Etudes préliminaires sur les microfaunes et les carbonates des « marnes bleues » du synclinal d'Annot (Basses-Alpes)

par Liliane Besson, Françoise Grosso, Jean-Louis Pairis, Jean-Pierre Uselle

SOMMAIRE. — Les auteurs ont fait l'étude des microfaunes et des carbonates de plusieurs coupes situées au Nord et à l'Est d'Annot; ils montrent qu'il existait dans cette région, au moment du dépôt des « marnes bleues » tertiaires, deux aires de sédimentation, l'une à dépôts relativement minces à l'Ouest du Coulomp, l'autre à dépôts épais à l'Est; le bassin dans son ensemble présente d'autre part des conditions de dépôt plus littorales au Sud qu'au Nord.

ABSTRACT. — The authors have studied the microfauna and the carbonates-rocks from several sections in the tertiary marls of the Annot region (French southern Alps). The investigations show that there where two areas of sedimentation in this region at the time the blue marls were deposited with thin beds in the West and thick beds in the East. Both of them show more littoral tendencies in the southern part than in the northern part.

Après le travail de J. Boussac [5] sur le Nummulitique alpin, des études systématiques ont été entreprises sur le Tertiaire des Basses-Alpes par les auteurs modernes; une première description des microfaunes renfermées dans ces niveaux a pu ainsi être donnée dès 1952 [8], et établie, dès 1961, après de nombreux Diplômes d'Etudes Supérieures effectués dans ce secteur par les élèves de l'Institut Français du Pétrole, une première microstratigraphie des « marnes bleues » (J. Espitalier et J. Sigal [7]). Plus récemment, les Colloques sur l'Eocène, de Paris (1968) et de Budapest (1969), ont apporté de nouvelles précisions micropaléontologiques et sédimentologiques sur les sédiments tertiaires de cette région.

Nous avons pour notre part commencé l'étude systématique de coupes effectuées dans l'assise des « marnes bleues » des Basses-Alpes; nous décrirons ci-dessous trois coupes implantées dans le synclinal d'Annot, nous intéressant aux teneurs en carbonate de calcium des sédiments et aux petits Foraminifères benthiques et pélagiques qu'ils renferment.

Situation du secteur étudié.

Le synclinal tertiaire d'Annot, bien individualisé à l'Ouest du Dôme de Barrot, se place, dans le domaine externe des Alpes, à l'intérieur de la virgation de l'arc de Castellane (fig. 1); il est tronçonné dans sa partie sud-orientale par un grand décrochement appartenant au faisceau de fractures du Var (fig. 2).

Le synclinal est limité, au Sud par les crêtes du Bois de la Colle et du Bois de la Fubio, au SW par celle des Traverses, par les vallées de la Vaïre à l'Ouest et du Var à l'ESE; au NE sa limite court selon une ligne reliant le sommet du Ruch (point culminant du secteur) à Castellet-les-Sausses.

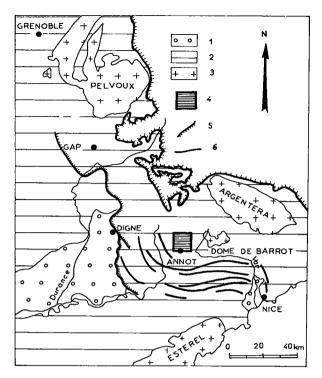


Fig. 1. — Position géographique du secteur étudié.

1, Bassins molassiques; 2, Zone subalpine; 3, Socle hercynien; 4, Secteur étudié; 5, Plans de chevauchement; 6, Axes anticlinaux.

Le Tertiaire est représenté ici par la classique « trilogie » de calcaires, de marnes et de grès, habituelle pour les couches marines de cet âge dans le domaine externe.

Les calcaires nummulitiques sont transgressifs, au NW de la structure, sur la « Formation d'Argens », ensemble conglomératique que l'on trouve aux Grottes de Méailles et surtout au Nord du Ruch; partout ailleurs, la transgression s'effectue directement sur le Crétacé supérieur érodé, d'âge santonien au Nord du parallèle de Braux, sénonien moyen indifférencié aux Scaffarels, campanien à Braux même (El Kholy in Pereira, 1969 [11]). Ils admettent d'autre part à leur base des passées conglomératiques (remaniant des faunes tertiaires), bien développées au Nord (Grottes de Méailles, le Ruch, Argenton) où elles atteignent plusieurs mètres d'épaisseur; au Sud, ces niveaux détritiques sont, soit représentés par de simples passées de galets de Crétacé supérieur très épars dans la base des calcaires

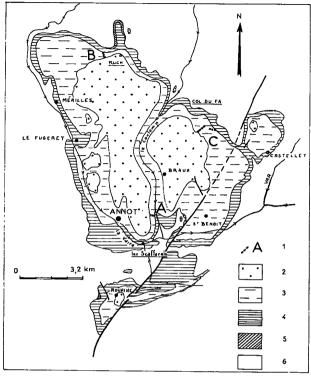


Fig. 2. — Carte géologique schématique du secteur étudié, et position des coupes.

