Mégabrèches de resédimentation, lacunes mécaniques et pseudo — « hard-grounds » sur la marge vocontienne au Barrémien et à l'Aptien inférieur (Sud-Est de la France)

par Serge FERRY et Jacques FLANDRIN *

RÉSUMÉ. – La signification d'importantes lacunes sédimentaires barrémo-aptiennes situées sur le territoire de la feuille Die au 1/50 000, est précisée. Elles ne correspondent nullement, comme on a pu le croire, à un classique phénomène d'absence de sédimentation mais à des niches de décollement et à des zones de transit de plusieurs grands glissements sous-marins successifs qui ont dégénéré en mégabrèches, redéposées dans le bassin profond à plusieurs dizaines de kilomètres de là. Le talus sud-occidental de la plate-forme carbonatée urgonienne du Vercors s'en est trouvé décapé, par étapes, jusqu'aux terrains hauteriviens, avant le dépôt des marnes aptiennes.

Par voie de conséquence, nous abordons le problème des soi-disant « surfaces durcies », ferruginisées, associées à ce type de lacunes.

ABSTRACT. – The significance of wide sedimentary hiatuses (more than 150 sq.-km) of Barremian and Aptian ages and localized at the inferred shelf break between the Vercors Urgonian carbonate platform and the deep Vocontian basin is revised. They don't result from a classical inhibition of the sedimentation by currents at the break, but correspond to instantaneous ablations by successive slump lenses (mapped) which have been disorganized into debris flows (also mapped) more than twenty kilometers far away in the deep adjacent basin. The submarine slope of the Vercors' platform was peeled little by little up to Hauterivian beds before the deposition of Aptian marls.

So, we face the so-called hard-grounds associated with this type of sedimentary lacks: the ferric oxydes encrusting these surfaces are of epigenetic origin (meteoric oxydation of the fine-grained pyrite which occurs dispersed in these muddy sediments).

1. Introduction.

Dans la courbure de l'arc alpin français, la « fosse vocontienne » des anciens auteurs (V. PAQUIER, 1900; W. KILIAN, 1912) correspond à ce qui était au Crétacé une sorte de golfe occidental de la mer subalpine profonde, plutôt

qu'une fosse au sens océanographique du terme. Aussi emploierons-nous désormais les termes de cuvette, de sillon ou encore de bassin vocontien, cela d'autant plus que les vases du fond ne se sont jamais déposées à une profondeur supérieure à la profondeur de compensation des carbonates (CCD).

* Université Claude Bernard (Lyon), Laboratoire de paléontologie stratigraphique et paléoécologie, associé au C.N.R.S. (L.A. nº 11), 43, Bd du 11 novembre, 69621 Villeurbanne, France.

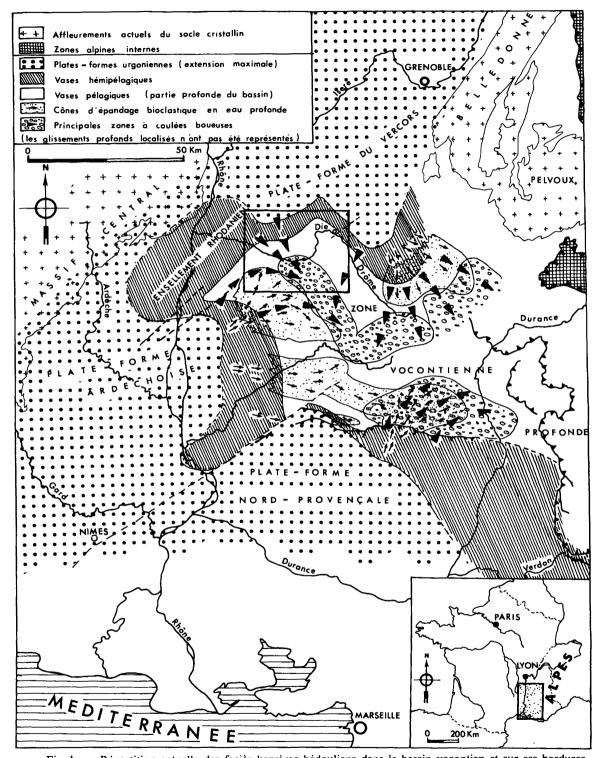


Fig. 1. – Répartition actuelle des faciès barrémo-bédouliens dans le bassin vocontien et sur ses bordures. D'après S. FERRY (1976, 1978 et levers inédits) pour le bassin, J.P. MASSE (1976) pour la plate-forme provençale, A. et H. ARNAUD (1976 et renseignements inédits) pour la plate-forme du Vercors et sa bordure sud-orientale (Dévoluy), D. LAFARGE (1978) et B. RENAUD (1978) pour la plate-forme ardéchoise.

L'un de nous (S. FERRY, 1976, 1978) a récemment confirmé la relative profondeur (1 000 m?) de ce bassin, notamment au cours de l'intervalle Barrémien-Aptien inférieur, par la réinterprétation des calcaires bioclastiques (1) interstratifiés dans ses vases pélagiques (2) ainsi que par la découverte de mégrabrèches de resédimentation originaires de ses marges (fig. 1).

Ces phénomènes de remaniement gravitaire ne sont pas cantonnés dans l'intervalle étudié. Ils représentent au contraire un caractère pérenne de la partie profonde de ce bassin subalpin, depuis le Jurassique supérieur au moins. Des coulées de sable se manifestent encore dans les marnes albiennes et des « slumpings » sont mentionnés par B. PORTHAULT (1974) dans le Cénomanien, à l'endroit précis de notre étude.

Cependant, si l'on excepte quelques rares cas où les caprices de l'érosion ont bien voulu mettre en lumière des phénomènes suffisamment spectaculaires (B. BEAUDOIN et al., 1975; M. GIDON, 1977), il faut bien reconnaître que l'attention générale a été le plus souvent attirée par les sédiments redéposés, beaucoup moins par les lacunes correspondantes, évidemment obligatoires, situées sur les talus sous-marins de l'époque. Habituellement, la situation géographique des zones d'ablation — donc des pentes — n'est jamais bien précisée. Cela demande, il est vrai, une analyse stratigraphique longue et délicate dans ces séries vaseuses monotones où les lacunes mécaniques de ce type sont inapparentes.

Notre but est de reconstituer ici, à l'aide d'un exemple particulièrement démonstratif et spectaculaire, l'histoire de la dénudation du talus qui limitait la cuvette vocontienne au Nord-Ouest. Le secteur étudié est donc volontairement restreint et néglige les autres grandes zones d'atterrissements reconnues dans le bassin (fig. 1). La compréhension de ces phénomènes a d'ailleurs permis d'expliquer de façon satisfaisante les variations extraordinairement rapides de faciès et surtout d'épaisseurs, auxquelles s'était heurté l'un de nous lors de la coordination des levers géologiques de la feuille Die au 1/50 000 (J. FLANDRIN, 1974).

2. Les faits. Corrélations stratigraphiques.

Les datations reposent essentiellement sur les ammonites (3) mais la microfaune des niveaux marneux a toujours été étudiée, par référence à la zonation micropaléontologique établie par M. MOULLADE (1966, 1974) dans ce même bassin. Nous ne signalerons que les éléments indispensables.

