

Effets de la tectonique en « coins » sur la marge orientale du synclinal d'Annot (Alpes de Haute-Provence)

par Jean-Louis PAIRIS

RÉSUMÉ. — Un exemple de tectonique « en coins », classique dans les régions de décrochement, est décrit ici. Les coins sont chevauchants dans la partie haute de l'édifice alors qu'ils s'interpénètrent dans la partie basse. La fracturation est héritée de traits plus anciens puisque, dans ce même secteur, existe un paléorelief anténummulitique (paléofalaise de Saint-Benoît) contre lequel la discordance du Tertiaire sur le Crétacé supérieur se fait parfois avec un angle de 90°. L'influence de ce paléorelief sur la sédimentation tertiaire est d'autre part brièvement rappelée ici.

ABSTRACT. — Example of the classic « en coins » tectonics of the wrench-fault regions is described here in the eastern part of the Annot syncline (Southern Alps of France). The « coins » are overlapping in the higher part, and imbricated in the lower part of the structure. The fracturation is inherited from oldest structure : indeed, in the same place, we see a paleorelief on which Tertiary sediments are transgressive, sometimes with an angle of 90° on the Senonian beds (paleorelief of St-Benoît). Influence of this paleorelief during the Nummulitic marine sedimentation is rewritten here.

Des exemples de tectonique mettant en œuvre des « coins » découpés par des dièdres de fractures ont déjà été décrits au cours des années précédentes [5, 6] ; dans chacun de ces cas il s'agissait de mouvements de blocs coulissants grâce à des systèmes de fractures à composante horizontale dominante ; tous les exemples décrits jusqu'ici font état de tels mouvements allant souvent jusqu'au chevauchement des « coins » selon une direction qui est approximativement celle de la contrainte maximale subie par le lieu considéré (et qui détermine l'apparition et l'orientation du dièdre de fractures). L'exemple que nous allons examiner ici n'est qu'un cas particulier de

ces mouvements de chevauchement, en ce sens que si nous avons bien un recouvrement d'un coin par un autre dans la partie supérieure de l'édifice considéré, il nous semble qu'une véritable inter-pénétration d'un coin dans l'autre existe dans sa partie basse.

1. Situation des lieux.

Le synclinal tertiaire d'Annot est bien connu actuellement, une littérature abondante le décrivant sous nombre de ses aspects.

La partie orientale de la structure est traversée par une très longue *faille de décrochement* (fig. 1)

