale du golfe peut s'expliquer entre autres de la façon suivante: les sables transportés par les courants littoraux pénètrent dans le golfe par la passe et ne peuvent se déposer que dans sa partie profonde (voir fig. 17, bloc n° 2).

Rappelons pour terminer que, plus rarement, des bancs à Polypiers peuvent également se rencontrer dans le faciès à petites Nummulites, soit à sa base (col de la Colombière) soit au sommet (Roc de Chère).

4.4. LE FACIÈS A PETITES NUMMULITES.

Par suite de la subsidence et du recul progressif du littoral, le bassin s'ouvre largement sur la mer. L'action des vagues et des courants côtiers rend le milieu plus agité. Les dépôts sont plus régulièrement grossiers et forment alors des bancs massifs uniquement gréseux ou biodétritiques. C'est à ce moment-là que les petites Nummulites se sont développées en abondance.

Si nous envisageons ce faciès dans le détail, il apparaît que les sédiments sont souvent plus grossiers dans la partie terminale. Ainsi, à la Montagne de Veyrier,

nous avons vu que la partie inférieure du faciès à petites Nummulites est formée de grès massifs passant vers le haut à un calcaire à Mélobésiées grossièrement gréseux, parfois même conglomératique; de la glauconie authigène peut aussi s'observer dans ces bancs algaires. On peut expliquer ces faits de la façon suivante: les sables côtiers, en se déposant, ont nivelé la topographie sous-marine; si l'on ajoute que la côte s'est encore éloignée et que la profondeur s'est accrue, on constate que les courants peuvent agir avec plus de force puisqu'ils ne rencontrent plus d'obstacles. Seules quelques zones rocheuses faisaient saillies (ou même émergeaient) sur ces plateaux sous-marins à sédimentation réduite et balayés par les courants. C'est sur ces hauts-fonds agités que les Mélobésiées se développaient le plus volontiers; nous avons vu sur le terrain, lorsque les conditions étaient favorables, que l'importance des bancs à Mélobésiées allait en diminuant au fur et à mesure que l'on s'éloigne de ces hauts-fonds (voir bloc-diagramme 3, fig. 17)).

4.5. LES MARNES A FORAMINIFÈRES

Le passage des couches à petites Nummulites aux Marnes à Foraminifères peut se faire régulièrement: on remarque alors une diminution progressive de la taille des grains corrélative avec le développement de la phase argileuse. Cependant, la base des Marnes à Foraminifères, calcaire et gréseuse, renferme encore quelques Nummulites et de la glauconie en grains ou en imprégnation dans les petits silex détritiques (=faciès à grands Foraminifères arénacés). Ce dernier fait nous indique la persistance de l'action des courants. Cette action est encore plus manifeste là où on note une phase passive au point de vue sédimentation: des Marnes à Foraminifères, toujours glauconieuses à la base, peuvent reposer sur les calcaires à petites Nummulites par l'intermédiaire d'un « hard-ground » (p. ex. col de la Colombière). Avec l'approfondissement du fond marin et l'éloignement du littoral, l'action des courants se fait de moins en moins sentir; la glauconie disparaît et on passe peu à peu à une sédimentation fine.

Nous avons vu que les Marnes à Foraminifères peuvent transgresser sur le substratum crétacé: Le Lindion, les Glières, Champlaitier, Thorens, Prêle, les Plans (Aravis). Il s'agissait de hauts-fonds balayés par les courants sur lesquels les sédiments n'ont pu se déposer que plus tardivement (absence de faciès de transgression). Il semble probable que ces hauts-fonds n'ont formé des îles qu'au début de la transgression, c'est à dire pas pendant tout le dépôt du faciès à Nummulites; nous avons déjà relevé ce fait dans la partie descriptive concernant le plateau des Auges (Glières). Il faut cependant faire une exception pour le haut-fond de la partie N de la vallée des Aillons: nous avons vu que le Flysch saumâtre repose sur l'Urgonien et qu'il n'y a pas trace de dépôts marins littoraux ayant pu « s'accrocher » dans les nombreuses anfractuosités de ce soubassement. Dans ce cas, il s'agissait donc d'un relief plus accusé qui a formé une île pendant une assez longue période.