Paléogéographiquement (fig. 2, cartouche), les coupes s'échelonnent depuis la zone hémipélagique, c'est-à-dire des vases « grossières » de la plate-forme externe jusque dans le domaine pélagique, c'est-à-dire des vases fines du bassin profond. Elles n'intéressent guère les sédiments purement carbonatés de cette plate-forme (calcaires urgoniens du Vercors). Nous donnerons d'abord les séries-types correspondant à chacune de ces zones.

2.1. DOMAINE PÉLAGIQUE.

La série pélagique de référence pour le secteur étudié est sans doute semblable à la série stratotypique d'Angles (R. BUSNARDO, 1965; M. MOULLADE, 1966, fig. 11). Il s'agit ici en effet d'une série virtuelle (fig. 2), idéale, reconstituée par recoupements car les coupes relevées sur le terrain comportent toujours des couches remaniées contenant du matériel allogène dont il ne faut pas tenir compte. Cette série est une alternance de calcaires micritiques argileux gris, à radiolaires, et de marnes sombres, à texture fine. Tantôt les calcaires, tantôt les marnes dominent.

⁽¹⁾ Il s'agit de lobes d'épandage turbiditique, non, comme on l'a pensé, de faciès de hauts-fonds temporaires.

⁽²⁾ Le sens dans lequel sont employés les termes « pélagique » et « hémipélagique » dans le cadre du bassin crétacé du Sud-Est est précisé dans une publication antérieure (S. FERRY, 1978). Les connotations paléomorphologiques sont respectivement : vases profondes et vases du « shelf ».

⁽³⁾ Déterminations de R. BUSNARDO, Lyon, que nous remercions vivement.

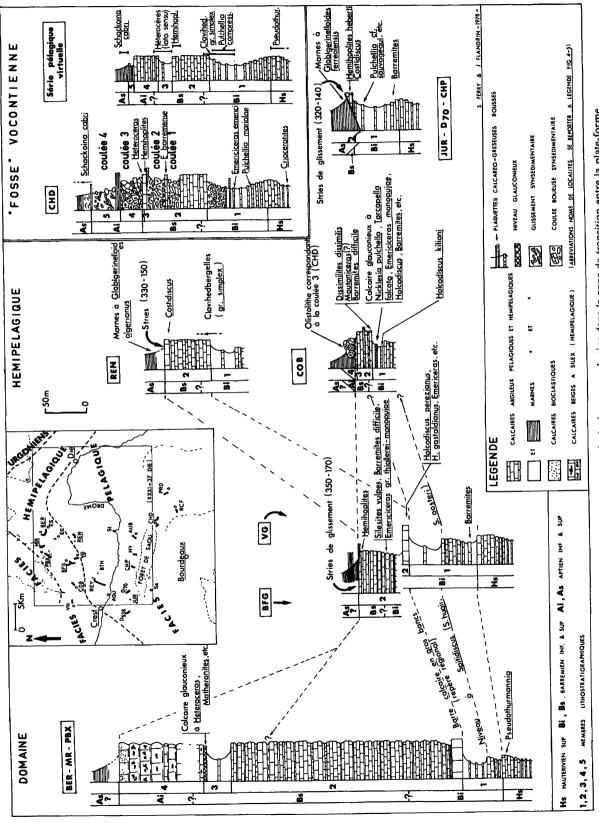


Fig. 2. - Corrélations stratigraphiques entre les principales coupes levées dans la zone de transition entre la plate-forme du Vercors et le bassin vocontien.

Cinq membres lithologiques sont distingués (4) dont les limites ne coïncident pas avec les limites biostratigraphiques (fig. 2). L'épaisseur de cette série, enfin, est assez faible.

La série pélagique réelle la plus complète dans la région est celle de la Chaudière (CHD, fig. 2). Outre le glissement de couches pélagiques qui affecte le sommet du Barrémien inférieur, les assises normalement stratifiées sont entrecoupées de quatre coulées boueuses synsédimentaires qui font l'objet de cet article :

- deux dans la base du Barrémien supérieur, sous le niveau à Hemihoplites;
- une qui s'est produite exactement à la fin de la sédimentation calcaire bédoulienne (Aptien inférieur) mais qui peut raviner des niveaux nettement plus anciens : elle repose déjà sur le niveau à *Heteroceras* dans la coupe CHD mais elle contient aussi des microfaunes (*Clavihedbergella sp. aff. simplex*) prouvant qu'elle a érodé en amont des couches d'âge barrémien inférieur;
- une dernière, nettement plus marneuse, constituant localement la base des « marnes bleues » albo-aptiennes et qui s'est vraisemblablement déclenchée à la fin de la sédimentation des marnes bédouliennes (fin du membre 5) puisque l'on récolte déjà quelques schackoïnes du groupe cabri dans sa matrice marneuse (cf. M. MOULLADE, 1966, coupe de Lesches, fig. 16). Comme la précédente, elle contient des blocs d'âges différents, barrémiens et bédouliens, datés par ammonites. Elle est surmontée par des marnes partiellement glissées, à schackoïnes abondantes (S. cabri), d'âge gargasien inférieur (Aptien supérieur).

Les coupes de Pradelle (PRD) et Rochefourchat (RCF), non figurées, sont semblables à celle de La Chaudière.

2.2. DOMAINE HÉMIPÉLAGIQUE.

La série hémipélagique locale de référence (coupe synthétique BER/MR/PBX, (fig. 2), apparemment complète, ressemble à la série péla-

(4) Afin de faciliter les comparaisons éventuelles, la correspondance biostratigraphique entre la lithostratigraphie établie dans le Vercors (A. ARNAUD-VANNEAU, H. ARNAUD et J.P. THIEULOY, 1976) et celle utilisée dans le bassin vocontien s'établit ainsi, d'après les faunes d'ammonites: membre 1 = membres Bi1 à Bi5; membre 2 = Bi6 à BS2, marnes de la Béguère exclues; membre 3 = BS2 proparte (marnes de la Béguère) à BS3; membre 4 = BS/Ai à Ai2; membre 5 = Ai3 (« couches supérieures à orbitolines »).

gique en ce qui concerne la succession des grands ensembles lithologiques et la position approximative des limites biostratigraphiques. Elle en diffère cependant par :

- sa grande épaisseur,
- des rapports d'épaisseurs différents entre grands ensembles lithologiques dénotant une subsidence irrégulière bien que forte, pour une profondeur d'eau assez faible et décroissante au cours du temps (P. Donze, d'après les faunes d'ostracodes; communication orale),
- la présence de niveaux glauconieux qui caractérisent en général les plateaux continentaux (G.S. ODIN, 1975) et la bordure des plates-formes barrémiennes de ce bassin en particulier (P. COTILLON, 1971),
- un microfaciès un peu plus grossier (vases argilocalcaires pétries de silts bioclastiques),
- un débit « en miches » des bancs, fréquent sans être systématique, qui caractérise cette zone faciologique (P. COTILLON, 1978),
- un très net aspect cyclique ou rythmique (cycles asymétriques vers le haut), parfaitement visible dans la vallée de la Gervanne et qui n'est plus perceptible dans les séries pélagiques.