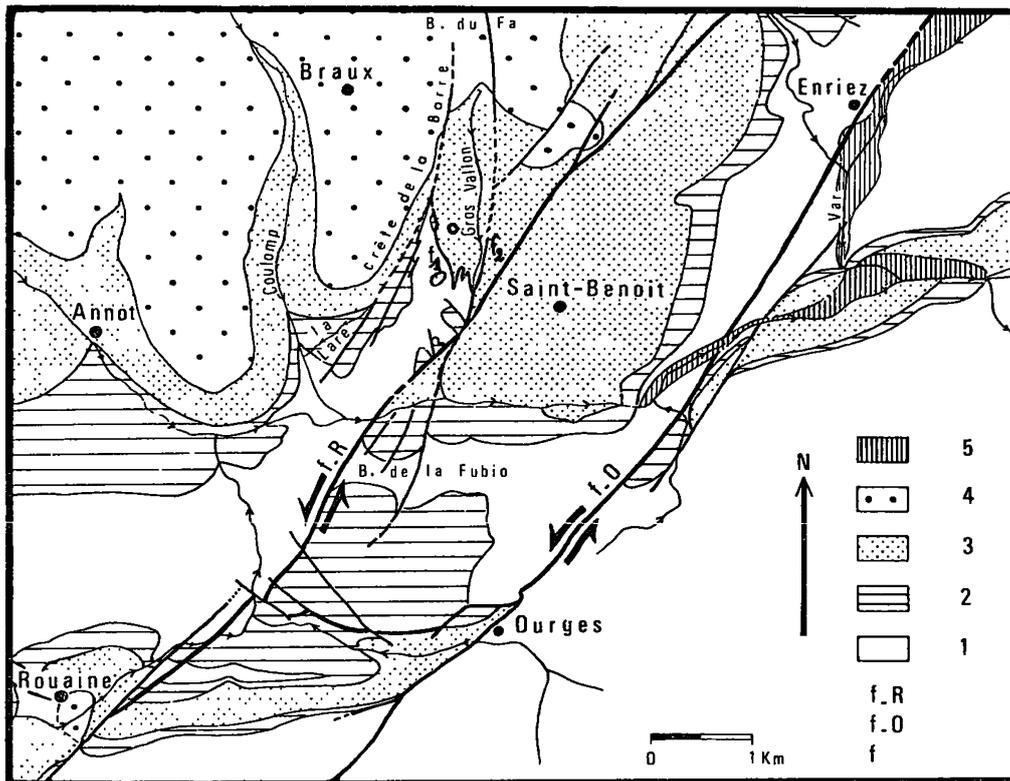


Fig. 1. — Schéma de détail des fractures du secteur de Saint-Benoît.

1, Crétacé supérieur (avec brèches de démantèlement en rive droite du Gros Vallon); 2, Calcaires nummulitiques; 3, « Marnes bleues »; 4, Grès d'Annot; 5, Alluvions quaternaires.

f. R., Faille de Rouaine; f. O., Faille d'Ourges-Enriez-Sausses; F₁, Contact « Marnes bleues » — Brèches à éléments crétacés; F₂, Faille du Gros Vallon.

appartenant au faisceau du Var (faille de Rouaine) qui décale l'axe de l'anticlinal du Bois de la Fubio de 1 km environ en un *mouvement senestre*. Cette fracture (au demeurant déjà dessinée sur la dernière édition du millionième de la France) se poursuit vers le SW en direction de la Bernarde, et vers le NE en direction du dôme de Barrot dont elle décroche la retombée occidentale.

Le secteur qui nous intéresse ici se place immédiatement au Nord du point où cette fracture coupe la vallée du Coulomp (fig. 2); il s'étend sur la rive droite du Gros Vallon, entre le méridien de Braux et le village de Saint-Benoît (voir la carte au 1/20 000^e Entrevaux n° 7).

Rappelons tout d'abord que dans ce secteur existe un paléorelief : la *paléofalaise de Saint-Benoît*. En effet, la rive droite du Gros Vallon est couronnée par une barre calcaire d'une

vingtaine de mètres de puissance (dont la crête constitue la rive gauche du ravin de la Lare); il s'agit de calcarénites sableuses à Nummulites, présentant des pendages faibles sur le Crétacé supérieur avec un angle de discordance peu accusé. En contrebas, se développent vers l'Est, entre Crétacé et Tertiaire, des brèches de démantèlement à éléments exclusivement crétacés. La répartition de ces brèches est irrégulière : elles sont minces, et même localement absentes dans la partie haute du versant du Gros Vallon, mais s'épaississent vers le bas de la pente, renfermant même alors des blocs de grande taille de Crétacé basculés, à stratification bien visible (blocs écroulés).

Le Nummulitique est transgressif sur ces brèches, remaniant le plus souvent leur partie haute; là où elles sont absentes, on voit une discordance de 90° entre le Crétacé supérieur et un « enduit »

nummulitique calcaréo-argileux représentant le terme basal de la série ; ce niveau encroûte ici une surface plane, probablement subverticale dès l'origine : il s'agit là sans aucun doute d'un témoin de l'abrupt de la paléofalaise.

L'existence d'une paléofalaise dans ce secteur, créée avant l'arrivée de la mer nummulitique, aux contreforts recouverts par ses propres brèches de démantèlement, est donc bien indubitable ici [7].

Cette paléofalaise, une fois noyée par la mer nummulitique, va constituer un haut-fond dont la présence individualise deux aires différentes de sédimentation, l'une occidentale à série tertiaire relativement mince, l'autre orientale à série d'épaisseur pratiquement double de celle de la première [1].

