



**HAL**  
open science

# Le détritisme carbonate profond dans le Crétacé inférieur du Sud-Est français. Ses rapports avec l'eustatisme

Serge Ferry

► **To cite this version:**

Serge Ferry. Le détritisme carbonate profond dans le Crétacé inférieur du Sud-Est français. Ses rapports avec l'eustatisme. 1987, pp.197-202. insu-00514816

**HAL Id: insu-00514816**

**<https://insu.hal.science/insu-00514816>**

Submitted on 3 Sep 2010

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

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

## LE DETRITISME CARBONATE PROFOND DANS LE CRETACE INFERIEUR DU SUD-EST FRANCAIS. SES RAPPORTS AVEC L'EUSTATISME.

RESEDIMENTED CARBONATES IN THE LOWER CRETACEOUS OF SOUTHEASTERN FRANCE.  
THEIR LINKS WITH PLATFORM RHYTHMS AND EUSTATISM.

par Serge FERRY\*

**RESUME** : 10 cycles eustatiques sont définis dans le Crétacé inférieur du Sud-Est français. Sur les plates-formes carbonatées, ils correspondent aux principales séquences "klupféliennes" de comblement, pour lesquelles le moteur tectonique (à-coups de subsidence) est mis en doute. Ces cycles ne sont repérables dans les séries de bassin que si l'amplitude de l'oscillation eustatique a été suffisante. Les glissements se manifestent à tous les niveaux mais les événements majeurs surviennent plutôt lors des régressions. Les turbidites bioclastiques se mettent plutôt en place en période de haut niveau marin, au moment de la progradation des carbonates de plate-forme mais certaines, qui se déposent en début de cycle (= début de séquence), doivent correspondre aux phases de bas niveau.

**ABSTRACT** : 10 eustatic cycles are defined in the Lower Cretaceous of French Subalpine Ranges. On carbonate platforms they correspond to the so-called "klupfelian", filling-up shelf sequences for which tectonics is discarded as the chief driver. These cycles can be traced in basinal sequences only if sea-level oscillations were strong enough to temporarily shift the pelagic limestone-marl alternation (possibly reflecting Milankovitch cycles) toward marls. Slump deposits occur throughout, but the biggest events are associated with low-stands. Bioclastic turbidites are mainly emplaced during high-stands (i.e. the progradation of platform carbonates), but some of them (some sets of "red slabs") characterize low-stands.

### 1. Introduction.

Le Sud-Est français est une région privilégiée car il permet, grâce à des faunes d'ammonites abondantes, d'effectuer des corrélations précises entre séries carbonatées de plate-forme et séries pélagiques profondes.

Les dernières études ont en outre démontré la possibilité de corrélations lithologiques extrêmement fines, banc à banc, dans les limites du cadre biostratigraphique. D'abord limitées aux séries de bassin (Cotillon et al., 1980), celles-ci se sont étendues au domaine de plate-forme externe (Ferry et Monier, à paraître).

Pour cette double raison, ce secteur de la marge alpine est une région-clé pour tenter de situer les phases de resédimentation dans le jeu des différents mécanismes censés rendre compte, d'une part, des monotones séries marno-calcaires alternantes de bassin (cycles de Milankovitch ?) et, d'autre part, des séries rythmiques de plate-forme (séquences "klupféliennes" de comblement).

Des corps de resédiments gravitaires (turbidites bioclastiques, coulées boueuses, glissements pélagiques) jalonnent en effet la série de bassin avec une fréquence variable (Ferry, *in* Debrand-Passard et al., 1984). Il n'est pas de mon propos dans cette courte note d'analyser l'organisation interne des systèmes de dépôt, ni de les présenter dans un but paléogéographique. Des cartes de répartition ont été publiées par ailleurs (*Ibid.*).