1: A, Coupe des Scaffarels; B, Coupe du Ruch; C, Coupe du Fa; 2, Grès d'Annot; 3, Marnes bleues; 4, Calcaire nummulitique; 5, Formation d'Argens; 6, Crétacé supérieur.

(Braux), soit absents (rive gauche de la Vaïre en aval des Scaffarels).

Les calcaires de base — dont l'épaisseur est de l'ordre de 20 à 30 m — sont surmontés par des calcaires argileux très riches en macrofaune et en grands Foraminifères (« calcaires intermédiaires » des auteurs), d'épaisseur très variable, surmontés à leur tour par l'assise des « marnes bleues ».

Enfin la série est couronnée par le « grès d'Annot » dont les affleurements se répartissent en deux masses distinctes de part et d'autre du tronçon N-S de la vallée du Coulomp qui traverse la structure dans sa partie médiane.

Trois coupes ont été étudiées (fig. 2):

1. La coupe des Scaffarels, implantée à 1,5 km environ à l'Est d'Annot; cette coupe, déjà bien

connue par ailleurs [3, 4, 8] nous servira de référence.

- 2. La coupe du Ruch, implantée à l'extrémité nord du synclinal, à environ 1 km à l'WNW du point culminant du secteur.
- 3. La coupe du Fa (réalisée en deux tronçons pour pallier les mauvaises conditions d'affleurements) implantée sur le revers sud-occidental de la Culasse, sommet situé à 3 km environ au NW de Castellet-les-Sausses.

Pour chacune des coupes, les prélèvements en vue des études micropaléontologiques ont été effectués de *façon continue*: chaque échantillon correspond à une épaisseur de 2,50 m de marnes, mesurée le plus exactement possible, et renferme tous les niveaux que l'on est susceptible de rencontrer sur cette épaisseur.

L'étude des carbonates a été effectuée sur des échantillons prélevés ponctuellement tous les 0,50 m; la teneur en CO₃Ca a été déterminée par la méthode du calcimètre Bernard [lecture rapide après attaque par HCl concentré d'une poudre obtenue après broyage (et de granulométrie uniforme pour tous les échantillons)]; des contrôles ont été effectués par la méthode pondérale d'une part, et d'autre part par la méthode du dosage du CO₂ après calcination de l'échantillon à 1000°.

1. La coupe des Scaffarels (fig. 3).

Située en rive droite du Coulomp, elle débute dans le talus de la route du pont du Gai aux Scaffarels, à la cote 690, et se termine sous les grès à la cote 860; la direction des couches varie de N 15° - N 20° pour la base avec des pendages de 10°-15° à N 170° - N 150°E avec des pendages de 15°-25° vers le SW pour les marnes proprement dites; elle intéresse une série calcaréoargileuse et marneuse de 265 m au total.

A partir du toit des calcaires nummulitiques, on trouve successivement, de bas en haut :

— 15 m environ de calcaires argileux (à faciès « calcaires intermédiaires »), renfermant des niveaux lumachelliques dans lesquels pullulent les Discocyclines; ces niveaux sont par ailleurs riches en Nummulites et Operculines, ainsi qu'en fins éléments détritiques. Couronnant ce niveau, apparaissent deux bancs calcaires (0,50 m et 0,10 m séparés de 0,50 m de calcaires argileux), très riches en Nummulites et Milioles;

- 120 m de calcaires argileux qui apparaissent sous un faciès de marnes légèrement indurées; cette série monotone n'est affectée que de quelques passées un peu plus carbonatées (à 10 m, 15 m, et surtout 35 m au-dessus de sa base où s'individualisent quelques bancs nettement plus calcaires pouvant atteindre 6 cm d'épaisseur, à nombreux débris charbonneux).

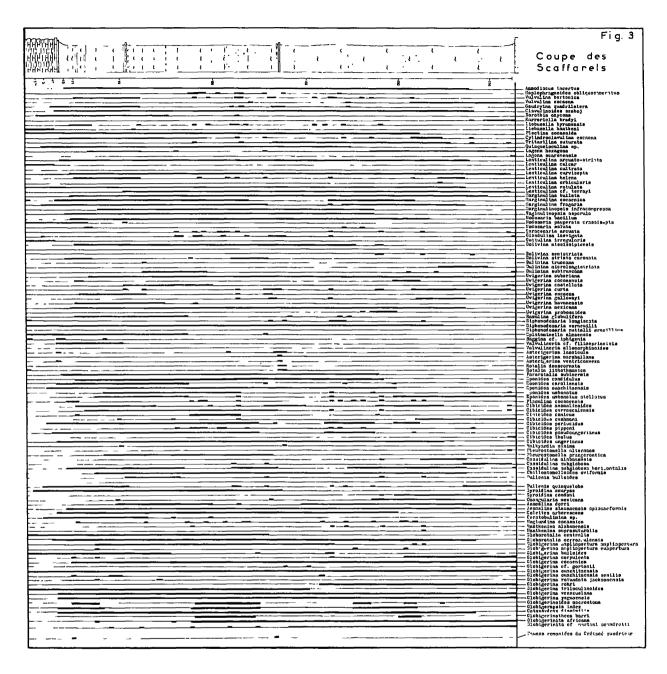
Ces calcaires argileux sont le plus souvent sableux et renferment même, sous les premières passées indurées et dans leur partie terminale, des faunes remaniées du Crétacé supérieur; la région subit donc, à cette époque et dans ce secteur, des apports détritiques très nets;