Ces deux secteurs sont séparés par la zone des abords immédiats de ce haut-fond dans laquelle les sédiments sont plus minces que partout ailleurs :

- le Calcaire nummulitique est mince (quelques mètres ou moins encore) et de surcroît représenté souvent par des couches plutôt calcaréo-argileuses (pente orientale du haut-fond) ;
- les « Marnes bleues » ne présentent qu'une épaisseur d'une centaine de mètres environ sur le revers occidental du haut-fond (rive droite du ravin de la Lare). Elles sont recouvertes par les grès rythmiques de la crête de la Barre dont le sommet est érodé.

Il y a tout lieu de penser que la puissante série des marnes du secteur oriental subit elle aussi une diminution d'épaisseur dans sa partie ouest, à l'approche du paléorelief noyé, encore que la fracturation de cette zone ne permette pas de se faire une idée précise de cette réduction.

Toute la série tertiaire peut être considérée comme détritique, dans un contexte d'apports sub-méridiens dirigés approximativement vers le Nord, ce sens d'apports existe dès la base des calcarénites pour se poursuivre sans changement semble-t-il jusque dans les grès. Les calcarénites montrent en effet, dès leur base, plusieurs chenaux dans lesquels la pâte tertiaire se charge de débris anguleux de petite taille de Crétacé supérieur ; dans cette assise existent d'autre part de véritables « prismes d'aggradation » à base soulignée d'un mince lit de galets, analogues à des lentilles de front deltaïque.

Des remaniements de la faune existent aussi, car à plusieurs niveaux apparaissent des valves de grandes huîtres cassées (accompagnées souvent de débris ligniteux de grande taille — 30 cm parfois) ; d'autre part, il faut bien remarquer que les grandes nummulites décrites du Lutétien [4] le long de la nouvelle route de Braux (*Nummulites perforatus*, *N. brongniarti*, *N. puschii*, *N. praefabianii*¹, datant la zone A et/ou B de l'Eocène supérieur des Alpes maritimes franco-italiennes [2]), reposent sur des niveaux qui ont livré, à côté de *Nummulites chavannesi*, *N. aff. fabianii* et *N. garnieri*, qui dans la même zonation datent la zone C ; il ne peut donc s'agir ici de Lutétien [3] : ces couches sont d'âge Priabonien inférieur, et les grandes Nummulites y sont remaniées.

L'influence de la paléofalaise et de la pente vers l'Est qu'elle implique ici se manifestent uniquement par quelques glissements au sein de la masse calcaire qui se dépose alors : on trouve ainsi plusieurs glissements de couches dans cette direction qui donnent autant de « draperies » superposées ; ce phénomène se reproduit sporadiquement jusqu'au moment du dépôt des lumachelles à Discocyclines.

L'influence du haut-fond se manifeste au moment du dépôt des marnes par les variations d'épaisseur de cette assise qu'il entraîne ; ces marnes en effet ne devaient pas se déposer à l'origine sur les pentes très accusées, mais la puissante série du bassin oriental a sans doute rapidement effacé les inégalités du substratum, de sorte que l'on trouve, contre le regard de la paléofalaise, une association de Foraminifères que l'on rencontre d'ordinaire dans les niveaux inférieurs de l'assise des « Marnes bleues » dans cette région.

Au moment du dépôt des grès, il semble que l'influence du haut-fond se fasse encore sentir : les contre-pentes qu'il crée localisent des chenaux, mais les pentes sont dans l'ensemble peu accusées puisque ces grès passent latéralement aux marnes.

2. Les faits.

Nous examinerons tout d'abord la coupe donnée par un affluent de rive droite du Gros Vallon, le Ravin de Coste Panoue (fig. 3).

¹ Les déterminations et les vérifications de mes propres déterminations ont été effectuées par A. BLONDEAU que je remercie encore une fois ici.