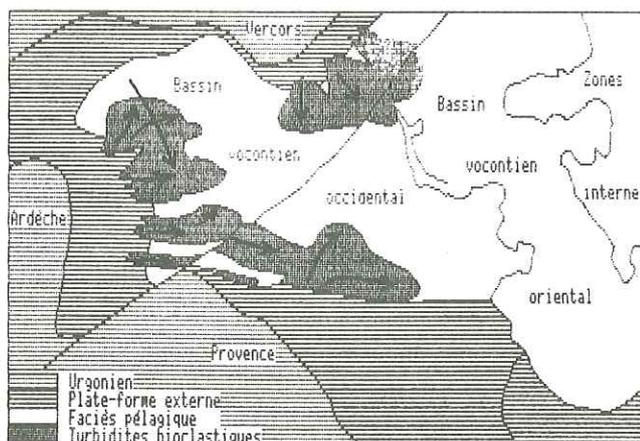


Fig. 1 : Situation des principaux "cones" d'épandage bioclastique profond et directions d'apports au Barrémien supérieur-Bédoulien en fosse vocontienne.

\* Université Claude Bernard - Lyon 1, Centre des Sciences de la Terre, 43, Bd du 11 Novembre, 69622 Villeurbanne cedex.

La figure 1 illustre la situation réalisée au Barrémo-Bédoulien et définit le cadre géographique de l'étude. La seule question abordée ici est de savoir si ces remaniements se manifestaient au hasard ou non. Nous prendrons nos exemples dans les séries calcaires du Berriasien à l'Aptien inférieur inclus.

## 2. Séquences klupféliennes ou cycles eustatiques ?

Il importe avant tout de s'interroger sur la validité du concept de séquence "klupfélienne". Débutant par des marnes ou des faciès "externes", la séquence-type de plate-forme se termine par des calcaires à caractère de plus en plus "interne", couronnés par une surface ou un "horizon" (Arnaud, 1981) de discontinuité. Le postulat de Walther énonce qu'un tel rythme traduit la progradation d'un système sédimentaire zoné. La zonation horizontale (faciès "externes", "internes") serait reproduite sur la verticale par le mécanisme même de la progradation. Tout le monde s'accorde donc, et à juste titre d'ailleurs, à considérer cette séquence comme un rythme de comblement.

C'est en fait sur l'origine de la discontinuité que l'on doit s'interroger. Selon l'interprétation classique, un à-coup de subsidence en fin de comblement remettrait la plate-forme en eau (transgression). Il serait la cause du brutal changement de faciès et sonnerait le départ d'une nouvelle phase de progradation-comblement (Arnaud-Vanneau, 1986). Le moteur de la rythmicité est donc tectonique. Klupfel (1917) l'admettait. C'est là l'origine de l'adjectif forgé pour qualifier cette séquence (Baudrimont et Dubois, 1977). Or, depuis dix ans, Vail et coll. ont élaboré un modèle de sédimentation de marge où le moteur fondamental est l'eustatisme. On doit donc s'interroger sur l'origine de nos séquences carbonatées.

Le premier argument en faveur de mouvements eustatiques provient des corrélations effectuées depuis la plate-forme jurassienne jusqu'au bassin vocontien (Ferry et Rubino, 1987). Celles-ci suggèrent en effet l'existence de surfaces d'érosion, aériennes ou sous-marines, qui tronquent les rythmes carbonatés de façon de plus en plus intense vers le rivage. Si tel est le cas, seules de profondes régressions en fin de cycle de remblaiement, indépendantes du caractère "régressif" des séquences de faciès, peuvent en être responsables. Les renouvellements de faunes, qui coïncident par ailleurs avec les discontinuités sédimentaires, s'expliqueraient mieux aussi par la conjugaison des effets respectivement négatifs puis positifs des régressions et des transgressions sur l'ensemble du monde vivant inféodé au plateau continental (y compris une bonne partie des ammonites).

Les rythmes dits "klupféliens" pourraient ainsi être le simple reflet d'oscillations eustatiques et ne traduire, conformément au schéma de Vail (Vail et al., 1984), que l'adaptation du système bio-sédimentaire carbonaté à la remise en eau de la plate-forme. Le temps géologique ne serait donc qu'à moitié enregistré par les dépôts sur celle-ci. En administrer la preuve est difficile. La cohérence du modèle et sa capacité d'explication seront les meilleurs garants de sa valeur. Il nous faut donc raisonner à l'échelle du système sédimentaire tout entier, c'est à dire sur des séries parfaitement corrélées de la plate-forme au bassin.