- 0,20 m de calcaire à patite jaune constituant un banc dur qui présente des galets mous, plus argileux, gris bleuâtre, et dans lequel pullulent les Nummulites; ce niveau est annoncé, dans les 0,50 m sous-jacents, par des miches plus ou moins alignées dans des calcaires argileux légèrement sableux; il s'agit là d'un niveau de remaniement;
- 135 m de marnes franches (teneurs en CO₃Ca de l'ordre de 50 % ¹) qui constituent tout le reste de la coupe, aucun niveau nettement argileux n'apparaissant ici; ces marnes ne présentent qu'occasionnellement des passées sableuses, sauf dans les 15 m terminaux qui se chargent de gros grains de quartz annonçant le passage aux grès;
- les grès couronnant la série débutent par quelques bancs décimétriques intercalés de marnes ; ils passent rapidement aux puissantes assises de la Chambre du Roi.

Les microfaunes de petits Foraminifères benthiques et planctoniques permettent de reconnaître plusieurs niveaux dans ces assises :

A) 15 m, à la base, formant l'essentiel des « calcaires intermédiaires » montrent des formes très ornées (Lenticulina, Rotalia de grande taille), à côté des grands Foraminifères qui ont permis de

¹ Les teneurs en CO₃Ca sont empruntées pour la coupe des Scaffarels à J. BODELLE et al., 1969 [3].



rattacher ce niveau à la zone B du Priabonien sensu lato [1, 3, et Recommandation du Colloque sur l'Eocène de 1968]. On y reconnaît:

Lenticulina calcar; Nodosaria pauperata crassisepta; Guttulina irregularis; Baggina cf. iphigenia; Epistominella almaensis.

Dans ces assises, des planctoniques sont déjà présents (Globigerina triloculinoides 1, Globorotalia centralis); le Globorotalia cerroazulensis

¹ Pour G. triloculinoides, lire G. galavisi.

apparaît déjà dans sa partie sommitale (12,50 m au-dessus de la base).

B) 215 m de calcaires argileux et de marnes, qui s'avèrent, dès leur base, riches d'une microfaune abondante et variée; la plupart des espèces constituent un fond continu que l'on rencontre pratiquement tout au long de ces couches:

```
Vulvulina bortonica;
Clavulinoides szaboj;
Liebusella byramensis:
Plectina eocaenica;
Lenticulina curvisepta:
Lenticulina rotulata;
Lenticulina cf. terravi;
Marginulina bullata;
Marginulina eocaenica:
Marginulina fragaria;
Marginulinopsis infracompressa;
Vaginulinopsis asperula;
Bolivina mississipiensis;
Uvigerina mexicana:
Siphonodosaria verneuilli;
Siphonodosaria longiscata:
Eponides ouachitaensis;
Eponides umbonatus;
Eponides umbonus stellatus;
Planulina cocoaensis:
Cibicides carrascalensis:
Cibicides perlucidus;
Cibicides pippeni:
Cibicides pseudoungerianus;
Cibicides ungerianus;
Cassidulina subglobosa horizontalis;
Chillostomelloides oviformis;
Anomalina alazanensis spissaeformis;
Coleites arborescens.
```

Les espèces planctoniques se développent très nettement dès la base de ce niveau :

```
Globigerina bulloides;
Globigerina eocenica;
Globigerina ouachitaensis;
Globigerina venezuelana;
Globigerina yeguaensis;
Catapsydrax dissimilis;
Globorotalia centralis;
Globorotalia cerroazulensis.
```

On note d'autre part des apparitions sporadiques de : Halkyardia minima;
Pullenia bulloides;
Pullenia quinqueloba;
Hoglundina eocaenica;
Hantkenina alabamensis;
Globigerina ouachitaensis senilis;
Globigerina rotundata jacksonensis;
Globigerinoides macrostoma;
Globigerapsis index.

Les planctoniques Globigerinoides macrostoma et Globigerapsis index, qui font partie du fond continu, subissent des éclipses extrêmement bien marquées de part et d'autre et au niveau des épisodes calcaires que présente la série (bancs à 35 m et à 120 m de la base de l'assise).

Dans cette assise on reconnaît néanmoins :

a) une partie basale, de 70 m environ, assez nettement caractérisée par :

Dorothia oxycona;
Bolivina striato-carinata;
Epistominella almaensis;
Baggina cf. iphigenia;
Valvulineria cf. filiaeprincipis;
Asterigerina lancicula;
Pararotalia subinermis;
Eponides candidulus;
Eponides caroliensis;
Cibicides conicus;
Gyroidina mauryae;
Ceratobulimina sp.

b) une partie sommitale de 60 m environ, assez nette elle aussi, avec :

Vulvulina eocaena; Tritaxilina suturata: Lenticulina orbicularis; Bolivina semistriata; Bulimina microlongistriata; Uvigerina gallowayi: Uvigerina proboscidea; Cibicides cushmani: Cassidulina alabamensis; Gyroidina condoni: Osangularia mexicana; Hantkenina suprasuturalis; Globigerina rohri: Globigerinatheca barri; Globigerinita africana; Globigerinita cf. martini scandretti. Ces deux parties sont séparées par une zone médiane (85 m environ), renfermant le niveau de remaniement, et qui montre le remplacement progressif des espèces basales par les formes sommitales.