Les vases hémipélagiques deviennent de plus en plus claires au niveau des cycles bédouliens et les silex font leur apparition. La stratification devient confuse dans les derniers bancs (désorganisation par bioturbation et/ou reptation discrète de la couche de vase superficielle). La série calcaire se termine par des épandages bioclastiques très fins, en accord avec les plus récentes synthèses sur l'évolution générale de la plate-forme urgonienne du Vercors (A. ARNAUD-VANNEAU et H. ARNAUD, 1976). La base des marnes aptiennes est toujours mal datée dans le domaine hémipélagique (Bédoulien supérieur ? Gargasien inférieur ?) par suite de la raréfaction de la microfaune planctonique.

2.3. LES SÉRIES AMINCIES DANS LA ZONE DE TRANSITION.

Deux phénomènes fondamentaux affectent les séries depuis la région de Plan-de-Baix (PBX), en allant vers le Sud ou le Sud-Est:

 un affinement progressif mais très rapide du microfaciès des calcaires et des marnes qui conduit, en l'espace de deux kilomètres, aux calcaires argileux sublithographiques et aux marnes finement délitables des séries vocontiennes, des réductions d'épaisseurs importantes, encore plus rapides, qui correspondent pour une certaine part à un amincissement général des terrains en direction du bassin et, pour une autre part, à des lacunes que nous allons détailler.

Tout d'abord, le Barrémien inférieur marneux (membre 1) semble à peu près complet dans toutes les coupes. On remarquera simplement un niveau glauconieux très fossilifère, étudié autrefois par G. SAYN (1890) dans la région de Cobonne (COB), qui indique sans doute une condensation mais de faible durée.

C'est seulement à partir du Barrémien supérieur-Bédoulien que se font sentir les réductions d'épaisseur les plus spectaculaires.

A Beaufort-sur-Gervanne (BFG), à deux kilomètres au Sud de la série dilatée des Berches (BER), les marnes aptiennes reposent directement sur des niveaux assez bas du Barrémien supérieur (sous-zone à *Hemihoplites*). La surface des calcaires, un peu au Nord de Beaufort, en bordure de la route de Plan-de-Baix, est légèrement ferruginisée mais non perforée par des organismes. Elle montre en outre de longs sillons subparallèles, semblables à des coups de gouge, dont la direction ne suit pas le pendage (dissolution météorique exclue) et n'a pas de rapport avec la fracturation. J. FLANDRIN (in Notice carte géologique Die au 1/50 000) signale Procheloniceras seminodosum (5) à la partie supérieure du dernier banc qui a livré par ailleurs Hemihoplites gr. soulieri: chose surprenante seulement à première vue car il n'est pas interdit de penser qu'une ammonite bédoulienne ait pu se ficher dans des vases barrémiennes encore molles, alors exposées sur le fond pour une raison a priori quelconque. On remarquera en outre qu'une grande partie de la masse des calcaires à miches des Berches (sous la sous-zone à Hemihoplites) a disparu à Beaufort, sans que cela s'accompagne pourtant d'aucun indice sédimentologique dénotant l'existence de lacune(s).

Dans les environs de Cobonne (COB), les variations d'épaisseurs sont encore plus spectaculaires, de part et d'autre de la Sye. Le Nord de la Raye offre une série bédoulienne épaisse, com-

(5) L'exemplaire est malheureusement perdu.

parable à celle de Plan-de-Baix. En rive gauche, à moins d'un kilomètre dans une région tectonique assez tranquille, ces calcaires bédouliens font par contre défaut ou bien n'existent plus qu'à l'état de rares chicots épars (ferme La Grande), à base bréchique, reposant sur des marnes dont l'association argileuse révèle la « vire à Hétérocères » (6). D'autre part, le Barrémien supérieur calcaire sous-jacent (membre 2) est lui aussi réduit à quelques bancs qui ont livré Hemihoplites feraudi, H. gr. soulieri dans le Sud de la Raye où ils reposent directement sur le membre 1. A Cobonne toutefois, la base de ces calcaires pourrait encore appartenir au Barrémien inférieur. Ici où le faciès est déja plus pélagique et marqué par des apports bioclastiques lenticulaires granoclassés (COB), peu épais, retrouvés au Sud de la Drôme (MY), il ne reste donc presque plus rien de l'épaisse série calcaire des Berches.

En l'espace de deux ou trois kilomètres au Sud de Cobonne, on voit les marnes aptiennes reposer sur des terrains de plus en plus anciens. Sur le flanc du petit synclinal des Reyniers (REY), dans la barre calcaire sous-jacente aux marnes (Serre de la Garenne, ferme Chosséon). on récolte Emericiceras (Sornayites) cf. crioceratoides, Plesiospitidiscus sp., Balearites sp., Psilotissotia favrei, Neolissoceras grasi, etc. qui indiquent l'Hauterivien supérieur. Les derniers bancs ont fourni Cassidoiceras? sp., Barremites vocontium qui peuvent à la rigueur laisser supposer l'existence de Barrémien basal. Cette barre n'est autre chose que le ressaut qui sépare habituellement les terrains hauteriviens et barrémiens.

Un kilomètre au Sud, émergeant de la couche de marnes qui tapissent le fond du synclinal, à proximité du hameau des Berthalais (BTH), des lentilles hectométriques de calcaires beiges à si-

(6) Dans tout le bassin vocontien, la base de la « vire à Hétérocères » (membre 3), datée par ammonites en plusieurs endroits, se caractérise minéralogiquement par une recrudescence soudaine et importante des apports de kaolinite détritique (S. FERRY, 1976) et se différencie aisément d'une autre vire marneuse située dans le sommet du membre 2. À Cobonne même, G. SAYN (1890) signale d'ailleurs Heteroceras sp., au sommet de la coupe donc, semble-t-il, au niveau de ces marnes.

lex, sans doute bédouliens comme à Plan-de-Baix, reposent directement sur ces couches hauteriviennes.

Au Sud de la Drôme, (coupes CHP/JUR/ D 70), la série se recomplète et les marnes aptiennes reposent tantôt directement sur les marnes du Barrémien inférieur, tantôt sur une petite barre calcaire de quelques mètres d'épaisseur qui a livré Hemihoplites heberti (coupe JUR). Costidiscus recticostatus (CHP), Hemihoplites sp. (CHP, B. PORTHAULT, 1960). C'est donc une série de type Cobonne, à ceci près que le membre 2 réduit peut même manquer localement. Il n'y a pas de calcaires bédouliens prouvés (J. FLANDRIN, 1974). Il est à peu près certain que les membres 3 et 4 manquent. Sur le dernier banc, de grands sillons d'érosion, analogues à ceux de Beaufort, ont été figurés par POR-THAULT (1960, vol. II, fig. 12) à proximité de la ferme Jurie (JUR). Invisibles ici à l'heure actuelle par suite de la dégradation météorique de la surface, ces stries ont été retrouvées au même niveau dans la coupe des Chapeaux (CHP) où leur orientation correspond à celle qu'elles présentent à Beaufort. Ici, la base des marnes aptiennes a pu être datée du Gargasien supérieur non basal: la zone à Cabri manque (D 70), ce qui augmente d'autant vers le haut la durée de la lacune anté-marnes aptiennes.

Nous signalerons pour finir que les calcaires bédouliens réapparaissent à l'Ouest (D 538), sous faciès pélagique, avec *Pseudohaploceras matheroni, Cheloniceras sp.* L'érosion n'a malheureusement pas exhumé les terrains barrémiens.