Disons tout de suite que, immédiatement en aval de ce confluent, le ravin du Gros Vallon est parcouru par une fracture importante de direction N 170° E, pentée fortement vers l'E (70°), et qui se greffe sur la faille de décrochement de Rouaine (faille du Gros Vallon) (fig. 1 et 2).

1 — La colline située au confluent des deux ravins nous montre :

— dans sa partie basse, des marnes tertiaires sableuses appartenant, au vu de leur faciès et de la microfaune qu'elles renferment, à des niveaux que l'on rencontre dans la base de l'assise dans cette région [1] : *Quinqueloculina* sp., *Lenticulina rotulata*, *Marginulina eoacena*, *M. fragaria*, *Saracenaria arcuata*, *Guttulina irregularis*, *Uvigerina curta*, *U. gallo-wayi*, *U. mexicana*, *Bolivina striato-carinata*,

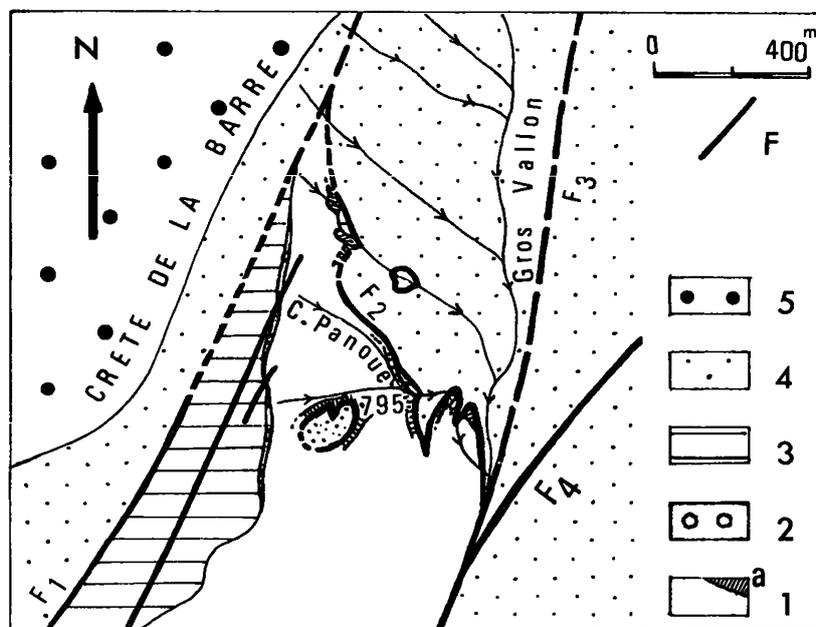


Fig. 2. — Détail des fractures au confluent Coste Panoue-Gros Vallon.

1, Crétacé supérieur et brèches à éléments crétacés (1 a); 2, Conglomérat dans la base du Nummulitique marin; 3, Calcaire nummulitique; 4, « Marnes bleues »; 5, Grès d'Annot.

F : Failles; F1, Faille du Ravin de la Lare; F2, Contact Tertiaire/Crétacé supérieur; F3, Faille du Gros Vallon; F4, Faille de Rouaire.

Eponides candidulus, *Planulina cocoaensis*, *Cibicides carrascalensis*, *C. pseudoungerianus*, *Gyroidina maurya*, *Ceratobulimina* sp. avec comme planctoniques *Globigerina galavisi*, *Globorotalia cerroazulensis cerroazulensis* accompagné de formes de transition entre *G. cerroazulensis cerroazulensis* et *G. cerroazulensis cocoaensis* ;

— immédiatement au-dessus dans le versant apparaît du Crétacé supérieur dont la base est écrasée mais qui montre, immédiatement au-dessus

de ce niveau, l'alignement régulier de ses bancs (qui se raccordent à ceux qui constituent la rive droite du Gros Vallon plus en aval) ;

— plus haut encore, ce Crétacé, à surface empâtée de brèches de démantèlement constituant ici un mince niveau, disparaît à son tour sous des « Marnes bleues » tertiaires qui se placent dans la formation un peu plus haut que les précédentes, renfermant une microfaune en mauvais état mais dans laquelle on a pu reconnaître : *Lenticulina curvisepta*, *Cibicides*