Jusque-là les successions que nous avons interprétées sédimentologiquement et paléogéographiquement étaient généralement les mêmes dans l'ensemble des chaînes subalpines savoyardes, bien que leur âge soit variable d'un point à l'autre. Il n'en va plus de même pour les faciès sus-jacents (Schistes à écailles de Poissons, Calcaires siliceux et surtout Flysch) dans lesquels nous commençons à voir des changements lithologiques qui ne sont plus uniquement dus aux variations des conditions paléogéographiques locales mais aussi à une évolution concernant l'ensemble du bassin subalpin. Nous avons décrit ailleurs (J. MARTINI, 1968*b*) cette phase de remblayage et nous y renvoyons le lecteur.

BIBLIOGRAPHIE

- ACCORDI, B. (1951). Resti di Antracoterio nell'Oligocene di Chiuppano (Vicenza). *An. Univ. Ferrara, Nlle Ser.*, vol. 1, n° 1, pp. 1-36.
- BANNER, F. T. et F. E. EAMES (1966). Recent progress in the world-wide Tertiary stratigraphical correlation. *Earth Science Rev.*, pp. 157-179.
- BARBIER, R. (1944). Découverte de Nummulitique dans la couverture du Massif du Grand-Châtelard (Rocheray) près de Saint-Jean-de-Maurienne (Savoie). *C.R.S.S.G.F.*, p. 34.
- BLONDEAU A. et R. CAMPREDON (1965). La transgression nummulitique dans les synclinaux d'Entrevaux et d'Agnère (Basses-Alpes). *C. R. Ac. Sc.*, t. 260, gr. 9, pp. 5844-5845.
- (1966). Observations sur les calcaires à Nummulites de la région d'Entrevaux (Basses-Alpes). Implications paléogéographiques. *C.R.S.S.G.F.*, p. 146.
- C. CAVELIER, L. FEUGUEUR et Ch. POMEROL (1965). Stratigraphie du Paléogène du Bassin de Paris en relation avec les bassins avoisinants. *B.S.G.F.*, VII, pp. 200-221.
- BODELLE, J. (1967). Précisions stratigraphiques sur le Nummulitique de Clumanc (Basses-Alpes). *C.R.S.S.G.F.*, pp. 125-126.
- BOMBITA, G. H. (1963). Contributii la corelaréa eocenului epicontinental în R.P. Romîna (Bucarest, 113 p.).
- BOLLI, H. M. (1966). Zonation of cretaceous to pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera. *Bol. informativo, Asociacion venezolana de geologia, mineria y petroleo*, vol. 9, n° 1, pp. 3-32.
- BOULANGER, D. et A. POIGNANT (1964). Le passage Eocène sup. — Oligocène en Aquitaine occidentale. *C.R.S.S.G.F.*, pp. 85-86.
- BOUSSAC, J. (1912). Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. *Mém. Serv. carte Geol. France*, 662 p..
- BURRI, J. P. (1965). Géologie du massif des Bornes entre Saint-Pierre de Rumilly, Orange et le Petit-Bornand (Haute-Savoie) (Travail de diplôme, Université de Genève, non publié).
- CAMPREDON, R., A. BLONDEAU et Y. LE CALVEZ (1966). Précisions sur l'âge de la série tertiaire du synclinal de Contes (Alpes-Maritimes). *C. R. Ac. Sc.*, t. 263, pp. 1040-1043.
- CAVELIER, C. (1964). L'Oligocène inférieur du Bassin de Paris. *Mém. B.R.G.M.*, n° 28, t. 1, pp. 65-73.
- CHAROLLAIS, J. J. (1963). Recherches stratigraphiques dans l'Est du Massif des Bornes (Haute-Savoie). *Arch. Sc. Phys. Hist. Nat. Genève*, vol. 15, fasc. 4, pp. 631-732.
- et LIERMIER (1967). Sur la découverte d'une fenêtre dans le massif des Bornes (Haute-Savoie, France). *Ibid.*, vol. 2, p. 107.
- et F. WELLHAUSER (1962). Contribution à l'étude des Marnes à Foraminifères des chaînes subalpines (Haute-Savoie, France). *Ver Schweiz. Petrole. Geol. Ing.*, vol. 29, n° 76, pp. 21-28.
- CHAUVEAU J. C. et M. LEMOINE (1961). Contribution à l'étude géologique du synclinal tertiaire de Barrême (moitié Nord). *Bull. serv. carte Géol. France*, t. 58, n° 264, pp. 147-178.
- CITA, M. B. (1965). Jurassic, cretaceous ant tertiary microfacies from the southern Alps (Northern Italy). *Leiden*, 99 p., 117 pl.