## 3. Place des remaniements gravitaires dans la "séquence" pélagique.

La persistance de la rythmicité propre aux séries de plate-forme dans la série barrémienne vocontienne avait déjà été suggérée (Arnaud, 1981). Ainsi les marnes de base de la séquence klupfélienne correspondraient-elles également à des vires marneuses dans le bassin. Ce n'est que partiellement vrai car les deux séquences berriasiennes (in Ferry et Rubino, 1987) ne se discernent pas dans la série d'Angles, au contraire des autres séquences "néocomiennes" (lato sensu). Nous avons mis cette particularité sur le compte de l'amplitude variable des oscillations eustatiques, avec effet de seuil.

Le résultat des corrélations effectuées est en effet le suivant : la discontinuité est d'autant plus sensible dans la série de bassin que la troncature des rythmes de plate-forme par les surfaces d'érosion évoquées plus haut est plus intense. Nous avons donc interprété les vires marneuses de bassin comme résultant de la déstabilisation des systèmes bio-sédimentaires à la suite des régressions eustatiques. La production de boue de péri-plate-forme est amoindrie par la découverte des bancs carbonatés. Elle pourrait s'accompagner d'une baisse de la production de boue carbonatée planctonique. L'altération de cette dernière serait la conséquence de la modification des budgets géochimiques, peut-être de changements climatiques induits par les variations de niveau. Corrélativement, les taux de sédimentation devraient diminuer, ce que l'on constate à la base de plusieurs cycles, non seulement dans le Sud-Est mais aussi dans l'Atlantique au même niveau stratigraphique (P. Cotillon, sous presse).

Il est donc possible, comme on a défini une séquence de plate-forme, de concevoir une "séquence" de bassin mais qui ne présente pas la forte asymétrie de la première. Cette séquence de bassin débiterait par une vire marneuse si l'oscillation eustatique a été suffisante pour bouleverser le système sédimentaire. Cette vire représenterait la phase de bas niveau lato sensu. Le retour à une sédimentation alternante régulière marquerait la restauration des anciens équilibres (haut niveau marin).

Pour des raisons encore mal comprises, cette séquence serait décalée globalement vers les marnes (comme dans le Valanginien sup. ou le Gargas-Albien) ou vers les calcaires (Tithonique-Berriasien, Barrémien). Mais on constate que toute dérive ne s'effectue pas de façon quelconque ; elle dure toujours (travaux en cours) un nombre entier de cycles eustatiques tels qu'ils sont définis ici.

Dans ce modèle, les marnes de base de séquence de plate-forme (faciès de transgression cachetant une surface d'omission ou d'érosion) n'ont pas la même valeur que la vire marneuse de la "séquence" de bassin. Cette dernière enregistrerait toute la phase de bas niveau et peut-être une partie de la transgression selon les cas.

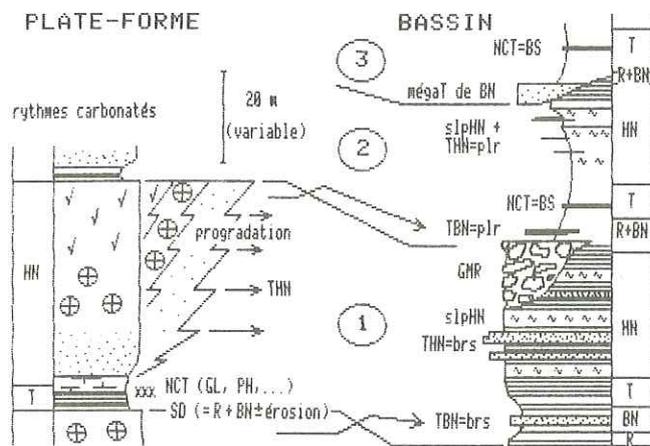


Fig. 2 : LE MODELE PROPOSE (adapté de Vail et al., 1984). Correspondance entre les rythmes de plate-forme, considérés comme la traduction de cycles eustatiques, et leurs équivalents de bassin. Dans le bassin, l'alternance calcaire-marne est "déviiée" vers les marnes en phase de bas niveau lato sensu, ce qui a pour effet de créer, dans l'alternance calcaire-marne, des "séquences" quelque peu comparables à celles de plate-forme (rythme 1). L'enregistrement sédimentaire y est cependant sans doute plus complet (R, BN, T). Le rythme 2 montre une variante du cycle eustatique lorsque la sédimentation de bassin est globalement décalée vers les marnes (Valanginien sup., Bédoulien sup. marneux) mais le principe reste le même. Le rythme 3 est une variante valable pour l'Albien (Rubino, ce volume) où la régression s'accompagne d'érosion, même en domaine de bassin,