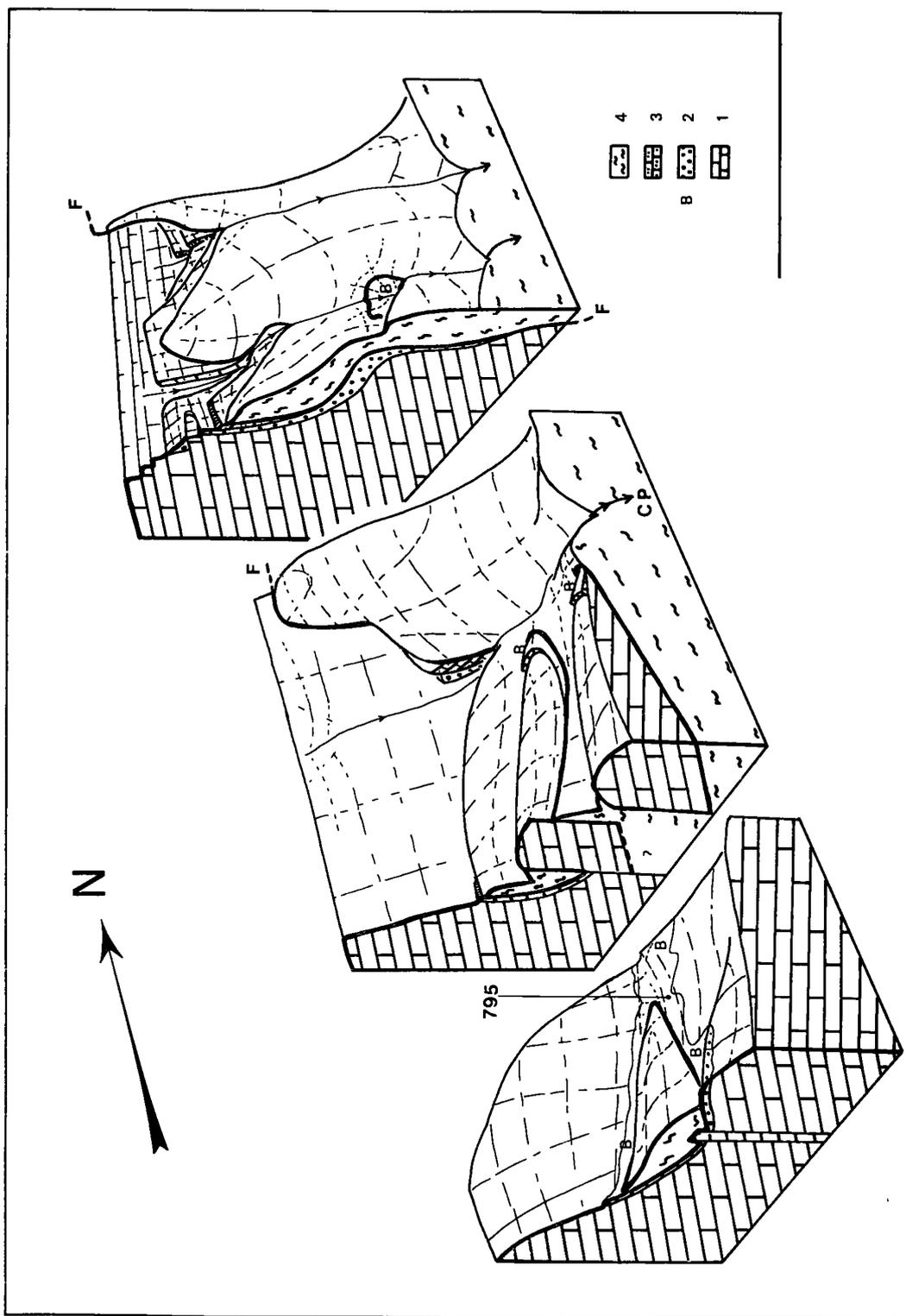


Fig. 3. — Blocs diagrammes montrant les relations géométriques entre les assises.