Il faut noter que Globigerinatheca barri apparaît à la base de ce niveau de transition et subit la même éclipse que G. macrostoma et G. index de part et d'autre et pendant l'épisode de remaniement.

Ce niveau de remaniement est marqué quant à lui, et pour ce qui est des marnes encadrant immédiatement le banc calcaire, par la présence de Foraminifères de grande taille :

> Asterigerina lancicula (qui se termine ici); Asterigerina marshallana; Asterigerina ventriconvexa; Rotalia denseornata; Rotalia lithothamnica.

c) 30 m de marnes terminales, sableuses dans leur partie haute, dans lesquelles se retrouvent bon nombre d'espèces héritées des niveaux sousjacents mais qui montrent en outre :

Karreriella bradyi; Cibicides tholus; Pleurostomella alternans; Cassidulina subglobosa.

La partie basale de ce niveau renferme encore G. cerroazulensis : cette forme disparaît d'ailleurs assez rapidement, en même temps que G. barri, n'atteignant donc pas la base des grès.

Les marnes tout à fait sommitales sont très riches en planctoniques parmi lesquels se signalent G. africana et G. cf martini scandretti.

2. La coupe du Ruch (fig. 4).

Elle débute à la cote 1 805, sur la rive gauche d'un affluent du torrent des Clots des Monts (X = 946 640, Y = 203 300), et se termine, sous les grès, à la cote 1 935; la direction des couches varie, de N 160° E à la base, à N 130° E à partir du tiers inférieur, valeur qui est conservée jusqu'au sommet de la coupe; les pendages sont constants, 25° vers le SW, de la base au sommet. Elle intéresse une série calcaréo-argileuse marneuse et argileuse de 225 m d'épaisseur au total.

On trouve successivement:

- 30 m environ de calcaires argileux (faciès « calcaires intermédiaires »), finement sableux, riches en faune (Gastéropodes, Lamellibranches, Nummulites, Operculines et surtout Discocyclines qui constituent des niveaux franchement lumachelliques);
- 5 m de marnes tendres dont les teneurs en carbonates sont de l'ordre de 50-55 %;
- 180 m de marnes dont les teneurs oscillent entre 55 % et 65 % et qui montrent, à 60 m au-dessus de leur base, un niveau de 1 m d'épaisseur renfermant six bancs durs, calcaréo-argileux (teneurs de 70 % à 80 % en CO₃Ca), d'épaisseur maximale 0,10 m; ces bancs sont annoncés par quelques petites passées calcaréo-argileuses réparties dans les 15 m de marnes sous-jacentes.

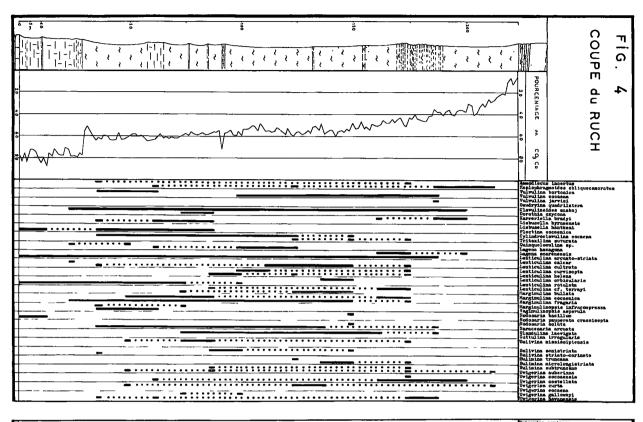
Les niveaux indurés sont rares immédiatement au-dessus : on n'en trouve en fait que deux : le premier à 105 m, l'autre, riche en débris ligniteux, à 125 m au-dessus de la base de l'assise.

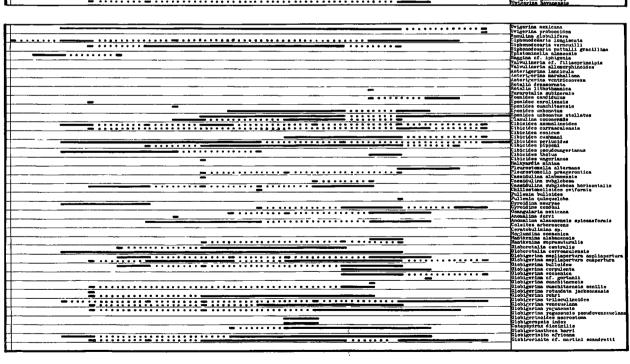
A partir d'une cote située à 140 m audessus de la base, et sur 20 m d'épaisseur, on voit apparaître, dans la paroi verticale du fond de l'entonnoir de réception du torrent, un litage net dans les marnes, qui fait ressortir des passées plus indurées de 0,50 m d'épaisseur; ces dernières présentent cependant des teneurs en carbonates qui n'excèdent pas 55 %. Le litage s'efface au-dessus, dans la partie terminale des marnes, en même temps que baissent, progressivement, les teneurs en carbonate.