avec mise en place de mégaturbidites sableuses. Le ravinement n'est peut-être pas obligatoirement dû à la mise en place des turbidites mais à des modifications profondes de l'hydrodynamisme à l'échelle du bassin. Cela pourrait signifier que, même dans le bassin, l'enregistrement sédimentaire du temps n'est pas toujours complet (cf. problème des hiatus dans les séries océaniques profondes).

Signification des abréviations: R, BN, T, HN : régression, bas niveau, transgression, haut niveau ; THN, TBN : turbidites de haut ou de bas niveau marin (remarque que, pour ces dernières, le matériel est emprunté aux dépôts du cycle précédent, par suite de la baisse de niveau qui favorise les érosions sur la plate-forme) ; brs : bancs roux (bioclastiques) à silex ; plr : plaquettes (bioclastiques) rousses ; GMR : glissement majeur de régression ; slpHN : glissement (slump) de haut niveau ; NCT : niveau condensé de transgression (GL = glauconie, PH = phosphates, BS = "black shales" ou niveau riche en matière organique) ; SD : surface de discontinuité. Les hachures horizontales dans la série de bassin symbolisent l'alternance calcaire-marne (cycles de Milankovitch ?).

D'après les observations et corrélations effectuées dans l'ensemble du Crétacé inférieur, les résédiments d'origine gravitaire ne se disposent pas totalement au hasard dans cette séquence de bassin. Il y a, semble-t-il, 2 catégories de turbidites : celles de base de séquence, associées à la vire marneuse, et qui ne correspondent à aucun banc carbonaté contemporain actif. Le matériel ne peut être qu'emprunté aux formations élaborées lors de la phase de progradation du cycle précédent (haut niveau marin) et drainées vers le bassin à la faveur de la régression. Le deuxième groupe de turbidites se manifeste plus tard, au milieu de la séquence calcaire et cesse toujours bien avant la vire de base du cycle suivant. Celles-ci seraient originaires des bancs carbonatés actifs (progradants) en période de hautes eaux. Entre les deux, conformément au schéma eustatique de Vail et coll., on trouve, lorsqu'il existe, le niveau condensé de transgression ("black shales" dans le bassin, glauconie et/ou phosphates sur la plate-forme). Ce dernier est engendré par le déséquilibre sédimentaire consécutif à la rapide remontée du niveau marin qui repousse les dépôts à la côte et "affame" à la fois la plate-forme externe et le bassin en boue biodétritique de péri-plate-forme. Quant aux glissements, les événements majeurs (coulées boueuses à olistolites, etc.) se placent en fin de "séquence" de bassin. Leur position particulière pourrait être due à des séismes accompagnant une accélération de la subsidence des marges, hypothèse compatible avec l'explication "klupfélienne" de la séquence. Il est tout aussi possible que l'augmentation de l'hydrodynamisme, consécutive à la diminution de la profondeur sur la plate-forme externe pendant la régression, favorise la déstabilisation mécanique des sédiments. La relation n'est cependant pas réciproque: tout "slump" ne signe