- CITA, M. B. et H. M. BOLLI (1966). Biostratigrafia della serie paleocenico — eocenica di Possagno, Treviso (Nota preliminare). *Bol. Soc. Geol. Ital.*, 85, pp. 231-239.
- et G. PICCOLI (1964). Les stratotypes du paléogène d'Italie. *Mém. B.R.G.M.*, n° 28, pp. 653-684.
- et C. SCIPOLO (1961). *Chapmania gassinensis* dans l'Oligocène du Monte Baldo (Italie). *Rev. Micropal.*, vol. 4, fasc. 3, pp. 121-134.
- CONRAD, M. (1963). Levées géologiques dans la région de Champlaitier (Massif des Bornes, Haute-Savoie) (Travail de diplôme, Univ. de Genève, non publié).
- DEVANT, Ch. (1944). La mine d'Entrevernes (conférence faite à l'Académie Florimontane, Annecy, p. 8).
- DOUXAMI, H. (1896). Etude sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale. *Ann. Univ. Lyon, sér. I*, fasc. 27, 316 p.
- et M. LUGEON (1896). Le Nummulitique des Bauges. *Bull. Serv. carte Géol. France*, t. 8, pp. 154-159.
- et J. REVIL (1898). Note sur les terrains tertiaires du Plateau des Déserts près de Chambéry (Savoie). *Bull. Serv. carte. Géol. France*, 10, pp. 309-329.
- DUBOIS, R. (1962). Le Nummulitique du Dévoluy (Hautes-Alpes). Relations avec les régions voisines. *B.S.G.F.* (7), IV, pp. 612-619.
- DURAND DELGA, M., M. LEIKINE et J. MAGNE (1964). Au sujet du Nummulitique lié à la zone paléozoïque du Rif interne (Maroc). *C. R. Ac. Sc.*, t. 259, pp. 1167-1170.
- EAMES, F. E., F. T. BANNER, W. H. BLOW et W. J. CLARKE (1962). Fundamentals of mid-tertiary stratigraphical correlation. *Cambridge*, 163 p.
- ECKERT, H. R. (1963). Die obereozänen Globigerinen Schiefer (Stad- und Schimbergschiefer) zwischen Pilatus und Schratzenfluh. *Eclogae Geol. Helv.*, vol. 56, pp. 1001-1072.
- ESPITALIE, J. et J. SIGAL (1961). Microstratigraphie des « Marnes bleues » des bassins tertiaires des Alpes méridionales. Le genre *Caucasina* (Foraminifère). *Rev. Micropal.*, vol. 3, n° 4, pp. 201-206.
- FALLOT, P. et L. DONCIEUX (1936). Nuevas observaciones sobre el Flysch del Rif español. *Bull. inst. Geol. y Min. España*, t. 54, pp. 1-165.
- FAVRE, A. (1867). Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse, voisines du Mont-Blanc (Paris, 3 vol., 1487 p.).
- FEUGUEUR, L. (1951). Le Nummulitique de la Nappe de Morcles entre Arve et Suisse. *B.S.G.F.* (6), I, pp. 671-692.
- et P. MARIE (1952). Observations sur les niveaux de sables glauconieux à faciès albien au sud du Lac d'Annecy (Haute-Savoie). *C.R.S.S.G.F.*, pp. 355-357.
- FREYTET, P. et J. C. PLAZIAT (1965). Importance des constructions algaires dues à des Cyanophycées dans les formations continentales du Crétacé supérieur et de l'Eocène du Languedoc. *B.S.G.F.* (7), VII, pp. 679-694.
- GABRIELJAN, A. A. (1964). Les Nummulites du Paléogène d'Arménie et la limite Eocène moyen — Eocène supérieur. *Mém. B.R.G.M.*, n° 28, pp. 797-804.
- GIDON, P. (1958). Observations géologiques nouvelles dans le synclinal des Déserts et le synclinal des Aillons. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, n° 257, t. 56, pp. 165-166.
- HAGN, H. (1968). Das Alttertiär der Bayerischen Alpen und ihre Vorlandes. *Mitt. Bayer. Staats-samml. Paläont. hist. Geol.*, 7, pp. 245-320.
- HAUG, E. (1895). Etudes sur la tectonique des hautes chaînes de la Savoie. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, VII, pp. 207-298.
- (1902). Sur l'âge des couches à *Nummulites contortus* et *Cerithium diaboli*. *B.S.G.F.* (4), II, pp. 483-498.
- HEBERT, E. et E. RENEVIER (1854). Description des fossiles du terrain nummulitique supérieur des environs de Gap, des Diablerets et de quelques localités de Savoie. *Bull. Soc. Statistique Isère*, (2), III, 88 p.
- HERB, R. (1962). Geologie von Amden, mit besonderer Berücksichtigung der Flyschbildungen. *Beitr. Geol. Karte Schweiz*, NF 114, 130 p.
- (1965). Das Tertiär der helvetischen Decken der Ostschweiz. *Ver. Schweiz Petrole-Geol-Ing.*, vol. 31, pp. 135-151.