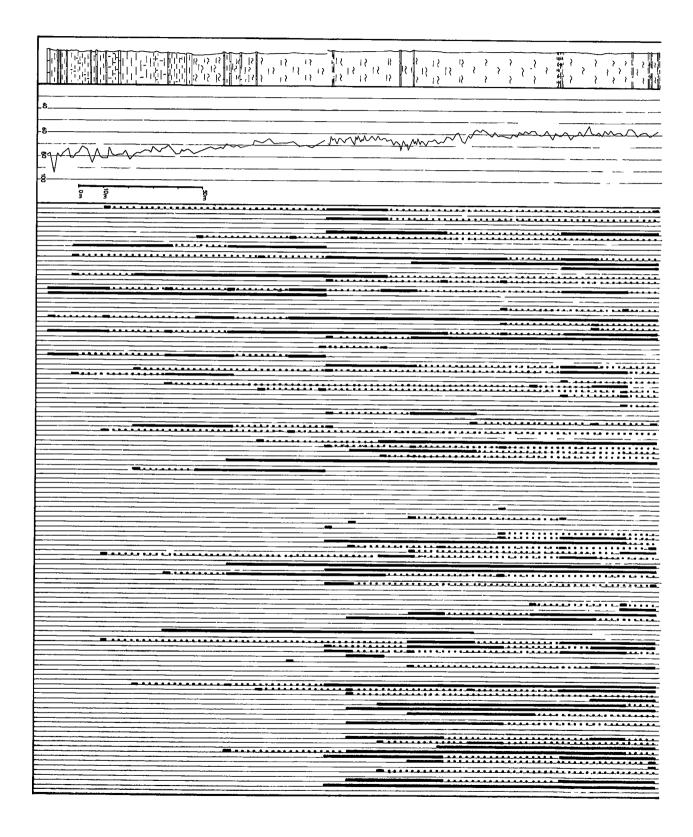
Les teneurs en CO₃Ca restent, dans cette assise, relativement constantes sur 115 m d'épaisseur environ (entre 55 % et 65 %); la courbe moyenne s'infléchit au-dessus et rapproche progressivement les marnes des argiles.

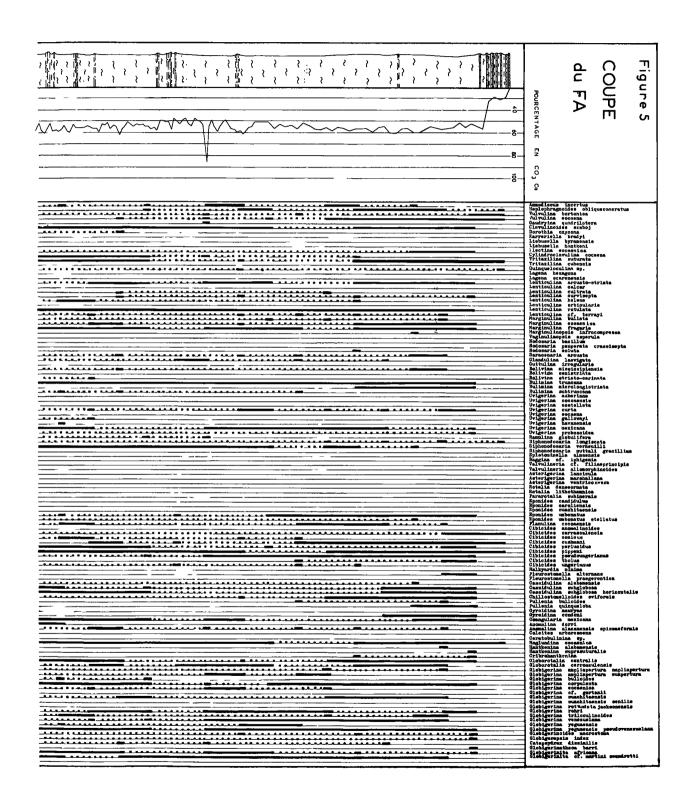
Ces marnes présentent de rares niveaux sableux, localisés dans leur moitié supérieure : entre 110 et 115 m au-dessus de leur base, entre 125 et 130 m, immédiatement au-dessus de la passée à débris ligriteux, et entre 140 et 145 m, à la base de la partie litée ;

— 10 m d'argiles calcaires sableuses; dans les 3,50 m terminaux s'individualisent de petites passées de grès en plaquettes minces (1 cm), très micacées, annonçant le passage aux grès.