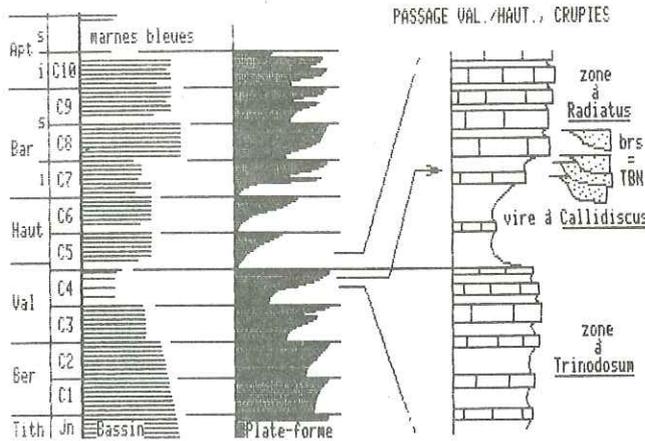


Fig. 3 : Position stratigraphique des bancs roux à silex hauteriviens (TBN = turbidites de bas niveau) dans la série pélagique (coupe de Crupies, Drôme). Ils ne sont pas contemporains de la progradation maximale des carbonates de plate-forme ("Pontanil" lato sensu, "Grande Lumachelle" = zone à Trinodosum). En regard : correspondance entre les principales séquences carbonatées "klupféliennes" de plate-forme et la série pélagique virtuelle. C1 à C10 : les 10 premiers cycles eustatiques crétaqués (voir fig. 7).

Fig. 4 : Diachronisme entre les plaquettes rouges valanginiennes de la base du cycle C4 (La Charce, Drome) et les sources possibles de matériel bioclastique sur la plate-forme (fin du cycle C3). Les "Calcaires miroitants" et les "Laminites de Mirabel" sont des faciès d'épandage chenalisé de plate-forme externe (Gayte, 1984), de même âge que les "Calcaires du Pontanil" sensu stricto (Arnaud et al., 1981).

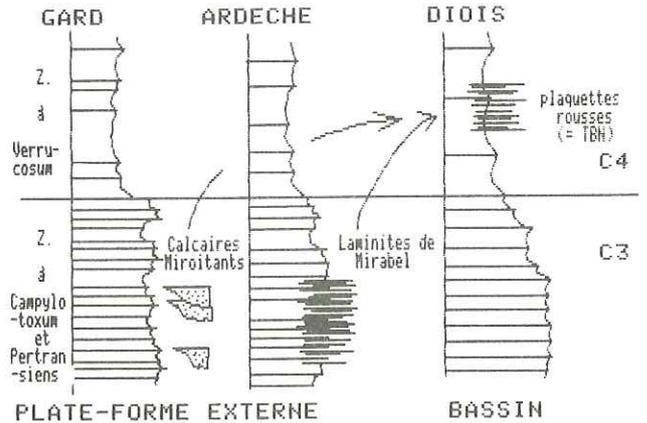


Fig. 5 : Corrélation de détail au passage Barrémien inf./Barrémien sup. (limite C7/C8, fig. 7) entre la plate-forme ardéchoise (Ferry, 1979) et le bassin vocontien. La série pélagique d'Angles (Busnardo, 1965, modifié), sans échelle, a été schématisée en regard pour montrer les corrélations lithostratigraphiques entre les séries des 2 domaines. Le matériel des plaquettes rouges qui surmontent le glissement GBis n'a pu être emprunté qu'aux formations déposées durant le cycle C7. Les turbidites bioclastiques sus- et sous-jacentes sont contemporaines des carbonates peu profonds progradants. Signification des abréviations: voir fig. 2 et fig. 6.

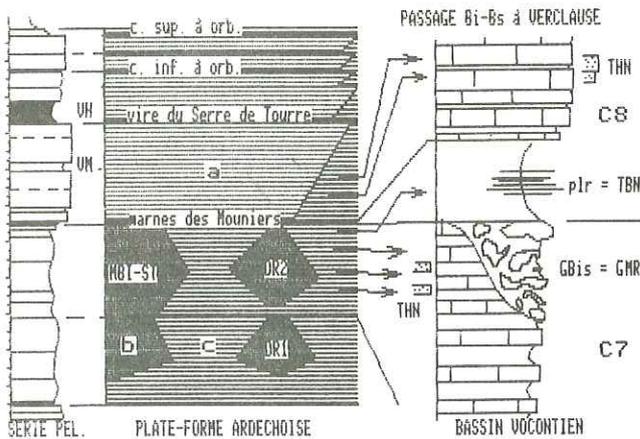
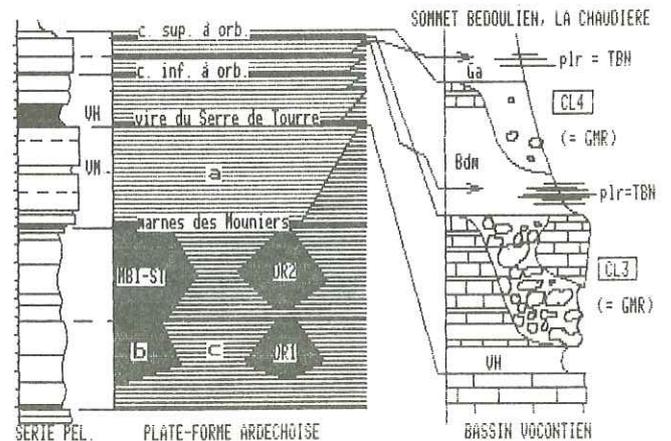