- V. HILLEBRANDT, A. (1962). Das Alttertiär im Becken von Reichenhall und Salzburg (Nördliche Kalkalpen). *Zeitsch. deutsch. Geol. Ges.*, 113, 2, pp. 339-358.
- HOLLANDE, D. (1892). Contact du Jura méridional et de la zone subalpine aux environs de Chambéry. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, n° 29, p. 261-287.
- (1895). Etude stratigraphique des terrains tertiaires oligocènes de la Vallée des Déserts. *Ibid.*, n° 41, pp. 289-306.
- KERCKHOVE, C. et P. ANTOINE (1964). Sur l'existence de failles de décrochement dans le Massif des Bauges (zone subalpine, Savoie). *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, t. 40, pp. 81-89.
- KLIUSHNIKOV, M. N. (1964). L'Eocène supérieur d'Ukraine et le problème du Lattorfien. *Mém. B.R.G.M.*, n° 28, pp. 777-788.
- KOROBKOV, A. (1964). Contribution à l'étude de la limite entre l'Eocène et l'Oligocène (Résumé). *Ibid.*, p. 911-913.
- KRUTZSCH, W. et D. LOTTSCHE (1964). Proposition à l'appui d'une tentative en vue de subdiviser les dépôts de l'Eocène supérieur et ceux de l'Oligocène inférieur et moyen et de mettre en parallèle ces dépôts d'Europe occidentale entre eux et avec ceux d'Europe centrale et étude de la position à assigner à la limite entre l'Eocène et l'Oligocène de ces régions. *Ibid.*, pp. 949-963.
- LAVOCAT, R. (1964). Sur l'importance stratigraphique des rongeurs dans le Paléogène. *Ibid.*, pp. 977-978.
- LOMBARD, Aug. (1963). Stratonomie des séries du Flysch. *Eclogae Géol. Helv.*, vol. 56, pp. 481-511.
- LUGEON, M. (1900). Les dislocations des Bauges (Savoie). *Bull. Serv. Carte Géol. France*, n° 77, 112 p.
- MAILLARD, G. (1889). Note sur la géologie des environs d'Annecy, La Roche, Bonneville et la région comprise entre le Buet et Sallanche (Haute-Savoie). *Ibid.*, t. 1, n° 6, pp. 1-63.
- (1891). Note sur les diverses régions de la feuille d'Annecy: Alpe de Sixt, de Samoëns et vallée de l'Arve. *Ibid.*, n° 22, pp. 3-45.
- MARIN, A., M. BLUMENTHAL et P. FALLOT (1930). Observations géologiques sur le NW du Rif marocain. *B.S.G.F.*, t. 30, pp. 659-735.
- MARTINI, J. (1962). Note sur le Tertiaire des environs de Mornex (Haute-Savoie). *Arch. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, vol. 15, fasc. 3, pp. 619-626.
- (1963). Etude de la répartition des Nummulites priaboniennes et oligocènes dans les massifs des Bornes et des Bauges (Haute-Savoie). *Ibid.*, pp. 509-532.
- (1968 a). Etude de l'Eocène inférieur et moyen des chaînes subalpines savoyardes. *Ibid.*, vol. 21, fasc. 1, pp. 37-72.
- (1968 b). Note sur la migration du géosynclinal subalpin savoyard à la fin de l'Eocène et au début de l'Oligocène. *Ibid.*, vol. 3, fasc. 2, pp. 79-89.
- MENNESSIER, G. (1965). Sur la présence du Nummulitique dans la région de Roselend (Savoie). *C.R.S.S.G.F.*, pp. 133-134.
- MORET, L. (1925). Enquête critique sur les ressources minérales de la province de Savoie. Grenoble, 201 p.
- (1926). Monographie géologique du Roc de Chère (Lac d'Annecy). *Bull. Serv. Carte Géol. France*, n° 159, pp. 151-178.
- (1934). Géologie du Massif des Bornes et des Klippes préalpines des Annes et de Sulens (Haute-Savoie). *Mém. Soc. Géol. France, N¹¹e série*, t. 10, fasc. 1-2, pp. 1-162.
- (1936). Découverte de restes de Mammifères *Aceratherium Filholi* (Osborn), *Anthracotherium sp.*, dans les sables oligocènes des Déserts près de Chambéry (Savoie). *C.R.S.S.G.F.*, n° 14, pp. 242-244.
- DE MORTILLET, G. (1858). Géologie et Minéralogie de la Savoie. *Ann. Chambre roy. Agriculture et Commerce Savoie*, IV, 382 p.
- NEMKOV, G. I. (1964). Distribution des assises éocènes de l'URSS d'après les Nummulitidés. *Mém. B.R.G.M.*, n° 28, pp. 761-765.
- OZANSOY, F. (1964). Le niveau du Sannoisien et sa faune mammalienne de la Thrace. *Ibid.*, pp. 991-999.
- PAREJAS, Ed. (1938). Essai sur la géographie ancienne de la région de Genève. *Rev. Fac. Sc. Univ. Istanbul*, t. 3, fasc. 2, pp. 1-50.