1, Crétacé supérieur ; 2, Brèches ; 3, Calcaire nummulitique ; 4, « Marnes bleues ». — B, Brèches ; CP, Ravin de Coste Panoué ; F, Faille limitant le « coin ».

conicus, *C. pseudoungerianus*, *Osangularia mexicana*, *Globigerina galavisi*, *Globigerina tripartita*, *Globigerinita africana*, *Globorotalia cerroazulensis* (formes de transition entre *G. cerroazulensis cerroazulensis* et *G. cerroazulensis cocoaensis*).

Il nous apparaît dès lors indubitable que nous avons affaire ici à une véritable écharde de Crétacé supérieur plantée dans la partie inférieure de l'assise des « Marnes bleues » de l'aire de sédimentation orientale de la région d'Annot.

2 — Plus en amont, un autre copeau du même type nous montre simplement le recouvrement du Mésozoïque par ces marnes.

3 — Plus en amont encore, en rive droite du ravin de Coste Panoue (cote 740 environ), la série tertiaire basale (qui témoigne d'ailleurs d'une sédimentation troublée puisque sur une calcarénite sableuse légèrement argileuse reposent des couches calcaréo-argileuses à Discocyclines qui renferment des miches) est tronquée par une grande fracture fortement pentée à l'Est.

4 — Le passage de cette faille est masqué en amont par des éboulis, mais on retrouve, au niveau du paléorelief (en arrière de la discordance de 90° du Tertiaire sur le Crétacé), un contact très froissé entre des marnes, qui appartiennent à la base de la formation, et l'enduit nummulitique.

Plus au Nord cette fracture disparaît à nouveau sous les éboulis, mais il faut bien remarquer que la barre calcaire du couronnement de la rive droite du Gros Vallon s'interrompt brutalement vers le Nord, et que des fractures subméridiennes découpent le cirque de grès d'Annot constituant l'entonnoir de réception du Gros Vallon, de sorte qu'il est très probable que la fracture se poursuit dans cette direction pour passer à l'Ouest du Clot Martin.

5 — Enfin, en dernier lieu, il faut bien noter que :

— en contrebas immédiat de la paléofalaise, dans le même ravin que celui qui met à jour la discordance de 90°, apparaissent les brèches de démantèlement du Crétacé à très gros blocs, et qui sont totalement recouvertes par les « Marnes bleues » dont le contact basal est extrêmement froissé ;

— au Sud du point coté 795, en rive droite d'un affluent droit du ravin de Coste Panoue,

apparaît un paquet de « Marnes bleues » complètement isolé sur les brèches à éléments crétacés ; son contact basal est ici encore très froissé.

La microfaune relevée dans cet affleurement place ces marnes à des niveaux encore supérieurs à ceux des précédentes : *Quinqueloculina* sp, *Marginulina eocaenica*, *Saracenaria arcuata*, *Bolivina mississippiensis*, *Epistominella almaensis*, *Epinides candidulus*, *Planulina cocoaensis*, *Cibicides pseudoungerianus*, *C. perlucidus*, *Cassidulina alabamensis*, *Chilostomelloides oviiformis*, *Osangularia mexicana*, *Globigerina angiporoides*, *Globigerina praebulloides oclusa*, *Globigerina tripartita*, *Globigerinita africana*, *Globigerinita* cf. *martini scandretti*, *Globorotalia cerroazulensis* (formes de transition entre *G. cerroazulensis cerroazulensis* et *G. cerroazulensis cocoaensis*).

3. Interprétation et conclusion.

Notons tout d'abord que partout où l'on a un contact non tectonique entre le Mésozoïque et le Nummulitique dans ce secteur, il existe, à la base de ce dernier, une assise nettement plus calcaire que les marnes qu'elle supporte ; cette assise à Nummulites, parfaitement reconnaissable même lorsqu'elle est plutôt calcaréo-argileuse que calcarénitique, existe même dans des secteurs où la paléopente était probablement très redressée (regard de la paléofalaise).