Ainsi, de part et d'autre du cours moyen de la Drôme, sur une aire considérable (plus de 150 km²), une lacune importante, que nous nommerons lacune B, fait reposer les marnes aptiennes sur des niveaux localement très bas du Barrémien, sans doute sur l'Hauterivien supérieur dans le cours inférieur de la Sye. En outre, la surface du dernier banc, ferruginisée, montre en plusieurs endroits des sillons d'érosion de direction cohérente (environ Nord-Nord-Ouest-Sud-Sud-Est) et des chicots résiduels de calcaires bédouliens à silex ont été repérés çà et là sur cette surface. Au Nord de Beaufort, cette lacune est unique. Vers le Sud, elle « ravine » au

moins une autre lacune antérieure (lacune A), d'âge barrémien supérieur. Leurs effets conjugués aboutissent, de chaque côté de la Drôme, en amont de Crest, à la conservation singulière et locale de quelques bancs calcaires d'âge barrémien supérieur non basal, entre les marnes du Barrémien inférieur peut-être partiellement amputées et les marnes aptiennes cicatricielles. En effet, le niveau à Hemihoplites repose « anormalement » dans plusieurs coupes sur les marnes du Barrémien inférieur et les Costidiscus récoltés aux Chapeaux vont bien aussi dans ce sens (7).

3. Interprétation.

Tout d'abord, il ne fait guère de doute que la disparition des calcaires bédouliens et barrémiens *pro parte*, de part et d'autre de la Drôme, soit à relier à la coulée 3 de La Chaudière :

- la correspondance stratigraphique est remarquable, les marnes aptiennes scellant à la fois lacune B et coulée 3.
 En outre, l'absence du membre 1 dans le synclinal des Reyniers s'accorde parfaitement avec le remaniement de marnes d'âge barrémien inférieur dans la coulée bédoulienne de la Chaudière:
- la lacune est certainement une lacune par érosion, non par inhibition de la sédimentation, en raison de son biseautage brusque dans sa terminaison nord. Le panorama de la route d'Egluy (fig. 3) met d'ailleurs fort bien en lumière la réalité d'une niche de décollement fossile;
- les sillons observés sur le dernier banc calcaire, dans le secteur supposé amont, convergent vers la zone de resédimentation. Or ce type de sillons parfois cannelés, visiblement creusés dans un substratum vaseux compacté mais encore mou, est bien connu dans le bassin à la base des coulées ou des glissements synsédimentaires. Les chicots résiduels de calcaires bédouliens sont à cet égard un argument complémentaire: ils représenteraient des lambeaux abandonnés en cours de route par la loupe de glissement;
- la polarité des faciès autochtones dans le bassin indique une pente sous-marine toujours orientée vers le faciès pélagique, conforme dans le secteur des lacunes avec la direction de ces sillons d'érosion;
- (7) Dans tout le bassin vocontien, comme dans la coupe stratotypique d'Angles, ces faunes n'apparaissent que dans le sommet du membre 2, et non dès sa base, c'est à dire peu avant le niveau à *Hemihoplites*.

6

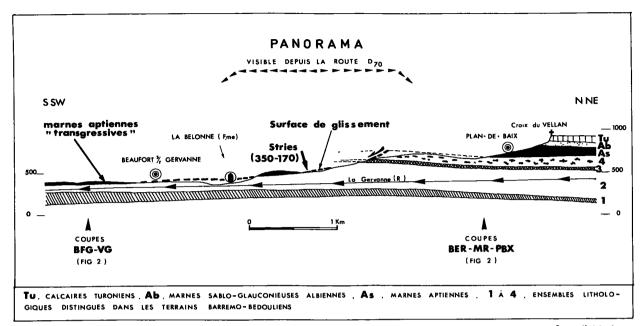


Fig. 3. – Coupe schématique subméridienne de la bordure Sud du Vercors occidental montrant une surface d'ablation anté-marnes aptiennes, dont la morphologie évoque la niche de décollement d'un glissement de terrain fossile.

la correspondance lithologique est également remarquable : la nature des sédiments remaniés par la coulée 3 est parfaitement compatible avec la situation paléogéographique de la lacune, sur le rebord tout à fait externe de la plate-forme carbonatée bédoulienne.

Dans cette hypothèse, la lacune antérieure A, qui affecte la base du membre 2 depuis Cobonne jusqu'aux Chapeaux, s'explique tout aussi aisément par les coulées 1 et 2 de La Chaudière. Cette lacune A serait donc composite, la loupe de glissement correspondant à la coulée 2 effacant toute trace de celle ayant précédemment donné naissance à la coulée 1. Là encore, la correspondance stratigraphique est remarquable car les calcaires à Hemihoplites cachètent à la fois lacune A et coulée 2. En outre, en remontant vers le Nord-Ouest, on voit la coulée 1 raviner totalement les calcaires de la base du membre 2 pour reposer directement sur les marnes du membre 1, dès les Auberts. En amont, les quelques bancs du sommet du membre 2, pris « en sandwich » entre le membre 1 et les marnes aptiennes représentent donc des lambeaux résiduels des vases barrémiennes, postérieures à la deuxième coulée, qu'épargnera localement au Bédoulien la loupe de glissement correspondant à la coulée 3.

Enfin, illustrant la permanence d'une « zone sensible » dans cette région de Crest, l'absence prouvée des marnes bédouliennes (membre 5) sur le flanc Nord-Ouest de la Forêt de Saou se corrèle aisément avec la coulée 4 de La Chaudière. Mieux : les glissements observés dans la zone à *Cabri* de cette dernière localité expliquent eux aussi que les sédiments correspondants puissent manquer vers l'amont.

Dans cette interprétation, nous remarquerons que la sédimentation peut être théoriquement continue et les réductions d'épaisseurs observées d'origine purement mécanique.

4. Conséquences : les pseudo-« hard-grounds ».

L'ampleur des coulées boueuses axiales n'étant pas connue alors, J. FLANDRIN (1974) interpréta l'absence des calcaires bédouliens comme le résultat d'une lacune de sédimentation et la patine ferrugineuse comme l'indice d'un durcissement (« hard-ground ») de la vase du fond avant le dépôt des « marnes bleues » cicatricielles.

Nous ne pensons plus guère, à présent. que puissent coïncider ici, même au moment d'un changement lithologique majeur connu dans tout le Sud-Est (discontinuité DR Be S, in A. ARNAUD-VANNEAU, H. ARNAUD et J.P. MASSE, 1978), une lacune certainement mécanique en grande partie et un arrêt momentané du dépôt. Par ses caractères, la surface barrémienne du Diois diffère radicalement des niveaux de condensation de même âge (bioturbation complexe, glauconitisation, phosphatisation, etc.) décrits par P. COTILLON (1971, 1975) sur la marge Sud-Est de ce même bassin. En outre, la ferruginisation des surfaces exposées, qui semble résulter tout simplement de l'oxydation météorique de la pyrite diffuse des sédiments, est un phénomène banal au contact de deux lithologies différentes.

Faut-il pour autant écarter totalement, en accord avec l'hypothèse paléomorphologique que nous serons amenés à formuler, la possibilité de courants normaux descendants (non des courants de turbidité), canalisés dans la région de Crest par une topographie sous-marine en creux et responsables de phénomènes momentanés de déreption (J.P. BARUSSEAU et J.R. VIANNEY, 1978)? Dans le cas étudié, il s'agit seulement d'une possibilité théorique qu'aucun fait ne vient étayer.