Fig. 6 : Deux autres exemples montrant la superposition des plaquettes rouges de début de cycle et des glissements majeurs (CL3, CL4) de fin de cycle dans les 2 derniers sous-cycles du cycle C10 (fig. 7) (sommet des calcaires bédouliens et marnes du Bédoulien terminal (Bdm)). Signification des abréviations : Ga, Gargasien ; VH, vire à Hétérocères ; VM, vire médiane ; a, urgonien ; b, hauts-fonds bioclastiques du Serre-de-Tourre (MBI-ST) et de la Dent-de-Rez (DR1 et 2) ; c, marno-calcaires hémipélagiques (plate-forme externe) ; c. inf. à orb., équivalent des "couches inf. à orbitolines" du Vercors.



pas une régression. La figure 2 résume les principaux éléments du modèle dont on trouvera la source dans les exemples analytiques des figures 3 à 6.

L'intérêt de ce modèle de fonctionnement est double car a) il adapte le modèle eustatique de sédimentation de marge à un régime sédimentaire purement carbonaté où le bassin est beaucoup plus faiblement alimenté que dans les systèmes terrigènes et b) il intègre la classique "séquence klupfélienne" qui représente - personne ne peut le nier - un élément d'observation fondamental dans les séries carbonatées de plate-forme.

#### 4. Position stratigraphique et importance des résédiments gravitaires dans la série vocontienne.

La figure 7 illustre les résultats de la synthèse réalisée à l'échelle du bassin sédimentaire subalpin en entier. Les 10 cycles eustatiques sont définis doublement: a) d'après une synthèse des données publiées sur les séries carbonatées de plate-forme et b) d'après les principaux changements qui affectent les faunes d'ammonites (fig. 8). La durée moyenne des cycles est de l'ordre de 2 à 3 millions d'années, selon les échelles chronologiques absolues utilisées.

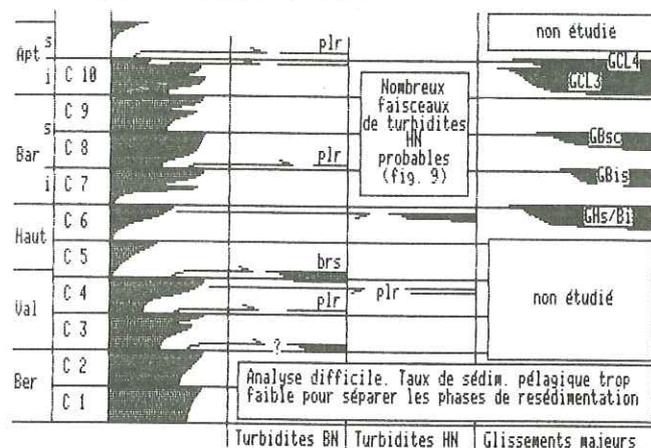


Fig. 7 : Répartition stratigraphique des résédiments carbonatés d'origine gravitaire dans les dépôts pélagiques du Crétacé inférieur subalpin (Berriassien-Aptien inf.). En regard: les 10 cycles eustatiques définis, d'une part, sur la base des principales séquences "klupféliennes" de plate-forme et, d'autre part, d'après les principaux changements qui affectent la succession des faunes d'ammonites (fig. 8). Les turbidites sont scindées en deux groupes, conformément au modèle proposé (fig. 2). Les nombreux glissements de faible extension qui émaillent au hasard la série pélagique n'ont pas été pris en compte.