La plupart du temps cependant, le contact des deux séries est fortement tectonisé, les calcaires de base ont disparu et les marnes, au voisinage de ce contact, sont extrêmement froissées et envahies sur plusieurs décimètres d'épaisseur de plaquettes de calcite de friction.

Les marnes reposent d'autre part sur le Crétacé ou ses brèches de démantèlement par des niveaux qui nous semblent de plus en plus élevés dans la formation, sauf aux abords immédiats de la paléofalaise où l'on retrouve une association des niveaux de base ; on ne peut en conséquence considérer la base de l'assise marneuse comme fortement hétérochrone, car les couches seraient alors successivement transgressives les unes sur les autres et l'on devrait avoir des faunes déjà très hautes au voisinage du regard de la paléofalaise, ce qui n'est pas le cas.

D'autre part, les marnes en paquet isolé au-dessus du point 795 montrent des assises régulières, de sorte que l'on ne peut les interpréter comme un paquet glissé en masse, synsédimentairement (on connaît de tels glissements synsédimentaires dans les marnes : ils sont visibles par exemple dans le talus de la nouvelle route de Braux sous la corniche des grès de la Barre ; ces marnes sont alors extrêmement froissées et dessinent même plusieurs replis). Le reste de l'assise marneuse, au détail des fractures près, présente les mêmes caractères de sédimentation calme ; il est bien évident cependant que l'accumulation des sédiments devait se faire plus lentement sur les pentes de la bordure de l'aire de sédimentation orientale que dans la partie centrale de celle-ci (les variations d'épaisseur reconnues des couches l'attestent d'ailleurs).

Il nous semble donc que les faits puissent être interprétés de la façon suivante :

— Avant l'arrivée de la mer nummulitique existait déjà dans ce secteur une falaise au regard oriental, aux contreforts recouverts de ses propres brèches de démantèlement ; il n'est pas exclu que ce relief ancien ait été créé par un jeu de fractures. On sait d'ailleurs que des brèches de démantèlement semblables existent entre Crétacé et Nummulitique marin dans d'autres régions de l'Arc de Castellane (sur la marge orientale du bassin de Barrême, à la traversée de l'Asse de Moriez et dans le Bois de Lieye par exemple [10] ; elles sont d'ailleurs dans ce secteur comprises entre des couches à *Microcodium* et la formation d'Argens).

Il semble donc que des mouvements tectoniques relativement importants se sont produits dans l'Arc de Castellane, entre le toit du Crétacé reconnu dans ces secteurs et les couches qui sont transgressives sur les paléoreliefs ainsi créés ; l'existence de ces mouvements a d'ailleurs été déjà signalée [8] ; il nous semble cependant que de grands bombements anticlinaux et synclinaux ne puissent suffire à rendre compte de nos brèches qui sont, notons-le bien, localisées dans des zones parcourues à l'heure actuelle par de très grandes fractures. Tout nous porte à croire, et l'évolution

de la sédimentation dans ces secteurs au premier chef, que nous sommes en présence d'une fracturation extrêmement ancienne, antétertiaire, affectant le Crétacé supérieur [10] ; pour ce que nous savons des lignes de fractures subméridiennes, qui dans la partie ouest de l'Arc de Castellane s'appuient sur la crête Maure-Pelvoux, il n'est pas interdit de penser que cette fracturation ait en fait hérité de traits beaucoup plus anciens encore ayant rejoué ultérieurement.

— La fracturation que l'on voit clairement dans la région d'Annot, même si elle a hérité de traits plus anciens, intéresse le Nummulitique.

On retrouve, dans cette fracturation coulissante, un dièdre de fractures N 170° - N 40°, correspondant aux compressions dans le N 30° E que l'on connaît par ailleurs dans l'Arc de Castellane [6] et dont le jeu est au moins oligo-miocène ; la faille de Rouaine étant senestre, la fracture associée N 170° doit être dextre pour répondre parfaitement au canevas dessiné d'ordinaire par ce genre de fracturation [9].