La courbe des teneurs en carbonate s'infléchit très rapidement ici jusqu'à atteindre des valeurs inférieures à 10 % immédiatement sous les grès;

— les grès qui viennent au-dessus s'organisent en passées décimétriques, rythmiques, intercalées de minces niveaux marneux, sur 5 m d'épaisseur environ; la série est couronnée par un gros banc gréseux épais de 6 m, qui biseaute rapidement vers l'Est les niveaux gréseux sous-jacents pour arriver sous le Ruch même, pratiquement au contact des marnes.

On retrouve dans la coupe du Ruch les mêmes associations de microfaunes que dans la coupe des Scaffarels. On distingue ainsi :

- A) 20 m basaux représentant le niveau inférieur.
- B) un ensemble marneux de 115 m d'épaisseur environ dans lequel vont se développer les planctoniques (*G.africana*, puis *G.yeguaensis* et *G.cerroazulensis*). Le fond continu est homologue de celui des Scaffarels :
- a) les 40 premièrs mètres de cette assise renferment l'essentiel des microfaunes présentes dans le niveau inférieur des Scaffarels;
- b) le niveau de transition se retrouve ici sur 35 m environ;
- c) les 40 m terminaux constituent le niveau supérieur.
- C) les 90 m terminaux, qui débutent au moment où la courbe des teneurs en CO₃Ca commence à s'infléchir nettement pour se rapprocher des termes plus argileux, montrent des faunes homologues de celles renfermées dans le niveau terminal des Scaffarels.

Les Foraminifères foisonnent dans la première moitié de ce niveau pour se raréfier dans la partie terminale, les espèces disparaissant une à une sans être remplacées, de telle façon que n'arrivent au contact des grès que des Eponides et des Cibicides.

On assiste donc ici à un envasement très progressif du bassin, prélude aux arrivées très détritiques qui constitueront les grès.

3. La coupe du Fa (fig. 5).

La partie inférieure de la coupe débute à 400 m au SW du sommet de la Culasse, sur le revers de la barre nummulitique, à la cote 990, et monte jusque sous le replat d'altitude 1 035. La direction et le pendage de ces couches sont remarquablement constants (N 155° E et 35° vers le SW).

La partie supérieure de la coupe débute à 500 mètres au SE de la ferme du Fa et monte sans interruption aucune jusqu'au contact des grès qui constituent le mamelon coté 1 394. Direction et pendages sont ici aussi très constants, de la base au sommet (N 140° E et 35° vers le SW).

L'épaisseur totale de la coupe relevée atteint 455 m.

On trouve ainsi successivement, de bas en haut :

- 55 m de calcaires argileux finement sableux (faciès « calcaires intermédiaires ») toujours riches en organismes et qui présentent des niveaux lumachelliques essentiellement à Discocyclines dans les 10 premiers mètres et dans la partie médiane; au-dessus, et jusqu'au sommet de ce niveau, les lumachelles ne constituent que de minces niveaux espacés;
- 120 m de calcaires argileux monotones, à faciès de marnes, ne montrant qu'une zone plus calcaire représentée par deux bancs de calcaire argileux de 0,10 m d'épaisseur situés, respectivement, à 85 m et 95 m environ de la base;
- 270 m de marnes dont les teneurs en CO₈Ca sont remarquablement constantes (50-60 %) et qui n'offrent qu'une zone un peu plus argileuse dans leur partie médiane (teneurs (45-50 %), épaisse de 20 m environ (il faut noter ici que le pic présenté par la courbe de calcimétrie à 150 m au-dessus de la base de cette assise correspond simplement à une zone légèrement écrasée, et non à un banc calcaire).

Ces marnes ne présentent par ailleurs que très peu de niveaux sableux : on n'en trouve en fait que trois au sein de l'assise, entre 95 et 100 m, à 140 m et à 195 m au-dessus de sa base. Les 10 m terminaux annonçant le passage aux assises sus-jacentes se révèlent aussi sableux et micacés :

- 10 m d'une assise qui montre un envahissement progressif par les éléments détritiques, répartis en minces plaquettes gréseuses et micacées, espacées tout d'abord mais qui se resserrent progressivement vers le haut. Dans cette partie de la coupe, les teneurs en carbonates, qui ont décru brutalement à la base de l'assise, sont de l'ordre de 20 %;
- les grès qui viennent au-dessus s'organisent en bancs décimétriques intercalés de marnes sableuses.

Les corrélations micropaléontologiques avec les niveaux des Scaffarels sont plus difficiles ici qu'au Ruch, en raison très certainement des conditions de sédimentation nettement différentes qu'accuse ce secteur.

- A) On peut néanmoins reconnaître, dans les 75 m inférieurs de la coupe, un niveau assimilable en termes de petits Foraminifères benthiques et planctoniques au niveau tout à fait inférieur des Scaffarels.
- B) Dans les 280 m sus-jacents, calcaréo-argileux et marneux, on peut distinguer, de bas en haut :
- a) 40 m environ de calcaires argileux correspondant au niveau inférieur des calcaires argileux des Scaffarels, avec cependant persistance de Lagenidae ornés attestant d'une sédimentation à dominante calcaire;
- b) 180 m environ, calcaréo-argileux et marneux constituant le niveau de transition, à la base duquel se multiplient les planctoniques; le remplacement des espèces les unes par les autres assurant le passage au niveau supérieur ne s'effectue que très lentement;
- c) 60 m de marnes, que l'on peut rapporter au niveau supérieur.
- C) Le niveau terminal des Scaffarels se retrouve ici, sur une épaisseur de 100 m environ, et montre, comme au Ruch, avec la disparition progressive des espèces, un envasement lent du bassin, peu propice au développement des faunes, de telle sorte que, dans les quelques mètres terminaux, on ne trouve plus que de rares Gyroidina sp., fort mal conservées d'ailleurs.