Fig. 8 : Calage biostratigraphique par les ammonites des cycles eustatiques du Crétacé inférieur, du Berriassien à l'Aptien inférieur. La biozotation utilisée est celle de la "Synthèse du Sud-Est" (R. Busnardo, in Debrand-Passard et al., 1984), légèrement modifiée à la limite Barrémien inf./sup. (1): renseignement oral de R. Enay. Un autre exemple de la coincidence entre phénomènes sédimentaires et "renouvellements" des faunes d'ammonites est détaillé par ailleurs dans ce volume (Atrops et Ferry) et éclaire la manière dont les cycles ont été définis dans le Crétacé inf.

		BASE	SOMMET	REMARQUES
Apt	s	Martinoïdes		App. Epicheloniceras
i	C 10	(Prodeshayesites)	Bowerbanki	Cycle à Deshayesites
	C 9	Astieri	Securiformis	Cycle à Héteroceres
Bar	s	(Henzia)	Feraudi	Cycle à Henzia
i	C 8	Hugii	Compressissima?	App. des Barrenites
Haut	C 6	Sayni	Angulicostata	Ext. Pseudothurmannia
	C 5	Callidiscus	Cruasense	App. des Teschenites
Val	C 4	Verrucosum	Trinodosum	extinct. héritage jurassique (1)
	C 3	Otopeta	Campilotoxum	
Ber	C 2	Picteti?	Callisto	
	C 1	Jacobi-Grandis	Paraninounum?	
Tith	J n			

Les turbidites sont scindées en deux groupes, conformément au modèle proposé (fig. 2). L'analyse est relativement aisée dans le Néocomien sensu stricto (Valanginien-Hauterivien). Elle devient plus délicate dans le Barrémo-bédoulien (fig. 9) et, plus encore, dans le Tithonique-Berriassien par suite: a) de la faiblesse du taux de sédimentation qui provoque l'"amalgamation" (= emboîtement) des résédiments par ravinement, b) de la dérive de la sédimentation pélagique vers les calcaires, qui, combinée à la faible amplitude des oscillations eustatiques (Berriassien, par exemple), rend les cycles indiscernables dans la série de bassin (par absence, notamment, de la vire marneuse de bas niveau marin).

Quant aux glissements majeurs, la figure 10 illustre leur vaste répartition géographique, déduite de l'étude particulière du Barrémo-Bédoulien vocontien. Les autres exemples (GBis, GBsc, GCL3, GCL4) évoqués plus haut ont une extension comparable.

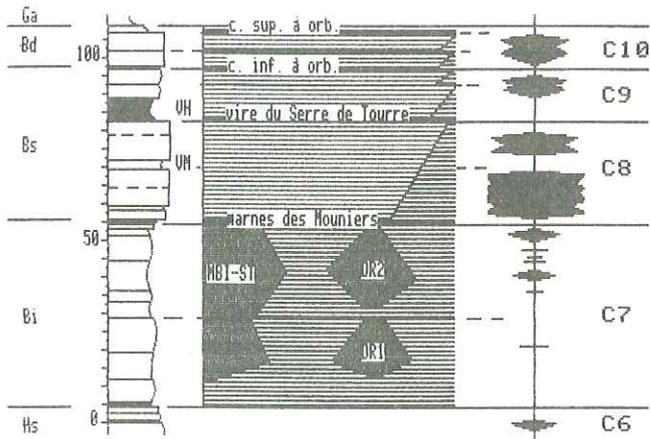
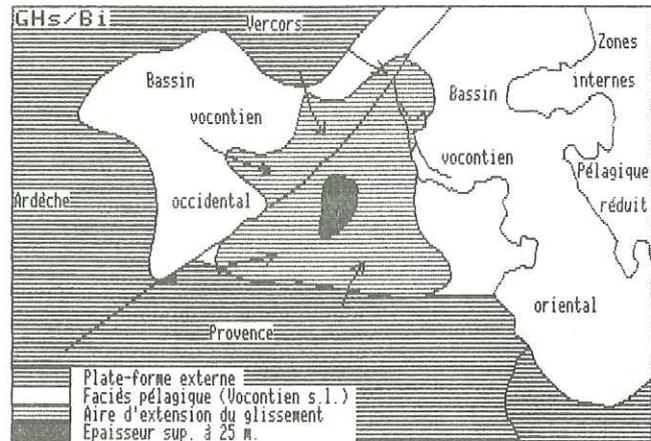


Fig. 9 : Position stratigraphique des principaux apports bioclastiques turbiditiques dans le Barrémien - Bédoulien vocontien, par rapport à la série pélagique virtuelle, d'une part et la série carbonatée de plate-forme tribulaire (Ardèche), d'autre part. Mêmes figurés que dans fig. 5. C6 à C10, cycles eustatiques définis in figs. 7 et 8.