- PERRIER, R. (1960). Monts Margéraz et Colombier, Vallées du Noyer et des Aillons. *Trav. Lab. Géol. Grenoble*, t. 36, pp. 59-74.
- PICCOLI, G. et L. G. MOCELLIN (1962). Studi sulla macrofauna priaboniana di Priabona (Prealpi veneche). *Mem. Inst. Geol. Min. Univ. Padova*, 23, 120 p.
- RAT, P. (1965). La succession stratigraphique des Mammifères dans l'Eocène du Bassin de Paris. *B.S.G.F.* (7), VII, pp. 248-256.
- REVIL, J. (1911). Géologie des chaînes jurassiennes et subalpines de Savoie. *Mém. Ac. de Savoie*, 5^e série, t. 1 et 2, 924 p.
- REY, R. (1964). Essai de corrélations entre les différents bassins de l'Oligocène. *Mém. B.R.G.M.*, n° 28, pp. 917-920.
- (1967). Les Gastéropodes continentaux situent les différentes formations de la « zone alpine externe » de J. BOUSSAC par rapport à l'Oligocène nord-européen. *C. R. Ac. Sc.*, t. 265, pp. 781-783.
- RICHARD, M. (1946). Contribution à l'étude du Bassin d'Aquitaine. Les gisements de Mammifères tertiaires. *Mém. S.G.F.*, n° 52, N^{11e} série, 380 p.
- RIGASSI, D. (1957). Faune sannoisienne du pont de Naves. *Arch. Soc. Phys. Hist. nat. Genève*, vol. 10, fasc. 2, pp. 171-184.
- ROVEDA, V. (1961). Contributo allo studio di alcuni macroforaminiferi di Priabona. *Riv. Ital. Paleont.*, vol. 67, n° 2, pp. 153-224.
- SOURDILLON, O. (1960). Etude micropaléontologique du Tertiaire du forage de Frouas (Landes). *Rev. Micropal.*, vol. 3, n° 2, pp. 81-94.
- STEHLIN, H. G. (1909). Remarques sur les faunules de Mammifères des couches éocènes et oligocènes du Bassin de Paris. *B.S.G.F.* (4), XVIII, pp. 488-520.
- et S. SCHAUB (1951). Die Trigonodontie der simplicidentaten Nager. *Schweiz. Pal. Abh.*, vol. 67, 385 p.
- STURANI, C. (1965). Présence de Palaeotherium et de Pulmonés dans l'Eocène continental du Lauzanier (Couverture sédimentaire de l'Argentera, B-A). *Trav. Lab. Géol. Fasc. Sci. Grenoble*, 41, pp. 229-246.