La question des « hard-grounds » profonds reste cependant posée pour les autres surfaces de ce type, rencontrées en d'autres lieux et à d'autres niveaux des séries marno-calcaires alternantes du bassin. Les rapports de la cuvette vocontienne avec la mer alpine du domaine piémontais profond sont encore mal connus, donc aussi les possibilités de circulation des eaux profondes. Or, ceci, conditionne cela : sans circulation profonde, pas d'arrêts de sédimentation. Rappelons à ce propos que les études géochimiques (B. PORTHAULT, 1978) conduiraient à envisager un léger confinement du corps d'eau inférieur.

5. Répartition des coulées boueuses.

Nous ne nous étendrons pas sur les corrélations stratigraphiques effectuées dans le domaine de resédimentation et qui font l'objet d'une thèse en cours. Nous commenterons simplement les principaux résultats.

5.1. BARRÉMIEN SUPÉRIEUR (COULÉES 1 ET 2).

Les coulées 1 et 2 qui ont été groupées sur la figure 4, possèdent à peu près la même aire de répartition. Un petit niveau bréchique est connu dans le « membre » 2 à Cobonne (COB), qui pourrait être un témoin de l'un ou l'autre événement.

En aval de La Chaudière (CHD), ces coulées sont essentiellement constituées de sédiments pélagiques et hémipélagiques sous la forme de blocs arrondis, parfois de morceaux de bancs non déformés, jamais de très grande taille, noyés au hasard dans une matrice marno-calcaire de consistance « terreuse » qui résulte sans doute du mélange de marnes pélagiques et hémipélagiques avec des vases plus calcaires.

En amont, aux Auberts (AUB) et au Mouyons (MY), on constate en plus une proportion notable de blocs à faciès de plate-forme (biomicrites et biosparites variées) dont des calcaires à rudistes mais qui conservent toutefois un cachet relativement « externe » dans la zonéographie des faciès urgoniens. Or la lacune reconnue plus au Nord-Ouest n'intéresse que des faciès vaseux et l'on sait de toute manière que les faciès urgoniens du Vercors n'ont pas encore progradé suffisamment vers l'Ouest (fig. 4) pour atteindre à cette époque la partie amont de la niche de décollement possible (A. ARNAUD-VANNEAU et H. ARNAUD, 1976). Pour expliquer la présence en ces lieux de blocs calcaires à faciès exotiques, il faut invoquer une alimentation partielle d'origine plus nordique (Valentinois) ou occidentale (plate-forme ardéchoise). A l'appui de la première possibilité : le témoin bréchique de Cobonne. De plus, les apports bioclastiques granoclassés, signalés dans cette localité et aux Mouyons, orientés vers le Sud-Est, soulignent la possibilité d'écroulements en masse, issus de la plate-forme jurassienne au niveau de Valence. A l'appui de la seconde hypothèse, une coulée charriant surtout des éléments à faciès urgonien lato sensu existe dans le Nord du Paysde-Bourdeaux et semble corrélable avec la coulée 2 : un nourrissage latéral par une coulée synchrone confluente expliquerait les faciès exotiques des Auberts.

Plus en aval dans la gouttière vocontienne (ARN), après un hiatus d'observation, une autre coulée importante, qui peut reposer directement sur le membre 1, est connue dans le membre 2. juste sous le niveau à Hemihoplites. La forte proportion qu'y présentent les calcaires à faciès urgoniens, ici assombris par la diagenèse, exclut son raccordement avec la coulée 2 de La Chaudière, en dépit de son apparent synchronisme et malgré la direction des stries de glissement (N 130) observées à sa semelle dans la région de Rosans. Un phénomène de glissement ne peut totalement renverser une polarité de faciès : les faciès amont de la zone d'arrachement se retrouveront en movenne à l'amont de la zone de resédimentation. Il s'agit sans nul doute d'un apport latéral, même rigoureusement synchrone. issu du Vercors oriental ou de la plate-forme ardéchoise.

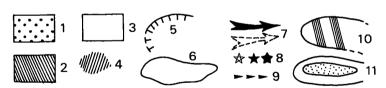
Plus au Sud-Est encore, d'autres coulées dilatent le membre 2, dont certaines originaires de l'Ouest. Nous remarquerons en outre la présence de couches bioclastiques granoclassées parfois épaisses (jusqu'à 3 mètres à proximité d'Arnayon), qui nivèlent, en continuité de sédimentation, le toit irrégulier des coulées. Il s'agit d'avalanches de sable calcaire, accompagnant les glissements. Des observations analogues ont été faites par d'autres auteurs (J. REMANE, 1970; E.W. MOUNTJOY et al., 1972).

L'étude du contexte des coulées 1 et 2 illustre le comportement du bassin vocontien qui fonctionnait comme une gouttière canalisant vers le Sud-Est les apports de l'amont et les écroulements de flanc.

Corollairement, apparaissent aussi les difficultés rencontrées pour retrouver la patrie d'origine précise du matériel glissé, en raison des inflexions de parcours toujours possibles.

5.2. BÉDOULIEN CALCAIRE (COULÉE 3).

Le Bédoulien offre sans doute un des plus beaux exemples de corrélation entre une niche de décollement fossile et la coulée correspondante (fig. 5).



1 – Faciès urgoniens s.l. (incluant les épandanges bioclastiques peu profonds de la plate-forme externe. 2 – Faciès hémipélagique. 3 – Faciès pélagique. 4 – Lacune reconnue (fig. 4). 5 – Contour d'une niche d'arrachement (en tirets : limite supposée). 6 – Aire de resédimentation d'une coulée boueuse. 7 – Sens d'écoulement des coulées boueuses (en tirets : origine possible, totale ou partielle). 8 – Zones des coulées où l'on rencontre une proportion notable de blocs à faciès urgoniens s.l. (fig. 4). 9 – Sens des apports bioclastiques. 10 – Zones des coulées où l'on rencontre un mélange de faciès hémipélagique et pélagique (fig. 5). 11 – Aire de resédimentation de la turbidite bioclastique associée à la mise en place d'une coulée.

Toponymie:

Aou, Aouste; Arn, Arnayon; Aub, Les Auberts; Ber, Montagne des Berches; Bez, Bezaudun; Bfg, Beaufort-sur-Gervanne; Bth, les Berthalais; Ch, Le Chaffal; Chd, La Chaudière; Chp, Les Chapeaux; Cob, Cobonne; Cru, Crupies; D 70, route départementale n° 70; D 538, route départementale n° 538; Es, l'Escoulin; Gum, Gumiane; Jur, ferme Jurie; Lch, La Charce; Ma, Marsanne; Mr, Château de Montrond; My, ferme des Mouyons; Om, Omblèze; Pbx, Plan-de-Baix; Pdb, Pont-de-Barret; Prd, Pradelle; Rcf, Rochefourchat; Ren, ferme Renage; Rey, ferme des Reyniers; Sa, Saou; Sdz, Saint-Dizier-en-Diois; Sl, Saillans; Vld, Valdrôme; Vn, Vaunaveys; Vg, Vaugelas.