Au cours du mouvement de décrochement, le « coin » aigu découpé par la faille de Rouaine et la fracture du Gros Vallon, ou une de ses satellites, avance vers le Sud. L'importante masse marneuse qui remplit le bassin oriental s'écrase alors obliquement contre la pente paléotopographique, donc contre un môle à ossature crétacée, beaucoup plus rigide. Ce môle se découpe d'autre part en lames plus ou moins parallèles (suivant des fractures satellites par exemple) ; ces lames pénètrent alors en écharde dans les marnes qui glissent sur la surface de l'ancien relief (il faut bien remarquer aussi que les calcaires nummulitiques, minces sur les contreforts du paléorelief, et plutôt argileux d'ailleurs, ne peuvent faire obstacle à ce mouvement).

Les marnes recouvrent ce môle le long d'un contact froissé, chevauchantes vers le Sud, abandonnant, au cours des érosions ultérieures, une butte, témoin de leur avancée, au Sud du point 795, alors que les brèches réapparaissent en contrebas du haut-fond au sein des marnes, à travers la surface de glissement crevée par le talweg.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

1. BESSON (L.), GROSSO (F.), PAIRIS (J.-L.), USELLE (J.-P.) (1970). — Etudes préliminaires sur les microfaunes et les carbonates des « marnes bleues » du synclinal d'Annot (Basses-Alpes) (*Géol. Alpine*, t. 46, p. 29-42).
2. 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).
3. BLONDEAU (A.) (1971). — Esquisse phyllogénétique des Nummulites (*C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 272, p. 377-380).
4. BLONDEAU (A.), CAMPREDON (R.) (1966). — Observations sur les calcaires à Nummulites de la région d'Entrevaux (Basses-Alpes). Implications paléogéographiques (*C. R. som. Soc. Géol. Fr.*, t. 8, fasc. 4, p. 156).
5. GIDON (M.) et PAIRIS (J.-L.) (1969). — Sur l'existence et la signification d'un système de fractures sub méridiennes dans le Dévoluy méridional, environs de Veynes (H.-A.) (*C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 268, p. 1570-1573).
6. GIDON (M.) et PAIRIS (J.-L.) (1971). — Remarques sur l'évolution structurale et les caractères des mouvements tectoniques dans la branche nord-ouest de l'Arc de Castellane (*C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 272, p. 2412-2415).
7. GUBLER (Y.) et PAIRIS (J.-L.). — Première note sur l'influence d'une paléofalaise sur la sédimentation du Tertiaire : la paléofalaise de Saint-Benoît (région d'Annot, Alpes de Haute-Provence). *Sous presse*.
8. LAPPARENT (A.-F. DE) (1966). — A propos des conglomérats anténummulitiques des Alpes de Provence (*Bull. Soc. Géol. Fr.* (7), 8, p. 454-457).
9. MOODY (J.D.) and HILL (M.J.) (1956). — Wrench-Fault tectonics (*Bull. Geol. Soc. Am.*, 67, p. 1207-1248).
10. PAIRIS (J.-L.) (1971). — Tectonique et sédimentation tertiaire sur la marge orientale du bassin de Barème (*Géol. Alpine*, t. 47, fasc. 2, p. 203-214).
11. PEREIRA (J.) (1969). — Etude sédimentologique du calcaire nummulitique du synclinal tertiaire d'Annot (D.E.S., Grenoble).
12. TOUMARKINE (M.) et BOLLI (H.-M.) (1970). — Evolution de *Globorotalia cerroazulensis* (Cole) dans l'Eocène moyen et supérieur de Possagno (Italie) (*Rev. Micropal.*, vol. 13, n° 3, p. 131-145).

Laboratoire de Géologie
de l'Université Scientifique
et Médicale de Grenoble.
(Laboratoire de Géologie alpine
associé au C.N.R.S.)

Manuscrit déposé le 20 octobre 1971.