- TEDESCHI, D. et V. COCCOCETTA (1961). Stratigrafia della serie di Costa-Merlassino. *Bull. Soc. Geol. Ital.*, vol. 80, pp. 139-145.
- THALER, L. (1964). Sur l'utilisation des Mammifères dans la zonation du Paléogène de France. *Mém. B.R.G.M.*, 28, pp. 985-989.
- (1966). Les rongeurs fossiles du Bas-Languedoc dans leurs rapports avec l'histoire des faunes et la stratigraphie du Tertiaire d'Europe. *Mém. Muséum National Hist. Nat.*, N^{11e} série, t. 17, 295 p.
- TOURNOUER, R. (1877). Sur la faune tongrienne des Déserts, près de Chambéry. *B.S.G.F.*, (3), t. 5, pp. 333-337.
- UNGARO, S. et A. BOSELLINI, (1965). Studio micropaleontologico e stratigrafico sul limite Eocène — Oligocene nei colli Berici occidentali. *Ann. Univ. Ferrara*, vol. 3, n° 9, pp. 157-183.
- VERVLOET, C. C. (1966). Stratigraphical and micropaleontological data on the Tertiary of southern Piemont (Northern Italy). Utrecht, 88 p.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	197
2. DESCRIPTION DES AFFLEUREMENTS	198
2.1. Région des Déserts	198
2.2. Vallée du Noyer et Semnoz	205
2.3. Vallée des Aillons	209
2.4. Synclinal d'Entrevernes	213
2.5. Montagne du Charbon	226
2.6. Synclinal de Bellevaux	232
2.7. Roc de Chère	233
2.8. Montagne de Veyrier	238
2.9. Bordure du plateau molassique entre le Fier et le Borne	244
2.10. Crêt des Mouches	246
2.11. Synclinal du Lindion	247
2.12. Gorge d'Ablon	249
2.13. Plateau de Champlaitier	250
2.14. Plateau des Glières	253
2.15. Territoire compris entre l'Arve, le Borne et la chaîne des Vergys	259
3. STRATIGRAPHIE	261
3.1. Les couches fluvio-lacustres	261
3.2. Le faciès à Cérithes	261
3.3. Le faciès à Polypiers	262
3.4. Le faciès à petites Nummulites	262
3.5. Les Marnes à Foraminifères et les Schistes à écailles de Poissons	264
4. PALÉOGÉOGRAPHIE ET SÉDIMENTOLOGIE	266
4.1. Les couches fluvio-lacustres	266
4.1. Le faciès à Cérithes	269
4.3. Le faciès à Polypiers	271
4.4. Le faciès à petites Nummulites	271
4.5. Les Marnes à Foraminifères	272