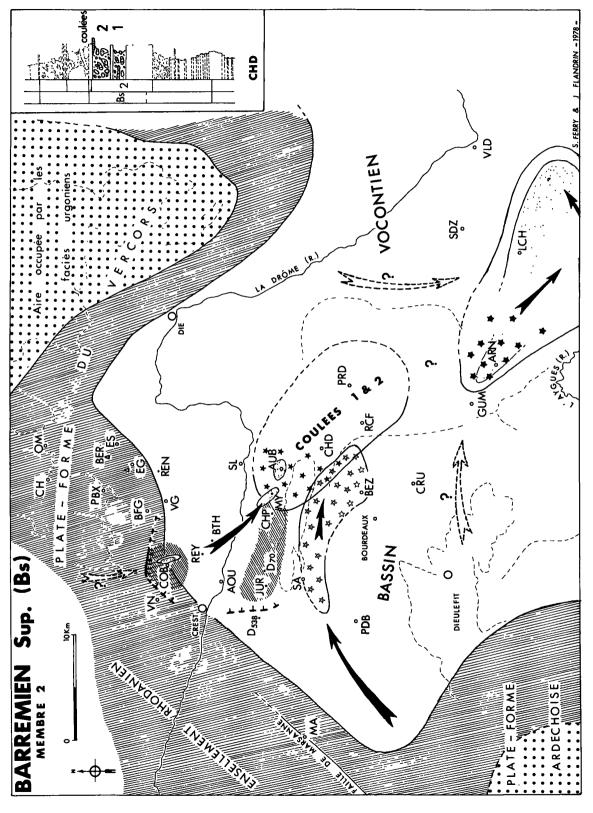


Fig. 4. – Les coulées 1 et 2 dans leur contexte sédimentaire. Remarquer la convergence axiale d'écroulements apparemment synchrones, accompagnés ou non de leur « turbidite associée ». Les cônes d'épandage bioclastique latéraux n'ont pas été figurés.

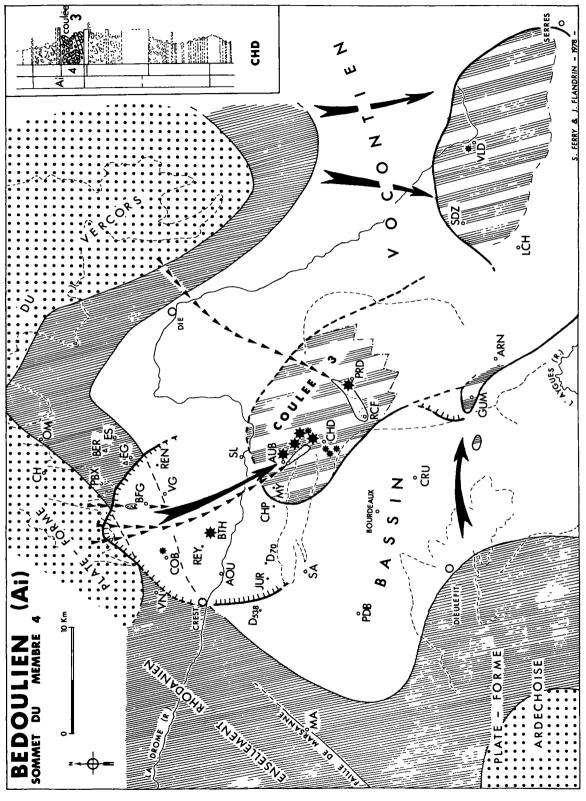


Fig. 5. – La coulée 3 et la niche de décollement correspondante dans leur cadre sédimentaire à la fin de la sédimentation calcaire bédoulienne. Remarquer, là encore, la confluence d'écroulements latéraux contemporains. Noter également les turbidites bioclastiques associées, également convergentes, au toit de la coulée 3.

La coulée elle-même est particulièrement spectaculaire à proximité de La Chaudière (ravin de la Courance, ferme Couteau) et de Pradelle (ferme du Ribal) par la taille des olistolithes qu'elle charrie (jusqu'à 10 000 m³) pratiquement sans déformation, mis à part un certain « froissement » de leur semelle. Ces paquets glissés ont en majorité le faciès des calcaires de la région de Beaufort/Les Berches (type hémipélagique).

Comme précédemment, un écroulement apparemment synchrone, la coulée de Valdrôme (VLD), issue du rebord de la plate-forme du Vercors oriental où H. ARNAUD (communication orale) vient de localiser la niche de décollement correspondante, conflue avec la coulée 3 vers le centre de la cuvette.

Des apports occidentaux sont en outre vraisemblables à Gumiane (GUM) où l'on remarquera, dans le voisinage, une lacune locale du Bédoulien qui souligne la complexité morphologique du fond (décapage de la paroi latérale d'un couloir?).

Nous distinguons plusieurs parties dans ces coulées (fig. 5). L'amont offre un mélange de sédiments hémipélagiques et pélagiques. La proportion de calcaires référables au type urgonien lato sensu est très faible à La Chaudière, en accord avec la position de la niche de décollement. L'aval (ARN) ne comporte que des vases à caractère pélagique : c'est le matériel sub-autochtone que les masses glissées de l'amont ont érodé et rebroussé à leur front où il est difficile de partager ce qui revient à l'une ou à l'autre coulée.

Le volume des sédiments redéposés par la coulée 3 seule peut être estimé à 6 km³ au grand

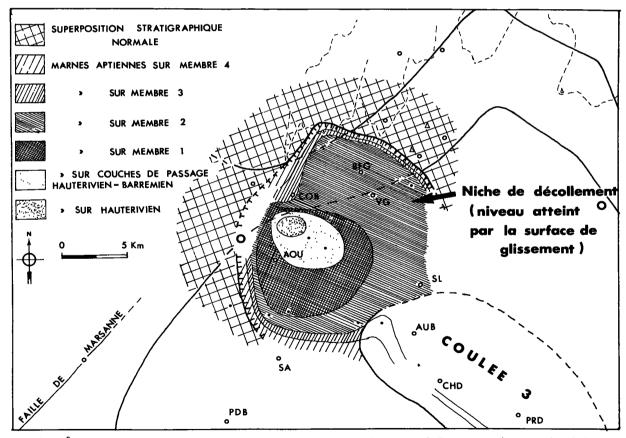


Fig. 6. – Âge du substratum de la niche de décollement correspondant à la coulée 3. Remarquer l'excentration de la zone fortement érodée, qui s'explique par l'action antérieure des coulées 1 et 2.

maximum. Retranchons 3 km3 qui correspondent aux sédiments pélagiques bédouliens et barrémiens pro parte incorporés au corps de la coulée dans la zone de resédimentation et pour partie rebroussés à son front. Il reste environ 3 km³ pour la loupe amont. On ne retombe sur cette valeur, assez faible, qu'en admettant une diminution très rapide de l'épaisseur intrinsèque de la série sur la bordure de la plate-forme. Il faut concilier l'absence certaine de 80 à 100 m de sédiments au Nord de Beaufort et l'énorme superficie de la lacune où les calcaires bédouliens et la « vire à hétérocères », au moins, ont été entrainés. C'est pourquoi on est obligé d'éliminer, contrairement à ce que pourrait laisser croire la figure 5, l'image simple d'une loupe de glissement régulière, classique, écornant un talus rectiligne orienté Nord-Est - Sud-Ouest, qui donnerait un volume trop fort. Deux écroulements de flancs moins importants, convergeant vers l'axe d'une incision du talus issue de la région de Valence et débouchant dans le bassin au niveau de Crest, résoudraient élégamment le problème volumétrique, en rendant possibles des diminutions d'épaisseurs intrinsèques très rapides dans l'espace. L'inflexion locale de la limite entre les faciès hémipélagique et pélagique est compatible avec l'idée d'un rentrant. Cela permettrait également d'expliquer le blocage au Bédoulien des faciès urgoniens sur la lèvre Nord-Est. Enfin, la cartographie des terrains formant le substratum de la niche de décollement (fig. 6) est intéressante à cet égard :