CONCLUSIONS.

L'étude des trois coupes nous montre des variations bien marquées entre différents secteurs du bassin de sédimentation des « marnes bleues » de la région d'Annot.

Rappelons tout d'abord que l'essentiel de cette assise peut être rapporté au Priabonien supérieur, zone à Globorotalia cerroazulensis, et que le marqueur n'atteignant jamais les grès d'une part et l'ensemble des faunes se raréfiant beaucoup vers le haut d'autre part, la question de l'âge des couches terminales reste posée.

L'épaisseur totale des « marnes bleues » varie beaucoup (fig. 6) entre les trois coupes malgré leur proximité (9 km en ligne droite entre les Scaffarels et le Ruch, 5 km entre les Scaffarels et le Fa, 6 km entre le Fa et le Ruch).

Les épaisseurs rencontrées sont de l'ordre de 250 m au Ruch et aux Scaffarels; elles se retrouvent avec des valeurs équivalentes dans toute la partie occidentale et la partie centrale du synclinal; par contre, elles atteignent 460 m environ au Fa, avec une forte dilatation de tous les niveaux micropaléontologiques (fig. 7); l'assise des « marnes bleues » présente une épaisseur similaire sur toute la marge orientale du synclinal.

On est donc conduit à admettre l'existence de deux aires de sédimentation dans le bassin des « marnes bleues », l'une en gros à l'Ouest (couches relativement minces), l'autre à l'Est (sédimentation épaisse); le passage entre ces deux zones semble s'effectuer légèrement à l'Est de la vallée du Coulomp.

Il est remarquable, d'autre part, que les premières arrivées de grès semblent s'effectuer dans le secteur oriental du bassin [9] qui aurait donc conservé très tardivement son caractère de secteur d'appel de sédimentation.

Il existe d'autre part des variations notables d'épaisseurs des différents niveaux entre les Scaffarels et le Ruch : entre le niveau d'extrême base et le niveau terminal, les épaisseurs relevées sont respectivement de 170 m et de 115 m; il faut noter d'autre part que dans l'ensemble les couches du Ruch sont plus argileuses que celles des Scaffarels et que celles du Fa.

On est donc conduit à envisager pour ce secteur un plus grand éloignement du rivage que pour les Scaffarels et le Fa, ce qui s'accorde bien

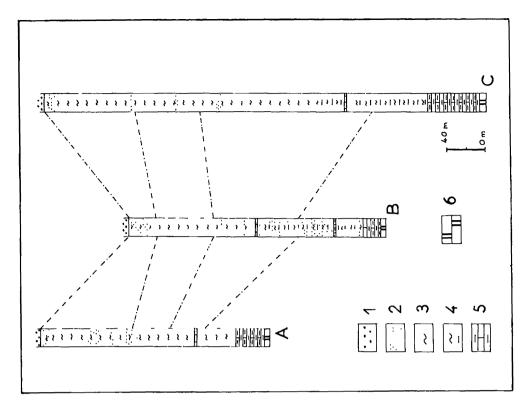


Fig. 6. — Essai de corrélation des courbes calcimétriques des trois coupes étudiées (A : Ruch ; B : Les Scaffarels ; C : Fa).

35 65 % Co₃Ca

S

9

4

ان

₹

8

9

::

1 in the state of the state of

1 1 2 1 2 1 2 1 2 1

E 04

E 0

6) too %

1, Grès d'Annot; 2, Passées sableuses à gros grains de quartz; 3, Marnes franches; 4, Calcaires argileux à faciès de matnes; 5, Calcaires argileux à faciès « Calcaires intermédiaires »; 6, Calcaire nummulitique.

Fig. 7. — Essai de corrélation des microfaunes des trois coupes étudiées (A : Ruch ; B : Les Scaffarels ; C : Fa).

1, Grès d'Annot; 2, Passées sableuses à gros grains de quartz; 3, Marnes franches; 4, Calcaires argileux à faciès de marnes; 5, Calcaires argileux à faciès « calcaires intermédiaires »; 6, Calcaire nummultitque.

d'ailleurs avec les conclusions tirées de l'étude des grès d'Annot qui placent au Sud le continent origine des apports détritiques de ce niveau [9, 12].

Le niveau terminal est épais au Ruch, montrant une arrivée progressive des éléments détritiques ; il est de même type et d'épaisseur comparable à celui rencontré au Fa où pourtant les arrivées de grès sont plus précoces (ce qui s'accorde parfaitement avec le caractère moins côtier du Ruch).