Fig. 10 : Aire d'extension du glissement majeur Hs/Bi, à la limite Hauterivien-Barrémien (limite C6/C7). La masse principale de ce "slump" est faite de marno-calcaires hémipélagiques de plate-forme externe, auxquels s'ajoutent des marno-calcaires pélagiques profonds entraînés le long de la semelle de glissement. Le volume total déplacé est estimé à au moins 5 km<sup>3</sup>. L'existence de plusieurs sources simultanées est vraisemblable.



#### REFERENCES CITEES

- ARNAUD (H.) (1981). - De la plate-forme urgonienne au bassin vocontien: le Barrémien-Bédoulien des Alpes occidentales entre Isère et Buech. *Géol. alpine*, Mém. n° 12, 3 vol.
- ARNAUD (H.), GIDON (M.) et THIEULOY (J.-P.) (1981). - Les calcaires du Fontanil des environs de Grenoble: leur mise en place dans la stratigraphie du Néocomien entre le Jura et le domaine vocontien. *Eclog. géol. Helv.*, v. 74, n° 1, p. 109-137.
- ARNAUD-VANNEAU (A.) (1986). - Variations dans la composition et dans la diversité des faunes de foraminifères benthiques du Crétacé inférieur sur quelques plates-formes carbonatées téthysiennes de l'Europe et du Moyen-Orient. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (8), t. II, n° 2, p.245-254.
- BUSNARDO (R.) (1965). - Le stratotype du Barrémien. I. Lithologie et macrofaune. *Mém. BRGM Fr.*, n° 34, p. 101-116.
- COTILLON (P.), FERRY (S.), GAILLARD (C.), JAUTEE (E.), LATREILLE (G.) et RIO (M.) (1980). - Fluctuations des paramètres du milieu marin dans le domaine vocontien (France Sud-Est) au Crétacé inférieur: mise en évidence par l'étude des formations marno-calcaires alternantes. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), t. XXII, n° 5, p. 735-744.
- DEBRAND-PASSARD (S.), COURBOULEIX (S.) et LIENHARDT (M.-J.) (1984). - Synthèse géologique du Sud-Est de la France. *Mém. BRGM Fr.*, n° 125 et 126.
- FERRY (S.) (1979). - Les turbidites bioclastiques: mode de transport du sable calcaire des plates-formes urgoniennes à la cuvette vocontienne. *Geobios*, Mém. sp. n° 3, p.149-158.
- FERRY (S.) et MONIER (P.) (1987). - Correspondance cycle-à-banc des alternances calcaire-marne hémipélagiques et pélagiques (Bassin vocontien, Sud-Est de la France). *Bull. Soc. Géol. France*, à paraître.
- FERRY (S.) et RUBINO (J.-L.) (1987). - Séquences klupféliennes ou cycles eustatiques ? Etude d'un cas: les séries carbonatées néocomiennes du Sud-Est français. *C. R. Acad. Sc. Paris*, à paraître.
- GAYTE (D.) (1984). - Le Valanginien et l'Hauterivien de la bordure cévenole méridionale. *Thèse 3<sup>e</sup> Cycle*, Lyon, 147 p.
- KLUPPEL (W.) (1917). - Ueber die Sedimente der Flachsee im Lothringer Jura. *Geol. Rdsch.*, Bd. 7, p. 97-109.
- VAIL (P.R.), HARDENBOL (J.) and TODD (R.G.) (1984). - Jurassic unconformities, chronostratigraphy, and sea-level changes from seismic stratigraphy and biostratigraphy. In J.S. SCHLEE (ed.): *Interregional unconformities and hydrocarbon accumulation*. *A.A.P.G. Mem.*, n° 36, p. 129-144.