- elle permet déjà de visualiser l'influence de la lacune A qui a, en quelque sorte « préparé le terrain » à une érosion beaucoup plus énergique dans la moitié Sud-Ouest.
 Ce serait d'ailleurs une manière détournée de cartographier cette lacune antérieure sur laquelle on ne possède que des renseignements épars;
- elle indique aussi l'extension progressive vers le Nord-Est de la niche d'arrachement ce qui s'accorde bien avec l'idée d'un recul de flanc dans cette direction.

5.3. BÉDOULIEN MARNEUX (COULÉE 4).

La coulée 4 est également impressionnante par son volume, le secteur de La Chaudière n'en représentant cette fois qu'un appendice latéral (fig. 7). Son épaisseur atteint localement 40 à 50 mètres dans le Nord-Ouest du Pays-de-Bour-deaux.

La position des niches de décollement correspondantes est mal précisée, en raison des difficultés rencontrées pour dater très finement la base des « marnes bleues ». Cette coulée représente un glissement général de la couverture sédimentaire marneuse sur l'ensemble de la marge occidentale du bassin, peu après le changement lithologique scellant la discontinuité régionale DR BeS (A. ARNAUD-VANNEAU et al., 1978).

6. Conclusions.

Des datations précises ont permis de reconstituer dans le détail un véritable système de déjection sous-marin barrémo-aptien, au droit de la marge nord-occidentale du bassin vocontien.

Ainsi que l'étude des séiments bioclastiques l'avait déjà montré (S. FERRY, 1978), cette cuvette fonctionnait comme une véritable gouttière, sans doute compliquée dans le détail, qui canalisait vers le Sud-Est les écroulements en masse de ses talus vaseux marginaux, alors que les cônes turbiditiques sont plutôt restés ancrés sur les glacis latéraux de raccordement à ses flancs.

À plusieurs reprises, nous avons évoqué le synchronisme vraisemblable de glissements sédimentaires différents. Si ce synchronisme est réel, il semble bien que seuls des séismes aient pu avoir un retentissement suffisant pour provoquer des écroulements sur des talus diamétralement opposés. Rappelons à ce propos la coïncidence entre l'orientation de ces talus hémipélagiques et celle de certaines fractures (faille de Marsanne Nord-Est - Sud-Ouest, failles de la haute vallée de la Drôme, etc.) dont la direction est analogue à celles d'accidents, pour lesquels un fonctionnement synsédimentaire a pu être démontré ou fortement suspecté (H. ARNAUD, J.C. BARFETY, M. GIDON, J.L. PAIRIS, 1978). Cette coïncidence suggère l'influence précoce des accidents en question sur la genèse des flexures sédimentaires et donc la vraisemblance de l'hypothèse séismique.

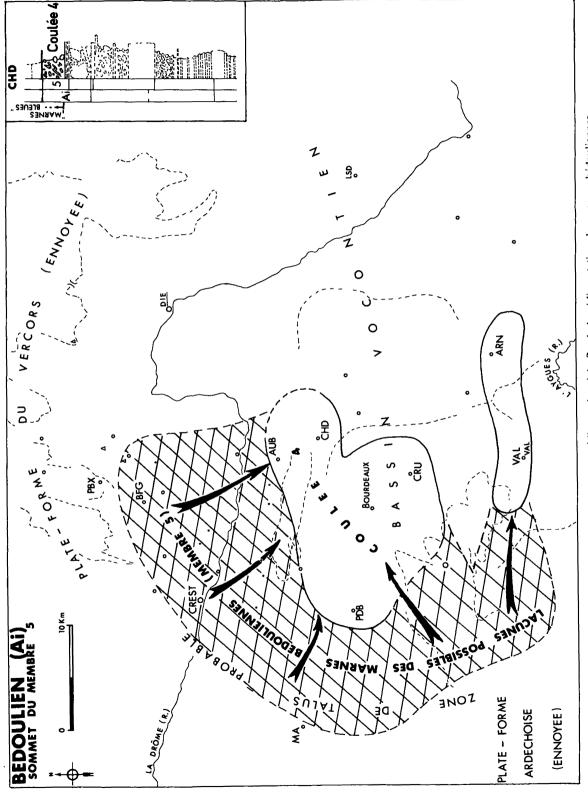


Fig. 7. - La coulée 4 dans son contexte sédimentaire, à la fin de la sédimentation des marnes bédouliennes.

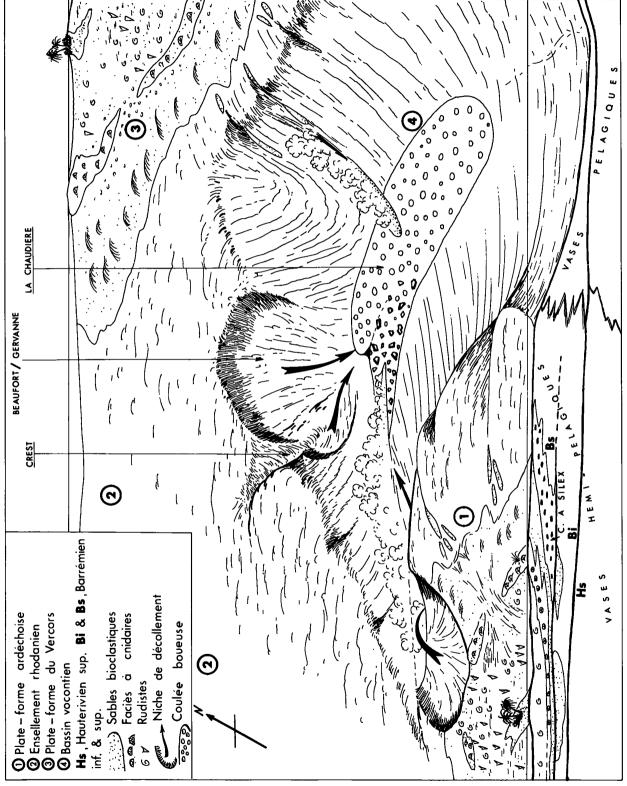


Fig. 8. – Essai de reconstitution de la partie occidentale du sillon vocontien (schéma de principe). Paléogéographie des plates-formes urgoniennes imaginaire. Coupe de la plate-forme ardéchoise et passage aux vases du bassin inspirés de D. LAFARGE (1978). Le cône d'épandage bioclastique profond du Pays-de-Bourdeaux n'a pas été représenté.

La figure 8 résume de façon imagée et évidemment schématique les principales conclusions de cette étude, notamment l'hypothèse du couloir de Crest, ses écroulements de flanc, la simultanéité de glissements convergeant vers l'axe de la cuvette, la genèse d'avalanches de sable également synchrones, provoquées par les ébranlements responsables des glissements.