Aux Scaffarels, le niveau terminal est très mince et les dernières couches encore riches en faune; ce secteur ne montre aucune trace d'envasement progressif: ou bien après quelques venues sableuses annonciatrices, les grès se mettent en place brutalement dans une portion de la mer directement sous l'influence du large, ou bien l'arrivée des grès se fait avec un ravinement basal qui aurait fait disparaître les traces de l'envasement.

Le secteur des Scaffarels offre d'autre part la particularité de présenter, au moins dans la moitié inférieure de la coupe, des couches très souvent sableuses, accompagnées quelquefois de faunes remaniées du Crétacé supérieur; il semble donc se trouver dans un secteur où la sédimentation est plus directement soumise à l'influence d'apports continentaux que dans les régions du Ruch et du Fa (en ce qui concerne les assises situées

au-dessus des « calcaires intermédiaires », car ces derniers présentent dans tous les cas de fins éléments détritiques).

Les « marnes bleues » des Scaffarels montrent d'autre part des intercalations de bancs très calcaires, très riches en faunes (Milioles, Nummulites...), et l'existence d'un niveau de remaniement : il semble donc que cette région ait vu s'effectuer des oscillations du fond de la mer qui rétablissaient, au moins provisoirement, des conditions propices au développement de faunes à cachet sub-littoral.

En dernière analyse, la région d'Annot nous apparaît à l'Eocène supérieur comme située en gros au Nord d'un continent dont le rivage recule depuis le début de la transgression tertiaire en même temps que le bassin dans lequel elle se trouve prend de plus en plus le caractère d'une mer ouverte; les conditions de sédimentation restent sub-littorales durant l'épisode des calcaires nummulitiques et des « calcaires intermédiaires »: le bassin s'approfondit ensuite (localement de manière irrégulière) et seuls les secteurs méridionaux montrent encore des influences bordières avec des dépôts relativement épais et carbonatés ainsi que des arrivées locales d'éléments détritiques. Le bassin subit ensuite un envasement, prélude aux arrivées très détritiques qui vont le combler définitivement.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- 1. BLONDEAU (A.), BODELLE (J.), CAMPREDON (R.), LANTEAUME (M.), NEUMAN (M.) (1968). Répartition stratigraphique des grands Foraminifères de l'Eocène dans les Alpes-Maritimes (franco-italiennes) et les Basses-Alpes (*Mém. B.R.G.M. Fr.*, n° 58, p. 13-26).
- BOLLI (H. M.) (1966). Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic Foraminifera (Bol. Inf. Venez. geol., min. y petrol., vol. 9, n° 1, p. 3-32).
- 3. BODELLE (J.), CAMPREDON (R.), CHATEAUNEUF (J.-J.), LEZAUD (L.) (1969). Le Nummulitique des Scaffarels (France, Basses-Alpes). Utilisation simultanée de plusieurs méthodes d'étude stratigraphiques et géochimiques (Colloque sur l'Eocène, Budapest).
- BODELLE (J.), CAMPREDON (R.), LE CALVEZ (Y.) (1968).
 Données préliminaires sur la microstratigraphie des marnes éocènes dans les Alpes maritimes (franco-italiennes) et les Basses-Alpes (Bull. B.R.G.M. Fr., 2° série, s. 1, n° 2, p. 87-96).
- 5. Boussac (J.) (1912). Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin (Mém. Serv. Carte Géol. Fr.).
- 6. Castellarin (A.) et Cita (M.-B.) (1969). La coupe priabonienne de Nago (Prov. Trento) et la limite

- Eocène-Oligocène (*Mém. B.R.G.M. Fr.*, n° 69, p. 93-117).
- ESPITALIE (J.) et SIGAL (J.) (1961). Microstratigraphie des « Marnes bleues » des bassins tertiaires des Alpes méridionales. Le genre Caucasina (Foraminifère) (Rev. Micropal., n° 4, p. 201-206).
- Gubler (Y.), Flandrin (J.), Sigal (J.) (1952). Sur l'âge du « grès d'Annot » dans sa localité type (Basses-Alpes) (C. R. Acad. Sc. Fr., t. 234, n° 12, p. 1299-1300).
- IWUCHUKWU (S.) (1969). Etude sédimentologique du Grès d'Annot dans le synclinal tertiaire d'Annot (D.E.S. Grenoble).
- LOEBLICH (A. R.) et TAPPAN (H.) (1964). Sarcodina chiefly « Thecamoebians » and Foraminifera. Treatise on Invertebrate paleontology, part. C. Protista 2, vol. 1 et 2, 900 p.
- 11. Pereira (J.) (1969). Etude sédimentologique du calcaire nummulitique du synclinal tertiaire d'Annot (D.E.S. Grenoble).
- 12. STANLEY (D.-J.) (1961). Etude sédimentologique des Grès d'Annot et de leurs équivalents latéraux (*Inst. Fr. Pétrole*, Réf. 6821, 158 p., 32 fig.).

Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble (Institut Dolomieu) (Laboratoire de Géologie alpine associé au C.N.R.S.).

Manuscrit déposé le 15 mars 1970.