La morphologie de la bordure du « plateau continental » (shelf break) avec ses incisions canalisant les avalanches de sable sera justifiée dans une note à paraître (Colloque sur l'Urgonien, Grenoble, 1979).

RÉFÉRENCES CITÉES

- ARNAUD (H.), BARFETY (J.C.), GIDON (M.) et PAIRIS (J.L.) (1978). À propos du rhegmatisme des zones alpines au Sud de Grenoble. (C.R. Acad. Sc. Paris, t. 286, p. 1335-1338).
- ARNAUD-VANNEAU (A.) et ARNAUD (H.) (1976). L'évolution paléogéographique du Vercors au Barrémien et à l'Aptien inférieur (Chaînes subalpines septentrionales, France). (Géol. alpine, Grenoble, t. 52, p. 5-30).
- ARNAUD-VANNEAU (A.), ARNAUD (H.) et THIEULOY (J.P.) (1976). Bases nouvelles pour la stratigraphie des calcaires urgoniens du Vercors. (Newsl. Stratigr., Stuttgart, 5 (2/3), p. 143-151).
- ARNAUD-VANNEAU (A.), ARNAUD (H.) et MASSE (J.P.) (1978). Les discontinuités sédimentaires du Barrémien supérieur et du Bédoulien sur le pourtour de la zone vocontienne. (in « Livre jubilaire Jacques FLANDRIN », Doc. lab. géol. Fac. Sc. Lyon, H.S. nº 4, p. 11-27).
- BARUSSEAU (J.P.) et VIANNEY (J.R.) (1978). Contribution à l'étude du modelé des fonds abyssaux. Le rôle géodynamique des courants profonds. (Rev. géogr. phys. géol. dyn., Paris, (2), vol. XX, fasc. 1, p. 59-94).
- BEAUDOIN (B.), MOUTTE (J.) et SOLER (P.) (1975). Le canyon de Céuse, élément essentiel pour la compréhension du bassin subalpin au passage Jurassique-Crétacé. (IXe Congr. intern. sédimentologie, Nice 1975, vol. 5, p. 61-69).
- BUSNARDO (R.) (1965). Le stratotype du Barrémien. I Lithologie et macrofaune. (in « Colloque sur le Crétacé inférieur, Lyon 1963 », Mém. B.R.G.M., Paris, nº 34, p. 101-116).

- COTILLON (P.) (1971). Le Crétacé inférieur de l'arc subalpin de Castellane entre l'Asse et le Var. Stratigraphie et sédimentologie. (Mém. B.R.G.M., Paris, nº 68, 313 p.).
- COTILLON (P.) (1975). Le Crétacé. (in B. BEAU-DOIN, R. CAMPREDON, P. COTILLON et P. GIGOT. Alpes méridionales françaises. Reconstitution du bassin de sédimentation). (IXe Congrès intern. sédim., Nice, livret-guide excursion nº 7, p. 93-111).
- COTILLON (P.) (1978). Les « formations à miches », lithofaciès caractéristique dans le Mésozoique des bordures du bassin du Sud-Est de la France; leur signification paléogéographique. (6° Réun. ann. Sc. de la Terre, Orsay, Soc. géol. France édit., p. 116 (résumé).
- FERRY (S.) (1976). Cônes d'épandage bioclastique en eau profonde et glissements sous-marins dans le Barrémien et l'Aptien inférieur vocontiens de la Drôme. Implications paléostructurales. (Thèse 3°Cycle, Lyon, 144 p., 48 fig., 2 fasc., (inédit).
- FERRY (S.) (1978). Les « calcaires à débris » barrémo-aptiens de la Drôme vocontienne : des cônes d'épandage bioclastique en eau profonde. (*in* « Livre jubilaire Jacques FLANDRIN », *Doc. lab. géol. Fac. Sc. Lyon*, H.S. nº 4, p. 273-304).
- FERRY (S.) (à paraître). Les turbidites bioclastiques: modes de transport du sable calcaire des plates-formes urgoniennes à la cuvette vocontienne (Sud-Est de la France). (Colloque sur l'urgonien, Grenoble, 1979).
- FLANDRIN (J.) (1974). Carte géologique au 1/50 000 Die (feuille XXI-37).
- GIDON (M.) (1977). Sur l'existence d'une lacune du Tithonique au Nord de Melve (Rive gauche de la Durance au Sud de Gap). (Géol. alpine, Grenoble, t. 53, p. 57-59).
- KILIAN (W.) (1912). Sur une carte de la répartition du « faciès urgonien » dans le Sud-Est de la France. (C.R. Assoc. fr. Avanc. Sci., Paris, p. 361-365).
- LAFARGE (D.) (1978). Étude géologique du Plateau de Saint-Remèze, Ardèche. Stratigraphie, cartographie, sédimentologie, tectonique. (Thèse 3° Cycle, Lyon, 119 p., (inédit).
- MASSE (J.P.) (1976). Les calcaires urgoniens de Provence; Valanginien-Aptien inférieur. Stratigraphie, paléontologie, les environnements et leur évolution. (Thèse Aix-Marseille II, 455 p., 3 vol.).
- MOULLADE (M.) (1966). Étude stratigraphique et micropaléontologique du Crétacé inférieur de la « fosse vocontienne ». (Doc. lab. géol. Fac. Sc. Lyon, nº 15, 368 p., 2 fasc.).

- MOULLADE (M.) (1974). Zones de foraminifères du Crétacé inférieur mésogéen. (C.R. Acad. Sc. Paris, t. 278, sér. D, p. 1813-1816).
- MOUNTJOY (E.W.), COOK (H.E.), PRAY (L.C.) and McDaniel (P.N.) (1972). Allochtonous carbonate debris flows Worldwide indicators of reef complexes, banks or shelf margins. (24° Intern. Geol. Congr., Montreal 1972, sect. 6, p. 172-189).
- ODIN (G.S.) (1975). Les glauconies : constitution, formation, âge. (Thèse, Paris, 250 p.).
- PAQUIER (V.) (1900). Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales. (Thèse, Grenoble, 402 p.).
- PORTHAULT (B.) (1974). Le Crétacé supérieur de la « fosse vocontienne » et des régions limitrophes (France Sud-Est). Micropaléontologie, stratigraphie, paléogéographie. (Thèse, Lyon, 342 p.).

- PORTHAULT (B.) (1978). Géochimie et environnement sédimentaire. Exemple d'application dans l'étude du Crétacé du bassin rhodanien. (in « Livre jubilaire Jacques FLANDRIN », Doc. lab. géol. Fac. Sc. Lyon, H.S. nº 4, p. 361-392).
- REMANE (J.) (1970). Die Entstehung der resedimentaren Breccien im Obertithon der subalpinen Ketten Frankreichs. (*Eclogae Geol. Helv.*, vol. 63, n° 3, p. 685-740).
- RENAUD (B.) (1978). Le Crétacé inférieur de la vallée de l'Ibie et de la région de Lagorce Rochecolombe, Ardèche. Stratigraphie, sédimentologie, analyse structurale. (Thèse 3° Cycle, Lyon, 149 p., 77 fig., (inédit).
- SAYN (G.) (1890). Note sur le Barrémien de Cobonne (Drôme). (Bull. Soc. Géol. France, t. XCIII, p. 230-234).